

Integration von Lärmwirkungen in umweltliche Lebenszyklusanalysen

Bastian Wittstock¹, Stefan Albrecht¹, Matthias Fischer¹, Julia Pflieger¹

¹ Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik, Abt. Ganzheitliche Bilanzierung,
70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland, Email: bastian.wittstock@lbp.uni-stuttgart.de

Einleitung

Die Umwelt als Lebensgrundlage und Basis unserer Gesellschaft und Wirtschaft wird durch vielfältige Effekte beeinflusst und verändert. Mit der Methode der Lebenszyklusanalyse bzw. Ökobilanz werden Umwelteffekte eines Produktes, eines Prozesses oder einer Dienstleistung quantitativ über den gesamten Lebensweg dargestellt.

Lärm stellt einen bedeutenden Umwelteffekt dar, der in Lebenszyklusanalysen bis heute nur in wenigen Einzelfällen berücksichtigt wird.

Dieser Beitrag beschreibt die generelle Methodik, mit der Wirkungskategorien in umweltlichen Lebenszyklusanalysen berücksichtigt werden, stellt die darauf aufbauende Charakterisierung und grundsätzliche Unterschiede zur möglichen Berücksichtigung von Lärmwirkungen dar. Damit legt der Beitrag eine Grundlage für die Weiterentwicklung der methodischen Berücksichtigung von Lärmwirkungen in umweltlichen Lebenszyklusanalysen. Weiterhin wird ein Ansatz zur Integration von Gesundheitsschädigungen durch Straßenverkehrslärm dargestellt.

Umweltliche Lebenszyklusanalysen

Umweltliche Lebenszyklusanalysen (Life Cycle Assessment – LCA) stellen eine Methode zur Quantifizierung der Umweltwirkungen eines Produktes, eines Prozesses oder einer Dienstleistung über den gesamten Lebensweg dar. Die LCA ist ein auf breiter Basis eingesetztes Tool zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Produkten. LCAs, die in den Normen DIN EN ISO 14040 [1] und 14044 [2] beschrieben sind, betrachten den gesamten Lebensweg z.B. eines Produktes. Der Produktlebensweg beinhaltet den Rohstoffabbau und die Herstellung von Vorprodukten, die Herstellung des eigentlichen Produkts, die Nutzungsphase und das Lebensende des Produkts (siehe Abbildung 1).

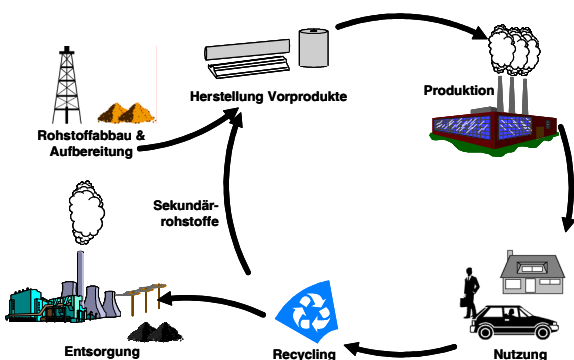


Abbildung 1: Allgemeine Darstellung des Lebenszyklus eines Produkts als Grundlage der umweltlichen Lebenszyklusanalyse

Für jeden einzelnen Prozessschritt im Lebenszyklus des Produkts werden die eingesetzten Ressourcen und die freigesetzten festen, flüssigen und gasförmigen Emissionen in der Sachbilanz ermittelt. Die Sachbilanz aggregiert die Emissionen über den gesamten Produktlebenszyklus und stellt mit dem so erstellten Lebenszyklusinventar die Grundlage für die Abschätzung der Umweltwirkungen in verschiedenen Umweltproblembereichen bereit (siehe Abbildung 2).

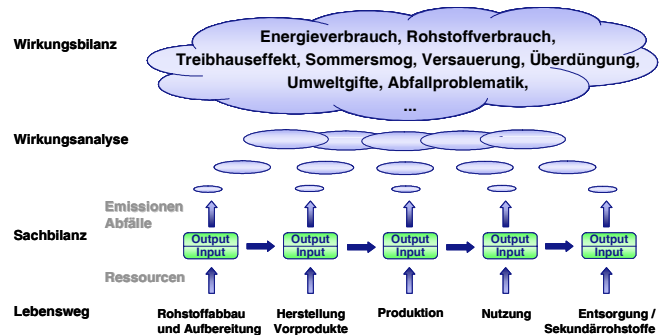


Abbildung 2: Schematische Gliederung einer Lebenszyklusanalyse in Sachbilanz, Wirkungsanalyse und Wirkungsbilanz auf Grundlage des betrachteten Lebenswegs.

Die Wirkungsabschätzung nutzt ein auf physikalischen und chemischen Prozessen basierendes Charakterisierungsmodell (z.B. CML 2001 [3]), um mit Hilfe von spezifischen Charakterisierungsfaktoren die Beiträge einzelner Emissionen zu Umweltwirkungen auszudrücken. So gibt CML 2001 z.B. für Kohlendioxid einen Charakterisierungsfaktor von 1 [kg CO₂-Äquivalent] für den Beitrag zum Treibhauspotenzial (GWP₁₀₀) vor, während Methan einen GWP₁₀₀-Charakterisierungsfaktor von 23 [kg CO₂-Äquiv.] zugewiesen bekommt.

Die Umweltwirkungen des Produktlebenszyklus können mit Hilfe der Wirkungskategorie-Indikatoren (Äquivalenz-Kilogramm, z.B. kg CO₂-Äquiv. für GWP₁₀₀) für jede Wirkungskategorie auf Midpoint-Ebene quantitativ beschrieben werden.

Ein weiterer, optionaler Schritt ist die Gewichtung der Wirkungskategorien und anschließende Zusammenfassung zu Endpoint-Indikatoren (z.B. Menschliche Gesundheit oder Schädigung der natürlichen Umwelt [4]). Dieser Schritt beinhaltet allerdings die Bewertung der einzelnen Wirkungskategorien und stellt damit ein Vorgehen dar, das im wissenschaftlichen Bereich kontrovers diskutiert wird, da an dieser Stelle politische, soziale und ethische Überlegungen berücksichtigt werden [5].

Lärm als Umweltwirkung

Die Berücksichtigung von Lärm als Umweltwirkung in LCAs beinhaltet einige methodische Herausforderungen.

Diese treten insbesondere bei der Festlegung von allgemeingültigen Ansätzen und Indikatoren für die quantitative Beurteilung von Lärmwirkungen und Faktoren für die generelle Charakterisierung von Lärm auf. Dabei kann festgehalten werden, dass neben der Lärmwirkung auf die menschliche Gesundheit – was häufig das erste Schutzgut in der Beurteilung von Lärm darstellt – auch störende, jedoch nicht unmittelbar gesundheitsschädigende Wirkungen auf den Menschen, ebenso wie schädigende Wirkungen auf Ökosysteme für die allgemeine Diskussion relevante Beurteilungsbereiche darstellen können.

Bei der Aufstellung des Lebenszyklusinventars im Rahmen der Sachbilanz der LCA stellt die Abhängigkeit der Lärmemission von Ort und Zeit, sowie der nichtlineare Zusammenhang zwischen Zunahme der Lärmquelle (z.B. Straßenverkehr) und Erhöhung des Schallpegels besondere Anforderungen an festzulegende Indikatoren. Im Rahmen der Wirkungsabschätzung verlangt eine nicht nur in Einzelfällen gültige Charakterisierung der Lärmausbreitung sowie der Lärmexposition und der daraus resultierenden Wirkung nach der Berücksichtigung verschiedener lärmspezifischer Parameter. Für die Beurteilung der Lärmwirkung auf verschiedene Schutzgüter (Mensch, Natur) sind Indikatoren zur Charakterisierung der Schallemission in Bezug auf ihre Wirkung zu entwickeln. Abbildung 3 stellt die für andere Wirkungskategorien 'übliche' Kette von der Sachbilanz zur Wirkungsabschätzung dar und zeigt Diskussionsthemen für die Umsetzung von Lärm als Wirkungskategorie auf.

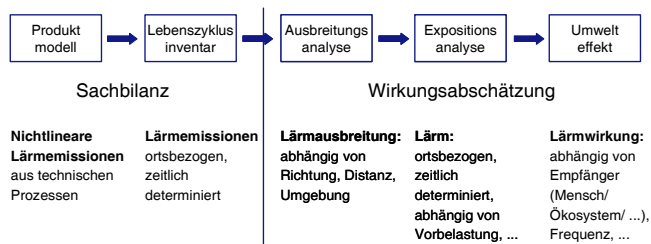


Abbildung 3: Zusammenhang von Sachbilanz und Wirkungsabschätzung mit den einzelnen Schritten und Diskussionsthemen für die Berücksichtigung von Lärm als Wirkungskategorie.

Bestehende Ansätze zur Integration von Lärmwirkungen in Lebenszyklusanalysen [6], [7] schlagen Methoden zur Quantifizierung der Wirkungen von Straßenverkehrslärm, vor. Dabei wird ein räumlicher Bezug von Schallquelle und Lärmwirkung hergestellt. Im Folgenden wird ein Ansatz zur Integration von Gesundheitsschäden durch Straßenverkehrslärm in LCAs dargestellt.

Berücksichtigung von Straßenverkehrslärm in Lebenszyklusanalysen – ein Ansatz

In [7] wird von Müller-Wenk ein Ansatz zur Quantifizierung von Schäden durch Straßenverkehrslärm und die Integration in LCAs beschrieben. Für die Ermittlung der Sachbilanz wird ein Verfahren zur Berechnung der Schallpegelerhöhung durch zusätzlich gefahrene Transportkilometer vorgeschlagen. Hierzu werden die zusätzliche Transportleistung und die entsprechende Erhöhung des Schallpegels über das ge-

samte Straßennetz der Schweiz gemittelt. Diese gemittelte Schallpegelerhöhung wird mit statistischen Angaben über durch Straßenverkehrslärm belastete Personen in Bezug gesetzt. Im Rahmen der Expositionsanalyse wird aus dieser Beziehung eine Dosis-Wirkungs-Beziehung in Form von zusätzlichen ‚erheblichen Störungen‘ je dB Schallpegelerhöhung in Prozent ermittelt. Diese Ermittlung der ‚erheblichen Störungen‘ unterteilt sich in Kommunikationsstörungen (tags) und Schlafstörungen (nachts) und weist unterschiedliche Werte aus (Kommunikationsstörung: 2,5% pro dB, Schlafstörung: 1,7% pro dB).

Die Schaden-Analyse nutzt schließlich „Disability Weights“ (Schadensgewichtungen), um die zuvor beschriebenen Störungen zu bewerten und daraus Schäden für die menschliche Gesundheit zu berechnen. Diese Schäden werden als „verlorene Lebensjahre“ (Disability Adjusted Life Years – DALY) je Transport-Kilometer in Höhe von $1,3 \text{ bis } 26 \cdot 10^{-6} \text{ DALY/dB}$ Pegelerhöhung angegeben.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Bewertung der Störungen durch Wahl der Disability Weights einen – wie oben beschriebenen – grundsätzlich subjektiven Schritt darstellt.

Zusammenfassung und Ausblick

Lärm ist als Umweltwirkung von großer Bedeutung und sollte in umweltliche Lebenszyklusanalysen integriert werden. Der dargestellte Ansatz zur Integration von Gesundheitsschädigungen durch Straßenverkehrslärm stellt einen ersten Schritt auf dem Weg zu einer generellen Integration von Lärmwirkungen dar. Dazu werden repräsentative Indikatoren für Lärm und allgemeingültige Ansätze zur Charakterisierung von Lärmwirkungen benötigt. Die Zusammenarbeit zwischen Akustik-Fachleuten und solchen aus dem Bereich der Lebenszyklusanalyse bietet die ideale Voraussetzung, um hier neue Wege zu beschreiten.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 14040:2006. *Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen*.
- [2] DIN EN ISO 14044:2006. *Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen*.
- [3] CML (2001): *CML's impact assessment methods and characterisation factors*. Leiden University, Institute of Environmental Science (CML). Online: URL: <http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/databases/cmlia/>
- [4] Jolliet, O. et al. (2003): *Final report of the LCIA Definition study. Life Cycle Impact Assessment Programme of the Life Cycle Initiative*. Lausanne, Schweiz.
- [5] Pennington, D.W. et al (2004): *Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice*. In: Environmental International 30 (2004), Nr. 5, 721–739
- [6] Althaus, H.-J.; de Haan, P. (08.05.2006): *Modelling of Transport Noise in LCA*. Beitrag während: SETAC Europe 16th Annual Meeting. Den Haag, Niederlande.
- [7] Müller-Wenk, R. (2004): *A Method to Include in LCA Road Traffic Noise and its Health Effects*. The International Journal of Life Cycle Assessment, Jg. 9, Nr. 2, S. 76–85. Online: doi:10.1065/lca2003.12.143.