

Graue Energie von Bauprodukten aus Aluminium unter Berücksichtigung der wertkorrigierten Substitution

Wir forschen und prüfen für Sie

Dübendorf, 24. August 2004

Mischa Classen,
Hans-Jörg Althaus
Abteilung Technologie und Gesellschaft

Eine Studie im Auftrag des Schweizerischen
Aluminum-Verbandes

Status:

Projektbegleitung

Heinz Auer, SMU

Dr. Kurt Buxmann, Alcan Technology & Mgmt. AG

Felix Hofmann, Alcan Technology & Mgmt. AG

Josef Luthiger, EAA

Marcel Menet, Aluminium-Verband Schweiz

Daniel Mühlebach, Alcan Allega AG

Philipp Müller, Hydro Buildings Systems GmbH

Gerald Rebizer, Alcan Technology & Mgmt. AG

Christoph Solenthaler, Solenthaler Recycling

Critical Review nach ISO/EN 14040

Johannes Kreissig, PE Europe

Projektverfasser

Mischa Classen

EMPA Dübendorf, Abteilung Technologie und Gesellschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
2	Critical Review nach ISO 14040	3
3	Auftrag und Zielsetzung	5
4	Graue Energie	6
	4.1 Ökoinventare als Basis für „Graue Energie“	6
	4.2 Primärenergie als Bewertungsindikator	7
	4.3 Resümee	8
5	Recycling in der Lebenszyklusbetrachtung	10
	5.1 Lebenszyklus von Aluminium-Bauteilen	10
	5.2 <i>cut-off</i> Ansatz	11
	5.3 Wertkorrigierte Substitution	12
	5.4 Beurteilung für Verwendung in Alu-Recycling	13
6	Berechnung von Primärenergieaufwand mittels Wertkorrigierter Substitution	14
	6.1 Systembeschreibung	14
	6.1.1 Systemgrenzen und Berechnungsbasis	15
	6.1.2 Werte für den kumulierten Primärenergiebedarf CED	18
	6.1.3 Datenbasis und betrachtete Bauteile	19
	6.2 Material-Ausbeuten und Wertkorrektur	21
	6.2.1 Sammel-Ausbeute	21
	6.2.2 Aufbereitungs-Ausbeute	22
	6.2.3 Umschmelz-Ausbeute	23
	6.2.4 Korrekturfaktor für Wertverlust	24
	6.3 Einfluss des Marktpreises von Aluminium	24
7	Resultate	26
8	Diskussion der Resultate	34
	8.1 Vergleichbarkeit der Indikatoren CED und Graue Energie	34
	8.2 Einfluss der Marktpreis-Szenarien auf die Ergebnisse.	36
	8.3 Beurteilung der Ergebnisse.	37
9	Literaturverzeichnis	39
10	Anhang A: Berechnungsgrundlagen	41
11	Anhang B: Reviewbericht	51

1 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wird die „Graue Energie“ von Aluminium-Bauteilen aus EcoDevis mit einer Methode bewertet, die das Recycling-Potential bauteilspezifisch abbildet. Die Ergebnisse der Studie werden mit den bisherigen von EcoDevis publizierten Werten verglichen. Das in EcoDevis angewendete Beurteilungsraster hat zur Folge, dass die Bewertung für Materialien wie Aluminium im Vergleich zu anderen Materialien schlecht ausfällt, weil einerseits ein grosser Energieeinsatz bei der Herstellung von Hüttenaluminium benötigt wird, andererseits die in der Baubranche besonders grosse Recycling-Quote in der bisherigen Bewertung als solche nicht berücksichtigt wird. Der in EcoDevis verwendete *cut-off* Ansatz stellt den Rezyklat-Anteil mit einem durchschnittlichen Europäischen Mix dar. Da der Fokus auf der Beurteilung einzelner Bauteile liegt (*consequential LCA*), wird in dieser Studie die Methode der wertkorrigierten Substitution von Werner (2003) verwendet, da diese das Recycling-Potential individueller Bauteile abbilden kann und somit im Gegensatz zum *cut-off* Ansatz sensitiv für eine nachhaltige Verwendung des Materials ist.

Eine methodische Analyse zeigt, dass die in Kasser und EcoDevis gewählte *cradle-to-gate* Betrachtung in Produktökobilanzen nicht dazu geeignet ist, um Produkte miteinander zu vergleichen, die so unterschiedlichen Lebenszyklen haben wie Baustoffe. Der Vergleich anhand unvollständiger Lebenszyklen wie er in EcoDevis gemacht wird ist nach ISO nicht statthaft, ebenso das Zusammenfassen von „Graue Energie“ Werte und „Lösemittlemissions-Äquivalenten“ zu aggregierter „Grauen Energie“. Die in der vorliegenden Studie verwendete Methode der wertkorrigierten Substitution kann das Bauteil-Recycling korrekt abbilden.

„Graue Energie“ ist keine ISO-konforme Beurteilungsgrösse und scheint als Umweltindikator im Baubereich ungeeignet, da die sehr unterschiedlichen Baustoffe entsprechend ungleich bewertet werden. Dies liegt einerseits am einseitigen Fokus des Indikators auf fossile und nukleare Primärenergie, sowie Wasserkraft und andererseits auf der methodischen Blindheit des Indikators für wichtige Schadensklassen wie Toxizität, Ozonabbau und Treibhauseffekt. In der Studie werden anstelle der „Grauen Energie“ die CED-Klassen nach Frischknecht et al. (2003) verwendet. Die Addition von 3 der 5 Klassen führt zu einem der „Grauen Energie“ vergleichbaren Indikator.

Der Einsatz von Recycling-Aluminium entspricht bei der verwendeten Methode dem tatsächlichen Recycling-Potential der einzelnen Bauteile. Dieses setzt sich aus der technischen Recyclingquote (Sammel-, Aufbereitungs- und Umschmelz-Ausbeute), sowie dem Mass an Downcycling (Einschränkung der Funktionalität) zusammen. Die Ermittlung des Recycling-Potentials gründet auf Schätzungen der einzelnen Faktoren, die sich auf Literatur und Experten stützen. Die Grösse des Recycling-Potentials wird durch die Sammelausbeute dominiert, die gleichzeitig auch am schwierigsten zu bestimmen ist. Die ermittelten Recyclingquoten decken sich mit den in der Praxis gefundenen.

Insgesamt wurden in der Studie deutlich geringere „Graue Energie“ Werte ermittelt als ursprünglich in EcoDevis publiziert. Die Reduktion deckt sich mit dem Recycling-Potential, das insbesondere gross ist bei Bauteilen mit grossem Alu-Gewicht, mengenmässig grossem Einsatz und hoher Legierungsqualität. Solche Bauteile sind im Bau mengenmässig relevant und weisen ein Recycling-Potential von 80% auf, was sich bezüglich „Grauer Energie“ in einer Reduktion von 50% gegenüber den in EcoDevis publizierten Werten niederschlägt.

In einem *worst-case* Szenario mit einem Preiszerfall von Recycling-Aluminium gegenüber von Hüttenaluminium, wird das Recycling-Potential auf bis zu 40% reduziert. Dies gilt nicht für Bauteile, die sauber, sortenrein und in grossen Mengen als Knetlegierungen gesammelt werden können. Das Recycling-Potential ist auch in diesem *worst-case* Szenario grösser, als das in EcoDevis eingesetzte.

Der direkte Vergleich mit anderen als in dieser Studie betrachteten Bauteilen (z.B. Stahlbleche) kann aber nicht ohne weiteres gemacht werden, da diese auf unterschiedlichen Betrachtungsrahmen basieren. Da das in EcoDevis verwendete Kennzeichnungskriterium für „Graue Energie“ sehr situativ motiviert ist, ist dieses auch nur für den ursprünglichen in EcoDevis gewählten Betrachtungsrahmen gültig. Die in dieser Studie ermittelten Werte können deshalb nur mit Einschränkungen auf die ursprünglichen Kennzeichnungskriterien bezogen werden. Um eine durchgängige Vergleichbarkeit zu erreichen, muss ein harmonisierter Betrachtungsrahmen geschaffen werden, in dem eine Gleichbehandlung der Baumaterialien gewährleistet wird und bezüglich der Schliessung von Wertstoff-Kreisläufen zielführende Entscheide bei der Baustoff-Wahl zulässt.