Referenzmethodik für Schweizer Asphaltbeläge

Life Cycle Assessment (LCA)

Einleitung

Die Umweltwirkungen von Strasseninfrastrukturen, insbesondere von Asphaltbelägen, gewinnen im Kontext nachhaltiger Bauweisen an Bedeutung. In Zusammenarbeit mit der Plattform Kies für Generationen und der Berner Fachhochschule wurde ein standardisiertes Verfahren zur Ökobilanzierung von Schweizer Asphaltbelägen entwickelt. Grundlage dafür bildet eine umfassende Literaturanalyse mit dem Ziel, den geeignetsten methodischen Ansatz zu identifizieren und diesen durch gezielte Übernahme relevanter Annahmen und Elemente aus anderen Ansätzen zu vervollständigen. Die daraus abgeleitete Methodik orientiert sich zudem an ISO 14040, ISO 14044 und der europäischen Norm EN 15804+A2 und berücksichtigt insbesondere den Einfluss von Recyclingmaterialien wie Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), um ressourcenschonende Baupraktiken zu fördern.

Methodik

Die Literaturanalyse umfasste acht Ökobilanzen von Strassenbelägen. Der Schwerpunkt liegt hauptsächlich auf den Phasen der Herstellung, des Baus, des Ersatzes und der Entsorgung. Im Anschluss an diese Analyse wurde der Inhalt von einem Projektpartner aus Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik überprüft sowie mit weiteren Projektpartnern diskutiert und abgestimmt. Die aus der Literaturanalyse entwickelte Methodik erfasst die in Abbildung 1 dargestellten Lebenszyklusphasen eines Asphaltbelags und integriert gezielt Recyclingprozesse, um eine umfassende Betrachtung sicherzustellen. Durch die Allokation von Rezyklaten wird deren Einfluss auf die Umweltbilanz abgebildet und eine fundierte Grundlage für nachhaltige Strassenbaupraktiken geschaffen.

Normen und Systemgrenze

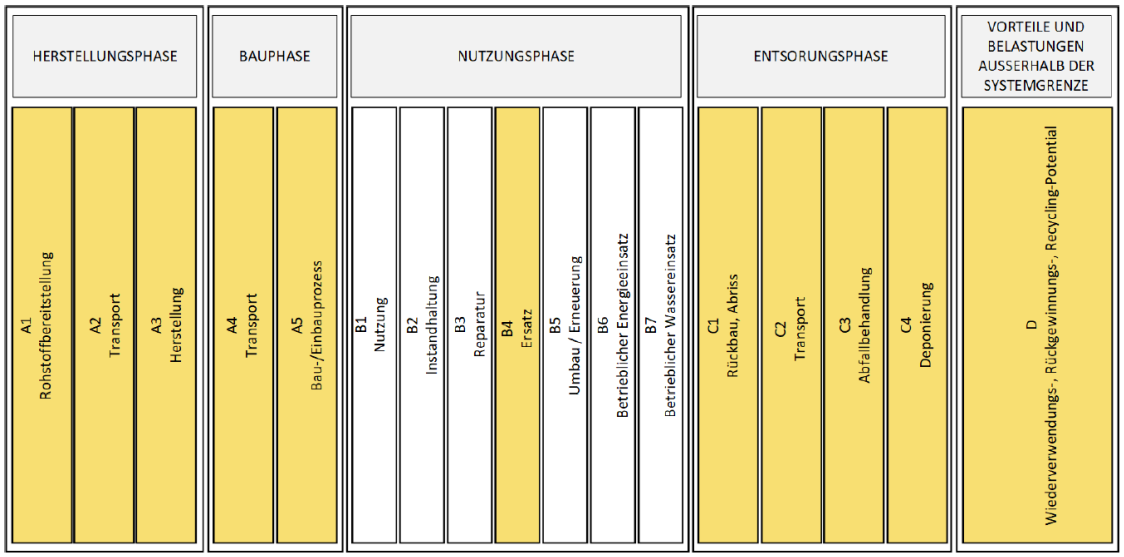
Die Grundlage der Ökobilanzierung bilden die internationalen Normen ISO 14040 und ISO 14044, welche das generelle Vorgehen zur Erstellung von Ökobilanzen in vier Phasen definieren: Ziel- und Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Auswertung. EN 15804+A2 fokussiert sich auf Umweltproduktdeklarationen (EPD) für Bauprodukte und gliedert die Ökobilanz in Lebenszyklusphasen, von der Herstellung bis zur Entsorgung, die wiederum aus Modulen bestehen. Zudem schafft Modul D Transparenz über Umweltvorteile oder Belastungen durch rezyklierbare oder wiederverwendbare Materialien. Die für die Strassenbeläge relevanten Phasen des Lebenszyklus nach EN 15804+A2 sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Systemgrenze umfasst wie abgebildet „von der Wiege bis zum Werkstor (A1-A3) mit Optionen, den Modulen C1-C4 und Modul D", inklusive der Herstellung (A1-A3), Bau (A4-A5), Ersatz in der Nutzungsphase (B4), Entsorgung (C1-C4) und Umweltvorteile durch das Recycling (Modul D).

Software-Lösungen und Datenbanken

Für die LCA können gängige Programme wie SimaPro, GaBi oder openLCA genutzt werden. Zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit wurde eine einheitliche Datenbasis festgelegt. Die Berechnung erfolgt mit der UVEK 2018-Datenbank, basierend auf ecoinvent 2.2 (auch als BAFU-Ökobilanzdatenbestand bezeichnet).

Funktionale Einheit

Als funktionale Einheit dient 1 m² einer Schweizer Kantonsstrasse, um eine vergleichbare Bewertung der Umweltwirkungen zu ermöglichen. Aus der Literaturanalyse geht die Referenznutzungsdauer hervor. Diese beträgt 60 Jahre und dient als Basis für den ermittelten Ersatzbedarf.



Allokation

Bei der Allokation ist besonders das RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) relevant. Es wurde eine ökonomische Allokation angewendet, bei der 81 % der Recyclingprozesse als Abfallbehandlung innerhalb der Systemgrenze (C3) und 19 % als Umweltvorteil durch Recycling ausserhalb der Systemgrenze (Modul D) bilanziert wurden. Die ökonomische Verteilung basiert auf Angaben Schweizer Baustoffunternehmen, die Preislisten veröffentlichen, aus denen hervorgeht, dass Recyclingwerke deutlich höhere Erlöse für die Abfallbeseitigung als für das hergestellte RAP erzielen. Diese Aufteilung ermöglicht eine sachgerechte Erfassung der Reduktion von Primärrohstoffverbrauch und Treibhausgasemissionen sowie die Berücksichtigung der positiven Umweltauswirkungen von RAP in der Ökobilanz und spiegelt den Recyclingprozess wider, zumal ein Grossteil des RAP im Closed-Loop rezykliert wird [2].

Schichtbezogene Umweltanalyse

In Absprache mit den Projektpartnern wurde festgelegt, die Umweltauswirkungen gezielt auf die drei Hauptschichten des Strassenaufbaus - Deckschicht, Binderschicht und Tragschicht - zuzuweisen. Diese gruppierte Betrachtung ermöglicht eine differenzierte Analyse im Rahmen der Lebenszyklusanalyse, wodurch die spezifischen Umwelteinflüsse jeder Schicht genauer erfasst und bewertet werden können. Tabelle 1 zeigt zentrale Parameter für 1 m² einer beispielhaften Kantonsstrasse. Aus der Schichtstärke und der Volumendichte ergibt sich die Flächendichte, welche die Grundlage für die Materialinputs in der Sachbilanz pro funktionaler Einheit für die Herstellung der verschiedenen Schichten bildet. Der RAP-Anteil beträgt 50% in der Binderschicht und 60% in der Tragschicht, während die Deckschicht keinen RAP enthält. Über die Referenznutzungsdauer hinweg muss die Deckschicht fünfmal, die Binderschicht zweimal und die Tragschicht nicht ersetzt werden – auch diese Annahmen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die zugrunde liegenden Werte basieren auf Erfahrungswerten und Daten, die im Rahmen des Projekts von verschiedenen Schweizer Kantonen bereitgestellt wurden. Die Auswahl der Umweltindikatoren basiert auf den Empfehlungen der KBOB und umfasst folgende Umweltindikatoren: Treibhausgasemissionen (IPCC 2021, GWP-100), Ökologische Knappheit (Total UBP'21) und den Primärenergieverbrauch, der nach ecoinvent 3.10, Cumulative Energy Demand berechnet wird.

Tabelle 1: Projektspezifische Parameter

	Schicht-Stärke (mm)	Flächendichte (kg/m²)	RAP-Anteil (%)	Ersatz über Referenz-nutzungsdauer (Anzahl)
Deckschicht (SDA 4-16)	30	73.6	0	5
Binderschicht (AC B 16 S/H + RAP)	50	124.2	50	2
Tragschicht (AC T 22 S/H + RAP)	70	175.7	60	0

Ergebnisse

Die Ergebnisse resultieren aus der Anwendung der Methode auf eine Kantonstrasse. Wie in Abbildung 2 gezeigt, verursacht die Deckschicht aufgrund ihrer kurzen Lebensdauer und häufigen Ersatzzyklen hohe Treibhausgasemissionen. Denselben Effekt sieht man auch bei der Binderschicht nur abgeschwächt, da die Ersatzzyklen geringer sind. Die In der Binder- und Tragschicht sind diese Emissionen geringer als in der Deckschicht, da RAP-Bitumen das primäre Bitumen ersetzt und durch deutlich geringere Emissionen bei der Aufbereitung verursacht (siehe Abbildung 3). Andere Rohstoffe tragen nur in geringem Masse zu den Treibhausgasemissionen bei und zeigen über alle Schichten hinweg ähnliche Umweltwirkungen. Die Senkung der Umweltwirkungen könnte durch folgende Massnahmen erzielt werden: höhere RAP-Anteile, reduzierter Bitumenverbrauch, der Einsatz alternativer Bindemittel sowie elektrisch betriebene Baumaschinen.

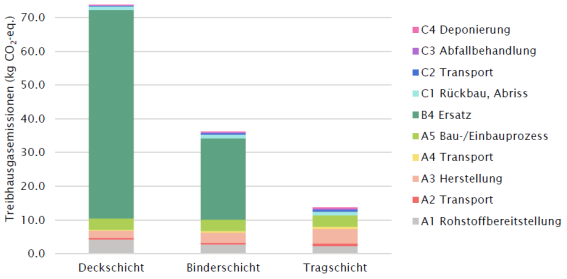


Abbildung 2: Treibhausgasemissionen von 1 m² Deck-, Binder- und Tragschicht in den untersuchten Modulen.

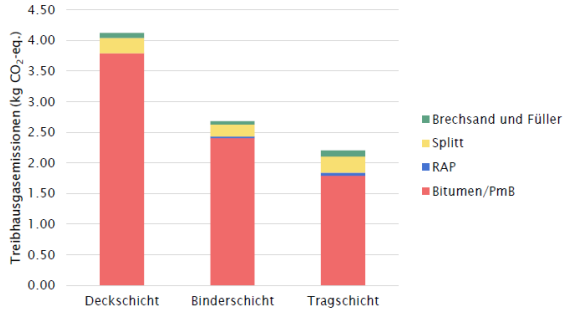


Abbildung 3: Treibhausgasemissionen von 1 m² Deck-, Binder- und Tragschicht nach eingesetzten Materialien.

Fazit

Die entwickelte Methodik ermöglicht eine einheitliche und standardisierte Ökobilanzierung von Asphaltbelägen über den gesamten Lebenszyklus. Sie integriert eine systematische Allokation von Rezyklaten, berücksichtigt die relevanten Lebenszyklusphasen und basiert auf anerkannten Normen. Die Methodik bietet eine belastbare Grundlage für zukünftige Ökobilanzen und kann flexibel an neue Normen und Datensätze angepasst werden.

Referenzen

[1] EN 15804:2012+A2:2019, „Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte", Europäische Norm, 2019.

[2] M. Gauch, et al., „Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz", EMPA, Projekt MatCH, 2016.

Treibhausgasemissionen der Rohstoffbereitstellung (A1) werden überwiegend durch Bitumen und polymermodifiziertes Bitumen (PmB) verursacht.