

PROSA

Wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen

Entwicklung der Vergabekriterien für ein
klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

Studie im Rahmen des Projekts
„Top 100 – Umweltzeichen für klima-
relevante Produkte“

Berlin/Heidelberg,
den 18.06.2012

Autor/innen:

Christoph Lauwigi, Institut für Energie- und
Umweltforschung GmbH, Heidelberg
Regine Vogt, Institut für Energie- und
Umweltforschung GmbH, Heidelberg

Projektleitung:

Jens Gröger, Öko-Institut e.V.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



**DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE**

Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg, Deutschland

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg, Deutschland

Tel. +49 (0) 761 – 4 52 95-0

Fax +49 (0) 761 – 4 52 95-88

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt, Deutschland

Tel. +49 (0) 6151 – 81 91-0

Fax +49 (0) 6151 – 81 91-33

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin, Deutschland

Tel. +49 (0) 30 – 40 50 85-0

Fax +49 (0) 30 – 40 50 85-388

Zur Entlastung der Umwelt ist dieses Dokument für den
beidseitigen Druck ausgelegt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Teil I	2
2.1	Definition	2
2.2	Markt- und Umfeldanalyse	3
2.2.1	Markttrends	4
2.2.2	Preise	5
2.3	Technologietrends	5
2.4	Internationale Umweltzeichen	7
2.5	Kapazität und Energieeffizienz	9
2.6	Batterierecycling	10
2.7	Schwermetalle	11
2.8	Tiefentladeschutz	12
2.9	Nutzenanalyse	12
2.9.1	Gebrauchsnutzen	13
2.9.2	Symbolischer Nutzen	14
2.9.3	Gesellschaftlicher Nutzen	15
2.9.4	Zusammenfassung der Nutzenanalyse	16
3	Teil II	17
3.1	Lebenszyklusanalyse / Orientierende Ökobilanz	17
3.1.1	Funktionelle Einheit	17
3.1.2	Systemgrenzen	17
3.1.3	Ergebnis für die betrachteten Wirkungskategorien	20
3.1.4	Analyse der Lebenszykluskosten	23
3.2	Ableitung von Vergabekriterien für ein Umweltzeichen	25
4	Literatur	28
5	Anhang	30
5.1	Wirkungskategorien des Life Cycle Assessment	30
5.1.1	Kumulierter Energieaufwand	30
5.1.2	Treibhauspotenzial	30
5.1.3	Versauerungspotenzial	30
5.1.4	Aquatisches und terrestrisches Eutrophierungspotenzial	30
5.2	Abgeleitete Vergabekriterien für ein Umweltzeichen	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Die Grundstruktur von PROSA	1
Abbildung 2	Schematischer Aufbau eines NiMH-Akkus [Baar, Christen 2008]	3
Abbildung 3	In Deutschland von den Mitgliedern des Gemeinsamen Rücknahmesystems GRS Batterien in Verkehr gebrachte Batterien von 2005-2010 [GRS 2006, GRS 2008, GRS 2010]	4
Abbildung 4	Reversibler und irreversibler Kapazitätsverlust aktueller NiMH-Akkus (Quelle: SLG 2010)	6
Abbildung 5	Leistungsunterschiede aktuell vorhandener NiMH-Akkus (Quelle: SLG 2010)	7
Abbildung 6	Checkliste Gebrauchsnutzen	13
Abbildung 7	Checkliste Symbolischer Nutzen	14
Abbildung 8	Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen	15
Abbildung 9	Treibhaus- und Versauerungspotenzial der Bereitstellung von 1 kWh Strom aus NiMH-Akkus nach zwei unterschiedlichen Quellen	18
Abbildung 10	Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz	21
Abbildung 11	Auswirkungen der Selbstentladung auf die Gesamtbilanz (Beispiel Treibhauspotenzial)	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	In dieser Studie berücksichtigten Standardgrößen für Batterien	2
Tabelle 2	Schwankungsbreite der Kapazitätsverluste im Zyklentest (Quelle: SLG 2010)	6
Tabelle 3	Überblick über die Anforderungen an Schwermetallgehalt der verschiedenen internationalen Umweltzeichen sowie dem BattG	11
Tabelle 4	Nutzen von wiederaufladbaren Batterien in Standardgrößen	16
Tabelle 5	Für die Modellierung zugrunde gelegte Annahmen	20
Tabelle 6	Analyse der Lebenszykluskosten für verschiedene Batterietypen	25

1 Einleitung

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß ISO 14024 geprüft, welche Umweltauswirkungen für die potenzielle Vergabe eines Klimaschutz-Umweltzeichens relevant sind – neben Energie/Treibhauseffekt kommen also auch andere Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch, Eutrophierungs-Potenzial, Lärm, Toxizität, etc. in Betracht.

Methodisch wird die Analyse mit der Methode PROSA – Product Sustainability Assessment¹ durchgeführt (Abbildung 1). PROSA umfasst mit dem der Markt- und Umfeld-Analyse, Ökobilanz, der Lebenszykluskostenrechnung und der Benefit-Analyse die zur Ableitung der Vergabekriterien erforderlichen Teil-Methoden und ermöglicht eine integrative Bearbeitung und Bewertung.

Eine Sozialbilanz wird nicht durchgeführt, weil soziale Aspekte z. B: bei der Herstellung der Produkte beim Umweltzeichen bisher nicht oder nicht gleichrangig einbezogen werden. Eventuelle Hinweise auf soziale Hot-Spots würden sich allerdings auch aus der Markt- und Umfeld-Analyse ergeben.



Abbildung 1 Die Grundstruktur von PROSA

¹ Grießhammer, R.; Buchert, M.; Gensch, C.-O.; Hochfeld, C.; Rüdener, I.; Produkt-Nachhaltigkeits-Analyse (PROSA/PLA) - Methodenentwicklung und Diffusion, Freiburg, Darmstadt, Berlin 2007

2 Teil I

2.1 Definition

Die vorliegende Kurzstudie beschäftigt sich mit der Produktgruppe „**wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen**“. Wiederaufladbare Batterien werden hierbei auch als Sekundärbatterien oder Akkumulatoren bezeichnet. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit der vorliegenden Studie wird im Folgenden für wiederaufladbare Batterien der Begriff „Akkus“ verwendet.

Der Begriff „Batterie“ wird in dieser Studie für den Zusammenschluss ein oder mehrerer „Zellen“ verwendet, wobei die „Zelle“ die eigentlich zur Umwandlung von chemischer in elektrische Energie vorhandene Einheit darstellt (siehe auch Abbildung 2). Die „Batterie“ kann zudem noch diverse mess- und regeltechnische Komponenten enthalten.

„Standardgrößen“ bezeichnen in diesem Zusammenhang die in Tabelle 1 aufgeführten Bauarten. Weitere Standardgrößen existieren zwar, sind aber wegen mangelnder Vergleichbarkeit mit den folgenden Baugrößen von der Betrachtung dieser Studie ausgenommen.

Tabelle 1 In dieser Studie berücksichtigten Standardgrößen für Batterien

Bezeichnung	ANSI	IEC ²	Kapazität [mAh]
Micro	AAA	LR03	500....1100
Mignon	AA	LR06	1100....2700
Baby	C	LR14	2200....4500
Mono	D	LR20	2500....9000
9-Volt-Block	9V/7.2H5	6LR61	175...300

Es werden zwei Akkusysteme näher untersucht:

Wiederaufladbare Alkali-Mangan-Batterien („RAM-Zellen“), die eine Weiterentwicklung der primären Alkali-Mangan-Batterien darstellen, und

Nickel-Metallhydrid-Akkus („NiMH-Akkus“), welche einen anderen Chemismus und hierdurch auch andere Eigenschaften besitzen. Der schematische Aufbau eines solchen Akkus ist in Abbildung 2 dargestellt.

² Die Angabe der IEC-Bezeichnung bezieht sich auf Alkali-Mangan-Batterien der jeweiligen Bauart und ist sinngemäß bezogen auf die physikalischen Abmessungen auch für andere elektrochemische Systeme anzuwenden

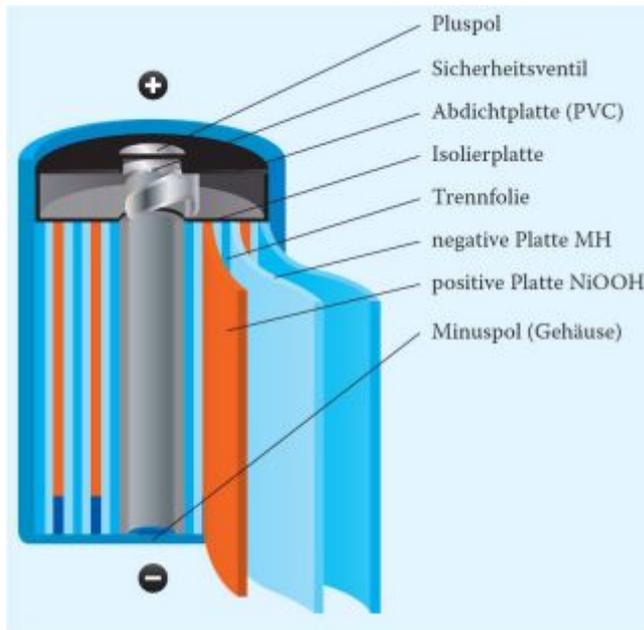


Abbildung 2 Schematischer Aufbau eines NiMH-Akkus [Baar, Christen 2008]

2.2 Markt- und Umfeldanalyse

Nach der Erfolgskontrolle des „Gemeinsamen Rücknahmesystem Batterien (GRS)“ wurden im Jahr 2009 ca. 78 Mio. Stück NiMH-Akkus und ca. 0.9 Mio. Stück wiederaufladbare Alkali-Mangan-Zellen in Verkehr gebracht. Im Jahr 2010 waren es bereits ca. 80 Mio. Stück NiMH-Akkus und ca. 1.3 Mio. Stück wiederaufladbare Alkali-Mangan-Zellen. Insgesamt wurden im Jahr 2010 ca. 153 Mio. Akkus verkauft. Die verbleibenden 72 Mio. Stück Akkus waren Akkus anderer Systeme (NiCd, Li-Ion, Pb), welche nicht Gegenstand dieser Studie sind. Dem gegenüber stehen ca. 1,2 Mrd. Primärbatterien, welche im selben Jahr in Verkehr gebracht wurden (Abbildung 3).

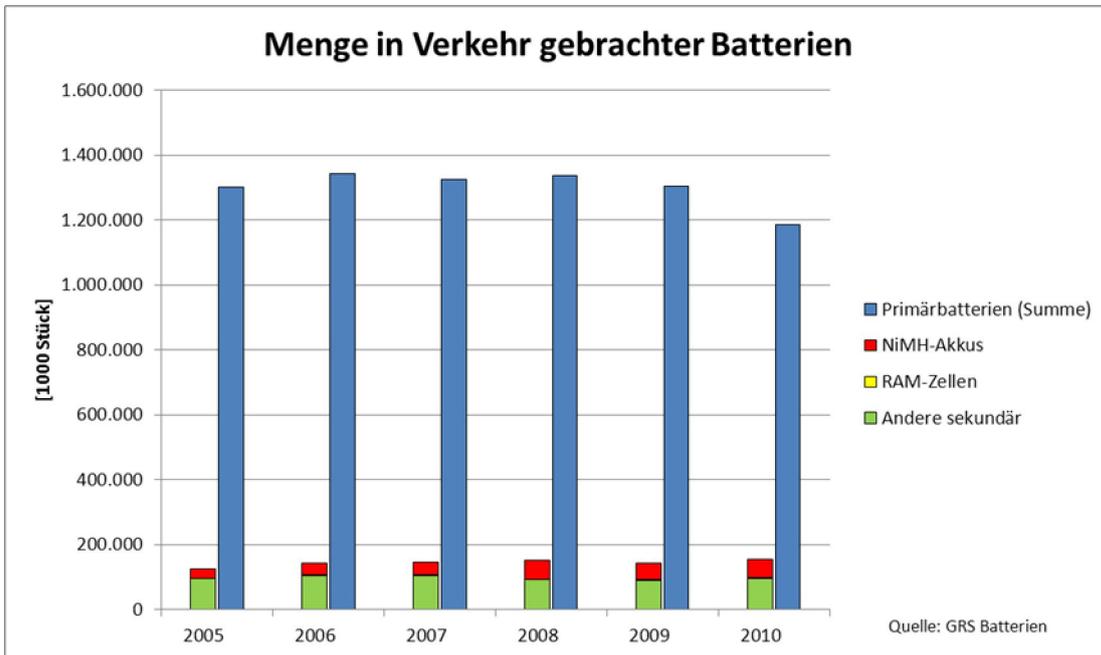


Abbildung 3 In Deutschland von den Mitgliedern des Gemeinsamen Rücknahmesystems GRS Batterien in Verkehr gebrachte Batterien von 2005-2010 [GRS 2006, GRS 2008, GRS 2010]

Die in Abbildung 3 bezeichneten „anderen“ sekundären Batterien setzen sich aus Zellen mit unterschiedlichem Chemismus zusammen. Den größten Anteil hieran besitzen zum einen die Li-Ion-Akkus, zum anderen NiCd- und Bleiakkus, die nicht Gegenstand dieser Studie sind.

2.2.1 Markttrends

Die Markttrends sind für die einzelnen Anwendungen differenziert zu betrachten:

RAM-Zellen: Die Hersteller der RAM-Zellen sehen aufgrund der Eigenschaften der RAM-Zellen deren Einsatzort vor allem in Anwendungen, die im Niedrigstrom-Bereich arbeiten, und keine vollständigen Zyklen benötigen. Hier sei als Beispiel ein Solarwecker benannt, der niedrige Ströme benötigt und immer wieder nachgeladen wird. Nach Herstellerinformationen ist hier eine Lebensdauer der RAM-Zelle von über 10 Jahren üblich. Diese Produkte stellen im Allgemeinen eher Nischenprodukte dar, besitzen aber Potenzial, dass die Marktdurchdringung steigt.

NiMH-Akkus:

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, stellen NiMH-Akkus einen wesentlichen Anteil an den wiederaufladbaren Batterien dar. Unter den in dieser Studie betrachteten wiederaufladbaren Batterien in Standardgrößen bilden sie den Hauptanteil. Durch die Einführung einer neuen Generation NiMH-Akkus, welche eine geringe Selbstentladung aufweisen und bereits vorgeladen sind, erhoffen sich die Hersteller, den Markt der Primärbatterien hierdurch für sich

gewinnen zu können. Denn durch die technischen Neuerungen werden vermeintliche Anwendungshindernisse abgebaut, die vorher den Verbraucher eher zur Primärbatterie haben greifen lassen.

2.2.2 Preise

Die Preise für wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen variieren je nach enthaltener Kapazität und Ausführung. Eine Mignon (AA)-Batterie kostet derzeit zwischen 2 € und 4 € [Quelle: eigene Recherchen 02/2012].

2.3 Technologietrends

NiMH-Akkus sind als Weiterentwicklung von NiCd-Akkus zu sehen, welche aber beide einen gewissen „Memory-Effekt“ und eine deutliche Selbstentladung aufweisen. Die NiMH-Technologie wurde auf diesen Gebieten weiterentwickelt, und es sind nun auf dem Markt auch NiMH-Akkus mit geringer Selbstentladung (Low Self Discharge-NiMH, „LSD-NiMH“) erhältlich. Diese weisen noch einige weitere Vorteile auf, welche im Folgenden erläutert werden. Betrachtet man die Selbstentladung bei Lagerung, so wird die Verbesserung durch die neue Technologie in Abbildung 4 deutlich. Weisen herkömmliche NiMH-Akkus noch eine Selbstentladung von ca. 42% auf, beträgt diese bei den LSD-NiMH-Akkus nur noch ca. 15%. Somit wird die Gebrauchstauglichkeit der Akkus erhöht, denn eine Lagerung von 20 Tagen ist im Gebrauch von wiederaufladbaren Batterien in Standardgröße durchaus normal. Der Verbraucher muss weniger oder nicht nachladen, was eine Erleichterung im Umgang mit Akkus und somit einem höheren Nutzen entspricht.

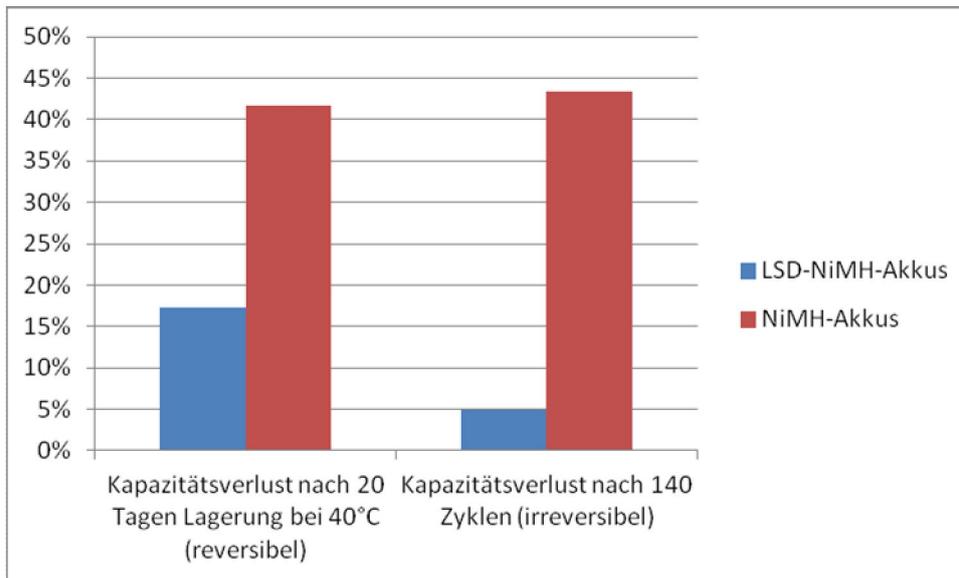


Abbildung 4 Reversibler und irreversibler Kapazitätsverlust aktueller NiMH-Akkus (Quelle: SLG 2010)

Ein weiterer Vorteil der LSD-Technologie ist die höhere Lebensdauer der Akkus. In einem Zyklentest von 20 verschiedenen Akkumarken (SLG 2010) wurden jeweils drei baugleiche Akkus einer Marke mit üblichen Lade- und Entladeraten getestet. Nach jeweils 10 Zyklen wurde die noch entnehmbare Kapazität der Akkus bestimmt. Nach dem 140. Zyklus wurden die Akkus nochmal 72 Stunden gelagert, und die Kapazität wurde erneut bestimmt. In Abbildung 4 wird der Unterschied zwischen NiMH-Akkus und LSD-NiMH-Akkus deutlich. So wiesen die herkömmlichen Akkus Verluste von durchschnittlich 43% auf. Im Gegensatz hierzu wiesen die LSD-NiMH-Akkus nur Verluste von durchschnittlich 5% auf.

Da diese Werte Durchschnittswerte darstellen, lohnt sich ein etwas genauerer Blick auf die Ergebnisse. In Tabelle 2 werden die Unterschiede in den Qualitäten der getesteten Akkus deutlich. Hier sieht man, dass man auch unter herkömmlichen Akkus Modelle finden kann, die mit Kapazitätsverlusten von 8% durchaus im selben Bereich liegen, wie die Werte der LSD-NiMH-Akkus. Unter letztgenannten fand sich auch ein Ausreißer, dessen Kapazitätsverlust 54% betrug, unter anderem, weil einer der drei getesteten Akkus nach 100 Zyklen defekt war. Hierdurch wird auch deutlich, dass die Unterschiede zwischen einzelnen Herstellern signifikant sein können.

Tabelle 2 Schwankungsbreite der Kapazitätsverluste im Zyklentest (Quelle: SLG 2010)

	Mittelwert	Minimum	Maximum
LSD-NiMH-Akkus	5%	1%	9% (54% ein Ausreißer)
NiMH-Akkus	43%	8%	90%

Somit liefern NiMH-Akkus mit geringer Selbstentladung einerseits über einen längeren Zeitraum einen großen Teil der in ihnen gespeicherten Energie, andererseits werden sie bereits teilgeladen verkauft. Dies hat zur Folge, dass man sie in den meisten Anwendungen wie eine Primärbatterie einsetzen kann, ohne merkliche Nachteile in der Performance zu haben. In Abbildung 5 sind die Leistungen aktuell auf dem Markt erhältlicher NiMH-Akkus aufgezeigt. Der Vergleich von herkömmlichen Akkus mit den neuen LSD-NiMH-Akkus zeigt, dass die neue Technologie gewisse Schwächen in der Leistung aufzeigt. So liegt die Leistung in typischen Anwendungsbereichen ca. 15 – 20% unter der Leistung herkömmlicher Akkus.

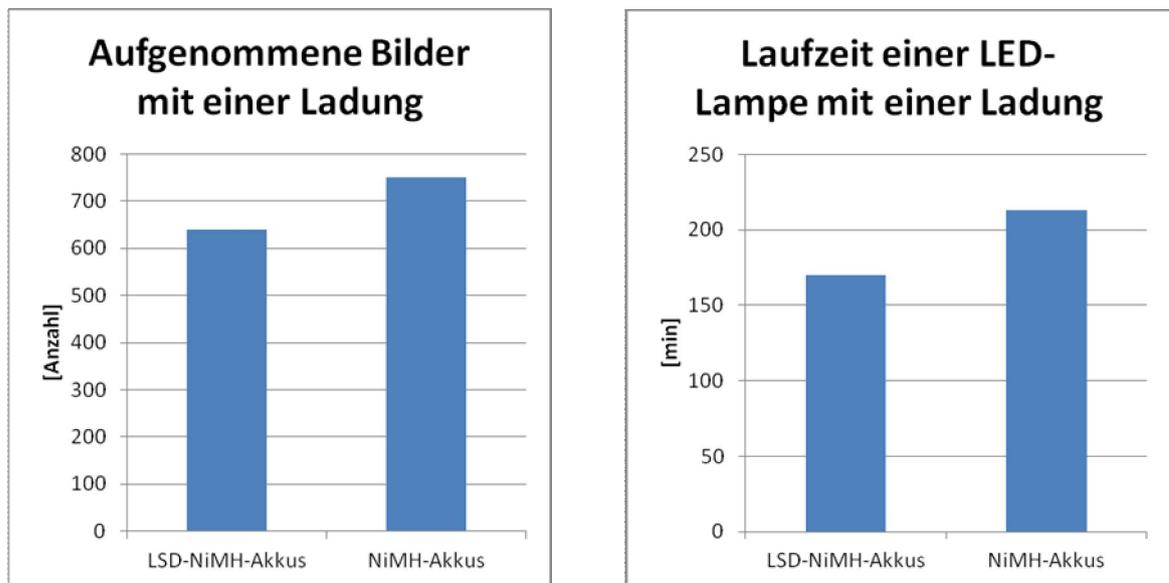


Abbildung 5 Leistungsunterschiede aktuell vorhandener NiMH-Akkus (Quelle: SLG 2010)

2.4 Internationale Umweltzeichen

Im Folgenden werden die Vergabegrundlagen internationaler Umweltzeichen dargestellt, welche Bezug zu wiederaufladbaren Batterien in Standardgrößen haben. Der Geltungsbereich der internationalen Umweltzeichen ist jeweils kurz erläutert, um auch Unterschiede in den Kriterien erklären zu können.

Chinesisches Umweltlabel

Innerhalb des „China Environmental Labelling Programm“ gibt es die Produktgruppe „Hg-Cd-Pb Free Rechargeable Batteries“ mit Stand von 1994. Der Geltungsbereich umfasst wiederaufladbare Batterien im Allgemeinen. Es wird gefordert, dass die Produkte kein Quecksilber, kein Cadmium, kein Blei und keine anderen gefährlichen Stoffe enthalten.

Nordic Ecolabelling

Der Nordic Council of Ministers hat ein freiwilliges Ecolabel „Nordic swan“ für die nordischen Länder Dänemark, Finnland, Norwegen, Island und Schweden ins Leben gerufen. Zu den

derzeitigen Vergabegrundlagen gehören die „rechargeable batteries“ in der Version 4.0, gültig vom 07.12.2010 – 31.12.2013 [Nordic Ecolabel 2011].

Neben der Begrenzung von Quecksilber, Arsen, Blei und Cadmium und Kriterien zu Kunststoffen,³ zur Verpackung und zur Verbraucherinformation sind für die Akkus folgende Vorgaben relevant:

- Die Kapazität der getesteten Batterien muss nach 800 Zyklen mindestens 70% der auf der Batterie angegebenen Kapazität betragen.
- Beim Test der Batteriekapazität muss die Batteriekapazität mindestens 90% der auf der Batterie angegebenen Kapazität betragen.
- Die Batterie darf während des Tests keine Flüssigkeit verlieren.

Koreanisches Umweltzeichen

Das koreanische Ecolabel von 2005 betrachtet Batterien im Allgemeinen und unterteilt Primärbatterien und wiederaufladbare Batterien. Die wiederaufladbaren Batterien werden dann ihrem Chemismus entsprechend einzeln betrachtet.

Allgemeine Kriterien sind:

- Es werden Maximalwerte von Blei (≤ 15 mg/kg), Cadmium (≤ 5 mg/kg) und Quecksilber (≤ 5 mg/kg) der wiederaufladbaren Batterien gefordert.
- Die Verpackung darf keine halogenierten Kunststoffe sowie kein PVC enthalten

Bezüglich NiMH-Akkus werden folgende Kriterien gesetzt:

- Die Kapazität der getesteten Batterien muss nach 400 Zyklen mit 1 C noch 80% der auf der Batterie angegebenen Kapazität betragen.
- Die Batterie darf während des Tests keine Leckagen aufweisen.
- Die Norm KS C IEC 62133 (Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications) muss erfüllt werden.

Hong Kong Umweltzeichen

Das Umweltzeichen von Hong Kong von 2007 schließt alle wiederaufladbaren Batterien mit ein. Folgende Kriterien werden gesetzt:

- Bzgl. Schwermetallgehalte sind maximal erlaubt: Blei (≤ 15 mg/kg), Cadmium (≤ 5 mg/kg) und Quecksilber (≤ 5 mg/kg), Arsen (≤ 5 mg/kg).

³ Flammschutzmittel mit den Klassifizierungen R45, R46, R60 und R61 werden ausgeschlossen. Weiterhin müssen die Gehäuse chlorfrei sein.

- Nach 25 Ladezyklen sollen noch 40% der anfänglich vorhandenen Kapazität erreicht werden.
- Die Verpackung darf keine chlorierten Kunststoffe enthalten
- Verbraucherinformationen über Kapazität, Anzahl der Ladezyklen, Sicherheit und zur Erhöhung der Lebenszeit müssen gegeben werden.

2.5 Kapazität und Energieeffizienz

Um die Auswahl der Kriterien der verschiedenen Umweltzeichen besser einordnen zu können, sollen im Folgenden die Punkte etwas näher beleuchtet werden, die für Vergabegrundlagen für Umweltzeichen für Akkus in Standardgrößen von Bedeutung sind. Diese zielen in erster Linie auf einen hohen Gebrauchsnutzen (siehe auch Kapitel 2.9.1) ab.

Kapazität

Zur Europäischen Batterierichtlinie [Richtlinie 2006/66/EG] existiert eine Verordnung [EC VO 1103/2010], die regelt, wie die Kapazität von Sekundär-Gerätebatterien und Fahrzeugbatterien ermittelt werden soll. Diese gilt für alle ab dem 30.05.2012 in Verkehr gebrachten sekundären Batterien. Die Verordnung übernimmt für NiMH-Akkus die Messmethode, die in der IEC/EN 61951-2 beschrieben ist. Nur die mit dieser Messmethode ermittelte Kapazität – sie wird auch als Bemessungskapazität bezeichnet – darf auf Batterien aufgedruckt werden. RAM-Zellen werden in dieser Verordnung nicht berücksichtigt. Hier kann die DIN EN 60086 angewendet werden, welche die Kapazitätsbestimmung von Alkali-Mangan Primärbatterien regelt.

Energieeffizienz

Es gibt verschiedene Kenngrößen, die die Effizienz von Akkumulatoren beschreiben: der Ladefaktor,⁴ der coulombsche Wirkungsgrad und der Energiewirkungsgrad. Für die Gesamtenergiebilanz ist der Energiewirkungsgrad entscheidend. Er ist definiert als der Quotient aus entnommener Arbeit zu zugeführter Arbeit. Für den NiMH-Akku liegt er bei rund 0,65 Wh/Wh und ist deutlich niedriger als der der Bleibatterie mit 0,8 und der Li-Ionen-Batterie mit 0,95 [Jossen Weydanz 2006]. Hier sind potentiell aus technischen Gründen kaum Verbesserungen möglich.

⁴ Der Ladefaktor ist der Quotient aus der eingeladenen Ladungsmenge zu der zuvor entnommenen Ladungsmenge. Er beschreibt die Ladungs- und Selbstladungsverluste, jedoch nicht die Spannungsverluste, die z.B. durch den ohmschen Innenwiderstand bedingt sind. Der Reziprokwert des Ladefaktors wird als coulombscher Wirkungsgrad oder A_h -Wirkungsgrad bezeichnet [Jossen Weydanz 2006]

2.6 Batterierecycling

Rechtliche Anforderung zum Recycling

Wiederaufladbare Batterien fallen unter das deutsche Batteriegesetz [BattG 2009]: Die Hersteller von Gerätebatterien haben die Pflicht, gebrauchte Batterien zurückzunehmen, entweder über das Gemeinsame Rücknahmesystem (GRS) oder über ein herstellereigenes Rücknahmesystem. Die Endnutzer sind verpflichtet, Altbatterien vom Restmüll getrennt zu entsorgen. In Elektrogeräte (z.B. Laptop, Mobiltelefone) eingebaute Altbatterien sind entsprechend dem Elektroggesetz mit dem „Elektroschrott“ zu sammeln, wo sie ausgebaut werden und der Batterieverwertung zugeführt werden müssen. Das BattG (2009) dient der Umsetzung der EU Richtlinie 2006/66/EG in nationales Recht. In der ersten Stufe muss nach BattG die Sammelquote für Gerätebatterien über die Anforderungen der EU Richtlinie hinaus bis September 2012 mindestens 35% betragen und bis September 2016 analog der EU Richtlinie mindestens 45%. Im „Gesetz zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts“ vom 24.2.2012 wurde als zusätzliche Stufe zum Kalenderjahr 2014 eine geforderte Sammelquote von mindestens 40% festgelegt. Alle gesammelten und identifizierbaren Altbatterien sind, soweit technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar, nach dem Stand der Technik zu behandeln und stofflich zu verwerten. Ein Verbot von Verbrennung oder Deponierung gilt jedoch nur für unbehandelte Fahrzeug- oder Industrialtbatterien.

In 2010 betrug der Anteil der zurückgenommenen NiMH-Akkus beim Rücknahmesystem GRS Batterien ca. 2%, gemessen an der Masse der insgesamt zurückgenommenen Altbatterien [GRS 2010].

Die europäische Batterierichtlinie [Richtlinie 2006/66/EG] fordert folgende Sammelquoten: bis September 2012 mindestens 25% und bis September 2016 mindestens 45%. Darüber hinaus müssen ab 2011 für das chemische System Pb 75%, für NiCd 65% und für alle „Sonstigen“ Systeme mindestens 50% Recyclingeffizienz erreicht werden. Ab 2014 ist für die Ermittlung der Recyclingeffizienz die EU-Verordnung zur Recyclingeffizienz von Batterien anzuwenden (detaillierte Regeln zur Berechnung der Quote). NiMH-Akkus ordnen sich unter „Sonstige“ ein, müssen demnach mindestens 50% Recyclingeffizienz erreichen. Weiterhin gilt, dass die Behandlung mindestens die Entfernung aller Flüssigkeiten und Säuren umfassen muss.

Bisher werden die Altakkus meist zerkleinert und thermisch behandelt mit dem Ziel, Co, Ni, Cu und metallische Gehäusebestandteile zurückzugewinnen.

Eine wichtige Voraussetzung für eine effektive Kreislaufwirtschaft ist ein gutes Sammelsystem. In Deutschland betrug die Sammelquote für Gerätebatterien des Gemeinsamen Rücknahmesystems Batterien 44% im Jahr 2010 [GRS 2010]. Eine höhere Sammelquote könnte erreicht werden, wenn weniger Batterien über den Hausmüll entsorgt werden würden. Für die Umsetzung entsprechender Maßnahmen ist ein Umweltzeichen jedoch kein geeignetes Instrument.

2.7 Schwermetalle

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die maximal zulässigen Schwermetallgehalte die die EG-Batterierichtlinie (BattRL), das Batteriegesetz (BattG) sowie die verschiedenen internationalen Umweltzeichen fordern. Internationale Umweltzeichen führen ebenfalls Maximalwerte für Arsen auf. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass der Geltungsbereich dieser Umweltzeichen auch NiMH-Akkus mit einschließt, welche durchaus signifikante Arsen-Gehalte aufweisen können [Fjelsted 2007].

Tabelle 3 Überblick über die Anforderungen an Schwermetallgehalt der verschiedenen internationalen Umweltzeichen sowie dem BattG

	Nordic Ecolabel	Chinese Ecolabel	Korean Ecolabel	Hong Kong Ecolabel	Batterierichtlinie/ Batteriegesetz
	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]
Cadmium (Cd)	≤ 5	0	≤ 5	≤ 5	≤ 20 ⁵ Kennzeichnung bei > 20
Blei (Pb)	≤ 5	0	≤ 15	≤ 15	- ⁶ Kennzeichnung bei > 40
Quecksilber (Hg)	≤ 0.1	0	≤ 5	≤ 5	≤ 5 ⁷ Kennzeichnung bei > 5

Für die Messung von Schwermetallgehalten in Batterien und Akkumulatoren existiert noch kein genormtes oder vom Gesetzgeber vorgegebenes Verfahren. Folgende Messmethoden sind geeignet, um in dem niedrigen Konzentrationsbereich, den das Nordic Ecolabel und somit auch der Blaue Engel im Entwurf anstrebt, die Batterieproben auf die drei oben genannten Schwermetalle zu analysieren:

- “Battery Industry Standard Analytical Method - for the determination of Mercury, Cadmium and Lead in Alkaline Manganese Cells Using AAS, ICP-AES and Cold Vapour”. Publishers: The European Portable Battery Association (EPBA), the Battery Association of Japan (BAJ), the National Electrical Manufacturers Association (NEMA; USA). April 1998”.

⁵ Ausnahmen: Fahrzeugbatterien; Industriebatterien; Gerätebatterien (Akkus), die bestimmt sind für: schnurlose Elektrowerkzeuge, Not- oder Alarmsysteme, Notbeleuchtung, medizinische Ausrüstung.

⁶ Keine Begrenzung für: Fahrzeugbatterien, Industriebatterien und Gerätebatterien

⁷ Ausnahme: Knopfzellen bis max. 20.000

- Dieses Verfahren wurde von internationalen Batterieverbänden entwickelt und wird heute noch sowohl für die im Titel genannten Alkali-Mangan-Zellen als auch für andere Batterietypen angewandt.
- Methode der Bundesanstalt für Materialforschung und –Prüfung (BAM) nach [BAM 2007].
 - Diese Methode berücksichtigt Messmethoden, die eher dem Stand der Technik entsprechen. Dadurch wird verhindert, dass messtechnische Neuerungen, die seit 1998 etabliert wurden, ausgeschlossen werden. Die Methode nach BAM basiert auf der erstgenannten Methode. Somit ist diese als Weiterentwicklung der erstgenannten Methode anzusehen.

2.8 Tiefentladeschutz

Wenn Akkus zu tief entladen werden, sind sie anschließend nicht mehr funktionsfähig. Bauartbedingt verfügen Akkus in Standardgrößen über keine elektronischen Schutz- und Überwachungssysteme wie bsp. Li-Ion-Akkus. Aus diesem Grund muss diese Funktion von dem Gerät erfüllt werden, welches mit einem Akku in Standardgröße betrieben wird. Dies trifft auf einen Großteil der Geräte bereits zu.

2.9 Nutzenanalyse

Die Analyse des Nutzens wird nach der Benefit-Analyse von PROSA durchgeführt. Dabei werden die drei Nutzenarten Gebrauchsnutzen, symbolischer Nutzen und gesellschaftlicher Nutzen qualitativ analysiert (siehe hierzu auch Abbildung 6). Für die Analyse gibt PROSA jeweils Checklisten vor. Aufgrund der Besonderheiten einzelner Produktgruppen können einzelne Checkpunkte aus Relevanzgründen entfallen oder neu hinzugefügt werden. Die drei Checklisten sind am Anfang des jeweiligen Kapitels wiedergegeben.

2.9.1 Gebrauchsnutzen

Checkliste Gebrauchsnutzen

- Leistung (Kernanforderungen)
- Zusatzleistungen
- bedarfsgerecht
- Haltbarkeit
- Zuverlässigkeit in der Funktion
- Sicherheit/Versorgungssicherheit
- Service/Reparierbarkeit/Ersatzteile
- Convenience/Zeit
- gute Verbraucherinformation
- Verfügbarkeit

Abbildung 6 Checkliste Gebrauchsnutzen

Nachstehend werden für Akkus in Standardgrößen Nutzelemente beim Gebrauchsnutzen identifiziert und daraus Anforderungen an Vergabekriterien abgeleitet.

Der wichtigste Gebrauchsnutzen besteht in der Grundfunktion, dem Bereitstellen von elektrischer Energie in tragbaren Geräten. Ein ebenfalls zentraler Gebrauchsnutzen ist, dass die Batterien wiederaufladbar sind und keine Einweg-Batterien eingesetzt werden müssen. Die Bereitstellung des Stroms über Akkus ist eine wichtige Grundvoraussetzung für den mobilen Einsatz von tragbaren Geräten wie Digitalkameras, Taschenlampen, etc. Die Wiederaufladbarkeit der Akkus hat im Vergleich zu Einweg-Batterien den Gebrauchsnutzen, dass sie bei häufiger Nutzung kostengünstiger sind als Einweg-Batterien. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Gebrauchsnutzens ist eine hohe Kapazität des Akkus. Der Vorteil für den Verbraucher liegt darin, dass er den Akku bei Gebrauch seltener wieder aufladen muss. Ebenfalls von Bedeutung für den Gebrauchsnutzen ist eine hohe Energiedichte des Akkus. Diese bedingt ein geringeres Gewicht des Akkus bei gleichbleibender Leistung und Kapazität.

Akkus in Standardgrößen mit einem hohen Gebrauchsnutzen zeichnen sich darüber hinaus durch eine hohe Zyklfestigkeit und eine lange Lebensdauer aus.

2.9.2 Symbolischer Nutzen

Checkliste Symbolischer Nutzen

- Äußere Erscheinung /Design/
Geschmack/ Haptik/Akkustik o.ä.
- Prestige/Status
- Identität/Autonomie/Entfaltung
- Kompetenz
- Sicherheit/Vorsorge/Sorge für Andere
- Privatheit
- Sozialer Kontakt/Gemeinschaftspflege
- Genuss/Vergnügen/Freude/Erlebnis
- Kompensation/Belohnung
- Konsonanz mit gesellschaftlichen, religiösen oder ethischen Meta-Präferenzen

Abbildung 7 Checkliste Symbolischer Nutzen

Da die Akkus in Standardgrößen bei ihrer Nutzung im Gerät eingebaut bzw. eingelegt werden, sind symbolische Nutzen wie die äußere Erscheinung und das Design hier nicht relevant. Bei Akkus, die sich durch eine besonders hohe Anzahl an Zyklen auszeichnen, kann es beim Kunden jedoch ein Gefühl von Zufriedenheit und hoher Freiheit (Mobilität) hervorrufen, wenn er die Geräte lange am Stück mobil nutzen kann, bevor eine erneute Wiederaufladung erfolgen muss.

2.9.3 Gesellschaftlicher Nutzen

Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen



Abbildung 8 Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

Langlebige Akkus führen zu einer Umweltentlastung in verschiedenen Bereichen, da die Anzahl der bereitzustellenden und zu entsorgenden Batterien pro Nutzungszeitraum durch die lange Lebensdauer reduziert wird. Bereits ab wenigen Zyklen, werden Energie und Ressourcen in der Herstellung eingespart. Damit verbunden ist ein Beitrag zum **Klimaschutz**. Weiterhin reduzieren sich die anfallenden Abfallmengen.

2.9.4 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Die Ergebnisse der Nutzenanalyse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4 Nutzen von wiederaufladbaren Batterien in Standardgrößen

Gebrauchsnutzen	
Wichtigste Gebrauchsnutzen	Bereitstellung von elektrischer Energie ohne Netzanschluss; Substitution von Einweg-Batterien;
Kriterien für hohen Gebrauchsnutzen	hohe Zyklenfestigkeit; hohe Kapazität; hohe Energiedichte; lange Lebensdauer; ausführliche (gedruckte) Bedienungsanleitung
Symbolischer Nutzen	
Zufriedenheit durch hohe Mobilität / subjektives Empfinden von Freiheit	wesentliche Voraussetzung: hohe Zyklenfestigkeit
Gesellschaftlicher Nutzen	
Klimaschutz	Diese Umweltentlastungen gelten für alle Akkus im Vergleich zu Einweg-Batterien und insbesondere für Akkus mit einer langen Lebensdauer.
Energieeinsparung	
Ressourceneinsparung	
Abfallvermeidung	

3 Teil II

Anhand der orientierenden Ökobilanz sowie der Analyse der Lebenszykluskosten soll ein Eindruck über Umweltauswirkungen und Lebenszykluskosten von wiederaufladbaren Batterien in Standardgrößen vermittelt werden. Die Ergebnisse bieten eine Orientierungshilfe zur Frage, wo die Verbesserungspotenziale in dieser Produktgruppe liegen.

3.1 Lebenszyklusanalyse / Orientierende Ökobilanz

3.1.1 Funktionelle Einheit

Als funktionelle Einheit wird die Bereitstellung von 1 kWh Strom aus Akkus der Größe AA („Mignon“-Zelle) betrachtet.

3.1.2 Systemgrenzen

Die Ökobilanz deckt die Herstellung, die Nutzung und die Entsorgung ab.

Herstellung und Entsorgung

Daten zu prismatischen NiMH-Akkus sind in der Datenbank „Ecoinvent“ verfügbar [EI 2.2]. Diese Daten, die über die Zusammensetzung (die verwendeten Materialien) Aufschluss geben, wurden mit Herstellerdaten - die sich jedoch auf NiMH-Mignon-Akkus bezogen - verglichen. Wie in Abbildung 9 ersichtlich, weichen in beiden Umweltbilanzen die Werte der Herstellung stark voneinander ab. Dies ist plausibel, wenn man sich die beiden verglichenen Datenquellen

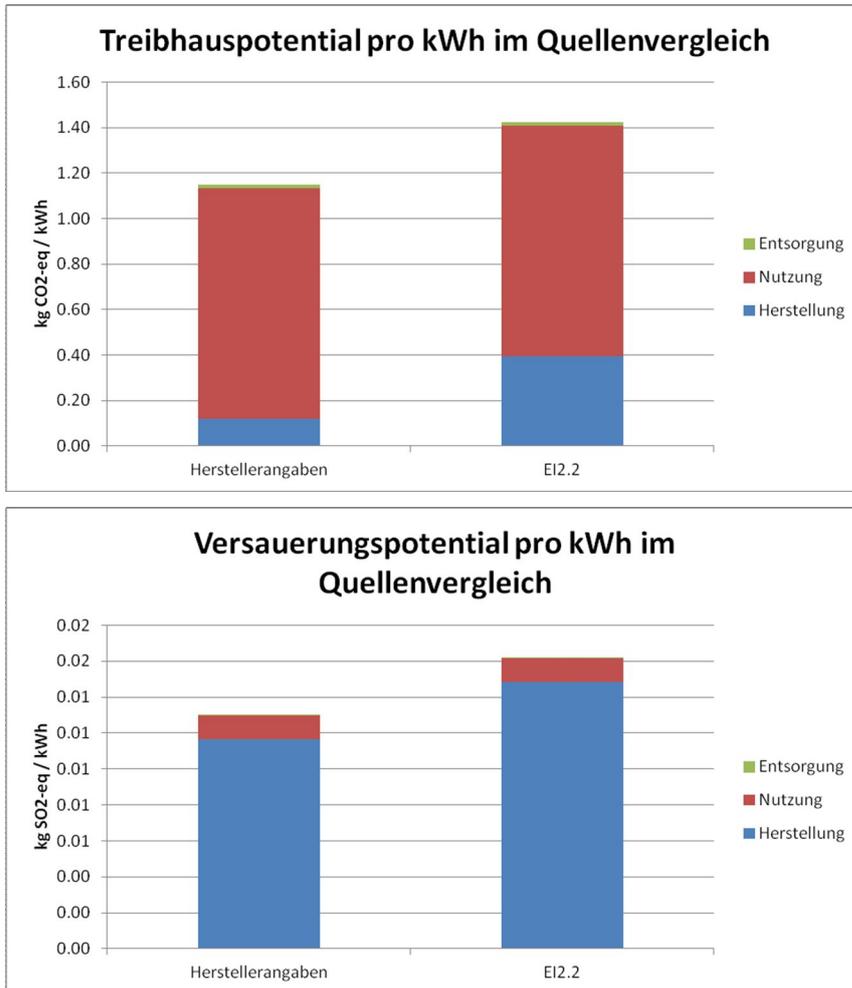


Abbildung 9 Treibhaus- und Versauerungspotenzial der Bereitstellung von 1 kWh Strom aus NiMH-Akkus nach zwei unterschiedlichen Quellen

genauer betrachtet. Die Herstellerangaben bestehen aus einer Materialzusammensetzung des Endproduktes, in [E1 2.2] wurde der gesamte Produktionsprozess abgebildet. Gerade im Vergleich der Umweltwirkungen wird die Plausibilität der Daten klar: Die Gewinnung von Nickel ist aufgrund seines Vorkommens in sulfidischen Erzen ein Prozess, der mit hohen SO₂-Emissionen verbunden ist. Somit ist der Unterschied des Versauerungspotenzials der beiden berücksichtigten Quellen nicht so signifikant wie die Unterschiede im Treibhauspotential. Diese entstammen der sehr energieintensiven Herstellung der Kathodenmaterialien, welche in den Herstellerangaben unberücksichtigt bleiben. Um diese aber in der orientierenden ökobilanziellen Betrachtung nicht zu vernachlässigen, werden für die folgenden Vergleiche die Daten aus [E12.2] verwendet.

Zum Batterierecycling gibt es in Ecoinvent einen Datensatz "disposal, NiMH batteries, GLO" für NiMH-Akkus, und „disposal, battery treatment, GLO“, welches für die Modellierung der Entsorgung der RAM-Zellen und Alkaline-Primärbatterien verwendet wurde.

Generell ist hier anzumerken, dass die Treibhausbilanz von Recyclingprozessen sehr stark von der Art der Metalle, von der Art des Recyclingprodukts (metallische Verbindung oder Metalloxid) und dem Energieaufwand des Recyclingprozesses abhängt. So hat beispielsweise eine Ökobilanz zum Recycling von NiMH-Batterien (recycelt wurden hier Nickel, Kobalt und Stahl) gezeigt, dass das Recycling nur einen bescheidenen Beitrag zur Reduzierung des Treibhauseffekts bewirkt [Öko-Institut 2010]. Hingegen bewirkte das Recycling in dieser Bilanz einen sehr großen Beitrag zur Reduktion der Versauerung und der Eutrophierung. Auch werden die relevanten Emissionen des Bergbaus und der Aufkonzentrierung vermieden.

Als Datengrundlage für die orientierende ökobilanzielle Betrachtung der Herstellung von Primärbatterien und RAM-Zellen wurde die Materialzusammensetzung einer primären Alkali-Mangan-Zelle aus [GRS 2010] verwendet. Mangels weiterer verfügbarer Datenquellen wurde hier auf eine Plausibilisierung gerade der Herstellungsaufwendungen verzichtet, die allerdings für Alkali-Mangan-Zellen für geringer als bei den NiMH-Akkus angesehen werden.

Nutzung

Es wird die Nutzung über den gesamten Lebenszyklus angenommen. Die Nutzung beinhaltet in erster Linie die Beladung/Entladung mit deutschem Netzstrom. Die Aufwendungen für die Herstellung/Entsorgung der Ladegeräte und eventueller Endgeräte wurde nicht berücksichtigt.

Weitere Parameter sind:

- Energiewirkungsgrad NiMH: 0,65 Wh/Wh
- Energiewirkungsgrad RAM: 0,80 Wh/Wh
- CO₂-eq des Stromverbrauchs: 0,6 kg CO₂-eq/kWh (Netzstromverbrauch Deutschland)

Für die Modellierung der unterschiedlichen Batterietypen wurden diverse Annahmen getroffen, welche im Folgenden erläutert werden. Diese sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Angaben zu den Ladezyklen der NiMH-Akkus sind als Spanne der auf dem Markt erhältlichen Akkus anzusehen, und stellen jeweils die maximale Anzahl der Ladezyklen dar.

Die Alkaline-Batterien als Primärbatterien werden nicht geladen. Die Ladezyklen der RAM-Zellen stellen den unteren Schwellenwert der Ladezyklen dar. Es sind je nach Entladungstiefe weitaus mehr Ladezyklen möglich. Ein ökobilanzieller Vergleich der beiden Sekundärbatterie-Typen lässt sich aufgrund der unterschiedlichen Einsatzoptima der Batterietypen methodisch nicht durchführen, weshalb hier auch darauf verzichtet wird.

Tabelle 5 Für die Modellierung zugrunde gelegte Annahmen

Szenario	Chemismus	Kapazität	Spannung	Ladezyklen
Alkaline	Alkali-Mangan	2600 mAh	1,5 V	0
NiMH_150	Nickel-Metallhydrid	2000 mAh	1,2 V	150
NiMH_500	Nickel-Metallhydrid	2000 mAh	1,2 V	500
NiMH_1000	Nickel-Metallhydrid	2000 mAh	1,2 V	1000
NiMH_1500	Nickel-Metallhydrid	2000 mAh	1,2 V	1500
RAM_25	Alkali-Mangan	1800 mAh	1,5 V	25
RAM_50	Alkali-Mangan	1800 mAh	1,5 V	50
RAM_100	Alkali-Mangan	1800 mAh	1,5 V	100

Der in Kapitel 2.3 betrachtete Aspekt der Selbstentladung der NiMH-Akkus wurde in der orientierenden ökobilanziellen Betrachtung ebenfalls nicht betrachtet, denn die hier zu treffenden Annahmen bezüglich eines durchschnittlichen Nutzerverhaltens wären rein spekulativ. Die Auswirkungen werden aber aufgrund ihrer Relevanz für die hier beschriebene Produktgruppe im folgenden Kapitel diskutiert. Nimmt man eine wie in Kapitel 2.3 dargestellte Selbstentladungsrate von durchschnittlich ca. 43% bei „herkömmlichen“ NiMH-Akkus an, bedeutet das mehr als eine Verdoppelung der in der Nutzung entstehenden Emissionen (rote Balken in Abbildung 9). Dieser Wert kann sich noch weiter erhöhen, wenn der Zeitraum der Nichtbenutzung des Akkus über 20 Tage hinausgeht, und somit noch mehr Energie ungenutzt erzeugt werden muss. Dies würde die ökobilanzielle Bewertung dieser Batterien

3.1.3 Ergebnis für die betrachteten Wirkungskategorien

Da die meisten Details zur Herstellung von Akkus in Standardgrößen der Geheimhaltung unterliegen, sind zu diesem Thema nur wenig ökobilanzielle Daten veröffentlicht. Es gibt vergleichende Ökobilanzen von Primär- und Sekundärbatterien. Nach [Parsons 2007] ist die Umweltwirkung einer nicht wiederaufladbaren Batterie zehnmal höher als die Umweltwirkung einer wiederaufladbaren Batterie, welche 50 Zyklen lang in Gebrauch ist. Dieser Vergleich lässt den Schluss zu, dass Akkus bei bestimmungsgemäßer Nutzung ab einer bestimmten Zahl von Ladezyklen in der Gesamtbilanz umweltfreundlicher sind als Primärbatterien, da die Umweltwirkung einem höheren Gebrauchsnutzen gegenüber gestellt werden kann.

Da diese Studie nicht weiter auf die verschiedenen Umweltwirkungen eingeht, und vertiefende Ergebnisse nicht veröffentlicht werden, wurden eigene ökobilanzielle Abschätzungen zu diesem Thema angefertigt. Diese bestätigen die in [Parsons 2007] dargestellten geringeren Emissionen durch die sachgerechte Nutzung von Akkus. Die Ergebnisse beziehen sich (siehe 3.1.1) auf 1 kWh bereitgestellten Strom, und sind in Abbildung 8 dargestellt.

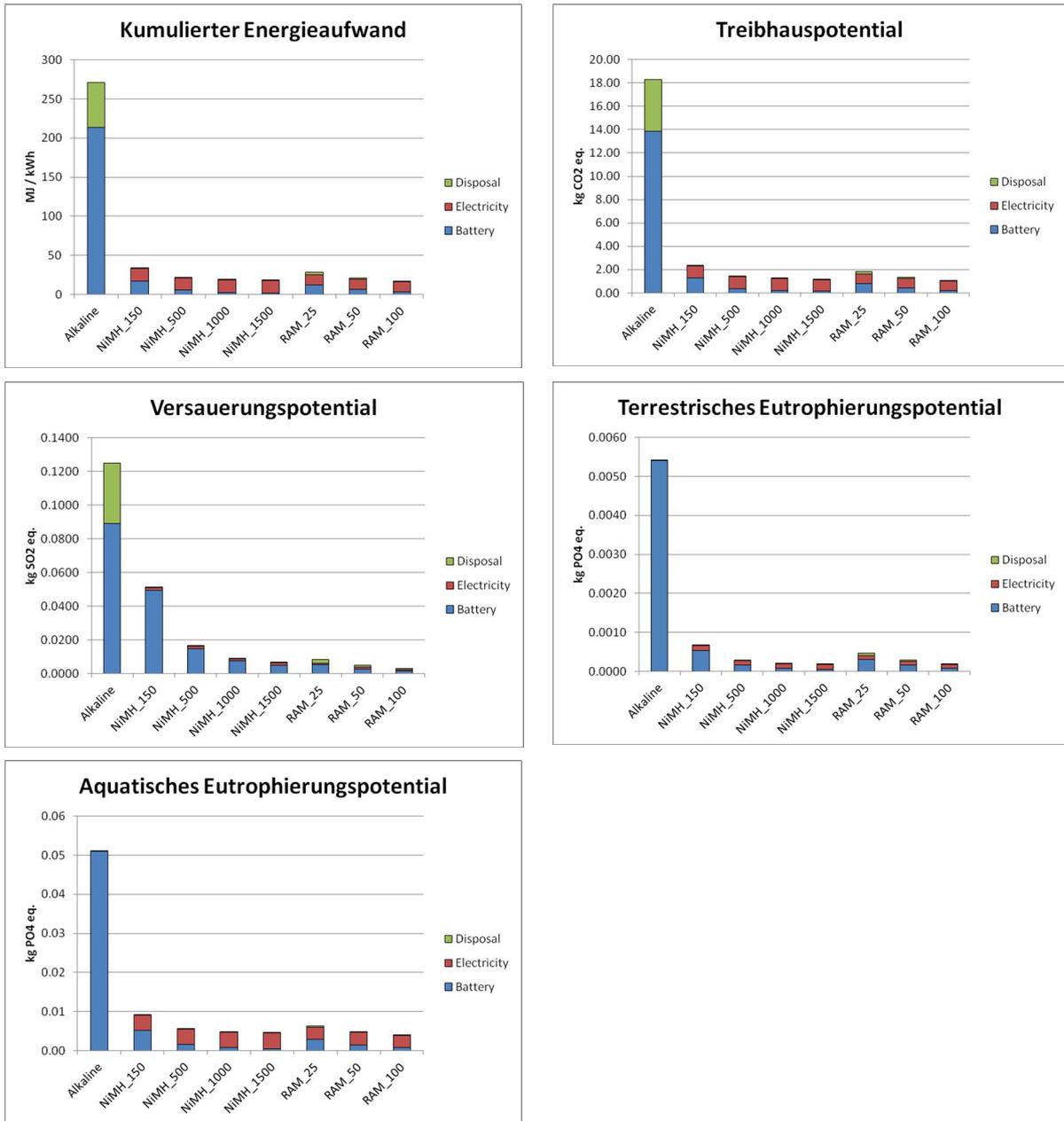


Abbildung 10 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz

Die Ergebnisse zeigen, dass die Primärbatterie in allen betrachteten Umweltwirkungskategorien die größten Werte aufzeigt. Somit lässt sich ein umweltseitiger Vorteil von heutzutage auf dem Markt erhältlichen Akkus bereits auf den ersten Blick ableiten. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass in den betrachteten Wirkungskategorien die Emissionen der Herstellung (blaue Balken) und Entsorgung (grüne Balken) bei den Primärbatterien ins Gewicht fallen, bei den Akkus sind es die Herstellung und in konstanter Weise die Nutzung (rote Balken). Der Unterschied in der Entwicklung der Emissionen von Herstellung und Nutzung

mit steigender Zyklenzahl lässt sich durch die Wahl der funktionellen Einheit erklären. So sind die Nutzungsemissionen weitgehend konstant, denn die funktionelle Einheit (1 kWh bereitgestellter Strom) wird hier nur vom Energiewirkungsgrad, sprich dem Verhältnis aus entnommener und zugeführter Strommenge beeinflusst. Die Emissionen der Herstellung sind jedoch sehr sensitiv auf die Wahl der Anzahl der Ladezyklen. Durch die Erhöhung der Anzahl der Ladezyklen wird die Anzahl der Akkus, die zur Bereitstellung der funktionellen Einheit (1 kWh bereitgestellter Strom) benötigt werden, verringert. Hierdurch verringern sich auch die bei der Herstellung der Akkus entstehenden Emissionen.

Für die Vergabegrundlage sind darum Kriterien von besonders hoher Bedeutung, die auf eine lange Lebensdauer abzielen, denn hierdurch sinkt die Umweltwirkung pro genutzter Kilowattstunde Strom. Auffallend ist im Vergleich der Umweltwirkungskategorien das verhältnismäßig hohe Versauerungspotenzial eines NiMH-Akkus mit nur 150 Ladezyklen während seiner Lebenszeit. Hier schlägt die vorher bereits erwähnte SO₂-intensive Nickelgewinnung in der Herstellung zu Buche.

Die Ergebnisse der hier dargestellten orientierenden ökobilanziellen Abschätzung werden auch durch eine aktuelle Studie [Mudgal et al. 2011] bestätigt, die im Auftrag der Europäischen Kommission eine vergleichende Ökobilanz zwischen den drei Akkusystemen NiCd, NiMH und Li-Ion durchgeführt haben. Mudgal et al. 2011 betrachten zwar ausschließlich Akkusysteme von Akkubetriebenen Elektrowerkzeugen, kommen jedoch im Hinblick auf die Umweltwirkungen auf dieselben Ergebnisse.

Nimmt man eine wie in Kapitel 2.3 dargestellte Selbstentladungsrate von durchschnittlich ca. 43% bei „herkömmlichen“ NiMH-Akkus an, bedeutet das eine Erhöhung der in der Nutzung entstehenden Emissionen. Dieser Wert kann sich noch weiter erhöhen, wenn der Zeitraum der Nichtbenutzung des Akkus über 20 Tage hinausgeht, und somit noch mehr Energie ungenutzt erzeugt werden muss. Beispielhaft soll anhand des Treibhauspotenzials gezeigt werden, inwieweit sich die in Kapitel 2.3 beschriebenen Angaben zur Selbstentladung auf die Gesamtbilanz auswirken (Abbildung 11).

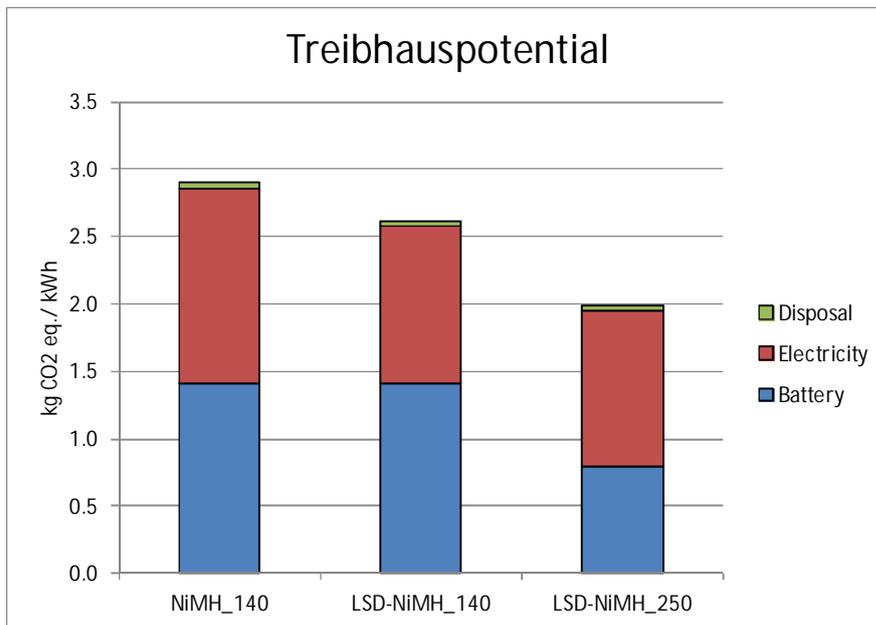


Abbildung 11 Auswirkungen der Selbstentladung auf die Gesamtbilanz (Beispiel Treibhauspotential)

Abbildung 11 zeigt deutlich, dass die Treibhausgasemissionen der Stromerzeugung bei herkömmlichen Akkus wie den in Kapitel 2.3 genannten (NiMH_140) um ca. 20% höher ausfallen als bei NiMH-Akkus mit niedriger Selbstentladung (LSD-NiMH_140) mit derselben Anzahl Ladezyklen. Wie aus Abbildung 4 ersichtlich, ist der irreversible Kapazitätsverlust eines herkömmlichen Akkus wesentlich größer als bei LSD-NiMH-Akkus, weshalb in Abbildung 11 für den direkten Vergleich noch die Lebenszyklusergebnisse für 1 kWh Strom aus LSD-NiMH-Akkus mit 250 Ladezyklen (LSD-NiMH_250) dargestellt sind. Hier sind die Emissionen der Stromerzeugung ebenso hoch wie im Falle des LSD-NiMH_140, nur wirken sich die bezogen auf 1 kWh Strom geringeren Herstellungsaufwendungen positiv auf die Gesamtbilanz aus. Bei herkömmlichen NiMH-Akkus kann davon ausgegangen werden, dass nicht allzu viele Ladezyklen mehr möglich sind, bevor die irreversiblen Kapazitätsverluste eine Verwendung des Akkus unmöglich macht. Die Frage, wie viel irreversibler Kapazitätsverlust vom Verbraucher akzeptiert wird, bevor der Akku ersetzt wird, kann nicht geklärt werden, sollte allerdings in diesen Betrachtungen nicht unberücksichtigt bleiben.

Somit kann eine geringe Selbstentladung als ein wichtiges Kriterium für die orientierende ökobilanzielle Bewertung von NiMH-Akkus identifiziert werden.

3.1.4 Analyse der Lebenszykluskosten

Die Lebenszykluskosten variieren entsprechend des chemischen Batteriesystems sehr stark. Im Folgenden wird exemplarisch eine Analyse für einen NiMH-Akku, RAM-Zelle und Alkaline-Primärbatterie dargestellt:

Investitionskosten:NiMH-Akkus:

Wie in Kapitel 2.2.2 gezeigt, liegen die Anschaffungskosten eines NiMH-Akkus zwischen 2 und 4 €. Für die Analyse der Lebenszykluskosten werden hier hypothetisch beide Enden der Spanne unter extremen Annahmen modelliert. Somit wird angenommen, dass ein günstiger Akku von 2 € Stückpreis 150 Ladezyklen schafft, und ein teurerer dementsprechend 1500. Dies ist eine stark vereinfachende Annahme, um die Spanne des Ergebnisses aufzuzeigen.

RAM-Zelle:

Auch hier liegen die Anschaffungskosten bei ca. 2 € pro Akku.

Alkaline-Primärbatterie:

Bei den Alkaline-Primärbatterien existiert ein großer Konkurrenzdruck unter den Herstellern. Selbst namhafte Hersteller bieten eine Batterie für ca. 1 € an.

Stromkosten:NiMH-Akku:

Die Kosten für die Nutzungsphase des betrachteten NiMH-Akkus sind Stromkosten, die beim Ladevorgang entstehen (siehe Annahmen Kapitel 3.1.2). Hierbei wurde ein mittlerer Strompreis von 0,236 €/kWh zugrunde gelegt⁸. Durch die Annahme einer Energieaufnahme pro kWh von 1,54 kWh ergeben sich somit Nutzungskosten von 0,36 € pro kWh.

RAM-Zelle:

Analog zum NiMH-Akku werden die Kosten der Nutzungsphase durch die Stromkosten abgebildet. Durch den angenommenen Energiewirkungsgrad müssen 1,25 kWh geladen werden. Dies entspricht Nutzungskosten von 0,295 € pro kWh

Primärbatterie:

Der in der Batterie enthaltene Strom ist im Preis mit inbegriffen, somit treten keine weiteren Stromkosten auf.

Reparaturkosten:

Es wird angenommen, dass NiMH-Akkus, RAM-Zellen und Alkaline-Batterien nicht repariert, sondern ausgetauscht werden. Somit entstehen hier keine weiteren Kosten für die Reparatur.

⁸ Quelle: Recherchen Öko-Institut, 2010

Entsorgungskosten:

Seit dem 24. März 2006 sind die Hersteller für die Rücknahme und Entsorgung der Altgeräte (finanz-)verantwortlich. Insofern ist davon auszugehen, dass die Entsorgungskosten in den Verkaufspreis einkalkuliert sind. In der vorliegenden Untersuchung werden daher keine zusätzlichen Entsorgungskosten angenommen.

Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse:

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Lebenszykluskostenanalyse zusammengefasst. Die hier gezeigten Zahlen beziehen sich auf eine kWh genutzten Strom. Es sei an dieser Stelle auf die unterschiedlichen Anwendungen von NiMH-Akkus und RAM-Zellen hingewiesen, wodurch eine direkte Vergleichbarkeit erschwert wird.

Tabelle 6 Analyse der Lebenszykluskosten für verschiedene Batterietypen

Kosten pro kWh in €	NiMH_150	NiMH_1500	RAM-Zelle_50	Alkaline
Investitionskosten	5,56 €	1,11 €	14,81 €	512,82 €
Nutzungskosten	0,2344 €	0,2358 €	0,295 €	0 €
Gesamt	5,79 €	1,34 €	15,10 €	512,82 €

3.2 Ableitung von Vergabekriterien für ein Umweltzeichen

Allgemeine Überlegungen

Um Kriterien für Vergabegründlagen von Produktgruppen zu entwickeln, die ausschließlich für einen internationalen Markt hergestellt werden, empfiehlt es sich, potentiellen Zeichennehmern insofern entgegen zu kommen, dass man sich bei der Wahl der Kriterien zumindest auf dieselben Messmethoden bezieht, welche für die Nachweise der Vergabekriterien von anderen internationalen Umweltzeichen gefordert werden. So wurden die Vergabekriterien für die hier behandelte Produktgruppe in Abstimmung mit dem Umweltzeichen „Nordic Swan“ erstellt. Diese haben einen weiter gefassten Geltungsbereich, wodurch sich ein Teil der Unterschiede in den Kriterien erklären lässt.

Geltungsbereich

Akkus in Standardgrößen werden derzeit (Stand: 2012) hauptsächlich als NiMH-Akkus angeboten. Wiederaufladbare Alkali-Mangan-Zellen (RAM-Zellen) sind ein auf dem Markt erhältliches chemisches System, dass als direkteste Alternative zu Primärbatterien berücksichtigt werden sollte und deshalb in den Geltungsbereich der Vergabekriterien für ein Umweltzeichen aufgenommen wird.

Lebensdauer und Lebenszyklus-Test

Wie oben (siehe 3.1.3) bereits dargestellt, muss als zentrales Kriterium einer Vergabegrundlage für ein Umweltzeichen den hohen Umweltwirkungen, die bei der Herstellung eines Akkus entstehen, einem möglichst hohen Nutzen gegenüber gestellt werden. Dies kann nur durch eine lange Lebensdauer garantiert werden. Hiermit ist nicht die kalendarische Lebensdauer gemeint, denn einerseits ist hierfür noch kein anerkanntes Testverfahren bekannt (siehe Kapitel 2.5), andererseits ist auch die rein kalendarische Lebensdauer alleine nur bedingt aussagekräftig, um den Nutzen abzubilden.

Der Nutzen wird vielmehr durch eine hohe Zyklenzahl ausgedrückt, welche in einem standardisierten Testverfahren nachgewiesen werden muss. Hierfür ist es wichtig, einen Überblick über die Qualität der auf dem Markt befindlichen Akkus zu haben. Da nicht jeder Hersteller standardmäßig solche Lebenszyklus-Tests durchführt, liegen hier nur in seltenen Fällen verlässliche Daten vor. Deshalb wurde auf die vorhandenen Daten zurückgegriffen, um ambitionierte Kriterien zu gestalten, welche die dem Stand der Technik entsprechend ökologisch vorteilhaftesten Akkus herausstellen. Hierfür wurde ein Testverfahren gewählt, welches aus oben bereits erwähnten Gründen an internationale Normen und Umweltzeichen angelehnt ist, jedoch andere Zielvorgaben aufweist.

Selbstentladung

In Kapitel 3.1.3 konnte die Selbstentladung als ein zentrales Kriterium für die orientierende ökobilanzielle Betrachtung von NiMH-Akkus identifiziert werden. Die hohe Selbstentladung herkömmlicher NiMH-Akkus erschwerte bisher einen Einsatz als direkten Ersatz zu Primärbatterien bzw. verhinderte diesen sogar. NiMH-Akkus mit geringer Selbstentladung bieten die Möglichkeit, die geringe Selbstentladung von Primärbatterien mit der Eigenschaft der Wiederaufladbarkeit zu kombinieren. Durch die Tatsache, dass die geringere Selbstentladung oft mit einer höheren potentiellen Anzahl an Ladezyklen einhergeht, ist der LSD-NiMH eine echte Alternative zu Primärbatterien, deren Umweltlasten weitaus geringer liegt als die der Primärbatterie. Die Messverfahren für die Selbstentladung sind standardisiert und können somit leicht in Vergabekriterien für Umweltzeichen aufgenommen werden.

Schwermetallgehalte

Wie oben (siehe 2.7) bereits erwähnt, existiert noch keine EU-weit einheitliche Regelung zur Messung von Schwermetallen in Batterien. Da jedoch Schwermetalle in Akkus einerseits vorkommen, andererseits aber keine Funktion erfüllen, sollten hier für die Kriterien einer Vergabegrundlage für ein Umweltzeichen strenge Grenzwerte herangezogen werden. In Tabelle 3 wurden die Grenzwerte der EG-Batterierichtlinie, des BattG und diverser Umweltzeichen aufgezeigt. Da auch in diesem Bereich nur begrenzt auf Primärdaten zurückgegriffen werden kann, ist eine Orientierung an vorhandenen Grenzwerten angebracht. Als Messmethode wurde eine von der Batterieindustrie anerkannte Methode zugelassen, welche bereits 1998 veröffentlicht wurde. Ebenfalls wurde eine aktuellere Bestimmungsmethode

zugelassen, da seit 1998 einige neue Apparaturen für die Schwermetallmessungen entwickelt wurden, deren Bestimmungsgrenzen teilweise noch geringer liegen. Um die Anwendung dieser moderneren Methoden nicht auszuschließen, wurde für den Nachweis diese als gleichwertige Methode zur Bestimmung der Schwermetallgehalte aufgenommen. In Kapitel 2.7 wurde gezeigt, dass zusätzlich zu den Schwermetallen Quecksilber, Cadmium und Blei auch Arsen einen Grenzwert für die Vergabe eines Umweltzeichens für wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen bekommen sollte, denn dieses kommt gerade bei NiMH-Akkus in signifikanten Mengen vor.

Verbraucherinformationen

Wie in Kapitel 3.1 verdeutlicht, ist eine lange Lebensdauer das zentrale Kriterium für die Vergabegrundlage für ein Umweltzeichen für Akkus. Nicht nur der Hersteller, sondern auch die Verbraucher haben durch ihr Verhalten einen Einfluss auf diese. Deshalb ist es umso wichtiger, dass der Hersteller dem Verbraucher Informationen bereitstellt, die diesem dabei helfen, den Akku in einer Akkuschonenden und Lebensdauer verlängernden Art und Weise zu gebrauchen.

Da nicht alle Akkus im Geltungsbereich der Vergabegrundlage für den Dauereinsatz ausgelegt sind, sind Hinweise zu optimalen Lagerungsbedingungen der zur Verfügung gestellten Akkus anzugeben.

4 Literatur

- Baars, Christen 2008 Baars, G.; Christen, H.R.: Allgemeine Chemie, Theorie und Praxis, hep verlag, Bern, 2008
- BAM 2007 Bundesanstalt für Materialforschung und –Prüfung; Recknagel, R.; Richter, A.: Überprüfung der Schwermetallgehalte von Batterien – Analyse von repräsentativen Proben handelsüblicher Batterien und in Geräten verkaufter Batterien – Erstellung eines Probenahmeplans, Probenbeschaffung und Analytik (Hg, Pb, Cd). Förderkennzeichen (UFOPLAN) 205 35 312, Februar 2007
- BattG 2009 Gesetz zur Neuregelung der abfallrechtlichen Produktverantwortung für Batterien und Akkumulatoren vom 25. Juni 2009
- CML 2010 Institute of Environmental Sciences, Leiden University (CML). CML-IA Version 3.9, Sept. 2010, Website: <http://cml.leiden.edu/software/data-cmlia.html>
- DIN EN 62 133 EN 62133: Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht säurehaltigen Elektrolyten – Sicherheitsanforderungen für tragbare gasdichte Akkumulatoren und daraus hergestellte Batterien für die Verwendung in tragbaren Geräten, 2003
- EI 2.2 Frischknecht, R.; Jungbluth, N. et al.: Ecoinvent V 2.1, Dübendorf 2010
- EC VO 1103/2010 Verordnung (EU) Nr. 1103/2010 der Kommission vom 29.11.2010 zur Festlegung – gemäß der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates – von Vorschriften für die Angabe der Kapazität auf sekundären (wiederaufladbaren) Gerätebatterien und –akkumulatoren sowie auf Fahrzeugbatterien und -akkumulatoren
- Fjelsted 2007 Fjelsted, Lotte: Bilagsrapport 6: Analyse af batterier fra husholdninger i Århus Kommune; Institut for Miljø & Ressourcer Danmarks Tekniske Universitet; Kongens Lyngby, DK, Juli 2007
- GRS 2006 GRS Batterien – Gemeinsames Rücknahme System: Jahresbericht 2005
- GRS 2008 GRS Batterien – Gemeinsames Rücknahme System: Jahresbericht 2007
- GRS 2010 GRS Batterien – Gemeinsames Rücknahme System: Jahresbericht 2010. Download unter http://www.grs-batterien.de/fileadmin/user_upload/Bilder/Presse/Download_Bildmat

[erial/Infografiken/EK_2010/GRS_Erfolgskontrolle2010_72dpi.pdf_im_Januar_2012](#)

IPCC 2007	Intergovernmental panel on climate change (IPCC), Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Chapter 2: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. Cambridge University Press 2007; Website: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html
Jossen Weydanz 2006	Jossen, A.; Weydanz, W.: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Inge Reichardt Verlag, 2006
Mudgal et al. 2011	Mudgal, S.; Le Guem, Y.; Tinetti, B.; Chanoine, A.; Pahal, S.; Witte, F.; Comparative Life-Cycle Assessment of nickel-cadmium (NiCd) batteries used in Cordless Power Tools (CPTs) vs. their alternatives nickel-metal hydride (NiMH) and lithium-ion (Li-ion) batteries, Final report BIOIS, contract number 07.0307/2010/573669/ETU/C2, DG environment
Nordic Ecolabel 2011	Nordic Ecolabelling of Rechargeable Batteries, Version 4.0
Öko-Institut 2010	Öko-Institut e.V., M. Buchert: Life Cycle Assessment of Nickel Metal hydride Batteries for HEV Application, Vortrag auf IARC, Basel, 4. März 2010
Parsons 2007	Parsons D (2007): The Environmental Impact of Disposable versus Re-Chargeable Batteries for Consumer Use. Int J LCA 12 (3) 197-203
Richtlinie 2006/66/EG	Richtlinie 2006/66/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 6. September 2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG
SLG 2010:	Email A. Kekedi, SLG Prüf-und Zertifizierungs-GmbH, 19.10.2010

5 Anhang

5.1 Wirkungskategorien des Life Cycle Assessment

- Kumulierter Energieaufwand (KEA)
- Treibhauspotenzial
- Versauerungspotenzial
- Aquatisches und terrestrisches Eutrophierungspotenzial

5.1.1 Kumulierter Energieaufwand

Die energetischen Rohstoffe werden anhand des Primärenergieverbrauchs bewertet. Als Wirkungsindikatorwert wird der gesamte (d.h. fossile und nukleare, regenerative und nicht regenerative) Primärenergieaufwand als kumulierter Energieaufwand (KEA) angegeben.

5.1.2 Treibhauspotenzial

Schadstoffe, die zur zusätzlichen Erwärmung der Erdatmosphäre beitragen, werden unter Berücksichtigung ihres Treibhauspotenzials bilanziert, welches das Treibhauspotenzial des Einzelstoffs relativ zu Kohlenstoffdioxid kennzeichnet. Als Indikator wird das Gesamtreibhauspotenzial in CO₂-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach IPCC 2007 berücksichtigt.

5.1.3 Versauerungspotenzial

Schadstoffe, die als Säuren oder aufgrund ihrer Fähigkeit zur Säurefreisetzung zur Versauerung von Ökosystemen beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Versauerungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Versauerungspotenzial kennzeichnet die Schadwirkung eines Stoffes als Säurebildner relativ zu Schwefeldioxid. Als Indikatoren für die Gesamtbelastung wird das Gesamtversauerungspotenzial in SO₂-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2010 berücksichtigt.

5.1.4 Aquatisches und terrestrisches Eutrophierungspotenzial

Nährstoffe, die zur Überdüngung (Eutrophierung) aquatischer und terrestrischer Ökosysteme beitragen können, werden unter Berücksichtigung ihres Eutrophierungspotenzials bilanziert und aggregiert. Das Eutrophierungspotenzial kennzeichnet die Nährstoffwirkung eines Stoffes relativ zu Phosphat. Als Indikator für die Gesamtbelastung werden das aquatische und das terrestrische Eutrophierungspotenzial in Phosphat-Äquivalenten angegeben. Zur Bilanzierung werden die Charakterisierungsfaktoren nach CML 2010 berücksichtigt.

5.2 Abgeleitete Vergabekriterien für ein Umweltzeichen

Vergabegrundlage für Umweltzeichen

Wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen RAL-UZ 172



Ausgabe August 2012

RAL gGmbH

Siegburger Straße 39, 53757 Sankt Augustin, Germany, Telefon: +49 (0) 22 41-2 55 16-0
Telefax: +49 (0) 22 41-2 55 16-11

Internet: www.blauer-engel.de, e-mail: umweltzeichen@RAL-gGmbH.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Vorbemerkung	3
1.2	Hintergrund	3
1.3	Gesetzliche Vorgaben	3
1.4	Begriffsbestimmung	4
2	Geltungsbereich	4
3	Anforderungen	4
3.1	Ladezyklen	5
3.1.1	RAM	5
3.1.2	NiMH	6
3.2	Selbstentladung	7
3.2.1	RAM	7
3.2.2	NiMH	7
3.3	Schwermetallgehalte	7
3.4	Verbraucherinformationen	8
4	Zeichennehmer und Beteiligte	9
5	Zeichenbenutzung	9

Mustervertrag

1 Einleitung

1.1 Vorbemerkung

Die Jury Umweltzeichen hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Umweltbundesamt und unter Einbeziehung der Ergebnisse der von der RAL gGmbH einberufenen Anhörungsbesprechungen diese Grundlage für die Vergabe des Umweltzeichens beschlossen. Mit der Vergabe des Umweltzeichens wurde die RAL gGmbH beauftragt.

Für alle Erzeugnisse, soweit diese die nachstehenden Bedingungen erfüllen, kann nach Antragstellung bei der RAL gGmbH auf der Grundlage eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages die Erlaubnis zur Verwendung des Umweltzeichens erteilt werden.

1.2 Hintergrund

Die Verwendung von wiederaufladbaren Batterien in Standardgrößen ist eine wichtige Möglichkeit für den Ersatz von Primärbatterien. Durch die Vergabe eines Umweltzeichens an wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen sollen zum einen der mit dem Einsatz von Primärbatterien verbundene Energie- und Ressourcenverbrauch, als auch die mit der Herstellung verbundenen negativen Umweltauswirkungen stark reduziert werden.

1.3 Gesetzliche Vorgaben

Die Einhaltung bestehender Gesetze und Verordnungen wird für die mit dem Umweltzeichen gekennzeichneten Produkte selbstverständlich vorausgesetzt. Diese sind insbesondere die nachfolgend genannten:

- Die durch das Batteriegesetz (BattG)¹ in deutsches Recht umgesetzte EU-Richtlinie 2006/66/EG, die das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung regelt, ist beachtet.
- Die Verordnung (EU) Nr. 1103/2010² zur Festlegung von Vorschriften für die Angabe der Kapazität auf sekundären Gerätebatterien wird eingehalten.

¹ Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Batterien und Akkumulatoren (Batteriegesetz – BattG) vom 25. Juni 2009

² Verordnung (EU) Nr. 1103/2010 der Kommission vom 29. November 2010 zur Festlegung — gemäß der Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates — von Vorschriften für die Angabe der Kapazität auf

1.4 Begriffsbestimmung

„Akkumulatoren“ im Sinne dieser Vergabegrundlage sind wiederaufladbare Batterien.

„Batterien“ im Sinne dieser Vergabegrundlage entsprechen der Begriffsbestimmung nach § 2 des Batteriegesetzes (BattG).³

„Standardgrößen“ im Sinne dieser Vergabegrundlage sind die in Tabelle 1 aufgeführten Bauarten wiederaufladbarer Batterien.

Tabelle 1: Bezeichnungen für die in dieser Vergabegrundlagen geltenden Standardgrößen

Bezeichnung	ANSI	IEC ⁴
Micro	AAA	LR03
Mignon	AA	LR06
Baby	C	LR14
Mono	D	LR20
9-Volt-Block	9V	6LR61

2 Geltungsbereich

Diese Vergabegrundlage gilt für wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen auf der Grundlage der elektrochemischen Speichersysteme Alkali/Mangan (RAM: Rechargeable Alkaline Manganese) und Nickel-Metallhydrid (NiMH).

3 Anforderungen

Mit dem Umweltzeichen können die unter Geltungsbereich genannten wiederaufladbaren Batterien gekennzeichnet werden, sofern sie den folgenden Anforderungen entsprechen.

sekundären (wiederaufladbaren) Gerätebatterien und -akkumulatoren sowie auf Fahrzeugbatterien und -akkumulatoren

³ „Batterien“ sind aus einer oder mehreren nicht wiederaufladbaren Primärzellen oder aus einer oder mehreren wiederaufladbaren Sekundärzellen bestehende Quellen elektrischer Energie, die durch unmittelbare Umwandlung chemischer Energie gewonnen wird (§ 2 BattG).

⁴ Die Angabe der IEC-Bezeichnung bezieht sich auf Alkali-Mangan-Batterien der jeweiligen Bauart und ist sinngemäß bezogen auf die physikalischen Abmessungen auch für andere elektrochemische Systeme anzuwenden.

3.1 Ladezyklen

Da das Ladeverhalten der beiden im Geltungsbereich genannten elektrochemischen Speichersysteme grundlegend verschieden ist, sind auch die Anforderungen für die Ladezyklen aufgeteilt. Vier verschiedene Batterien pro Größe und Typ müssen getestet werden. Alle vier getesteten Batterien müssen die Anforderungen des folgenden Testverfahrens erfüllen.

Testverfahren:

C ist die Bemessungskapazität, die auf der Batterie als Nennkapazität nach Verordnung (EU) Nr. 1103/2010 in Ah angegeben ist. Der Test beginnt (quasi „nullter“ Zyklus) mit einer Entladung mit C/5 bis zur Endspannung. Die Endspannung ist hierbei die Entladeschlussspannung (variiert je nach elektrochemischem System). Da RAM-Zellen in der Verordnung (EU) Nr. 1103/2010 nicht genannt sind, entspricht C der nach Kapitel 3.1.1 bestimmten initialen Kapazität. Die anschließende wiederholte Be- und Entladung erfolgt nach den in den Kapiteln 3.1.1 und 3.1.2 angegebenen Spezifikationen. Hierbei werden für die beiden betrachteten Batteriesysteme unterschiedliche Anforderungen erhoben.

3.1.1 RAM

Die nachfolgend in Tabelle 2 genannten zu erfüllenden Testspezifikationen gelten für RAM-Zellen. Die Ladezyklen der Batterien sind bei einer Temperatur von $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ zu ermitteln. Die für die Ermittlung der Kapazität zugrunde gelegte Entladeschlussspannung sowie der zugrunde gelegte Entladestrom und Entladewiderstand nach DIN EN 60086-1 sind neben den ermittelten Kapazitäten anzugeben. Der Entladevorgang ist bei einer konstanten Stromstärke bzw. mit einem Entladewiderstand nach DIN EN 60086-1 nebst Entladeschlussspannung gemäß Angabe des Herstellers korrespondierend mit der danach ermittelten und veröffentlichten Anfangskapazität durchzuführen.

Tabelle 2: Testspezifikationen für zu testende RAM-Zellen

Zyklus Nr.	Laden	Ruhezeit in geladenem Zustand	Entladung	Ruhezeit in entlademem Zustand
1-24	Hersteller-spezifikation ⁵	2 Stunden	Hersteller-spezifikation ⁵	2 Stunden
25	Hersteller-spezifikation ⁵	4 Stunden	Hersteller-spezifikation ⁵	

Die im Zyklus 25 abgegebene Kapazität entspricht 40% der Bemessungskapazität.

3.1.2 NiMH

Die nachfolgend in Tabelle 3 genannten zu erfüllenden Testspezifikationen gelten für NiMH-Akkus unter den in IEC 61951-2 Absatz 4 aufgelisteten Testbedingungen zur Kapazitätsbestimmung.

Tabelle 3: Testspezifikationen für zu testende NiMH-Akkus

Zyklus Nr.	Laden	Ruhezeit in geladenem Zustand	Entladung	Ruhezeit in entlademem Zustand
1 - 249	Hersteller-spezifikation ⁵	30 Minuten	1,0 C bis Endspannung	30 Minuten
250	Hersteller-spezifikation ⁵	1 Stunde	0,2 C bis Endspannung	

Die Entladezeit für Zyklus 250 muss mindestens 3,5 Stunden sein (die im Zyklus 250 abgegebene Kapazität entspricht 70 % der Bemessungskapazität).

Nachweis

Der Antragsteller legt ein Prüfgutachten vor, aus dem hervorgeht, dass diese vier Batterien die Anforderung erfüllen. Das Prüfgutachten muss von einem Prüflabor erstellt werden, das die allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 erfüllt oder von einer unabhängigen

⁵ Vom Hersteller empfohlenes Ladegerät oder dessen Spezifikationen (bzgl. Ladestrom, Entladeschlussspannung, etc.)

Stelle als SMT-Labor (supervised manufacturer testing laboratory) anerkannt ist. Das Prüflabor erklärt das Einhalten der vorstehenden Anforderung.

3.2 Selbstentladung

Nach den im Folgenden genannten Testbedingungen haben die getesteten Batterien noch mindestens 80 % der nach den Konditionierungszyklen festgestellten Nennkapazität. Vier verschiedene Batterien pro Größe und Typ müssen getestet werden. Alle vier getesteten Batterien müssen die Anforderungen des folgenden Testverfahrens erfüllen.

3.2.1 RAM

Die Selbstentladung wird bei diesem elektrochemischen Speichersystem als nicht relevant angesehen. Hier muss kein Nachweis erbracht werden.

3.2.2 NiMH

Die zu testenden Batterien sind nach den in IEC 61951-2 7.4 angegebenen Bedingungen auf ihre Selbstentladung zu testen, in Abweichung hiervon:

- Umgebungstemperatur: 40°C +-2°C
- Lagerdauer: 28 d

Nachweis

Der Antragsteller legt ein Prüfgutachten vor, aus dem hervorgeht, dass diese vier Batterien die Anforderung erfüllen. Das Prüfgutachten muss von einem Prüflabor erstellt werden, das die allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 erfüllt oder von einer unabhängigen Stelle als SMT-Labor (supervised manufacturer testing laboratory) anerkannt ist. Das Prüflabor erklärt das Einhalten der vorstehenden Anforderung.

3.3 Schwermetallgehalte

Der Schwermetallgehalt der Gesamtbatterie darf die in Tabelle 4 genannten Grenzwerte nicht überschreiten:

Tabelle 4: Grenzwerte der Schwermetallkonzentrationen in Batterien

Metall	Konzentration
Quecksilber	≤ 0,1 ppm
Cadmium	≤ 1,0 ppm
Blei	≤ 5,0 ppm
Arsen	≤ 10,0 ppm

Nachweis

Der Antragsteller legt ein Prüfgutachten vor, dass mindestens vier Batterien analysiert wurden und alle vier die Anforderung erfüllen. Die Metallgehalte werden ermittelt nach den Methoden in: „Überprüfung der Quecksilber-, Cadmium- und Blei-Gehalte in Batterien. Analyse von Proben handelsüblicher Batterien und in Geräten verkaufter Batterien. Erstellung eines Probenahmeplans, Probenbeschaffung und Analytik“ der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), November 2011, oder der "Battery Industry Standard Analytical Method - for the determination of Mercury, Cadmium and Lead in Alkaline Manganese Cells Using AAS, ICP-AES and "Cold Vapour". Publishers: The European Portable Battery Association (EPBA), the Battery Association of Japan (BAJ), the National Electrical Manufacturers Association (NEMA; USA). April 1998", oder entsprechenden Methoden.

Das Prüfgutachten muss von einem Prüflabor erstellt werden, das die allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 erfüllt oder von einer unabhängigen Stelle als SMT-Labor (supervised manufacturer testing laboratory) anerkannt ist. Das Prüflabor erklärt das Einhalten der vorstehenden Anforderung.

3.4 Verbraucherinformationen

Der Antragsteller hat in der Produktbeschreibung für Verbraucher folgende Information anzugeben:

- Hinweise zur Maximierung der Lebensdauer
- Hinweise zur Entsorgung
- Hinweise zur Verwendung des richtigen Ladegerätes
- Hinweise zu optimalen Lagerungsbedingungen bei Nichtbenutzung

Bei RAM-Zellen ist zusätzlich direkt auf den Batterien ein deutlicher Hinweis auf die Verwendung des richtigen Ladegerätes anzubringen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung in Anlage 1 zum Vertrag und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen vor.

4 Zeichennehmer und Beteiligte

4.1 Zeichennehmer sind Hersteller oder Vertreiber von Produkten gemäß Abschnitt 2.

4.2 Beteiligte am Vergabeverfahren:

- RAL gGmbH für die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel,
- das Bundesland, in dem sich die Produktionsstätte des Antragstellers befindet,
- das Umweltbundesamt, das nach Vertragsschluss alle Daten und Unterlagen erhält, die zur Beantragung des Blauen Engel vorgelegt wurden, um die Weiterentwicklung der Vergabegrundlagen fortführen zu können.

5 Zeichenbenutzung

5.1 Die Benutzung des Umweltzeichens durch den Zeichennehmer erfolgt aufgrund eines mit der RAL gGmbH abzuschließenden Zeichenbenutzungsvertrages.

5.2 Im Rahmen dieses Vertrages übernimmt der Zeichennehmer die Verpflichtung, die Anforderungen gemäß Abschnitt 3 für die Dauer der Benutzung des Umweltzeichens einzuhalten.

5.3 Für die Kennzeichnung von Produkten gemäß Abschnitt 2 werden Zeichenbenutzungsverträge abgeschlossen. Die Geltungsdauer dieser Verträge läuft bis zum 31.12.2014. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.2014 bzw. 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird. Eine Weiterverwendung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.

5.4 Der Zeichennehmer (Hersteller) kann die Erweiterung des Benutzungsrechtes für das kennzeichnungsberechtigte Produkt bei der RAL gGmbH beantragen, wenn es unter einem anderen Marken-/Handelsnamen und/oder anderen Vertriebsorganisationen in den Verkehr gebracht werden soll.

5.5 In dem Zeichenbenutzungsvertrag ist festzulegen:

5.5.1 Zeichennehmer (Hersteller/Vertreiber)

5.5.2 Marken-/Handelsname, Produktbezeichnung

5.5.3 Inverkehrbringer (Zeichenanwender), d.h. die Vertriebsorganisation gemäß Abschnitt 5.4

VERTRAG

Nr.

über die Vergabe des Umweltzeichens

RAL gGmbH als Zeichengeber und die Firma

(Inverkehrbringer)

als Zeichennehmer – nachfolgend kurz ZN genannt – schließen folgenden Zeichenbenutzungsvertrag:

M U S T E R

1. Der ZN erhält das Recht, unter folgenden Bedingungen das dem Vertrag zugrunde liegende Umweltzeichen zur Kennzeichnung des Produkts/der Produktgruppe

"(Marken-/Handelsname)"

- zu benutzen. Dieses Recht erstreckt sich nicht darauf, das Umweltzeichen als Bestandteil einer Marke zu benutzen. Das Umweltzeichen darf nur in der abgebildeten Form und Farbe mit der unteren Umschrift "Jury Umweltzeichen" benutzt werden, soweit nichts anderes vereinbart wird. Die Abbildung der gesamten inneren Umschrift des Umweltzeichens muss immer in gleicher Größe, Buchstabenart und -dicke sowie -farbe erfolgen und leicht lesbar sein.
2. Das Umweltzeichen gemäß Abschnitt 1 darf nur für o. g. Produkt/Produktgruppe/Aktion benutzt werden.
 3. Für die Benutzung des Umweltzeichens in der Werbung oder sonstigen Maßnahmen des ZN hat dieser sicherzustellen, dass das Umweltzeichen nur in Verbindung zu o.g. Produkt/Produktgruppe/Aktion gebracht wird, für die die Benutzung des Umweltzeichens mit diesem Vertrag geregelt wird. Für die Art der Benutzung des Zeichens, insbesondere im Rahmen der Werbung, ist der Zeichennehmer allein verantwortlich.
 4. Das/die zu kennzeichnende Produkt/Produktgruppe/Aktion muss während der Dauer der Zeichenbenutzung allen in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ 172" in der jeweils gültigen Fassung enthaltenen Anforderungen und Zeichenbenutzungsbedingungen entsprechen. Dies gilt auch für die Wiedergabe des Umweltzeichens (einschließlich Umschrift). Schadenersatzansprüche gegen die RAL gGmbH, insbesondere aufgrund von Beanstandungen der Zeichenbenutzung oder der sie begleitenden Werbung des ZN durch Dritte, sind ausgeschlossen.
 5. Sind in der "Vergabegrundlage für Umweltzeichen" Kontrollen durch Dritte vorgesehen, so übernimmt der ZN die dafür entstehenden Kosten.
 6. Wird vom ZN selbst oder durch Dritte festgestellt, dass der ZN die unter Abschnitt 2 bis 5 enthaltenen

Bedingungen nicht erfüllt, verpflichtet er sich, dies der RAL gGmbH anzuzeigen und das Umweltzeichen solange nicht zu benutzen, bis die Voraussetzungen wieder erfüllt sind. Gelingt es dem ZN nicht, den die Zeichenbenutzung voraussetzenden Zustand unverzüglich wiederherzustellen oder hat er in schwerwiegender Weise gegen diesen Vertrag verstoßen, so entzieht die RAL gGmbH gegebenenfalls dem ZN das Umweltzeichen und untersagt ihm die weitere Benutzung. Schadenersatzansprüche gegen die RAL gGmbH wegen der Entziehung des Umweltzeichens sind ausgeschlossen.

7. Der Zeichenbenutzungsvertrag kann aus wichtigen Gründen gekündigt werden. Als solche gelten z. Beispiel:
 - nicht gezahlte Entgelte
 - nachgewiesene Gefahr für Leib und Leben.Eine weitere Benutzung des Umweltzeichens ist in diesem Fall verboten. Schadenersatzansprüche gegen die RAL gGmbH sind ausgeschlossen (vgl. Ziffer 6 Satz 3).
8. Der ZN verpflichtet sich, für die Nutzungsdauer des Umweltzeichens der RAL gGmbH ein Entgelt gemäß "Entgeltordnung für das Umweltzeichen" in ihrer jeweils gültigen Ausgabe zu entrichten.
9. Die Geltungsdauer dieses Vertrages läuft gemäß "Vergabegrundlage für Umweltzeichen RAL-UZ 172" bis zum 31.12.2014. Sie verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls der Vertrag nicht bis zum 31.03.2014 bzw. bis zum 31.03. des jeweiligen Verlängerungsjahres schriftlich gekündigt wird. Eine Benutzung des Umweltzeichens ist nach Vertragsende weder zur Kennzeichnung noch in der Werbung zulässig. Noch im Handel befindliche Produkte bleiben von dieser Regelung unberührt.
10. Mit dem Umweltzeichen gekennzeichnete Produkte/Aktionen und die Werbung dafür dürfen nur bei Nennung der Firma des

(ZN/Inverkehrbringers)

an den Verbraucher gelangen.

Sankt Augustin, den

Ort, Datum

RAL gGmbH
Geschäftsleitung

(rechtsverbindliche Unterschrift
und Firmenstempel)