

Recyclinggerechtes Design im Aufwind

Nach langem Ringen ist die Umsetzung der Europäischen Richtlinie WEEE in Sicht

Weltweit steigende Produktionszahlen bei elektronischen Produkten führen zunehmend zu negativen Auswirkungen auf unsere Umwelt. Die Gestaltung von Produkt- und Materialkreisläufen soll diesem Trend entgegenwirken. Dazu sind neben der Schaffung der notwendigen Recyclingmöglichkeiten in Zukunft verstärkt die Produkte für eine optimale Verwertung nach Gebrauchsende zu gestalten.

DR. JUTTA MÜLLER, DIPL.-ING HANSJÖRG GRIESE

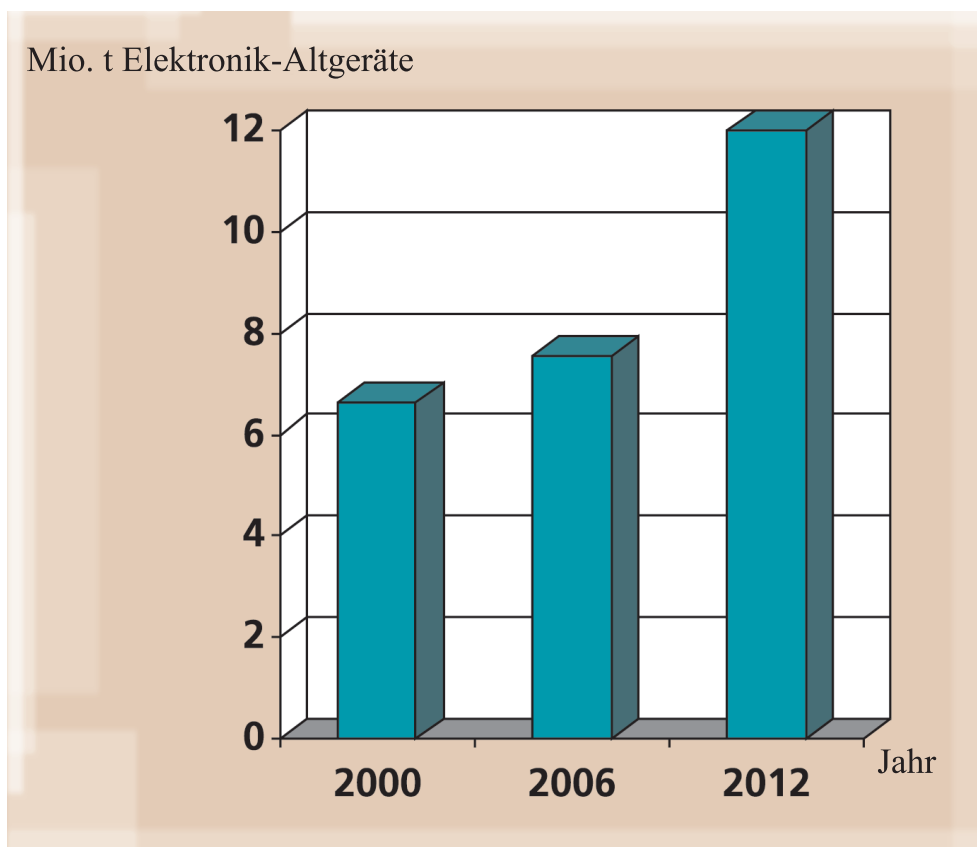
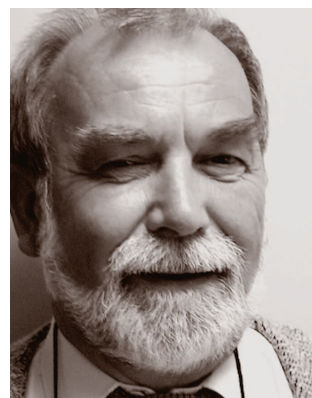


Abb. 1: Zur Zeit fallen in Europa jährlich 7 Mio. t Elektro(nik)altgeräte an, davon ca. 1 Mio. t in Deutschland.

Eine nahezu unüberschaubare Vielfalt und Menge an elektronischen Produkten umgibt uns, lässt uns effektiv arbeiten, weltweit aktiv werden und das Leben genießen: Computer, Notebooks, Handys, CD-Player, Video Sets, Digitalkameras, etc. Und diese Entwicklung hat in den letzten Jahren auch in den zu entwickelnden Ländern stattgefunden, in denen anfangs nur kostengünstig

für die hochentwickelten Länder produziert werden sollte, deren eigener Markt nun aber auch zunehmend aufnahmebereit wird. Gemessen an den Bevölkerungszahlen können wir die zukünftigen Zuwachsraten für die Produktion elektronischer Geräte nur ahnen. Während die Unternehmen die mit der Herstellung verbundenen Umweltbelastungen bezüglich des Ressourcenverbrauchs (Materialien, Energieaufwand) aus Kostengründen



Dr. Jutta Müller ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Environmental Engineering im Fraunhofer IZM in Berlin.

Dipl.-Ing. Hansjörg Griese ist Leiter der Abteilung Environmental Engineering am IZM.

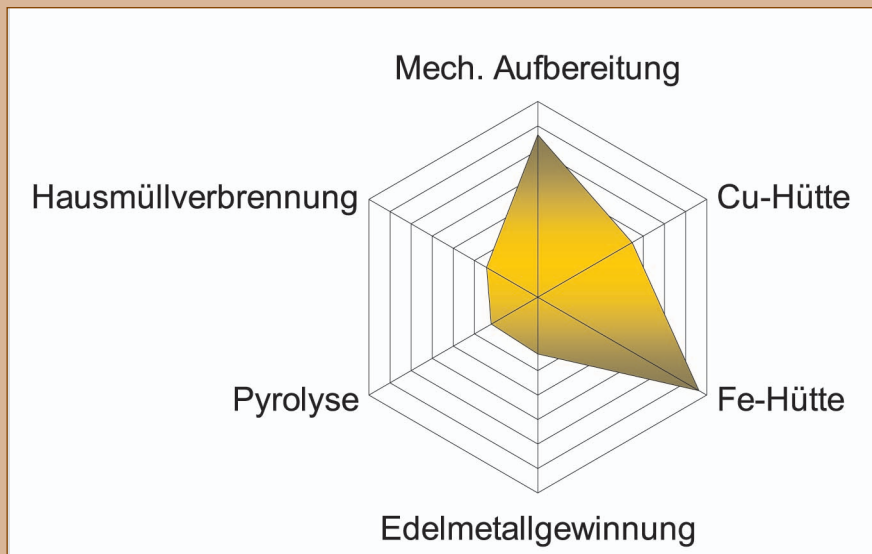


Abb. 2: Ergebnis einer Korrelationsanalyse am einfachen Beispiel eines konventionellen Netzteils, wie es für mobile Geräte verwendet wird. Es zeigt, dass eine mechanische Aufbereitung mit Abtrennung des Kupferdrahtes der Spule und eine Verhüttung des eisenhaltigen Spulenkerns die optimale Recyclingstrategie ist.

in vielen Fällen versuchen zu reduzieren, fehlen bezüglich der beim Fertigungsprozess entstehenden Emissionen häufig diese Anreize. Noch schwieriger wird es, ökoeffizient zu arbeiten, wenn der Kreis der Verantwortlichen im weiteren Produktlebenszyklus größer wird: um die Kunden bei der Nutzung der Produkte und um die für die Entsorgung Zuständigen nach Ende des Produktgebrauchs.

Zur Zeit fallen in Europa 7 Mio. t Elektro(nik)altgeräte jährlich an (Abb. 1), davon ca. 1 Mio. t in Deutschland, deren größter Teil unvorbehandelt auf der Deponie landet und das, obwohl seit über 10 Jahren das Recycling von Elektro-Altgeräten in Deutschland intensiv diskutiert wird. Das hochkomplexe Materialgemisch aus Leicht- und Schwermetallen, Kunststoffen, Keramiken und Gläsern unterliegt dabei unkontrollierten chemischen Reaktionen, deren Produkte z. B. das Grundwasser kontaminieren, emittiert werden oder andere Umweltschäden verursachen können.

Gesetzliche Vorschriften zu Rücknahme und Recycling von Elektronikaltgeräten

Voraussichtlich im März 2003 wird eine Richtlinie zum Abfall von elektrischen und elektronischen Geräten (WEEE) vom Europäischen Parlament und Rat verabschiedet, die für die Zukunft die separate Erfassung sowie die für den Endkunden kostenlose Rücknahme gesetzlich vorschreibt und das Recycling in die Verantwortung der Hersteller gibt. Dabei sollen bis Ende 2006 mindestens 4 kg pro Einwohner aus privaten Haushalten eingesammelt werden, die in genehmigten Anlagen von möglichst nach EMAS zertifizierten Unternehmen behandelt werden sollen. Mindestziele für Recycling- und Verwertungsquoten sind

dabei für die verschiedenen Produktgruppen vorgegeben. Dabei sind die Hersteller verpflichtet, Informationen zum Aufbau der Produkte an die Recyclingbetriebe weiterzugeben und zukünftige Produkte recyclinggerecht zu gestalten [1].

Durch diese gesetzlichen Regelungen gewinnen die Bereiche Abfallvermeidung, -reduzierung und -entsorgung in der Unternehmenspolitik zunehmend an Bedeutung. Um diesen Prozess zu unterstützen, wurde in den letzten Jahren die VDI-Richtlinie 2343 zum Recycling elektrischer und elektronischer Geräte erarbeitet und veröffentlicht. Diese umfasst die Demontage und Aufbereitung ebenso wie logistische Fragen und die Vermarktung bis hin zur Produktgestaltung [2]. Darüber hinaus haben verschiedene Unternehmen mit firmenspezifischen Umsetzungen begonnen.

Design for Recycling

Ob und in welchem Anteil Materialien aus einem Gerät zurückgewonnen werden können und ob Teile oder sogar das ganze Produkt wiederverwendbar sind oder ob ein Produkt nach seinem Gebrauchsende nur volumenverdichtet bzw. nach Inkrafttreten der TA Siedlungsabfall thermisch vorbehandelt auf der Deponie landet, hängt neben rechtlichen Rahmenbedingungen (wie Produkthaftungsgesetz, Patentgesetz, Warenzeichengesetz oder Halbleiterschutzgesetz) und wirtschaftlichen Gesichtspunkten maßgeblich von Entscheidungen ab, die vor der Herstellung festgelegt wurden. Ausgehend davon, dass der technische Entwicklungsstand eine Wiederverwendung des Produkts sinnvoll erscheinen lässt, betreffen diese vor allem den konstruktiven Aufbau des Produkts. Modularer und einheitlicher Aufbau mit standardisierten Schnittstellen sind entscheidende Voraussetzungen

für eine wirtschaftliche Demontage zu Reinigungszwecken, für eine eventuell erforderliche Reparatur und Prüfung oder für eine Aufrüstung. Der Einsatz langlebiger Baugruppenelemente verbessert die Chancen für ein Re-Use des Produkts als Ganzes, aber auch von Teilen davon. Aussagen über die Restlebensdauer werden in Zukunft auch dem Kunden höheres Vertrauen in den Kauf gebrauchter Produkte ermöglichen.

Wenn eine Wiederverwendung des Produkts nicht vorgesehen ist und die Behandlung der Altgeräte auf eine Materialrückgewinnung abzielt, dann wird neben dem konstruktiven Aufbau auch die beim Produktentwurf getroffene Materialauswahl für ein optimales Recycling wichtig. Die Möglichkeit der Gewinnung reiner Materialfraktionen ist eine wichtige Voraussetzung für ein stoffliches Recycling mit hohem Wirkungsgrad und geringerer Umweltbelastung. Enge Materialverbände und der Einsatz von Verbundmaterialien erschweren eine mechanische Auftrennung, machen andere, gegebenenfalls stärker umweltbelastende, z.B. chemische Trennverfahren erforderlich oder senken die Qualität der Recyclate durch die enthaltenen Verunreinigungen. Die Forderungen nach Reduzierung der Materialvielfalt sowie von Materialverbänden sind in der Mikroelektronik mit der fortschreitenden Miniaturisierung allerdings schlecht zu erfüllen.

Die Auswahl gut recycelbarer Materialien, für die etablierte Verwertungsverfahren existieren, die Beschränkung auf wenige, miteinander kompatible Stoffe sowie die Vermeidung von Stoffgemischen/Legierungen wirken sich im allgemeinen günstig auf das spätere Recycling aus, ebenso wie der Verzicht auf gefährliche, u. U. sogar zu separierende Stoffe. Darüber hinaus ist die Minimierung des toxischen Potentials vor allem für kleine mobile Produkte eine vordringliche Aufgabe, da diese

für das Recycling schwer erfassbar sind und sich auch in zu den entwickelnden Ländern sehr stark verbreiten. Indikatoren, wie der im IZM entwickelte Toxic Potential Indicator (TPI) helfen, auf der Grundlage der Inhaltsstoffe des Produkts und bestimmter ökologischer Grenzwerte und Einstufungen für diese Stoffe derartige Optimierungen durchzuführen [3]. Die dazu erforderlichen Produktinformationen werden zunehmend über IMDS (International Material Data System) verfügbar sein. Aber auch die Einbeziehung des künftigen Recyclingverfahrens hat Auswirkungen auf die zu erwartenden Umweltbelastungen in der Entsorgungsphase. Die einzelnen Verfahren stellen unterschiedliche Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung der zu recycelnden Produkte. Im IZM wurde ein Indikator, der Recycling Potential Indicator (RPI) entwickelt (Gl. 1), der im Ergebnis einer Korrelationsanalyse eine Antwort darauf gibt, welches Verfahren am besten zum Stoffprofil des zu recycelnden Produktes passt [4]. Dabei werden die Stoffprofile (EP) des Produktes und die Profile (VP) für das Recyclingverfahren, die man aus technologischen und ökonomischen Randbedingungen ableiten kann, als Vektoren dargestellt. Deren Komponenten werden einzelnen Stoffen oder Stoffgruppen zugeordnet.

$$RPI = \sigma (VP, EP)$$

Da das Vorgehen in der End-of-Life-Phase – wie in der Produktherstellung auch – von wirtschaftlichen Erwägungen bestimmt wird, muss für jeden Fall das Optimum zwischen Aufwand, z.B. bei der Produktzerlegung und Gewinn, z.B. infolge der Erlöse aus Wiederverwendung oder Materialrückgewinnung gefunden werden. Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, wo bei elektronischen Baugruppen mögliche Gewinnpotentiale liegen. Die Rückgewinnung von Edelmetallen besitzt dabei höchste Priorität. Dies ist auch aus ökologischer Sicht zu begrüßen, da der Ressourcenaufwand und die damit verbundene Umweltbelastung bei der bergbaulichen Gewinnung dieser Metalle äußerst hoch ist.

Zusammenfassung

Bei der nachhaltigen Entwicklung der Elektronikindustrie spielt derzeit die Erhöhung der Ökoeffizienz eine zentrale Rolle. Die Reduzierung der Umweltbelastungen durch eine getrennte Behandlung der Elektronik-Altgeräte ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung. Die recyclinggerechte Gestaltung neuer Produkte wird diesen Prozess wirtschaftlicher machen und zur weiteren Verbesserung der ökologischen Bilanz beitragen.

Literatur

- [1] Gemeinsamer Entwurf nach Billigung durch den Vermittlungsausschuss zur Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Elektro- und Elektronik-Altgeräte vom 8.11.2002 (WEEE)
- [2] VDI-Richtlinie 2343: Recycling elektrischer und elektronischer Geräte, Teil 1-4, 5 in Vorb.
- [3] N. F. Nissen, H. Griese, J. Müller, A. Middendorf, I. Stobbe, H. Reichl, T. Funk: Environmental Assessment Using the IZM/EE Toolbox. Joint Int. Congr. EGG2000+, VDE Verlag Berlin-Offenbach, Sept. 11 – 13, 2000
- [4] I. Stobbe, A. Middendorf, K. Schischke, C. Petermann, H. Griese, J. Müller, H. Reichl: Meeting Data Requirements by Using the IZM/EE-Toolbox for a Screening Assessment of the Environmental Impacts of Electronic Products. Proc. European Conference on Electronics and the Environments, Green-Pack-Project, Oslo/N, November 12 – 13, 2001
- [5] W. Rommel, S. Kreibe, J. Wagner, B. Hölzer, M. Scheppach: Bifa-Text Nr. 7 (ISBN 0944-5935)

Beitrag als PDF im Internet:



Tabelle 1: Durchschnittliche Metallanteile in Leiterplatten [5]

Metall	durchschnittlicher Gehalt in Leiterplatten in %	Metallpreis in EUR / kg	Max. erzielbarer Ertrag für 100g Leiterplatten ¹ in EUR
Au	0,04	10.000	0,40
Pd	0,02	10.000	0,2
Pt	0,004	19.000	0,076
Ag	0,3	160	0,05
Cu	14,4	1,2	0,02
Sn	1,9	4,2	0,008
Ni	1,3	7,0	0,009
Pb	2,5	0,4	0,001
Fe	7,3	0,05	<0,001

¹ theoretisch erreichbarer Ertrag, der eine 100%-ige Abtrennung und Rückgewinnung der einzelnen Metalle voraussetzt