

Nachhaltigkeitsbilanzierung im Straßenbau

Nina Sam¹, Jakob Quirgst², Alfred Weninger-Vycudil³, Markus Vill⁴

¹ Hochschule Campus Wien, nina.sam@hcw.ac.at

² Hochschule Campus Wien, jakob.quirgst@hcw.ac.at

³ Hochschule Campus Wien, alfred.weninger-vycudil@hcw.ac.at

⁴ Hochschule Campus Wien, markus.vill@hcw.ac.at

Abstract. Verkehr existiert, seitdem Menschen das Bedürfnis haben, sich fortzubewegen und größere Distanzen zu überwinden. Aus diesem Grund entwickelte sich der Straßenbau zu einem wesentlichen Bestandteil des Infrastrukturbaus. Das heutige Straßennetz steht vor großen Herausforderungen wie Extremwetterereignissen, zunehmenden Verkehrsbelastungen und der Notwendigkeit, die steigenden Anforderungen an die Nachhaltigkeit zu erfüllen. Dazu zählen nicht nur die verwendeten Ressourcen und die Bauweisen im Bereich Neubau bzw. Erneuerungen, sondern auch die Wirkungen auf die Nutzer:innen im Gebrauch sowie die bauliche und betriebliche Erhaltung.

Um die genannten Bereiche auch in Zahlen abbilden zu können, wird im Zuge des D-A-CH VIF 2022 Forschungsprojekts SABINA (Straßenbauweisen – Bilanzierung der Nachhaltigkeit) ein Tool für ganzheitliche Nachhaltigkeitsbilanzierungen für Straßenbefestigungen im Hochleistungsstraßennetz entwickelt. Durch einen holistischen Bewertungsrahmen werden ökologische, technische, ökonomische sowie sozial relevante Gesichtspunkte von Straßenkonstruktionen (Oberbau und Unterbau, alle Bauweisen) während des gesamten Lebenszyklus betrachtet. Zur Sicherstellung der Qualitäts- und Dauerhaftigkeitsanforderungen werden die Vorgaben der nationalen technischen Regelwerke eingehalten.

Die Methodik umfasst die Durchführung von Ökobilanzierungen unter Einbeziehung relevanter Umweltindikatoren wie des Global Warming Potentials (GWP) und des kumulierten Energieaufwands (KEA). Umweltwirkungen, die durch GWP oder KEA innerhalb der Ökobilanz nicht vollständig erfasst werden können, werden beispielsweise mithilfe der Methode der Umweltbelastungspunkte (UBP) basierend auf

Ökofaktoren (Schweiz) berücksichtigt. Die ganzheitliche Betrachtung aller Dimensionen der Nachhaltigkeit eröffnet das Potenzial, innovative Lösungen zu entwickeln, die sowohl den technischen Qualitätsstandards entsprechen als auch minimale negative Auswirkungen auf die Umwelt, die Nutzer:innen und die Anrainer:innen aufweisen. Die Nachhaltigkeit von baulichen Anlagen der Straßenverkehrsinfrastruktur erstreckt sich über einen langfristigen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten, weshalb die Auswirkungen durch umfassende Lebenszyklusbewertungen systematisch erfasst und abgebildet werden sollten.

Keywords: Nachhaltigkeit, Ökobilanzierung, Straßenbau, Verkehrsinfrastruktur

Einleitung

Straßenbauten als zentraler Bestandteil der Infrastruktur stehen heutzutage vor komplexen Herausforderungen: Neben steigenden Verkehrsbelastungen und Extremwetterereignissen rücken Anforderungen an die ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit bei Planung und Ausführung zunehmend in den Fokus. Dabei sind nicht nur die Wahl der Ressourcen und die Bauweise relevant, sondern auch Nutzungseinflüsse sowie Erhaltungsmaßnahmen spielen eine wesentliche Rolle – Aspekte, die bislang in Entscheidungsprozessen oft nur unzureichend berücksichtigt werden. Eine holistische Bewertung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Wirkungen im Rahmen von standardisierten Prozessen ist sowohl für Entscheidungen im Bereich Neubau/Erneuerung als auch für Erhaltungsmaßnahmen im notwendigen Umfang nicht vorhanden.

Um diesen neuen Anforderungen künftig gerecht zu werden und sie in Entscheidungen miteinzubeziehen, ist die Entwicklung neuer Bewertungsrahmen erforderlich. Dafür braucht es eine Definition der untersuchten Nachhaltigkeit, die in diesem Forschungsprojekt auf einem ganzheitlichen Lebenszyklusansatz beruht. Es werden sämtliche Wirkungen aus Errichtung, Nutzung, Erhaltung und Rückbau bzw. Abbruch auf die unterschiedlichen Stakeholder:innen bewertet und mit möglichen Varianten verglichen, um die „ganzheitlich optimale“ Lösung darzustellen. Vor allem der holistische Ansatz und die Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus bieten die Möglichkeit, innovative Lösungen zu finden, die alle technischen Kriterien erfüllen und zugleich die soziale Säule der Nachhaltigkeit berücksichtigen und somit die geringsten negativen Auswirkungen auf Umwelt und Nutzer:innen aufweisen.

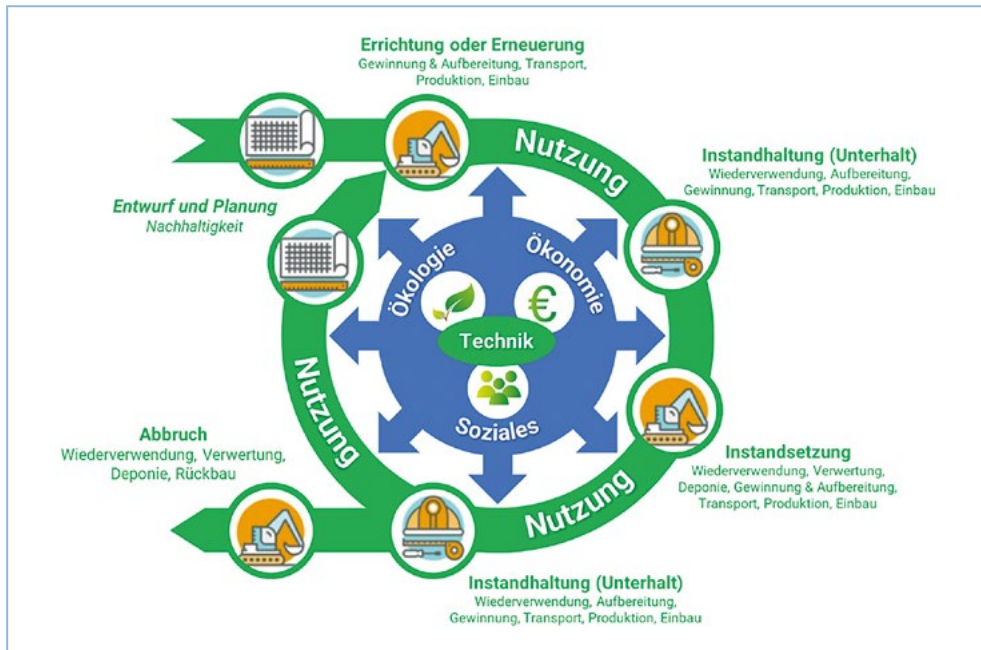


Abbildung 1: Nachhaltigkeitsverständnis im Lebenszyklus der Straßenverkehrsinfrastruktur (Quelle: Grafik Weninger-Vycudil)

Die Projektschwerpunkte des Forschungsprojekts SABINA (Straßenbauweisen – Bilanzierung der Nachhaltigkeit) werden unter Berücksichtigung der Ziele, der Vorgaben der D-A-CH-Ausschreibung und basierend auf einer bereits durchgeführten Untersuchung der relevanten Literatur und darin referenzierter Werkzeuge wie folgt festgelegt:

- ▶ Identifizierung von Einsparungspotenzialen von Treibhausgasen durch eine ganzheitliche Lebenszyklusbetrachtung von Straßenbefestigungen (Ober- und Unterbau);
- ▶ Aufbau einer Datengrundlage (unter Heranziehung von nationalen Grundlagen, z. B. Ökobaudat, Baubook, KBOB) und Entwicklung eines Berechnungsalgorithmus für die Bewertung und Beurteilung der Nachhaltigkeit von Standardstraßenbefestigungen und Alternativen in den Bereichen Bauweise, Material (Rohstoffe, Rezepturen, Herstellung) und Recyclingpotenzial;
- ▶ Erarbeitung einer Lösung für die Einführung einer standardisierten Vorgehensweise der lebenszyklusbasierten Nachhaltigkeitsbewertung im Zuge der Konzeption (z. B. Untersuchung unterschiedlicher Varianten), Planung (z. B. Definition und Auswahl einer bevorzugten Amtsvariante) und Umsetzung (z. B. Alternativen bei Angeboten durch Baufirmen);
- ▶ Zusammenführung der Wirkungen aus Bau, Erhaltung und Nutzung, aber auch der Wirkungen auf die Nutzer:innen (während der Umsetzung der Maßnahme und

weiterer nachfolgender Maßnahmen im Lebenszyklus durch die Baustellen sowie Auswirkungen durch einen vergleichsweise besseren Straßenzustand) und deren Emissionen in einem umfassenden, anwenderfreundlichen SABINA Online-Bilanzrechner, der den Anwender:innen erlaubt, Alternativen zu bewerten und miteinander zu vergleichen;

- Entwicklung lebenszyklusorientierter, technisch umsetzbarer Lösungen mit besonderem Fokus auf Energieverbrauch und Dauerhaftigkeit sowie die Erstellung eines Best-Practice-Katalogs nachhaltiger Bauweisen.

Methoden

Der Untersuchungsrahmen des Projekts SABINA basiert auf den in Abbildung 2 dargestellten Lebenszyklusphasen gemäß der Europäischen Norm EN 15643-5 (2018), den methodischen Grundlagen der Ökobilanzierung nach ISO 14040 (2006) sowie auf Vorgaben und Anforderungen gängiger Erhaltungsmanagementsysteme zur Modellierung von Lebenszyklen und technischen Nutzungsdauern von Straßenbefestigungen. Für Vergleiche und Bewertungen unterschiedlicher Varianten von Straßenbefestigungen ist die Auswahl relevanter Nachhaltigkeitsindikatoren erforderlich. Darauf aufbauend werden geeignete Modelle und Algorithmen zur Berechnung dieser Indikatoren entwickelt. Dabei fließen sowohl ökologische als auch ökonomische und nutzerbezogene Kriterien in die Analyse ein, um eine holistische Bewertung zu ermöglichen. Die Modellierung berücksichtigt weiters variable Einflussfaktoren wie Verkehrsbelastung und Erhaltungsstrategien über die gesamte Lebensdauer hinweg.

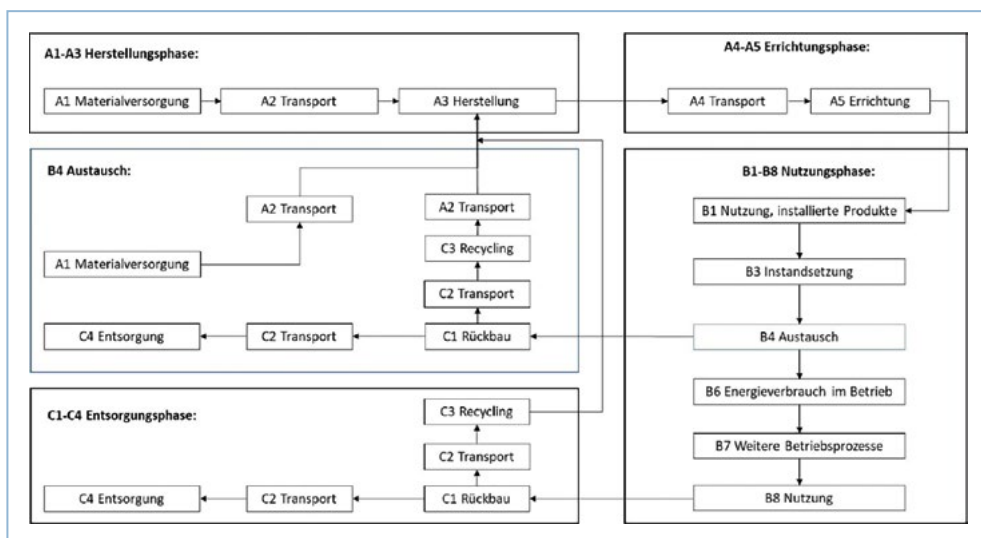
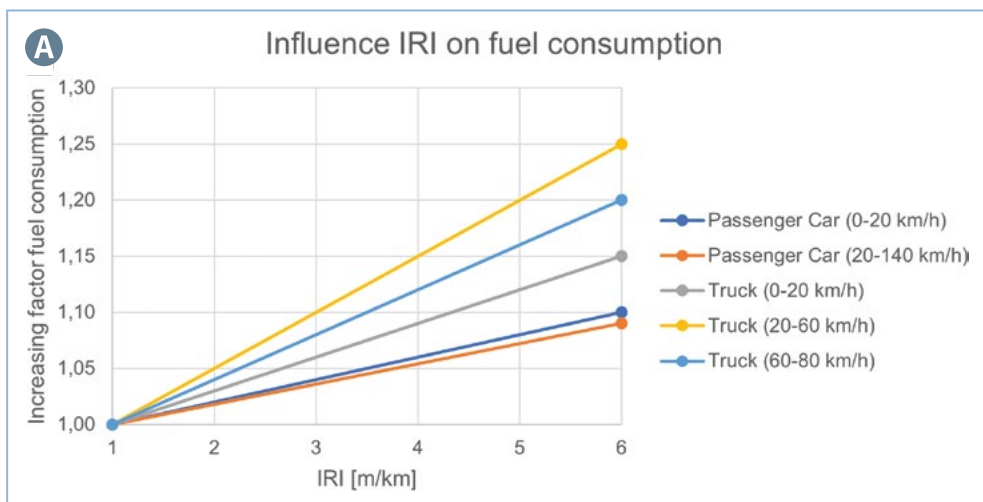


Abbildung 2: Lebenszyklusphasen gemäß Europäischer Norm EN 15643-5:2017 (2018)

Bei SABINA kommen folgende Indikatoren und Modelle zur Anwendung:

- ▶ **ökonomische Bewertung:** Kosten aller Maßnahmen (Neubau und Erhaltung), Kapitalwerte und Annuitäten sowie Restwerte und Heranziehung der Kapitalwertmethode über die gesamte technische Nutzungsdauer;
- ▶ **ökologische Bewertung:** Mengenströme, GWPs, KEAs (ggf. UBP) aller Maßnahmen (Teil-Ökobilanzen), Kumulation über die gesamte technische Nutzungsdauer und Berechnung einer Öko-Annuität;
- ▶ **erweiterte soziale Bewertung** als zusätzliche Option im Variantenvergleich:
 - ▶ Modellierung des zusätzlichen GWPs durch zusätzlichen Stau infolge der Wirkungen von Maßnahmen auf die Straßennutzer:innen in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung, der Verkehrsführung und Leistungsfähigkeit der Straße während der Baumaßnahme und weiteren zusätzlichen Einflussfaktoren (z. B. Ausweichverkehr);
 - ▶ Modellierung von potenziellen Einsparungen beim GWP infolge eines durch die Maßnahme verbesserten Straßenzustandes (Längsebenheit IRI bzw. Rollwiderstand) in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung und der Zusammensetzung des Verkehrs (LKW, PKW, Anteil E-Fahrzeuge).

Zur Validierung des Rechenmodells sowie als Grundlage für einen Best-Practice-Katalog wurden für jedes D-A-CH-Land zwei praxisrelevante Berechnungsvarianten definiert. Sofern sinnvoll wurde je eine Berechnungsvariante in Asphaltbauweise und eine Berechnungsvariante in Betonbauweise definiert und anschließend hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit bilanziert, wobei auch unterschiedliche Lebenszyklusmodelle zur Anwendung gelangten.



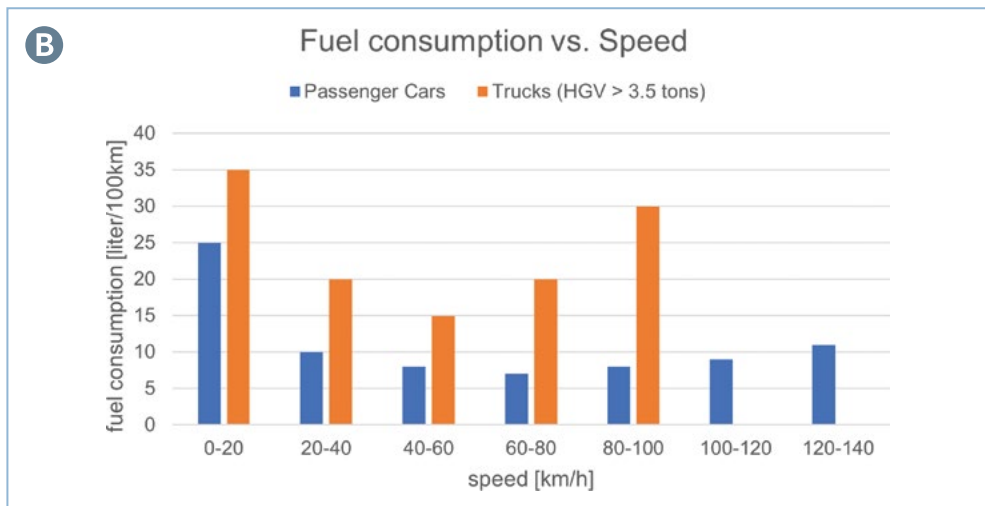


Abbildung 3: Modellierungsparameter; A) Zusammenhang Treibstoffverbrauch vs. Geschwindigkeit und B) Einfluss der Längsebenheit (IRI) auf den Treibstoffverbrauch

Diskussion

Die Entscheidungsfindung von bautechnischen Lösungen im Straßenbau wird zunehmend von allen Dimensionen der Nachhaltigkeit beeinflusst, die mit dem neuen SABINA Online-Bilanzrechner abgebildet werden können. Ein zentrales Element ist die Zusammenführung der Wirkungen aus Bau, Nutzung und Erhaltung einschließlich nutzerbedingter Emissionen. Dabei ergibt sich die Chance einer nachhaltigen Planung von langlebigen Bauten in Kombination mit einer umfassenden Bewertung, die auch zukünftige Herausforderungen miteinbezieht. Nachhaltiges Planen und Bauen stellt einen dynamischen, interdisziplinären Prozess dar, der durch hohe fachliche Expertise und flexible Anpassungsfähigkeit charakterisiert wird. Insgesamt zeigt sich, dass die entwickelten Methoden und Instrumente ein hohes Potenzial zur Steigerung der Nachhaltigkeit im Straßenbau bieten. Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zur langfristigen Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Förderung ressourceneffizienter Bauweisen und tragen damit zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaziele im Verkehrssektor bei.

Referenzen

- Chatti, K., & Zaabar, I. (2012). *Estimating the effects of pavement condition on vehicle operating costs* (NCHRP Report 720). Washington, DC: Transportation Research Board.
- ISABELA (2017). *Integration of social aspects and benefits into life-cycle asset management* (CEDR Transnational Research Programme 2014). Brussels: Conference of European Directors of Roads (CEDR).

- ISO (2006). *ISO 14040:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. Genf: International Organization for Standardization.
- ÖNORM EN 15643 (2021). *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Allgemeine Rahmenbedingungen zur Bewertung von Gebäuden und Ingenieurbauwerken*. Wien: Austrian Standards International.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (2023). *RVS 10.02.12 Zuschlagskriterien für Bauaufträge im Verkehrswegebau (Merkblatt)*. Wien.
- Weninger-Vycudil, A., Brozek, B., Kessel, T., Pasderski, J., Sietas, J., Chylik, B., Schranz, C., Prammer, D., Vorwagner, A., Curchellas, P., & Bühlmann, R. (2021). *Technische Anlagenbewertung im Asset-Management TAniA (D-A-CH Kooperation Verkehrsinfrastrukturforschung 2018, Endbericht)*. Wien: FFG.
- Weninger-Vycudil, A., Wistuba, M., Grönninger, J., Buchta, M., Chankov, G., & Litzka, J. (2022). *Kombinierte Bauweise Beton – Asphalt KOMBAS (VIF-Projekt 2019 im Auftrag der ASFINAG und des BMK)*. Wien: FFG.