

September 2001

Überbetriebliches Informationsflußkonzept zum stoffstrombasierten Supply Chain Management in der Elektro(nik)industrie

Thomas Spengler

Technische Universität Braunschweig, t.spengler@tu-bs.de

Marcus Schröter

Technische Universität Braunschweig, marcus.schroeter@tu-bs.de

Grit Walther

Technische Universität Braunschweig, g.walther@tu-bs.de

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2001>

Recommended Citation

Spengler, Thomas; Schröter, Marcus; and Walther, Grit, "Überbetriebliches Informationsflußkonzept zum stoffstrombasierten Supply Chain Management in der Elektro(nik)industrie" (2001). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2001*. 55.
<http://aisel.aisnet.org/wi2001/55>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISEL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2001 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISEL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

In: Buhl, Hans Ulrich, u.a. (Hg.) 2001. *Information Age Economy*; 5. Internationale Tagung
Wirtschaftsinformatik 2001. Heidelberg: Physica-Verlag

ISBN: 3-7908-1427-X

© Physica-Verlag Heidelberg 2001

Überbetriebliches Informationsflußkonzept zum stoffstrombasierten Supply Chain Management in der Elektro(nik)industrie

Thomas Spengler, Marcus Schröter, Grit Walther

Technische Universität Braunschweig

Zusammenfassung: Die Implementierung von Kreislaufwirtschaftssystemen setzt Informationsflüsse vom Zulieferer über den Hersteller bis zum Recycler voraus. Am Beispiel der Elektronikindustrie erfolgt im vorliegenden Beitrag eine Analyse derzeit bestehender Informationsflüsse sowie Informationsbedarfe der Akteure einer erweiterten Supply Chain. Hierauf aufbauend erfolgt die Entwicklung eines Informationsflußkonzepts für die Umsetzung eines stoffstrombasierten Supply Chain Managements in der Elektronikindustrie.

Schlüsselworte: stoffstrombasiertes Supply Chain Management, Elektronikindustrie, Informationsflußkonzept, Kreislaufwirtschaft

1 Problemstellung und Zielsetzung

Aufgrund neuer weitergehender Gesetze, Verordnungen und europäischer Richtlinien sowie freiwilliger Selbstverpflichtungen werden Hersteller von komplexen Verbundprodukten aufgefordert, eine erweiterte Produktverantwortung für die von ihnen hergestellten Güter über den gesamten Produktlebenszyklus zu übernehmen und Kreislaufwirtschaftssysteme zu implementieren. Die damit verbundenen Aufgaben liegen in der Rücknahme, im Recycling und in der Entsorgung der Güter am Ende ihrer Nutzungszeit. Zur ökonomisch effizienten Umsetzung dieser Anforderungen sind neue informationstechnische und planerische Methoden sowie Werkzeuge zu entwickeln und einzusetzen. Weiterhin ist davon auszugehen, daß vermehrt stoffstrombasierte Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette unter Einschluß von Demontage- und Recyclingunternehmen entstehen. Dies impliziert eine Vielzahl an Entscheidungsproblemen, die eine betriebsübergreifende Koordination erfordern. Planungsprobleme im produktbezogenen Umweltschutz liegen beispielsweise in der recyclinggerechten Konstruktion, der Standortplanung für Demontage- und Recyclingzentren und in der Integration von Produktionsplanung und -steuerung mit der Demontage- und Recyclingplanung und -steuerung [SpSc01]. Die hierfür notwendigen entscheidungsrelevanten Daten liegen derzeit häufig gar nicht oder nicht an den Stellen vor, an denen sie für Entscheidungen

benötigt werden. Ein Konzept zur Bereitstellung der notwendigen Informationen besteht derzeit - wenn überhaupt - nur in Ansätzen. Dieser Beitrag hat deshalb zum Ziel, Anforderungen an ein solches Konzept zur Unterstützung eines stoffstrombasierten Supply Chain Managements (SCM) zu definieren, um daraus Handlungsempfehlungen für die Umsetzung abzuleiten. Dies wird am Beispiel der Elektro(nik)industrie dargestellt.

2 Stoffstrombasiertes Supply Chain Management

Ein nachhaltiges Stoffstrommanagement erfordert eine ganzheitliche Betrachtung der Produktlebenszyklusphasen [Enqu94]. Dies bedeutet, daß neben den Phasen der Konstruktion, der Produktion und der Distribution auch die Nachgebrauchsphasen Berücksichtigung finden müssen. Eine Betrachtung der Wertschöpfungsphasen von der Produktion bis zum Abnehmer wird heute gewöhnlich als Wertschöpfungskette bzw. Supply Chain eines Produktes bezeichnet, an der üblicherweise nicht nur der Produzent, sondern auch eine Vielzahl von weiteren Unternehmen, beispielsweise Lieferanten und Kunden, beteiligt sind.

Demontage- und Recyclingunternehmen, die die Aufgaben der geordneten Rückführung von Produkten vom Endbenutzer, der Zerlegung, der Aufarbeitung von Komponenten und Bauteilen aus Altgeräten sowie der Verwertung von Materialien übernehmen, sind in die Wertschöpfungskette nicht oder nur in geringem Maße integriert, so daß eine Erschließung von Synergieeffekten durch eine Kopplung der Wertschöpfungsphase mit der Nachgebrauchsphase bisher nicht möglich ist [BePf98]. Verschiedene Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, daß diese Kooperationsform in Zukunft stark zunehmen wird, da hierdurch wesentliche ökologische und ökonomische Optimierungspotentiale durch eine gemeinsame Informationsstruktur und eine abgestimmte Planung der Stoffströme zu erreichen sind [Gies98; HaRa95; Wild96]. Als vielversprechendes Konzept zur effizienten Koordination der Material- und Informationsflüsse innerhalb der Wertschöpfungskette hat sich in den letzten Jahren das Supply Chain Management herauskristallisiert.

Die Ähnlichkeiten der Ansätze des Stoffstrommanagements und des Supply Chain Managements sind evident. Beiden Konzepten gemeinsam ist der Systemansatz, die Kooperationsorientierung sowie das Ziel der Verringerung der Komplexität der zu planenden Stoff-, Material- und Informationsflüsse [Seur00]. Das wesentliche Defizit des Supply Chain Managements besteht darin, daß es keine ökologische Komponente beinhaltet. Die Wertschöpfungskette wird nur bis zum Endkunden betrachtet. Eine Rückführung von Altprodukten mit dem Ziel des Recyclings von Bauteilen und Stoffen wird nicht in Planungsüberlegungen mit einbezogen. Aus diesem Grunde erscheint es sinnvoll, Planungsansätze und Instrumente des Supply Chain Managements zu nutzen und mit denen des Stoffstrommanagements zu kombinieren.

Ein nachhaltiges Stoffstrommanagement kann dabei nur dann auf Dauer funktionieren, wenn die hierfür erforderlichen Werkzeuge in die bestehenden Unternehmens- und IT-Strukturen integriert werden. Wichtigste Voraussetzung für die Entscheidungsunterstützung im Rahmen eines stoffstrombasierten Supply Chain Managements ist die Verfügbarkeit der entscheidungsrelevanten technischen, ökologischen und ökonomischen Daten. Hierzu sind neue integrierende überbetriebliche Informationsflußkonzepte zu entwickeln sowie derzeit eingesetzte betriebliche Informationssysteme so zu modifizieren, daß die in ihnen enthaltenen relevanten Daten adäquat zur Verfügung gestellt werden können. Eine um die Nachgebrauchphase erweiterte Supply Chain zeigt Abbildung 1.

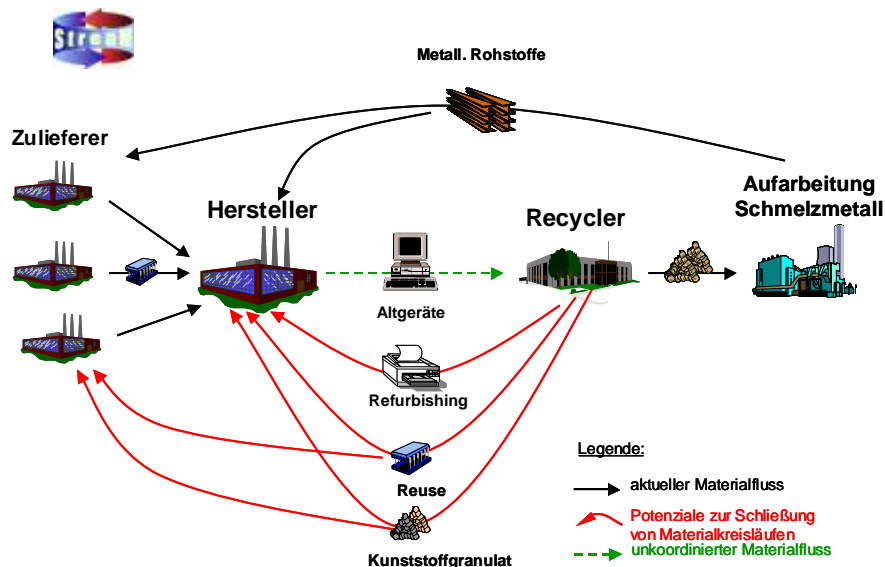


Abbildung 1: Erweiterte Supply Chain in der Elektronikindustrie

3 Das Problemfeld „Kreislaufführung von Elektro(nik)altgeräten“

Vor allem die Mengen-, Schadstoff- und Wertstoffproblematik der Elektro(nik)altgeräte führte in den letzten Jahren zu steigenden Umweltschutzanforderungen an Elektro(nik)unternehmen, was sich auch in der Gesetzgebung widerspiegelt.

Derzeit wird mit einem jährlichen Aufkommen an Elektro(nik)schrott für die BRD von 1,8 Mio. t gerechnet, wobei Zuwächse von 3 – 5 % jährlich angenommen werden [bvse99]. Die Geräte enthalten oft Schadstoffe wie beispielsweise haloge-

nierte Flammschutzmittel, PCB oder Schwermetalle, die bei unsachgemäßer Entsorgung massive negative Umweltwirkungen hervorrufen können. Neben diesen Schadstoffen beinhalten Elektro(nik)geräte jedoch gleichzeitig einen hohen Anteil an Wertstoffen wie beispielsweise Eisen-, Nichteisen- und Edelmetalle oder wiedereinsatzfähige Funktionsbauteile, deren stofflicher Verwertung bzw. Wiederverwendung im Rahmen der in Deutschland angestrebten Kreislaufwirtschaft eine besondere Bedeutung zukommt.

Veränderte rechtliche Rahmenbedingungen ergeben sich zum einen durch die Anforderungen der erweiterten Produktverantwortung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, besondere Relevanz im Bereich der Elektro(nik)altgeräte kommt jedoch vor allem dem Entwurf der Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates über Elektro- und Elektronikaltgeräte als Basis der zukünftigen nationalen Umsetzung zu.

Der derzeitige Entwurf der Richtlinie sieht vor, die Produktverantwortung der Hersteller von Elektro(nik)geräten auf die Behandlung, Verwertung und Beseitigung von Elektro(nik)altgeräten auszuweiten. Dabei werden die Mitgliedsstaaten aufgefordert, bis zum 1. Januar 2006 Sammelsysteme zur getrennten Sammlung von Elektro(nik)altgeräten einzurichten, wobei eine kostenlose Rückgabe von Altgeräten aus Privathaushalten sicherzustellen ist. Es wird angestrebt, 4 kg Altgeräte je Einwohner pro Jahr zu sammeln. Zudem werden Zielvorgaben für die Kreislaufführung von Elektro(nik)altgeräten in Form von Recycling- und Verwertungsquoten festgelegt.

Hersteller müssen zukünftig auf Anfrage von Behandlungsanlagen über die in den Elektro(nik)geräten enthaltenen Stoffe informieren. Lieferanten von Komponenten und Bauteilen müssen aufgrund des eingeschränkten Geltungsbereichs der Richtlinie keine Informationen bereitstellen. Derzeit wird jedoch ein "Arbeitspapier über Umweltauswirkungen elektrotechnischer und elektronischer Geräte" der EU-Generaldirektion Umwelt diskutiert, dessen Umsetzung als Richtlinie zu einer Informationspflicht der Zulieferer führen würde. [EUWI01].

4 Analyse des Bedarfs stoffstromrelevanter Informationen und Möglichkeiten der Bereitstellung dieser Informationen in bestehenden Informationssystemen

Auf der Basis einer Ist-Analyse werden Informationsbedarfe der erweiterten Supply Chain abgeleitet. Bestehende Informationssysteme werden daraufhin analysiert, welchen Beitrag sie zu einem überbetrieblichen Informationsflußkonzept leisten können.

4.1 Ist-Analyse und Ableitung des Bedarfs stoffstromrelevanter Informationen

Eine Analyse und Bewertung der Ist-Informationsflüsse in der erweiterten Supply Chain verdeutlicht, daß für eine Schließung von Produkt- und Materialkreisläufen derzeit insbesondere die entscheidungsrelevanten Informationen für die Demontage- und Recyclingunternehmen fehlen. Für eine effiziente Planung sind Informationen über Schad- und Wertstoffe, über Verbindungstechniken und Baustrukturen sowie über die Anforderungen der Hersteller an die Funktionsfähigkeit und die technische und stoffliche Qualität wiedereinsetzbarer Bauteile und Komponenten erforderlich. Diese Informationen sind üblicherweise an anderen Stellen der Wertschöpfungskette vorhanden. Die Transparenz und Zugänglichkeit für Recyclingunternehmen fehlt hingegen [LaBi98].

- Informationen über die in Produkten enthaltene Schad- und Wertstoffe können insbesondere Zulieferer von Bauteilen und Komponenten liefern. Diese Informationen werden derzeit nicht oder nur in sehr geringem Maße bereitgestellt.
- Informationen über Verbindungstechniken, Baustrukturen u.ä. liegen sowohl bei Zulieferern als auch bei Produzenten vor. Um diese Daten den Recyclingunternehmen problemadäquat zugänglich zu machen, stellt die Entwicklung eines transparenten, integrierten Informationsflußkonzeptes eine wesentliche Voraussetzung dar. Erste Ansätze hierzu werden in der VDI-Richtlinie 2343 „Recyclingorientierte Produktentwicklung“ vorgestellt.
- Informationen über die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit und die technische und stoffliche Qualität wiedereinsetzbarer Bauteile und Komponenten und wiederverwertbarer Sekundärrohstoffe sind durch Hersteller und Zulieferer bereitzustellen und den Recyclingunternehmen zugänglich zu machen. Auch diese Informationen werden derzeit nicht übermittelt.

Für die operative Umsetzung der Schließung von Materialkreisläufen schließlich sind die folgenden weitergehenden Daten erforderlich.

- Informationen über die vom Recyclingunternehmen lieferbaren Funktionsbauteile und Sekundärrohstoffe inklusive der jeweiligen Menge, der stofflichen Qualität etc. können von den Recyclingunternehmen zur Verfügung gestellt werden, werden derzeit aber nicht erfasst.
- Informationen über aktuell benötigte Bauteile und Komponenten für den Wiedereinsatz müssen Hersteller und Zulieferer an die Recyclingunternehmen übermitteln.

4.2 Möglichkeiten der Informationsbereitstellung in derzeit bestehenden Informationssystemen

Eine effiziente Gestaltung und Lenkung von stoffstrombasierten Supply Chains zur Schließung von Produkt- und Materialkreisläufen setzt den Aufbau und den Betrieb einer betriebsübergreifenden Informationsstruktur mit den dazugehörigen Instrumenten voraus. Die damit verbundenen, sehr weitgehenden Anforderungen sind erst in den letzten Jahren entstanden, so daß spezielle Informationssysteme bzw. integrierte Informationskonzepte derzeit noch nicht verfügbar sind. Die Komplexität der notwendigen Informationsflüsse ist in der obigen Analyse der erweiterten Supply Chain aufgezeigt worden. Welchen Anteil derzeit eingesetzte bzw. im Aufbau befindliche ökonomische und ökologische Informationssysteme bei der Konzeption eines integrierten Konzeptes leisten können, wird im folgenden aufgezeigt.

Um einen effizienten überbetrieblichen Informationsaustausch initiieren zu können, sind die betriebsübergreifend benötigten Informationen betriebsintern zu sammeln und in den betrieblichen Informationssystemen bereitzustellen. Die zentrale Stellung nehmen dabei Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme ein. Diese dienen etwa als Datenquelle für die eingesetzten Betrieblichen Umweltinformationssysteme (BUIS) [HaHi95].¹ Weiterhin sind ERP-Systeme schon heute in der Lage, eine Vielzahl an Funktionalitäten zu bieten, die das Produktdatenmanagement (PDM) unterstützen [Phil98]. Dies ist insbesondere deshalb relevant, weil neue Anforderungen wie beispielsweise die erweiterte Produktverantwortung der Hersteller bis in die Nachgebrauchsphase der Produkte nach einer systematischen Archivierung produktbezogener Daten verlangen. Insgesamt scheint die Schwierigkeit weniger in der Funktionalität der Informationssysteme, sondern vielmehr in der organisierten Datenaufnahme und -pflege zu liegen. Eine notwendige Weiterentwicklung bzw. Modifikation der eingesetzten ERP-Systeme ist die Integration stoffstromrelevanter Informationen [Spen98].

Zur überbetrieblichen Koordination von Informationsflüssen und Informationsbereitstellung sind im betrachteten Zusammenhang Supply Chain Management-Informationskonzepte sowie überbetriebliche BUIS-Ansätze zu untersuchen.

SCM-Informationskonzepte beziehen sich überwiegend auf den Datenaustausch. Es kann unterschieden werden in folgende Integrations-Ebenen [SiKa00]:

- One-Way Communication (Ebene 1)
- Datenbank-Zugang (Ebene 2)
- Datenaustausch (Ebene 3)

¹ BUIS liefern üblicherweise keine Primärdaten, vielmehr werden die im Unternehmen verstreut vorliegenden umweltrelevanten Informationen je nach Anwendungsfall aggregiert und neu aufbereitet [BuUm01].

- Sharing Processes (Ebene 4)

Überbetriebliche Umweltinformationssysteme stellen die betriebsübergreifend interessierenden Stoffstrominformationen den sonstigen Akteuren der erweiterten Supply Chain zur Verfügung. Dieser Bereich befindet sich jedoch erst seit kurzer Zeit in der Entwicklung. Ein Beispiel ist der Austausch von Produktinformationen innerhalb der Automobilindustrie auf der Basis der zentralen Datenbank IMDS (Internationales MaterialDatenSystem)².

Ein Vergleich der überbetrieblichen BUIS-Ansätze und der SCM-Informationskonzepte zeigt, daß der Einsatz von überbetrieblich zugänglichen Datenbanken im Rahmen eines stoffstrombasierten SCM sinnvoll ist. Dabei ist – in Abhängigkeit der bereitzustellenden Daten – sowohl der Einsatz der Ebene 1 (One-Way-Communication) als auch der Ebene 2 (Datenbankzugriff) des Datenaustauschs möglich. So bietet sich beispielsweise die One-Way-Communication an, wenn allgemeine Faktendaten zu Inhaltsstoffen (rechtliche Rahmenbedingungen, wissenschaftliche Erkenntnisse über Umweltauswirkungen etc.) öffentlich zugänglich gemacht werden sollen. Ein autorisierter Zugang in Form des Datenbankzugriffs wird eingesetzt, wenn entscheidungsrelevante produkt- und unternehmensspezifische Informationen zwischen Unternehmen ausgetauscht werden. Dabei determiniert die Stufe des Unternehmens innerhalb der Supply Chain die Art und Tiefe der Informationen, auf die in der Datenbank zugegriffen werden kann.

5 Konzeption überbetrieblicher Informationssysteme im Bereich der Elektro(nik)industrie

Aufbauend auf den aufgezeigten Informationsdefiziten soll im folgenden ein Konzept für die Bereitstellung von Informationen in der Elektro(nik)branche entwickelt werden. Hierbei werden erste Ansätze auf Zweckmäßigkeit und Eignung geprüft und gegebenenfalls weiterentwickelt. Wie Abbildung 2 zeigt, lassen sich unterschiedliche Intentionen zur Bereitstellung von Informationen unterscheiden. So existieren Bestrebungen, die vor allem auf die Erfüllung gesetzlicher Mindestanforderungen abzielen sowie Ansätze, die die Zusammenarbeit der Unternehmen zur Schließung von Materialkreisläufen zum Ziel haben.

² In der zentralen Datenbank IMDS (Internationales MaterialDatenSystem) werden alle in den Fahrzeugbauteilen enthaltenen Inhaltsstoffe archiviert und verwaltet. Die Daten werden von Seiten der Bauteilzulieferer in das System eingepflegt und können von autorisierter Seite abgerufen werden.
(siehe: http://www.mdssystem.com/html/de/home_de.htm, 02.03.2001)

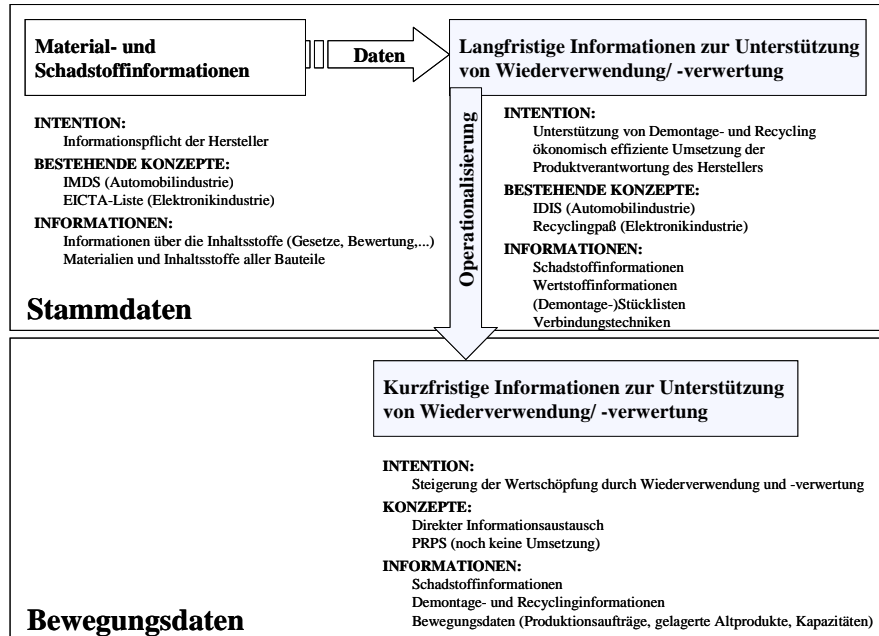


Abbildung 2: Überbetriebliche Informationskonzepte des stoffstrombasierten Supply Chain Management

5.1 Informationen über die Inhaltsstoffe elektronischer Geräte zur Erfüllung gesetzlicher Mindestanforderungen

Wie oben dargestellt, verlangt die Bereitstellung der über die gesamte Supply Chain verteilt vorliegenden Informationen über die Inhaltsstoffe elektronischer Geräte eine Koordination der Informationsflüsse entlang der Supply Chain. Erforderlich ist hier vor allem ein schlüssiges Konzept zur Abfrage, Verwaltung und Bereitstellung der genannten Daten.

Erste Bestrebungen einer Umsetzung im Bereich der Elektro(nik)industrie werden von der EICTA (European Information and Communications Technology Industry Association) unternommen. Dabei wird derzeit allerdings nur eine Liste der im Elektro(nik)bereich eingesetzten Inhaltsstoffe erarbeitet. Diese Liste enthält die wesentlichen Informationen zu den jeweiligen chemischen Substanzen wie z.B. gesetzliche Regelungen, Beschränkungen des Einsatzes der Substanz, wissenschaftliche Bewertung der Öko- und Humanschädlichkeit, mögliche Alternativen etc. [EICT00]. Weitergehende Schritte zur Informationsbereitstellung wie die konkrete Eingabe von Bauteilen mit den verwendeten Inhaltsstoffen durch Zulieferer

existieren derzeit noch nicht. Es bestehen jedoch erste Überlegungen, das System an die IMDS-Datenbank der Automobilbranche anzukoppeln [EuKo01].

Die Vorteile einer solchen Datenverwaltung sind vor allem in der Schaffung einer standardisierten Informationsbasis und einer einheitlichen Terminologie innerhalb der Elektro(nik)branche zu sehen, wodurch die Grundlage für weitergehende Maßnahmen geschaffen wird. Die Anregung des Dialogs über die Wirkungen und die Behandlung der Schadstoffe zwischen Zulieferern, Herstellern, Konsumenten [EICT00] und Recyclern wird gefördert. Vor allem bei der Planung und dem Design von Elektro(nik)geräten kann eine solche Datenbasis erheblich zur Entwicklung von Geräten mit verringertem Schadstoffpotential beitragen. Eine Erweiterung des Systems durch Eingabe der Inhaltsstoffe von Bauteilen durch die Zulieferer könnte eine wesentliche Datenlücke schließen, die derzeit im Elektro(nik)-bereich besteht.

Vor einer Ankopplung des EICTA-Systems an das IMDS-System der Automobilbranche sollte jedoch die Übertragbarkeit und die Umsetzbarkeit dieser Lösung auf die Elektro(nik)branche vor dem Hintergrund der wesentlich größeren Anzahl an Herstellern sowie Produkten und Varianten im Vergleich zur Automobilindustrie kritisch untersucht werden.

Auch bei Umsetzung dieser Ankopplung fehlen einer solchen schadstofforientierten Datenbank wichtige Informationen, die zu einer aktiven Unterstützung von Unternehmen der Nachgebrauchsphase erforderlich wären. Die Ziele der Wiederverwendung von Bauteilen und der Schließung der Materialkreisläufe werden von einem solchen System nur indirekt und unzureichend unterstützt. Aus diesem Grund kann die Bereitstellung der Inhaltsstoff- und Materialdaten nur einen ersten Schritt darstellen.

5.2 Langfristige Bereitstellung von Informationen innerhalb der erweiterten Supply Chain zur Schließung von Materialkreisläufen

Die Bereitstellung einer weitergehenden Produktdokumentation als die oben vorgestellte – eher schadstofforientierte – Sichtweise wird zunehmend gefordert. So verlangt die VDI-Richtlinie 2343 „Recyclingorientierte Produktentwicklung“ eine Produktdokumentation mit Hinweisen auf recyclingrelevante Produkteigenschaften wie die Angabe der verwendeten Werkstoffe, die Kennzeichnung von Bauteilen, Informationen über Recyclingverfahren und -fraktionen, die Angabe von Demontageablaufplänen sowie ökonomische Abschätzungen der Demontageprozesse. Nach [ECMA99] wird nicht nur die Bereitstellung von Informationen für die Nutzungsphase wie z.B. die Angabe des Energieverbrauchs oder der Geräteemissionen gefordert, sondern auch die Angabe von Informationen für die Nachgebrauchsphase wie z.B. eingesetzte Materialien, ISO-Markierung von Kunststoff-

fen, Angabe der Art und Anzahl von Verbindungen oder Kennzeichnung von Batterien. Auch hier fehlen grundlegende Konzepte zur Koordination dieser Informationsflüsse entlang der um die Nachgebrauchsphase erweiterten Supply Chain.

Einen ersten Ansatz in diesem Bereich stellt die Verwendung der von der Agfa-Gevaert AG entwickelten Recyclingpässe als verwertungsorientierte Produktdokumentation dar, die in die VDI-Richtlinie 2343 aufgenommen wurden [Diet99]. Diese Recyclingpässe werden derzeit beim Hersteller angefertigt und den Demontage- und Recyclingunternehmen auf Anfrage in schriftlicher Form zur Verfügung gestellt. Der Recyclingpaß jedes Elektro(nik)produkts enthält eine perspektivische Ansicht des Gerätes, eine tabellarische Auflistung aller Stoffgruppen sowie konkrete Demontagehinweise für Schadstoffe, für Stoffe mit Störpotential beim Recyclingprozeß sowie für Wertstoffe.

Diese Form der Produktinformation erscheint für erweiterte Supply Chains der Elektro(nik)industrie als ausbaufähiges Modell. Um den mit steigender Bedeutung der Produktinformationen zunehmenden Ansprüchen an die Informationsbereitstellung gerecht zu werden, ist eine inhaltliche und informationstechnische Weiterentwicklung der Recyclingpässe erforderlich. Dabei muß sowohl die Abstimmung mit den Informationsansprüchen der Demontage- und Recyclingunternehmen ausgebaut als auch die Informationsbeschaffung von den Zulieferern integriert werden. Diese Weiterentwicklung des Konzepts wird im folgenden skizziert.

Während die Inhalte und Informationen der Recyclingpässe bisher ausschließlich vom Hersteller festgelegt wurden, erfordert das Ziel der Schließung von Materialkreisläufen eine enge Zusammenarbeit und Abstimmung aller Akteure der erweiterten Supply Chain. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit müssen die grundlegenden Anforderungen der Recyclingpässe gemeinsam erarbeitet werden. So können die für Demontage und Recycling konkret erforderlichen Informationen ausschließlich durch Unternehmen der Nachgebrauchsphase definiert werden. Hingegen müssen alle für Wiederverwendung bzw. -verwertung von Bauteilen und Materialien erforderlichen Informationen und Qualitätsanforderungen von Seiten der Hersteller aufgezeigt werden. Grundlage für die Wiederverwendung stellt die DIN-Norm 48 480 zur Gebrauchstauglichkeit und Qualität bei erneuter Verwendung von Teilen und Geräten dar. Da die Zulieferer viele der erforderlichen Informationen zur Verfügung stellen müssen – eine Pflicht zur Bereitstellung von Informationen durch die Zulieferer kündigt sich derzeit durch das „Arbeitspapier über Umweltauswirkungen elektrotechnischer und elektronischer Geräte“ an [EUWI01] – sind auch sie an diesem Prozeß zu beteiligen.

Die Recyclingpässe werden derzeit beim Hersteller als one-way-System (siehe Kapitel 4.2) allein auf Basis von Herstellerinformationen erstellt und den Unternehmen der Nachgebrauchsphase bei Anforderung in Papierform zur Verfügung gestellt. Sollen zukünftig Informationen von Zulieferern im Konzept aufgenom-

men werden, so erfordert dies aufgrund der Vielzahl von Zulieferern und Daten unabhängig von der oben erwähnten inhaltlichen Weiterentwicklung auch konzeptionelle Veränderungen bezüglich der Koordination und Bereitstellung der Informationen. So muß die Eingabe der Daten in standardisierter Form erfolgen, um den Herstellern eine automatisierte Datenerfassung und –verarbeitung zu ermöglichen. Um Redundanzen und Koordinationsproblemen dezentraler Datenhaltung vorzubeugen, ist die Erfassung aller Daten der erweiterten Supply Chain in einer zentralen Datenbank beim Hersteller (mit autorisierten, eingeschränkten Zugriffsrechten) anzustreben.

Die standardisierte Dateneingabe durch die Zulieferer ist in Form von Baukastenrecyclingpässen möglich, in die die erforderlichen Informationen wie Stücklisten, Schadstoffe, Verbindungstechniken und Wertstoffe eines Bauteils einzutragen sind. Über die Datenbank kann schließlich der Hersteller auf alle Baukastenrecyclingpässe des von ihm gefertigten Endproduktes zugreifen, um den Recyclingpaß des jeweiligen Elektro(nik)gerätes zu generieren. Dies erfordert aufgrund der Menge an Bauteilen und Komponenten die Auswertung und Zusammenführung der in der Datenbank verfügbaren Baukastenrecyclingpässe mittels geeigneter Software.

Der Recyclingpaß des Endproduktes muß anschließend den Demontage- und Recyclingunternehmen zur Verfügung gestellt werden. Auch dies kann über die Datenbank erfolgen, indem den an der erweiterten Supply Chain beteiligten Unternehmen der Nachgebrauchsphase Zugriffsrechte auf die Recyclingpässe der Elektro(nik)geräte gewährt wird. Dabei ist darauf zu achten, daß die Informationen in einer Form zur Verfügung stehen, die ein Auslesen in ein Standarddatenformat erlauben. Dies ermöglicht den Unternehmen der Nachgebrauchsphase den direkten Einsatz der Produktinformationen in ihren betriebsinternen ERP-Systemen für die Demontage- und Recyclingplanung.

Im Vergleich zur ausschließlich schadstofforientierten Bereitstellung von Informationen ergeben sich bei Umsetzung des Konzepts der überbetrieblichen Informationsflüsse mit dem strategischen Ziel der Schließung von Materialkreisläufen wesentliche Vorteile. Die Berücksichtigung der Anforderungen der Nachgebrauchsphase bei der Informationsbereitstellung stellt die Voraussetzung für eine optimierte Demontage mit gezielter Entfernung von Schadstoffen, methodischer Gewinnung hochwertiger Funktionsbauteile und systematischer Erkennung und Vermarktung von Wertstoffen dar. Erst auf dieser Grundlage ist der ökonomisch effiziente Wiedereinsatz von Funktionsbauteilen z.B. zur Ersatzteilgewinnung, zum Refurbishing oder Remanufacturing von Elektro(nik)geräten möglich.

5.3 Kurzfristige Informationsflüsse innerhalb der erweiterten Supply Chain zur Schließung von Materialkreisläufen

Die operative Umsetzung der Schließung von Materialkreisläufen, d.h. der tatsächliche Wiedereinsatz von Funktionsbauteilen und Komponenten im Ersatzteilmanagement, für das Refurbishing oder in Neugeräten nach DIN 48 480 und die Wiederverwertung von Materialien in der Produktion erfordert – neben den oben dargestellten Informationen in Form der Recyclingpässe – weitergehende Informationen. Während jedoch bei der Bereitstellung der langfristigen Informationen der Recyclingpässe ausschließlich Stammdaten benötigt werden, müssen für die operative Umsetzung Bestandsdaten wie beispielsweise Bedarfe an Funktionsbauteilen beim Hersteller, Lagerbestände an Funktionsbauteilen bzw. an demontierbaren Altgeräten beim Demontageunternehmen etc. bereitgestellt werden. Der Austausch dieser Bestandsdaten erfordert Konzepte zum direkten Datenaustausch der Recyclingbetriebe mit den Unternehmen der Produktentstehungsphase. Zur Umsetzung sind die betriebsübergreifenden Prozesse abzustimmen und zu standardisieren. Dies entspräche der Integrations-Ebene 4: Sharing Processes (vgl.4.2) und könnte etwa durch eine Erweiterung des SCOR-Modells erfolgen [SiKa00]. Dabei kann die Informationsbereitstellung beispielsweise in Form von sogenannten Supply Chain-Warehouses umgesetzt werden [KnMe00]. Für die direkte Kommunikation können im Rahmen des stoffstrombasierten Supply Chain Managements die bekannten Instrumente wie EDI genutzt werden.

6 Schlußfolgerung und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wird gezeigt, daß zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft eine Vielzahl an Informationen entlang der um die Nachgebrauchsphase erweiterten Supply Chain zur Verfügung stehen muß. Die überbetriebliche Bereitstellung dieser Informationen verlangt nach integrierten Konzepten, die bisher jedoch lediglich in ersten Ansätzen vorhanden sind.

Eine Analyse des Datenbedarfs und möglicher Konzepte verdeutlicht, daß die Verwaltung und Koordination von Stammdaten in betriebsübergreifenden Datenbanken einen geeigneten Ansatz darstellt.

Im Gegensatz dazu verlangt der Informationsaustausch zur Unterstützung der operativen Umsetzung der Schließung von Materialkreisläufen aufgrund des veränderten Datenbedarfs eine direkte Kommunikation zwischen den Unternehmen – beispielsweise auf Basis eines Supply-Chain-Warehouse-Konzepts.

Die aufgezeigten Konzepte für den lang- und kurzfristigen Informationsaustausch sollen im Rahmen eines vom BMBF finanzierten Verbundprojektes unter Beteili-

gung von Forschungseinrichtungen der Technischen Universität Braunschweig (Institut für Wirtschaftswissenschaften, Abteilung BWL, insbesondere Produktionswirtschaft; Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik), der Agfa-Gevaert AG (München) sowie des Demontage- und Recyclingunternehmens Electrocyling GmbH (Goslar) umgesetzt werden. Damit sollen im Bereich der Informationsbereitstellung die grundlegenden Voraussetzungen für die Schließung von Materialkreisläufen geschaffen werden [HeSp01]³.

Dies stellt eine unabdingbare Notwendigkeit für den effektiven Einsatz von Planungsinstrumenten in der stoffstrombasierten Supply Chain dar. Auch im Bereich dieser Planungsinstrumente, die u.a. das Ziel der Abstimmung von Produktion und Demontage bzw. Recycling zwischen den Unternehmen und somit beispielsweise den Wiedereinsatz von Bauteilen verfolgen, besteht derzeit noch erheblicher Forschungsbedarf. Erste Ansätze hierzu finden sich in [Spen98].

Literatur

- [BePF98] Behrendt, S.; Pfitzner, R.; Kreibich, R.; Hornschild, K.: Innovationen zur Nachhaltigkeit: Ökologische Aspekte der Informations- und Informationstechniken. Berlin u.a. (1998)
- [BuUm01] Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt (Hrsg.): Handbuch Umweltcontrolling., 2. Auflage, München (2001)
- [bvse99] Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse): Elektronikschrottrecycling: Fakten, Zahlen und Verfahren. Bonn (1999)
- [Diet99] Dietrich, K.-H.: Recyclinggerechte Produktgestaltung im Unternehmen Agfa-Gevaert AG. In VDI Berichte 1479: Ganzheitliches Recycling Elektr(on)ischer Produkte. Düsseldorf (1999)
- [ECMA99] ECMA: Product-related environmental attributes. Technical Report TR/70. (1999)
- [EICT00] EICTA: Guidance Document on the Appliance of Substances under Special Attention in Electric & Electronic-Products. Version 02. (2000)
- [Enqu94] Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn (1994)

³ Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben „Stoffstrombasiertes Supply Chain Management in der Elektronikindustrie zur Schließung von Materialkreisläufen“ (StreaM) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01RU0036 gefördert. Die Autoren danken im Namen aller Projektbeteiligten für die Unterstützung.

- [EuKo01] Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Grünbuch zur Integrierten Produktpolitik. Brüssel (2001)
- [EUWI01] EUWID, Europäischer Wirtschaftsdienst (Hrsg.) „Recycling und Entsorgung“ (2001): Arbeitspapier vorgelegt zu EEE-Richtlinie Heft 11, 13.03.2001, S.20
- [Gies98] Giesen-Netzer, I. Implementierung von Rücknahme- und Recyclingsystemen bei Gebrauchsgütern. Frankfurt am Main (1998)
- [HaHi95] Haasis, H.-D.; Hilty, L.M.; Kürzl, H.; Rautenstrauch, C.: Anforderungen an Betriebliche Umweltinformationssysteme (BUIS) und Ansätze zur Realisierung, in Haasis, H.-D.; Hilty, L.M.; Kürzl, H.; Rautenstrauch, C. (Hrsg.): Betriebliche Umweltinformationssysteme – Projekt und Perspektiven, Marburg, S. 7-26 (1995)
- [HaRa95] Hansen, U.; Raabe, T.; Dombrowsky, B.: Die Gestaltung des Konsumgüterrecyclings als strategisches Netzwerk. UWF, Heft 1, (1995), S. 62 – 69
- [HeSp01] Hesselbach, J.; Spengler, T.; Graf, R.; Ploog, M.: Materialkreisläufe schließen – Stoffstrombasiertes Supply Chain Management. Umwelt, Heft 4/5, (2001), S.37-39.
- [KnMe00] Knolmayer, G.; Mertens, P.; Zeier, A.: Supply Chain Management auf Basis von SAP-Systemen. Berlin u.a. (2000)
- [LaBi98] Lang, J.; Bierhals, R.: Wiederaufarbeitung und Wiederverwendung von Produkten. In Umweltbundesamt (Hrsg.): Innovationspotentiale von Umwelttechnologien. Heidelberg (1998)
- [Phil99] Phillipson, C.: Produktdatenmanagement mit PPS-Systemen, in Luczak, H.; Eversheim, W. (Hrsg): Produktionsplanung und- steuerung, 2. Auflage, Berlin u.a. S. 629 – 653 (1999)
- [Seur00] Seuring, S.: Stoffstrommanagement und Supply Chain Management – Unterschiede und Gemeinsamkeiten. Umwelt, Nr. 6, S.30-31 (2000)
- [SiKa00] Simchi-Levi, D.; Kaminski, P; Simchi-Levi, E.: Designing and Managing the Supply Chain, Boston (2000)
- [Spen98] Spengler, T.: Industrielles Stoffstrommanagement: betriebswirtschaftliche Planung und Steuerung von Stoff- und Energieströmen in Produktionsunternehmen. Berlin (1998)
- [SpSc01] Spengler, T.; Schröter, M.: Einsatz von Operations Research im produktbezogenen Umweltschutz – Stand und Perspektiven. Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis (BfuP), 53. Jg., Heft 3, S. 227-244 (2001)
- [Wild96] Wildemann H.: Entsorgungsnetzwerke. In Bellmann, K.; Hippe A. (Hrsg.) Management von Unternehmensnetzwerken: Interorganisationale Konzepte und praktische Umsetzung. Wiesbaden (1996)