

Ökobilanz SENS

Verhinderung von Schadstoffemissionen entscheidend verantwortlich für den Umweltnutzen von SENS

Emil Franov

Nicht die Rückgewinnung von Wertstoffen wie Eisen und Kupfer aus Elektrogeräten ist für den höchsten Umweltnutzen des Systems SENS über die letzten 25 Jahre verantwortlich, sondern das Separieren und kontrollierte Entsorgen von Schadstoffen. Dabei ist besonders das Umweltgift PCB, welches wie Dioxin zu den zwölf schädlichsten Umweltgiften gehört, relevant. PCB kommt insbesondere in Kondensatoren aus Vorschaltgeräten von Leuchten und aus Haushaltsgrossgeräten vor, welche deshalb weiterhin mit grösster Sorgfalt entfernt und fachgerecht entsorgt werden müssen. Das Vermeiden von Emissionen weiterer Schadstoffe wie FCKW, BFS und Quecksilber wird anteilmässig ebenfalls immer wichtiger, weil diese Schadstoffe später als PCB verboten wurden und ihr Gehalt in den Geräten somit weit weniger schnell abnehmen wird.

Für das 25-Jahr-Jubiläum im Jahr 2015 liess SENS eine Ökobilanz erstellen, welche den Umweltnutzen von 25 Jahren Elektrogeräterecycling durch SENS und ihre Partner (Konsumenten, Hersteller/Importeure, Handel, Leistungspartner (Sammelstellen, Transporteure, Recycler) und Behörden) berechnete. Ergänzend wurden auch der Klimanutzen und die Mengen der wichtigsten zurückgewonnenen Materialien ausgewiesen.

Bevor die Stiftung SENS¹ 1990 gegründet wurde und ihre Tätigkeit aufnahm,

wurden kleine Elektroaltgeräte (EAG) meist mit dem Hausmüll entsorgt. Metallreiche Grossgeräte wie Waschmaschinen wurden teilweise über Betriebe entsorgt, die auf Metallrecycling spezialisiert waren. Keine Beachtung fanden jedoch die in den Geräten enthaltenen Schadstoffe. Erst internationale Einigungen wie der Beschluss über das mittelfristige Verbot ozonabbauender Stoffe (Montrealer Protokoll, 1988 in der Schweiz in Kraft gesetzt) lenkten den Fokus auf die Schadstoffe in Elektroaltgeräten. Mit dem Ziel, die in den Kühlgeräten enthaltenen ozonabbauenden Stoffe umweltgerecht zu entsorgen, richtete die SENS folglich als Erstes ein auf freiwilliger Basis beruhendes Sammel- und Entsorgungssystem ein. Mit dem Inkrafttreten der Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG) im Jahr 1998 wurde das SENS-System auf Elektroklein-

geräte (Küchen-, Garten-, Hobbygeräte, Spielwaren usw.) und Elektrogrossgeräte (Waschmaschinen, Backöfen usw.) ausgeweitet. In der Revision 2005 wurden schliesslich auch Leuchten und Leuchtmittel integriert.

Für die Entsorgung von Elektronikgeräten existiert ein separates System (von Swico²). Die VREG schreibt den Händlern/Importeuren die kostenlose Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung vor, wobei insbesondere die problematischen Stoffe fachgerecht entsorgt werden müssen. Die Stiftung SENS bietet diese Dienstleistung an.

Wie wurde der Nutzen für die Umwelt berechnet?

Der Umweltnutzen ergibt sich aus der Differenz zwischen der Ökobilanz der SENS und der Ökobilanz des Basis-szenarios «ohne SENS» als Referenz. Die Umweltleistung des SENS-Systems

besteht somit aus dem über das Referenzszenario hinausgehenden Umweltnutzen. Die Systemgrenze kann der Abbildung unten links entnommen werden.

Die Datengrundlagen zu den verarbeiteten Geräteleistungen, den erzeugten Wertstofffraktionen und den entfernten und fachgerecht entsorgten Schadstoffen stammen grösstenteils aus den jährlichen SENS-Statistiken. Für die Schadstoffe PCB und bromierte Flammschutzmittel (BFS) sind nur ältere, jahresspezifische Daten vorhanden (aus 2006 bzw. 2003), weshalb der Verlauf des Gehaltes dieser Schadstoffe in den Geräten für die Folgejahre extrapoliert werden musste.

Für die Bewertung der Wirkbilanz wurde die Methode der ökologischen Knappheit 2013 (Frischknecht und Büsser Knöpfel, 2013) verwendet. Die Bewertung mit Hilfe der Methode der ökologischen Knappheit wurde unter Mitarbeit des Bundesamts für Umwelt entwickelt und ist in der Schweiz etabliert. Diese Methode wurde einerseits gewählt, weil sie für die Bewertung sowohl die Umweltziele der Schweiz berücksichtigt und somit bezüglich Werthaltung breit abgestützt ist. Ein weiterer Grund war andererseits, dass diese Methode alle in dieser Ökobilanz enthaltenen wichtigen Umwelaspekte wie Emissionen von persistenten organischen Schadstoffen (POP) und Ressourcenverbrauch auch tatsächlich bewertet.

Als funktionelle Einheit wurde die Entsorgung der Menge von Kühl-, Gefrier-, Klima-, Elektrogross- und Elektroklein-geräten sowie Leuchtmitteln gewählt,

welche von 1990 bis 2015 über die Stiftung SENS gesammelt wurden.

Das Referenzszenario der Schweiz ohne die SENS

Für das Szenario «ohne SENS» sind verschiedene Varianten denkbar: von «es wird gar nichts recycelt und alles auf offenen Deponien gelagert oder verbrannt» bis «Umgang mit Elektrogeräterecycling unter Einhaltung bestehender Schweizer Gesetze». Für diese Studie wurde als Mittelweg ein möglichst realistisches «ohne SENS»-Szenario definiert, auch angelehnt an die Szenarien der Ecodom-Studie über den Klimanutzen des Elektrogeräterecyclings in Italien (ECODOM, 2008). Dabei gehen wir von folgenden Annahmen aus:

- Es werden gleich viele Geräte von den Konsumenten zum Rezyklieren zurückgegeben wie mit SENS.
- Die eine Hälfte der Elektrogeräte wird ökonomisch optimiert und ohne Beachtung von speziellen Umweltauflagen in unspezifischen Anlagen «verwertet», die andere Hälfte wird von spezialisierten Fachbetrieben verwertet, jedoch – aufgrund fehlender externer Kontrollen – mit tieferer Rückgewinnungsrate bei Schadstoffen.
- Für alle gesammelten Geräte gilt: Bei der ökonomischen Optimierung wird zur Hälfte Eisen/Stahl zurückgewonnen bei vollständiger Entweidung der Kältemittel, Treibmittel und Quecksilber. Sämtliche anderen Materialien werden entsorgt.

– Bei der anderen Hälfte werden alle Materialien zurückgewonnen wie unter SENS – 50% der Kältemittel, Treibmittel und Quecksilber entweichen in die Umwelt.

– Hinsichtlich PCB wurden folgende Annahmen getroffen, gestützt auf Messungen des PCB-Gehaltes von verschiedenen Fraktionen der Sortier- und Zerlegungsprozesse (Morf und Taverna, 2004):

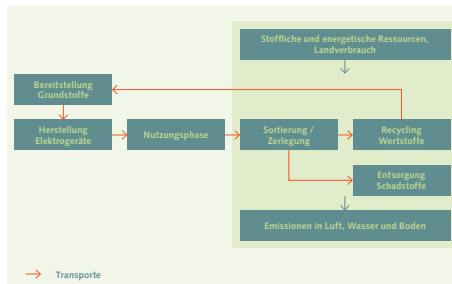
- 85% der PCB-Inputs befinden sich nach der Zerlegung im RESH³, welcher in einer KVA entsorgt wird. 15% befinden sich in Wertstoffen: Über kurz oder lang ist damit zu rechnen, dass dieser PCB-Anteil direkt in die Umwelt gelangt, sei dies bei der Aufbereitung zu Sekundärmaterialien oder während der Nutzungsphase. Vom PCB-Anteil, welcher in eine KVA gelangt, wurde aufgrund fehlender Daten angenommen, dass 90% vernichtet werden und 10% in die Umwelt gelangen.

- Insgesamt gelangen somit 24% des PCB-Inputs in die Umwelt.
- Hinsichtlich der BFS wurden folgende Annahmen getroffen, gestützt auf Morf u. a. (2002):

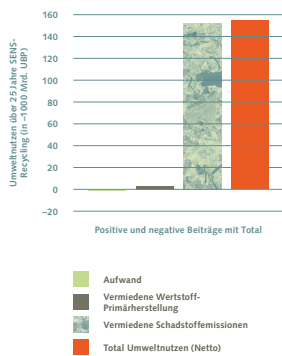
- Eine Hälfte der BFS-haltigen Kunststoffe wird aufgrund der angenommenen ökonomischen Optimierung nicht recycelt und landet direkt in der KVA, in der die BFS praktisch vollständig zerstört werden.

- Die andere Hälfte der BFS-haltigen Kunststoffe wird (im Ausland) recycelt. Dabei wird davon ausgegangen, dass diese Kunststoffe während ihrer Nutzungsphase BFS emittieren sowie durch Abrieb BFS in die Umwelt gelangen und irgendwann einmal je zur Hälfte in einer KVA oder einer Deponie landen, in der die BFS teilweise ins Wasser ausgewaschen werden.

- Somit gelangen 1,02% des Octa-BDPE, 0,94% des DecaBDPE sowie 1,50% des TBBPA zusätzlich in die Umwelt, im Vergleich zur Ist-Standsanalyse «SENS».

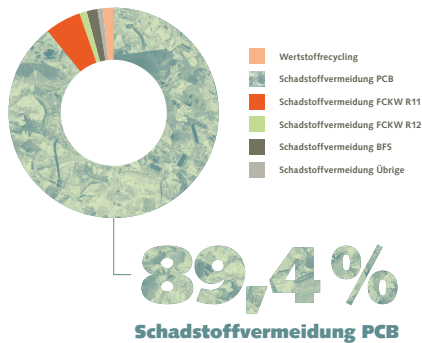


25 Jahre Elektrogeräterecycling



Der Umweltnutzen des SENS-Elektrogeräte-recyclings ergibt sich aus der Summe der positiven und negativen Beiträge

Anteil des Wertstoffrecyclings und der Schadstoffvermeidung am Umweltnutzen des SENS-Elektrogeräte-recyclings



Was haben 25 Jahre SENS der Umwelt gebracht?

Insgesamt beläuft sich der Umweltnutzen von 25 Jahren SENS-Elektrogeräte-recycling auf netto 155.000 Milliarden vermiedene UBP¹, wobei fast der ganze Nutzen (98,4%) durch die Verhinderung von Schadstoffemissionen generiert wird. Der Umweltnutzen der rezyklierten Wertstoffe und der ökologische Aufwand für das Recycling (Transporte, Energieverbrauch Recyclingbetriebe usw.) sind im Vergleich sehr klein. Die Höhe des gesamten Umweltnutzens von 155.000 Milliarden UBP entspricht etwa:

- dem Umweltschadungsdruck der gesamten Schweizer Bevölkerung (8 Millionen Einwohner) in 11 Monaten (was gleichbedeutend ist mit einer Senkung der jährlichen Umweltbelastung der Schweiz um durchschnittlich etwa 4%) oder
- dem Umweltnutzen, welcher durch die Verwendung von bleifreiem Benzin in der Schweiz über neun Jahre generiert wird.

Unter den verhinderten Schadstoffemissionen ist die korrekte Entsorgung von PCB-haltigen Kondensatoren der wichtigste Beitrag zum Umweltnutzen (89,4%), gefolgt von der korrekten Entsorgung von FCKW R11 (5,5%), BFS (1,7%) und FCKW R12 (1,0%).

Die neun Tonnen PCB, welche durch das SENS-System im Vergleich zum Szenario «ohne SENS» zusätzlich korrekt entsorgt und somit nicht in die Umwelt emittiert werden, dominieren das Resultat, weil PCB als wesentlich umweltschädlicher eingestuft wird als sämtliche anderen in Elektrogeräten vorkommenden Schadstoffe. Das PCB stammt hauptsächlich aus den Kondensatoren von Elektrokleingeräten (insbesondere den Vorschaltgeräten von Leuchten) und Elektrossgeräten.

Der Klimanutzen von 25 Jahren SENS-Elektrogeräte-recycling beträgt 7,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent. Der grosse Teil des Nutzens stammt dabei von der korrekten Entsorgung von FCKW R11 (66,7%) und FCKW R12 (26,4%). Diese Treibhausgase sind hauptsächlich in den verschiedenen Kühlgeräten wie Kühlschränken, Gefriertruhen und Klimageräten zu finden.

Über die betrachtete Zeitspanne wurden einerseits gut 650.000 Tonnen Wertstoffe verwertet, andererseits rund 3.900 Tonnen Schadstoffe kontrolliert entsorgt. Anteilsmässig die wichtigsten Wertstoffe sind Eisen (70,0%), Stahl (10,9%) und Kunststoffe (5,5%). Wesentlich weniger relevant sind die gesammelten Mengen an Kupfer (4,2%), Aluminium (2,6%), Zink (2,5%) und Glas (1,2%). Von den restlichen Wertstoffen fallen nur sehr geringe Mengen an (weniger als 0,1%). Anteilsmässig die wichtigsten Schadstoffe sind FCKW R11 (33,8%) und Öl (32,5%). Wesentlich tiefer liegen die gesammelten Mengen an bromierten Flammenschutzmitteln (14%), FCKW R12 (6,1%), Cyclopentan (6%) und R600a (5,2%). Von den restlichen Schadstoffen fallen nur geringe Mengen an (weniger als 2,1%).

Die Ökobilanzstudie hat gezeigt, dass die Stiftung SENS im Zusammenspiel mit ihren Partnern während 25 Jahren Einsatz einen sehr hohen Umweltnutzen generiert hat. Durch die umweltfreundliche Entsorgung von Elektrogeräten wurde die jährliche Umweltbelastung der Schweiz um durchschnittlich etwa 4% gesenkt, ein sehr beachtlicher Wert für eine einzelne Massnahme.

Was heisst das für die Zukunft?

Trotz der Tatsache, dass heute immer weniger PCB-haltige Kondensatoren in den Elektroalgeräten zu finden sind, hat dieser Schadstoff gemäss unseren Berechnungen immer noch das höchste Umweltschadenpotenzial. Insbesondere die Kondensatoren in den Vorschaltgeräten von Leuchten, aber auch solche in Haushaltsgrossgeräten müssen wei-

terhin mit grösster Sorgfalt entfernt und fachgerecht entsorgt werden. Für eine genauere Abschätzung des aktuellen Umweltnutzens wäre ein Update der Studie über PCB-Gehalte in Kondensatoren aus dem Jahr 2007 sehr hilfreich, wobei empfohlen wird, gleichzeitig auch PCB-Ersatzstoffe auf ihr Umweltbelastungspotenzial hin zu untersuchen.

Die Vermeidung von Emissionen von Schadstoffen wie FCKW, BFS und Quecksilber durch ihre kontrollierte fachgerechte Entsorgung wird anteilmässig immer wichtiger, weil diese Schadstoffe später als PCB verboten wurden und ihr Gehalt in den Geräten somit weit weniger schnell abnehmen wird.

Der Beitrag an den Umweltnutzen durch das Recycling von Wertstoffen wie Eisen, Kupfer, Aluminium usw. ist aufgrund der Dominanz der Schadstoffe noch sehr tief, steigt aber stetig an, insbesondere da immer weniger PCB in den Geräten vorhanden ist. Trotzdem ist das Recycling solcher Wertstoffe aus Umweltsicht sinnvoll, da der ökologische Nutzen (Ressourcenschonung usw.) für das Recycling meist viel grösser ist als der Aufwand für die Aufbereitung (Energieverbrauch usw.). Eine Potenzialabschätzung für das künftige Recycling von in Spuren vorhandenen Elektronikmetallen hat des Weiteren ergeben, dass der dadurch generierte Umweltnutzen marginal ist, sogar wenn angenommen wird, dass die Elektrometallgehalte in Leiterplatten von Elektrogeräten gleich hoch sind wie in Computerleiterplatten.

Literatur

Ecodom. (2008). RAE, IL CONTRIBUTO DEL RICICLO AGLI OBIETTIVI DI KYOTO – Bilancio energetico-ambientale del recupero di alcune tipologie di rifiuti elettrici ed elettronici. Abgerufen 24. September 2015, von www.ecodom.it

R. Frischmecht und S. Bläser Knöpfel (2013): Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der Ökologischen Knappheit – Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz (No. 1330) (S. 256). Bern: Bundesamt für Umwelt

L. Morf und R. Taverna (2004): Metallische und nichtmetallische Stoffe im Elektronikschrott – Stoffflussanalyse. Schriftenreihe Umwelt Nr. 374. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

L. Morf, R. Taverna, H. Daxbeck und R. Smutny (2002): Schriftenreihe Umwelt Nr. 338: Umweltgefährdende Stoffe – Ausgewählte polybromierte Flammenschutzmittel – Stoffflussanalyse. Bern

¹Zuerst als Stiftung Entsorgung Schweiz (S. EN.5).

²Abkürzung für Schweizerischer Wirtschaftsverband der Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik.

³Reststoffeschredder (brennbare Abfälle).

⁴In Grafiken als negative UBP dargestellt.