

# **Optimierte Ressourcennutzung und vereinfachte Ökobilanzierung als Beitrag zur nachhaltigen Gestaltung ungebundener Bauweisen**

Prof. Dr.-Ing. Leyla Chakar

Hochschule für Technik Stuttgart  
Schellingstraße 24, 70174 Stuttgart  
E-Mail: [leyla.chakar@hft-stuttgart.de](mailto:leyla.chakar@hft-stuttgart.de)

Ungebundene Schichten stellen aufgrund der großen eingesetzten Mengen mineralischer Baustoffe, ihrer langen Nutzungsdauer sowie der Einsatzmöglichkeiten für Primär- und Sekundärbaustoffe einen wesentlichen Ansatzpunkt für eine nachhaltigere Gestaltung des Straßenoberbaus dar. Der Beitrag stellt die Arbeiten des FGSV-Arbeitsausschusses AA 6.4 „Optimale Ressourcennutzung“ zur Ressourcenschonung und zur Entwicklung der Datengrundlage für eine vereinfachte Ökobilanzierung ungebundener Bauweisen vor. Aus der systematischen Überprüfung des technischen Regelwerks wurden insbesondere die Vermeidung technisch nicht erforderlicher Materialeinschränkungen infolge einer nicht sachgerechten Auslegung von Anforderungen, die stärkere Berücksichtigung regional verfügbarer Sekundärbaustoffe sowie die Entwicklung von Entscheidungskriterien für den Verbleib, die Ertüchtigung und die Wiederverwendung vorhandener ungebundener Schichten als wesentliche Handlungsfelder abgeleitet.

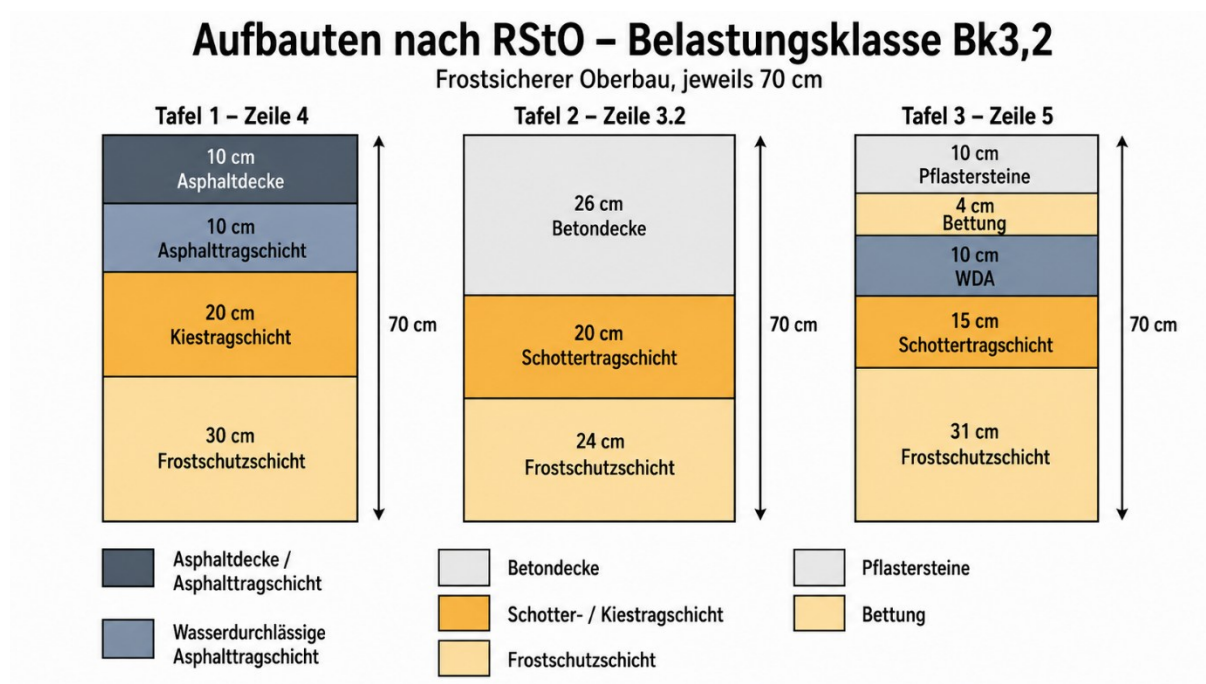
Ergänzend werden die für gebundene Schichten entwickelten Ansätze zur vereinfachten Bilanzierung des Treibhauspotenzials für die Informationsmodule A1 bis A4 auf ungebundene Bauweisen übertragen. Für die Herstellungsphase A1 bis A3 wurden anonymisierte Daten aus Gewinnungs- und Aufbereitungsbetrieben ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Ableitung repräsentativer Kennwerte eine einheitliche Festlegung der Systemgrenzen sowie eine Erweiterung und statistische Absicherung der Datengrundlage erfordert.

Für die ökologische Bewertung ungebundener Bauweisen ist neben der Herstellung insbesondere die Regionalität der Baustoffversorgung von Bedeutung, da größere Transportentfernungen den Vorteil niedriger GWP-Werte am Werkstor verringern können. Ziel der weiteren Arbeiten ist daher eine praxisgerechte Methodik, die Ressourcenschonung, Kreislaufwirtschaft, Regionalität, Treibhausgasemissionen und technische Eignung gemeinsam berücksichtigt.

# 1 Einleitung

Ungebundene Schichten bilden einen wesentlichen Bestandteil des Straßenoberbaus. Aufgrund der großen eingesetzten Mengen mineralischer Baustoffe haben diese eine besondere Bedeutung für Ressourcenschonung, Kreislaufwirtschaft und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Gleichzeitig erfüllen sie über lange Zeiträume tragende und frostschtzende Funktionen und können – sofern die technischen und umweltbezogenen Anforderungen erfllt sind – aus primären oder sekundären Gesteinskörnungen bestehen.

Bild 1 zeigt die Lage der ungebundenen Schichten im Oberbau von Verkehrsflächen mit Asphaltdecke, Betondecke und Pflasterdecke. Diese bilden in der Regel den Übergang zwischen dem Unterbau bzw. Untergrund und den gebundenen Schichten und stellen somit das Fundament für den Straßenkörper dar. Ungebundene Schichten im Oberbau sind Frostschutzschichten (FSS), Kiestragschichten (KTS) und Schottertragschichten (STS, STSuB).



**Bild 1: Aufbauten nach den Tafeln 1 bis 3 der RStO 12/24 (FGSV 2024) für Belastungsklasse Bk3,2 mit Schichten ohne Bindemittel auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau**

Der Arbeitsausschuss AA 6.4 „Optimale Ressourcennutzung“ wurde Anfang 2023 innerhalb der Arbeitsgruppe AG 6 „Gesteinskörnungen, Ungebundene Bauweisen“ konstituiert. Hintergrund war die zunehmende Bedeutung der Themen Klimaschutz und Ressourcenschonung innerhalb der FGSV und die daraus resultierende Aufgabe, die bestehenden Regelwerke hinsichtlich ihrer Relevanz für eine nachhaltigere Gestaltung der

Straßeninfrastruktur zu überprüfen. Der AA 6.4 erhielt den Auftrag, die R1-Regelwerke der AG 6 unter Nachhaltigkeitsaspekten aufzuarbeiten, entsprechende Handlungsfelder zu identifizieren und die zuständigen Arbeitsausschüsse AA 6.1, AA 6.2, AA 6.3, AA 6.5 und AA 6.6 bei zukünftigen Überarbeitungen zu unterstützen. Dabei sollen Dauerhaftigkeit, Gebrauchstauglichkeit und das bestehende Qualitätsniveau der Straßeninfrastruktur weiterhin gewährleistet bleiben.

Der Beitrag stellt zunächst die aus der bisherigen Arbeit des AA 6.4 abgeleiteten Ansätze zur optimierten Ressourcennutzung dar. Anschließend wird die Entwicklung einer vereinfachten Ökobilanzierung für ungebundene Bauweisen beschrieben. Im Mittelpunkt stehen die Lebenszyklusmodule A1 bis A4, die Datengrundlage für Baustoffgemische in Schichten ohne Bindemittel (SoB) sowie der Einfluss von Regionalität und Transport. Abschließend werden Forschungsbedarf und weiterer Entwicklungsbedarf aufgezeigt.

## **2 Optimierte Ressourcennutzung bei ungebundenen Bauweisen**

### **2.1 Aktivitäten des AA 6.4 „Optimale Ressourcennutzung“**

Der Zuständigkeitsbereich des AA 6.4 umfasst insbesondere Schichten ohne Bindemittel im Straßenoberbau, ländliche Wege sowie Pflasterdecken und Plattenbeläge. Darüber hinaus werden Fragestellungen zur Verwendung von Gesteinskörnungen und Gesteinskörnungsgemischen in gebundenen Bauweisen berücksichtigt. Aufgrund dieser querschnittsorientierten Aufgabenstellung bestehen enge Schnittstellen zu den Arbeitsausschüssen der AG 6 sowie zu den Arbeitsgruppen 4, 5, 7 und 8.

In den ersten neun Sitzungen zwischen Januar 2023 und März 2026 haben sich mehrere thematische Schwerpunkte herausgebildet. Diese reichen von der nachhaltigkeitsorientierten Überprüfung des technischen Regelwerks über Fragen der Kreislaufwirtschaft und Dauerhaftigkeit bis zur Entwicklung einer vereinfachten Ökobilanzierung für ungebundene Bauweisen.

Eine der ersten zentralen Aufgaben war die systematische Überprüfung der R1-Regelwerke der AG 6 unter dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit. Begonnen wurde mit den TL SoB-StB. Als wesentliche Bewertungsgesichtspunkte wurden insbesondere CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Dauerhaftigkeit, Ressourceneinsatz und Energieverbrauch identifiziert. Anschließend wurden die ZTV SoB-StB und weitere R1-Regelwerke der AG 6 – darunter TL Gestein-StB, TL/ZTV LW und TL/ZTV Pflaster-StB – gesichtet. Nachhaltigkeitsrelevante Regelwerksstellen und mögliche Optimierungspotenziale wurden dokumentiert und den fachlich zuständigen Arbeitsausschüssen zur weiteren Behandlung übergeben.

Ziel des AA 6.4 ist dabei nicht die parallele Erarbeitung eigener technischer Regelungen. Vielmehr werden Nachhaltigkeitsaspekte und Optimierungspotenziale identifiziert, fachlich diskutiert und anschließend in die zuständigen Fachgremien zurückgespiegelt. Auf diese Weise soll Ressourcenschonung unmittelbar in die Fortschreibung des bestehenden technischen Regelwerks integriert werden.

## **2.2 Kreislaufwirtschaft und Einsatz von Sekundärbaustoffen**

Die Kreislaufwirtschaft entwickelte sich früh zu einem wesentlichen Schwerpunkt der Ausschussarbeit. Schichten ohne Bindemittel nehmen aufgrund der eingesetzten Materialmengen und ihrer langen Nutzungsdauer eine besondere Stellung ein. Sie bieten zugleich wirtschaftliche und dauerhafte Einsatzmöglichkeiten für Sekundärbaustoffe, sofern die jeweiligen technischen und umweltbezogenen Anforderungen eingehalten werden.

Ein wiederkehrender Diskussionspunkt war die Frage, ob bestehende Anforderungen und Ausschreibungstexte die Verwendung technisch geeigneter Sekundärbaustoffe unnötig einschränken. Auf Anregung des AA 6.4 erarbeitete der AA 6.2 einen Formulierungsvorschlag zur besseren Berücksichtigung von Sekundärbaustoffen in Ausschreibungen. Dieser orientiert sich am Kreislaufwirtschaftsgesetz und berücksichtigt neben Umweltaspekten ausdrücklich auch die bautechnischen Anforderungen und die Wirtschaftlichkeit.

Besonders intensiv wurde diese Fragestellung im Zusammenhang mit Pflasterbauweisen diskutiert. Anlass war ein zunächst vorgesehener weitgehender Ausschluss von Recycling-Baustoffen als Bettungsmaterial. Der AA 6.4 sprach sich gegen einen pauschalen Ausschluss technisch geeigneter mineralischer Ersatzbaustoffe aus. Die abschließende Festlegung der technischen Anforderungen verbleibt beim zuständigen AA 6.6.

Ein vergleichbarer Problempunkt besteht bei Ausschreibungen, in denen ausdrücklich gefordert wird, dass Baustoffgemische für Schichten ohne Bindemittel ausschließlich aus natürlichen Gesteinskörnungen bestehen müssen, obwohl sich die Baumaßnahme beispielsweise nicht in einem Wasserschutzgebiet befindet und keine sonstigen technischen Gründe gegen den Einsatz geeigneter Recycling-Baustoffe sprechen. Dadurch werden geeignete RC-Baustoffe, die gegebenenfalls in unmittelbarer Nähe der Baumaßnahme verfügbar sind, ohne technische Notwendigkeit unnötig ausgeschlossen. Dies kann zu längeren Transportwegen mit höheren Umweltwirkungen und zusätzlichen Kosten führen.

## **2.3 Vermeidung technisch nicht erforderlicher Ressourcen- und Energieaufwendungen sowie unnötiger Abfallerzeugung**

Bei der Regelwerksprüfung wurde bewusst darauf verzichtet, technische Anforderungen allein mit dem Ziel einer Reduzierung von Umweltwirkungen abzusenken. Vielmehr wurde

untersucht, an welchen Stellen Anforderungen, länderspezifische Ausschreibungsregelungen oder eine nicht sachgerechte Auslegung des technischen Regelwerks zu einem erhöhten Ressourcen-, Energie- oder Transportaufwand führen können, ohne dass daraus ein zusätzlicher technischer Nutzen signifikant resultiert.

Ein Beispiel ist die Kategorie UF3 bei Baustoffgemischen für Schichten ohne Bindemittel. Eine generelle Forderung nach UF3 aufgrund der nicht flächendeckenden Verfügbarkeit entsprechender Baustoffgemische kann zusätzliche Transportwege und einen erhöhten Aufbereitungsaufwand verursachen. Auf eine abschließende allgemeine Formulierung wurde zunächst bewusst verzichtet. Vielmehr soll im Rahmen der nächsten Überarbeitung der TL/ZTV SoB-StB durch das zuständige Fachgremium geprüft und konkretisiert werden, welche umweltbezogenen Auswirkungen sich aus einer generellen Ausschreibung der Kategorie UF3 ergeben können.

In den ZTV SoB-StB sollte daher deutlicher herausgestellt werden, dass die Kategorie UF3 nur in den technisch begründeten Sonderfällen vorgesehen ist, insbesondere bei Baumaßnahmen in Gebieten mit bis in Höhe des Planums aufsteigendem Grundwasser oder beim Einsatz von Schottertragschichten unter Betondecken. In den übrigen Fällen ist grundsätzlich die Kategorie UF5 auszuschreiben. Damit soll zugleich das Bewusstsein der Anwender dafür gestärkt werden, Kategorien nicht pauschal, sondern entsprechend den tatsächlichen technischen Erfordernissen festzulegen.

Ein weiterer Ansatzpunkt betrifft die Vermeidung von Reststoffen bei der Aufbereitung von Gesteinskörnungen. Beim Brechen, Sieben, Entstauben oder Waschen entstehen neben den für den jeweiligen Verwendungszweck benötigten Korngruppen zwangsläufig auch feine Körnungen bzw. Feinanteile, insbesondere im Sand. Werden für Sande, die in Asphalt oder Beton eingesetzt werden sollen, ohne technische Notwendigkeit besonders enge Anforderungen an den Feinanteil gestellt, können zusätzliche Aufbereitungsprozesse erforderlich werden. Dies kann mit einem erhöhten Energie- und Wasserbedarf sowie mit zusätzlichen Stoffströmen verbunden sein, für die unter Umständen nur eingeschränkte Verwertungsmöglichkeiten bestehen.

Vergleichbare Zielkonflikte können entstehen, wenn Regelungen die Verwendung technisch geeigneter Entstaubungsfüller aus der Gesteinsaufbereitung einschränken und stattdessen ausschließlich gemahlene Fremdfüller vorsehen. Erfüllt ein bei der Gesteinsaufbereitung anfallender Entstaubungsfüller die erforderlichen technischen Eigenschaften und kann er einen gesondert herzustellenden Füller ersetzen, können Primärrohstoffe, Mahlergie, und gegebenenfalls auch Transportaufwendungen und die damit verbundenen Emissionen eingespart werden. Zugleich kann ein im Aufbereitungsprozess ohnehin anfallender Stoffstrom

einer technisch geeigneten Verwendung zugeführt werden, wodurch Deponieraum geschont und Entsorgungskosten vermieden werden können.

## **2.4 Dauerhaftigkeit, Nutzungsdauer und „Bauen im Bestand“**

Ein weiterer zentraler Arbeitsschwerpunkt betrifft die Nutzungsdauer ungebundener Schichten. Für die ökologische und ökonomische Bewertung einer Bauweise ist nicht allein der Herstellungsaufwand entscheidend, sondern insbesondere die Dauer, über die eine Schicht ihre Funktion erfüllt.

Im AA wurde festgestellt, dass für Schichten ohne Bindemittel bislang nur begrenzt belastbare Daten zur tatsächlichen Nutzungsdauer vorliegen. Gleichzeitig sprechen Erfahrungen aus Erhaltungsmaßnahmen für sehr lange Nutzungszeiträume. Während Asphaltdeck-, Binder- und Tragschichten in unterschiedlichen Erhaltungszyklen erneuert werden, können die darunterliegenden ungebundenen Schichten über mehrere Erhaltungszyklen im Straßenkörper verbleiben. Im Ausschuss wurde deshalb von Nutzungsdauern von deutlich über 50 Jahren ausgegangen. Die tatsächliche Nutzungsdauer ist sowohl für die Ökobilanzierung als auch für eine Wirtschaftlichkeitsbewertung über den Lebenszyklus von wesentlicher Bedeutung.

Damit verbunden ist die Frage, anhand welcher Kriterien bei einer Erhaltungsmaßnahme entschieden werden kann, ob eine vorhandene Schicht ohne Bindemittel im Straßenkörper verbleiben, ertüchtigt, wiederverwendet oder ausgebaut werden muss. Als mögliche technische Bewertungskriterien wurden unter anderem Tragfähigkeit, Korngrößenverteilung, Feinanteil und Wasserdurchlässigkeit diskutiert.

Diese Fragestellungen wurden an den AA 6.3 herangetragen und dort weiter diskutiert. Dabei wurden Forschungsansätze zur Festlegung von Kriterien für den Verbleib, die Ertüchtigung oder den Ersatz bestehender Schichten ohne Bindemittel erörtert. Ein eigenes Wissensdokument zur baulichen Erhaltung von SoB ist derzeit nicht vorgesehen. Der Forschungsbedarf bleibt damit bestehen.

Der Themenkomplex „Bauen im Bestand“ besitzt aus Sicht der Ressourcenschonung eine besondere Bedeutung. Jede vorhandene Schicht, die ihre technische Funktion weiterhin erfüllt und im Straßenkörper verbleiben kann, vermeidet den Einsatz neuer Baustoffe sowie zusätzliche Aufbereitungs-, Transport- und Einbauprozesse.

Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die vorhandenen Schichten noch eine ausreichende strukturelle und funktionale Leistungsfähigkeit aufweisen. Haben insbesondere die ungebundenen Schichten ihre technische Nutzungsdauer erreicht oder weisen sie unzureichende Tragfähigkeit bzw. strukturelle Schäden auf, kann dies die Dauerhaftigkeit des

gesamten Straßenoberbaus beeinträchtigen. Eine alleinige Erneuerung der darüberliegenden gebundenen Schichten kann solche Defizite der ungebundenen Tragschichten nicht dauerhaft kompensieren.

Die Verlängerung der Nutzungsdauer vorhandener Schichten, ihre gezielte Weiternutzung bei nachgewiesener Eignung sowie eine möglichst hochwertige Wiederverwendung ausgebauter Baustoffe sind daher wesentliche Bausteine einer ressourceneffizienten Straßenbauweise.

### **3 Ökobilanzierung ungebundener Bauweisen**

#### **3.1 Ausgangslage und Zielsetzung**

Parallel zur Regelwerksarbeit rückte zunehmend die Frage in den Vordergrund, wie die Umweltwirkungen ungebundener Bauweisen mit einer für Planung, Ausschreibung und Bewertung praktikablen Methodik quantifiziert werden können. Bereits in der konstituierenden Sitzung wurde der Wunsch nach einem einheitlichen Instrument zur Ökobilanzierung formuliert. Gleichzeitig bestand Einigkeit darüber, Doppelarbeiten mit dem Arbeitsausschuss „Nachhaltigkeit im Straßenbau“ (AA 4.6) zu vermeiden. Während dort die übergeordneten methodischen Grundlagen der Bilanzierung entwickelt werden, bringt der AA 6.4 die fachlichen Besonderheiten der Baustoffgemische für Schichten ohne Bindemittel und ungebundene Bauweisen ein.

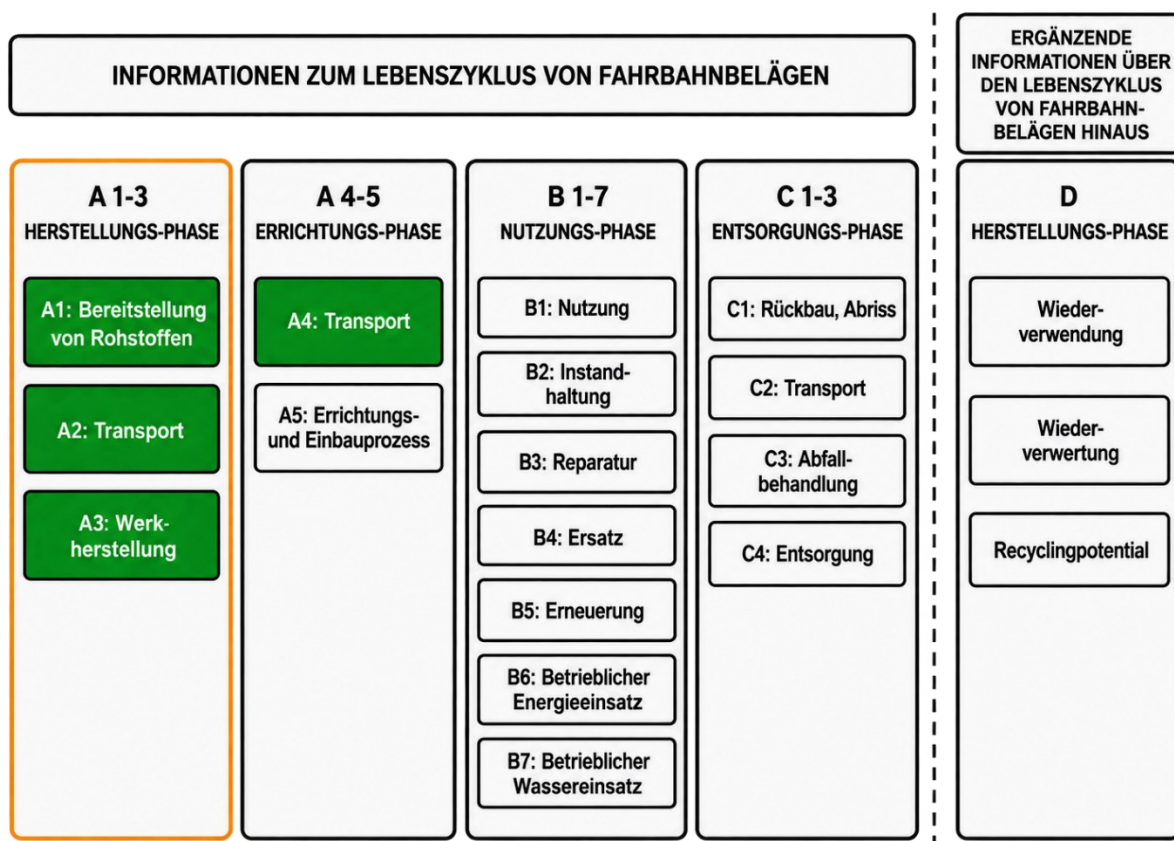
Mit der Erarbeitung der „Hinweise zur Verwendung von Kriterien und Daten bei einer vereinfachten Ökobilanz von Straßenbaumaßnahmen – Teil 1: Gebundene Schichten/Treibhausgase/A1–A4 (H vÖkobilanz-1)“ (FGSV 2026) durch den Arbeitskreis „Umweltschutz und Ressourcenschonung“ (AK 4.6.2) des AA 4.6 wurde eine methodische Basis für die vereinfachte Ökobilanzierung geschaffen, auf deren Grundlage die für Asphalt- und Betonbauweisen entwickelten Bilanzierungsgrundsätze auf ungebundene Bauweisen übertragen werden können. Die Federführung für die Erstellung des entsprechenden Hinweispapiers für ungebundene Schichten verbleibt beim AA 4.6 bzw. beim AK 4.6.2. Der AA 6.4 stellt hierzu die erforderlichen fachlichen Grundlagendaten für ungebundene Baustoffgemische bereit und konkretisiert insbesondere die Systemgrenzen und Randbedingungen für die Lebenszyklusmodule A1 bis A4.

Der vorgesehene Anwendungsbereich umfasst Frostschutzschichten (FSS), Schottertragschichten (STS), Kiestragschichten (KTS) sowie Deckschichten ohne Bindemittel (DoB). Neben Baustoffgemischen aus natürlichen Gesteinskörnungen sollen grundsätzlich auch mineralische Ersatzbaustoffe in die Betrachtung einbezogen werden, soweit dies auf Grundlage der verfügbaren Daten möglich ist. Für diese liegt derzeit noch keine vergleichbar breite und belastbare Datengrundlage vor. Bettungs- und Fugenmaterialien sollen aufgrund

ihrer spezifischen Randbedingungen in einem gesonderten Hinweispapier zur Pflasterbauweise behandelt werden.

Die für die ungebundenen Bauweisen zu erarbeitenden Hinweise dienen – analog zur bereits veröffentlichten H vÖkobilanz-1 – der vereinfachten Bilanzierung des Treibhauspotenzials (Global Warming Potenzial, GWP) im Rahmen der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit und orientieren sich an der Systematik von Umweltproduktdeklarationen (Environmental Product Declarations, EPD). Eine zentrale Grundlage bildet dabei die Bereitstellung nachvollziehbarer, transparenter und in einem ersten Schritt möglichst herstellerunabhängiger Ökobilanzdaten für die betrachteten Baustoffgemische.

Die Bilanzierung beschränkt sich zunächst auf die Informationsmodule A1 bis A4, also auf die Rohstoffbereitstellung und Herstellung der Baustoffgemische (Herstellungsphase) sowie deren Transport zur Baustelle als Teil der Errichtungsphase (siehe Bild 2).



**Bild 2: Betrachtete Informationsmodule (grün) im Lebenszyklus von Fahrbahnbelägen in Anlehnung an die zurückgezogene Norm prEN 17392-1:2020 (DIN, 2022)**

### 3.2 Datengrundlage und Bilanzierung der Module A1 bis A3

Die Ermittlung des Treibhauspotenzials (Global Warming Potenzial, GWP) von Baustoffgemischen für Schichten ohne Bindemittel in den Informationsmodulen A1 bis A3

erfolgt methodisch in Anlehnung an die H vÖkobilanz-1. Berücksichtigt werden die für die Herstellung erforderlichen Gewinnungs-, Transport- und Produktionsprozesse von der Rohstoffbereitstellung bis zum Werkstor („cradle-to-gate“). Die wesentlichen Prozesse und ihre Zuordnung zu den Informationsmodulen sind in Tabelle 1 aufgelistet und nachfolgend kurz erläutert.

Es wird empfohlen, das GWP zunächst in Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalenten je Tonne produzierten Baustoffgemischs am Werkstor anzugeben. Auf dieser Grundlage kann anschließend eine Umrechnung auf 1 m<sup>2</sup> eingebauter Schicht unter Berücksichtigung der jeweiligen Schichtdicke und Trockendichte erfolgen. Das GWP einer betrachteten Baustoffmenge ergibt sich aus der Multiplikation der eingesetzten Masse mit dem spezifischen GWP des Baustoffgemischs.

Die für die Bilanzierung anzusetzenden Systemgrenzen werden derzeit im AA 6.4 erarbeitet und diskutiert. Dabei orientiert sich der Arbeitsausschuss an der Vorgehensweise für gebundene Bauweisen sowie an den Vorgaben der DIN EN 15804 (DIN, 2022). Ziel ist es, eindeutig festzulegen, welche Prozesse den Modulen A1 bis A3 zugeordnet und damit innerhalb der Systemgrenze berücksichtigt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der laufenden Arbeiten ist die Festlegung der Systemgrenzen und Bilanzierungsregeln für Baustoffgemische mit rezyklierten Gesteinskörnungen bzw. mineralischen Ersatzbaustoffen. Hierzu findet derzeit eine fachliche Abstimmung im Arbeitsausschuss statt.

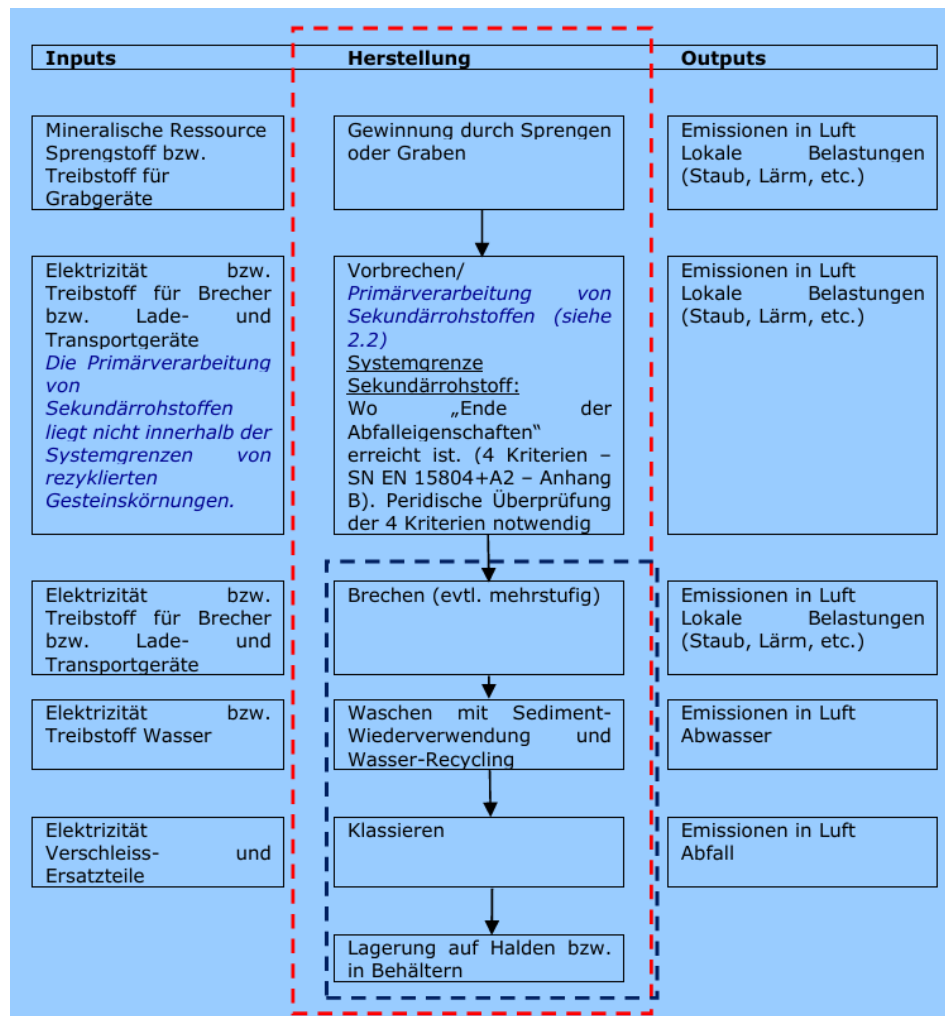
| Modul | Prozesse                        | Emissionen                                                                                                                                                                      |
|-------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1    | Rohstoffbereitstellung          | Emissionen aus der Gewinnung und Bereitstellung der eingesetzten Rohstoffe sowie aus den relevanten Vorketten für Hilfsstoffe und Energieträger.                                |
| A2    | Transport zur Produktionsanlage | Emissionen aus dem Transport der Roh- und Hilfsstoffe sowie gegebenenfalls der Energieträger vom Bereitstellungs- bzw. Gewinnungsort zur Produktions- oder Aufbereitungsanlage. |
| A3    | Herstellung                     | Emissionen aus der Aufbereitung und Herstellung des Baustoffgemischs in der Produktionsanlage einschließlich der hierfür erforderlichen Energie- und Betriebsprozesse.          |
| A4    | Transport zur Baustelle         | Emissionen aus dem Transport des Baustoffgemischs vom Herstellungsort zur Baustelle. Im Gegensatz zu A1–A3 ist dieses Modul projektspezifisch.                                  |

**Tabelle 1: Betrachtete Module und Zuordnung der wesentlichen Prozesse und Emissionen**

Im Rahmen des europäischen Projekts CODEV-PCR (DIN, 2026) werden ergänzende Produktkategorieregeln (c-PCR) für Bauprodukte weiterentwickelt und koordiniert. Hintergrund

sind unter anderem der EU-Green-Deal und die novellierte Bauproduktenverordnung (CPR 2024), die die Bedeutung einer lebenszyklusbezogenen Bewertung der Umweltleistung von Bauprodukten hervorheben. Ziel des Projektes ist es, sicherzustellen, dass Normen mit c-PCR für die Umweltbewertung von Bauprodukten die Anforderungen der EN 15804 sowie des europäischen Rechtsrahmens erfüllen und nach einem klar definierten Verfahren geprüft und kommentiert werden.

Solange kein europäisch einheitliches Dokument für ergänzende Produktkategorie-Regeln (c-PCR) vorliegt, kann für die Betrachtung von Gesteinskörnungen die Veröffentlichung des Schweizerischen Überwachungsverbands für Gesteinsbaustoffe (SÜGB) „PKR-Anleitungstexte für Gesteinsbaustoffe – Teil B: Anforderungen an eine EPD für natürliche und rezyklierte Gesteinskörnungen“ (PKR) (SÜGB 2025) als fachliche Orientierung herangezogen werden. Diese Produktkategorieregeln (PKR; engl. Product Category Rules, PCR) beziehen sich auf natürliche und rezyklierte Gesteinskörnungen.



**Bild 3: Schematische Darstellung der Herstellungsprozesse natürlicher und rezyklierter Gesteinskörnungen einschließlich relevanter Inputs, Outputs und Systemgrenzen (Bildquelle: SÜGB 2025)**

Bild 3 zeigt schematisch die Herstellungsprozesse natürlicher und rezyklierter Gesteinskörnungen einschließlich der relevanten Inputs, Outputs und Systemgrenzen. Die rot gestrichelte Linie kennzeichnet die Systemgrenze für natürliche Gesteinskörnungen. Für rezyklierte Gesteinskörnungen ist die Systemgrenze blau gestrichelt dargestellt. Hier setzt die Bilanzierung an dem Punkt ein, an dem der Sekundärrohstoff das „Ende der Abfalleigenschaften“ erreicht.

Für die vorliegenden Arbeiten sind insbesondere die darin enthaltenen Vorgaben zur Festlegung der Systemgrenzen sowie zur Beschreibung der Prozesse der Herstellungsphase A1–A3 von Bedeutung. In dieser Phase werden unter anderem die relevanten Stoff- und Energieflüsse sowie die bei der Produktion anfallenden Abfälle und deren Behandlung berücksichtigt. Die Umweltwirkungen der Module A1 bis A3 dürfen gemäß dieser PKR auch aggregiert ausgewiesen werden.

Eine wesentliche Herausforderung für die Bilanzierung besteht in der Verfügbarkeit einer ausreichend breiten und belastbaren Datengrundlage. Für die Module A1 bis A3 wurde daher begonnen, Daten aus realen Gewinnungs- und Aufbereitungsbetrieben der Gesteinsindustrie auszuwerten. Im Rahmen der Bachelorarbeit „Nachhaltigkeitsbewertung ungebundener Schichten des Straßenaufbaus“ an der Hochschule für Technik Stuttgart (HFT Stuttgart) wurden anonymisierte Daten zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von elf Gewinnungsbetrieben ausgewertet. Die zugrunde liegenden Kennwerte waren im Rahmen eines Projekts des ISTE Baden-Württemberg mithilfe des vom Bundesverband Mineralische Rohstoffe e. V. (MIRO) unterstützten CO<sub>2</sub>-Kalkulators der Firma ORIS ermittelt worden. Ergänzend wurden öffentlich verfügbare Literatur- und EPD-Daten ausgewertet. Die Datengrundlage soll im weiteren Verlauf durch zusätzliche Daten aus der Gesteinsindustrie ergänzt und hinsichtlich ihrer Repräsentativität und Belastbarkeit überprüft werden.

### **3.3 Transport und Regionalität – Modul A4**

Bereits in den ersten Sitzungen wurde der Transport als wesentlicher Einflussfaktor auf die Treibhausgasemissionen ungebundener Bauweisen identifiziert. Baustoffgemische für Schichten ohne Bindemittel sind grundsätzlich regional verfügbar; ihre Umweltwirkung wird daher wesentlich davon beeinflusst, ob regional verfügbare Baustoffe eingesetzt oder zusätzliche Transportwege durch besondere Materialanforderungen beziehungsweise Einschränkungen bei der Verwendung von Sekundärbaustoffen verursacht werden.

Damit erhält die Regionalität eine besondere Bedeutung. Ein günstigerer CO<sub>2</sub>-Kennwert eines Produktes am Werkstor kann bei deutlich größeren Transportentfernungen seinen Vorteil verlieren. Umgekehrt können regional verfügbare Primär- oder Sekundärbaustoffe einen Beitrag zur Reduzierung der Umweltwirkungen einer Baumaßnahme leisten.

## 4 Ergebnisse, Einordnung und weiterer Handlungsbedarf

### 4.1 Ergebnisse der Datenauswertung und Einordnung der Datengrundlage

Für die Untersuchung der Herstellungsphase A1 bis A3 wurden anonymisierte Daten zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck aus elf Gewinnungs- und Aufbereitungsbetrieben ausgewertet. Die Kennwerte wurden mit dem CO<sub>2</sub>-Kalkulator der Firma ORIS ermittelt. Die Datengrundlage umfasst mehr als 100 Produkte aus Steinbrüchen und Kiesgruben.

Da die Anzahl der erfassten Produkte zwischen den Betrieben deutlich variiert, wurde für jedes Werk zunächst der Median der verfügbaren Produktwerte bestimmt. Die statistische Auswertung basiert somit auf elf gleichgewichteten betrieblichen Kennwerten. Dadurch wird verhindert, dass Betriebe mit einer größeren Anzahl erfasster Produkte die Gesamtauswertung überproportional beeinflussen.

Bild 4 zeigt für die Module A1 bis A3 eine deutliche Streuung der betrieblichen GWP-Kennwerte. Die Werte liegen zwischen **1,15 und 6,01 kg CO<sub>2</sub>-Äq./t**. Der Median beträgt **3,40 kg CO<sub>2</sub>-Äq./t**.

Die Spannweite der Ergebnisse zeigt, dass sich aus der vorliegenden Datengrundlage kein allgemeingültiger Einzelwert für das GWP von Gesteinskörnungen bzw. Baustoffgemischen ableiten lässt. Die Unterschiede können unter anderem durch betriebs- und prozessspezifische Randbedingungen der Gewinnung und Aufbereitung erklärt werden. Aufgrund der anonymisierten Datengrundlage ist jedoch keine belastbare Zuordnung der beobachteten Unterschiede zu einzelnen Produkten oder Produktionsprozessen möglich.

| Kenngröße       | GWP A1–A3<br>[kg CO <sub>2</sub> -Äq./t] |
|-----------------|------------------------------------------|
| Anzahl Betriebe | 11                                       |
| Minimum         | 1,15                                     |
| 25-%-Quantil    | 2,23                                     |
| Median          | 3,40                                     |
| Mittelwert      | 3,27                                     |
| 75-%-Quantil    | 3,83                                     |
| Maximum         | 6,01                                     |



**Bild 4: Statistische Kennwerte und Verteilung der betrieblichen GWP-Kennwerte der Module A1 bis A3 für elf anonymisierte Gewinnungs- und Aufbereitungsbetriebe**

Ergänzend wurden öffentlich verfügbare Literaturdaten zu Gesteinskörnungen ausgewertet. Diese liegen nach der bisherigen Betrachtung in einer vergleichbaren Größenordnung wie die im Rahmen des ISTE-Projekts bereitgestellten Werte. Eine unmittelbare Zusammenführung der verschiedenen Kennwerte ist jedoch nur eingeschränkt möglich, da sich die zugrunde liegenden Systemgrenzen, Bezugsgrößen, Hintergrunddaten und Bilanzierungsansätze unterscheiden können.

Die vorhandene Datengrundlage ist für die Ableitung repräsentativer Kennwerte weiter zu erweitern und zu validieren. Hierzu sollen Daten aus zusätzlichen Betrieben einbezogen werden, die ebenfalls mit dem CO<sub>2</sub>-Kalkulator der Firma ORIS ermittelt wurden. Dadurch sollen regionale und produktionsspezifische Unterschiede besser abgebildet und die Repräsentativität der Datengrundlage statistisch abgesichert werden.

#### **4.2 Folgerungen für die vereinfachte Ökobilanzierung ungebundener Bauweisen**

Aus der Datenauswertung und den anschließenden Beratungen im AA 6.4 ergeben sich wesentliche methodische Anforderungen an eine vereinfachte Ökobilanzierung ungebundener Bauweisen. Für die Module A1 bis A3 sind insbesondere die Systemgrenzen eindeutig festzulegen und die Prozesse der Rohstoffbereitstellung, des Transports zur Produktionsanlage und der Herstellung nachvollziehbar voneinander abzugrenzen. Dabei ist auch zu klären, wie zugekaufte Rohstoffe, Zumisch- und Hilfsprodukte einschließlich ihrer Vorketten und Transporte berücksichtigt werden.

Weiterhin ist festzulegen, ob die Umweltwirkungen der Module A1, A2 und A3 für die praktische Anwendung getrennt oder als gemeinsamer Kennwert A1–A3 ausgewiesen werden sollen. Für ein vereinfachtes Verfahren ist zugleich zu prüfen, welche Einflussgrößen wesentlich sind und welche gegebenenfalls vernachlässigt werden können, ohne die Aussagekraft der Bilanzierung wesentlich zu beeinträchtigen.

Für mineralische Ersatzbaustoffe besteht zusätzlicher Klärungsbedarf. Während die verfügbare Datengrundlage bislang überwiegend natürliche Gesteinskörnungen und Baustoffgemische umfasst, sollen auch mineralische Ersatzbaustoffe (MEB) in die Betrachtung einbezogen werden, soweit hierfür belastbare Daten zur Verfügung stehen. Der vorgesehene Anwendungsbereich umfasst Frostschutzschichten (FSS), Schottertragschichten (STS), Kiestragschichten (KTS) und Deckschichten ohne Bindemittel (DoB). Bei rezyklierten Gesteinskörnungen kommt der Festlegung der Systemgrenze am Übergang vom Abfall zum Sekundärrohstoff besondere Bedeutung zu. Als fachliche Orientierung können hierzu unter anderem die Produktkategorieregeln des Schweizerischen Überwachungsverbands für Gesteinsbaustoffe (SÜGB) herangezogen werden.

Über die Herstellungsphase hinaus soll die vereinfachte Bilanzierung auch den Transport des Baustoffgemischs zur Baustelle in Modul A4 erfassen. Hierfür soll grundsätzlich die Rechensystematik der H vÖkobilanz-1 für gebundene Bauweisen übernommen werden; zu klären ist insbesondere die Berücksichtigung von Leerfahrten. Eine spätere Erweiterung um Modul A5 soll zusätzlich die mit Einbau und Verdichtung verbundenen Maschinen- und Energieeinsätze berücksichtigen.

#### **4.3 Schlussfolgerungen und Forschungsbedarf**

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass die ökologische Bewertung ungebundener Bauweisen nicht auf einen einzelnen GWP-Kennwert am Werkstor reduziert werden kann. Neben den Umweltwirkungen der Herstellung sind insbesondere die Herkunft und regionale Verfügbarkeit der Baustoffe sowie die nachfolgenden Transport- und Einbauprozesse von Bedeutung. Gleichzeitig müssen technische Eignung und Dauerhaftigkeit gewährleistet bleiben.

Für die weitere Bearbeitung besteht insbesondere Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei der Verbreiterung und Validierung repräsentativer A1–A3-Daten, vor allem für mineralische Ersatzbaustoffe, sowie bei der methodischen Behandlung von Sekundärrohstoffen und Zukaufprodukten. Ergänzend sind belastbare Grundlagen für die Bilanzierung des Transports in A4 und für die Maschinen- und Energieeinsätze des Einbaus in A5 erforderlich.

Damit wird die bislang überwiegend qualitative Betrachtung der Ressourcenschonung schrittweise um eine quantitative Bewertung der Treibhausgasemissionen ergänzt. Ziel ist eine praxismgerechte Methodik, die Ressourcenschonung, Kreislaufwirtschaft, Regionalität, Treibhausgasemissionen und technische Eignung gemeinsam berücksichtigt.

## Literaturangaben

- Deutsches Institut für Normung e. V. (2020): Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Festlegungen für Straßenbaustoffe – Teil 1: Asphaltmischgut; deutsche und englische Fassung prEN 17392-1:2020, Beuth Verlag, Berlin, 2020 (zurückgezogen).
- Deutsches Institut für Normung e. V. (2022): Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte; Deutsche Fassung EN 15804:2012+A2:2019 + AC:2021, Beuth Verlag, Berlin, 2022
- Deutsches Institut für Normung e. V. (2026): Call for Experts: LCA expert for Development of Construction Product Category Rules (CODEV-PCR) under the CPR, DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), veröffentlicht am 11.03.2026. DIN: CODEV-PCR – Call for Experts
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2024): Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 12/2024 (RStO 12/24). FGSV Verlag, Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2026): Hinweise zur Verwendung von Kriterien und Daten bei einer vereinfachten Ökobilanz von Straßenbaumaßnahmen – Teil 1: Gebundene Schichten/Treibhausgase/A1–A4 (H vÖkobilanz-1). FGSV Verlag, Köln.
- Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe – SÜGB (2025): PKR Anleitungstexte für Gesteinsbaustoffe – Teil B: Anforderungen an eine EPD für natürliche und rezyklierte Gesteinskörnungen, PCR-Code 1.4.1-1, Stand 30.10.2025.