



© Robert Wernli, Ackermann & Wernli AG, Aarau

Aktuelles zu Betonstrassen und zur Verkehrsinfrastruktur  
Ausgabe November 2017

# update 50

## Ökobilanz verschiedener Güterwege

---

Der Ökobilanzvergleich der drei Güterwegtypen Betonspur-, Kies- und Schwarzbelagweg zeigt, dass der Betonspurweg die umweltfreundlichste Option darstellt. Dies ist das Resultat einer aktuellen Studie zum Umweltfussabdruck der drei Güterwegtypen über den gesamten Lebenszyklus im Raum Aargau.

# Ökobilanz verschiedener Güterwege

Thomas Kägi und Emil Franov, Carbotech AG, Basel

## Ökologische Wahlkriterien

Betonspurwege sind eine Alternative zu den konventionellen Güterwegen. Der Verband der Kies- und Betonproduzenten VKB Aargau sowie die IG Betonstrassen wollten daher in Erfahrung bringen, wie sich Herstellung und Unterhalt von verschiedenen landwirtschaftlichen Güterwegen bezüglich Umweltbilanz verhalten.

Lohnt sich der zusätzliche Aufwand bei der Herstellung des Betonspurweges bei geringerem Unterhaltsbedarf und längerer Lebensdauer ökologisch und ökonomisch? Nebst der Antwort auf diese Frage waren anhand einer Umfrage bei Tiefbauingenieurbüros die verschiedenen Lebenszykluskosten zu ermitteln und mit den Umweltbelastungen ins Verhältnis zu setzen.

Die spezifische Situation im Kanton Aargau wurde miteinbezogen. Im Strassenbau verwendeter Kies besteht dort zu 80 % aus Wandkies (Kies aus Kiesgruben) und zu 20 % aus Recyclingkies oder Kies aus Steinbrüchen (Wernli, 2016). Gemäss Beschluss der Begleitgruppe hatte diese Studie aber die Normalvariante abzubilden. Sie gilt somit explizit für Güter-

wege, auf denen der verwendete Kies 100 % Wandkies ist. Ausserdem berücksichtigte man zwei Erosionsklassen (EK), basierend auf der Einteilung aus Salvisberg (2014): EK 2 (< 8 % Längsneigung) und EK 4 (10 % – 12 % Längsneigung), da der Unterhalt von Güterwegen bei höherer Erosion (z. B. in steilem Gelände) aufwendiger sein kann.

## Vorgehen und Methodik

Die Lebenszyklusanalyse, ein Synonym für Ökobilanzierung, gilt anerkanntermassen als die umfassendste und aussagekräftigste Methode für die Beurteilung von Umweltauswirkungen von Produkten und Systemen. Sie kam daher bei dieser Aufgabe zur Anwendung. Man spricht auch von einem Life Cycle Assessment (LCA). Die Methode erfasst und beurteilt die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf die Umwelt. Es reicht nicht aus, dabei nur einzelne Problemstoffe oder lokale Auswirkungen zu berücksichtigen. Eine ganzheitliche Betrachtungsweise sämtlicher Umweltauswirkungen ist notwendig.

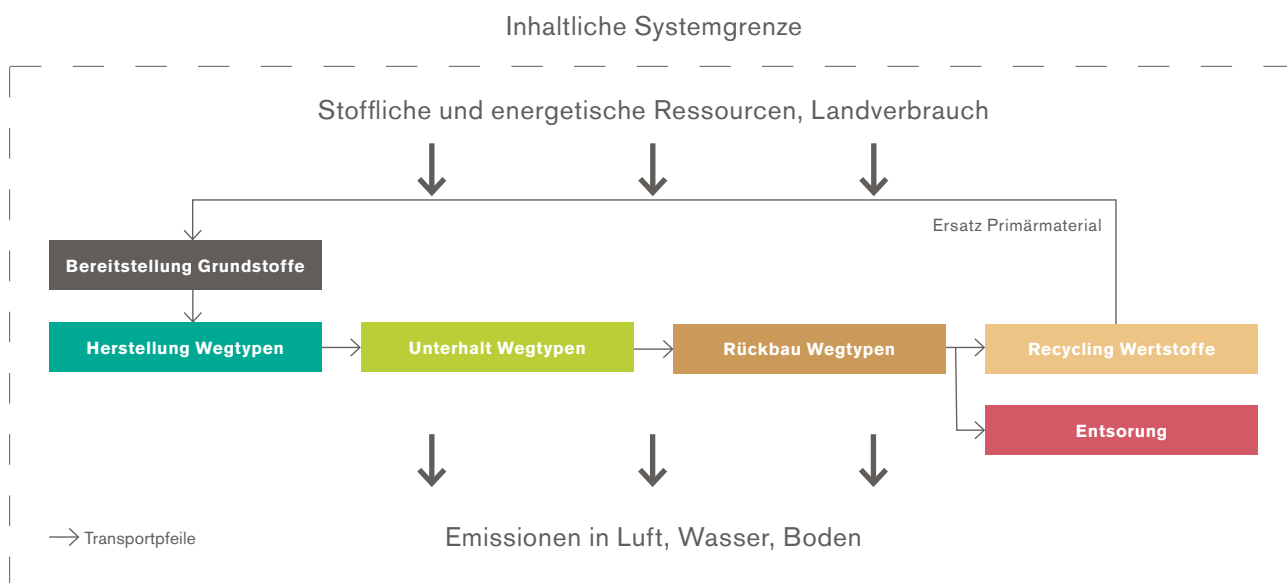
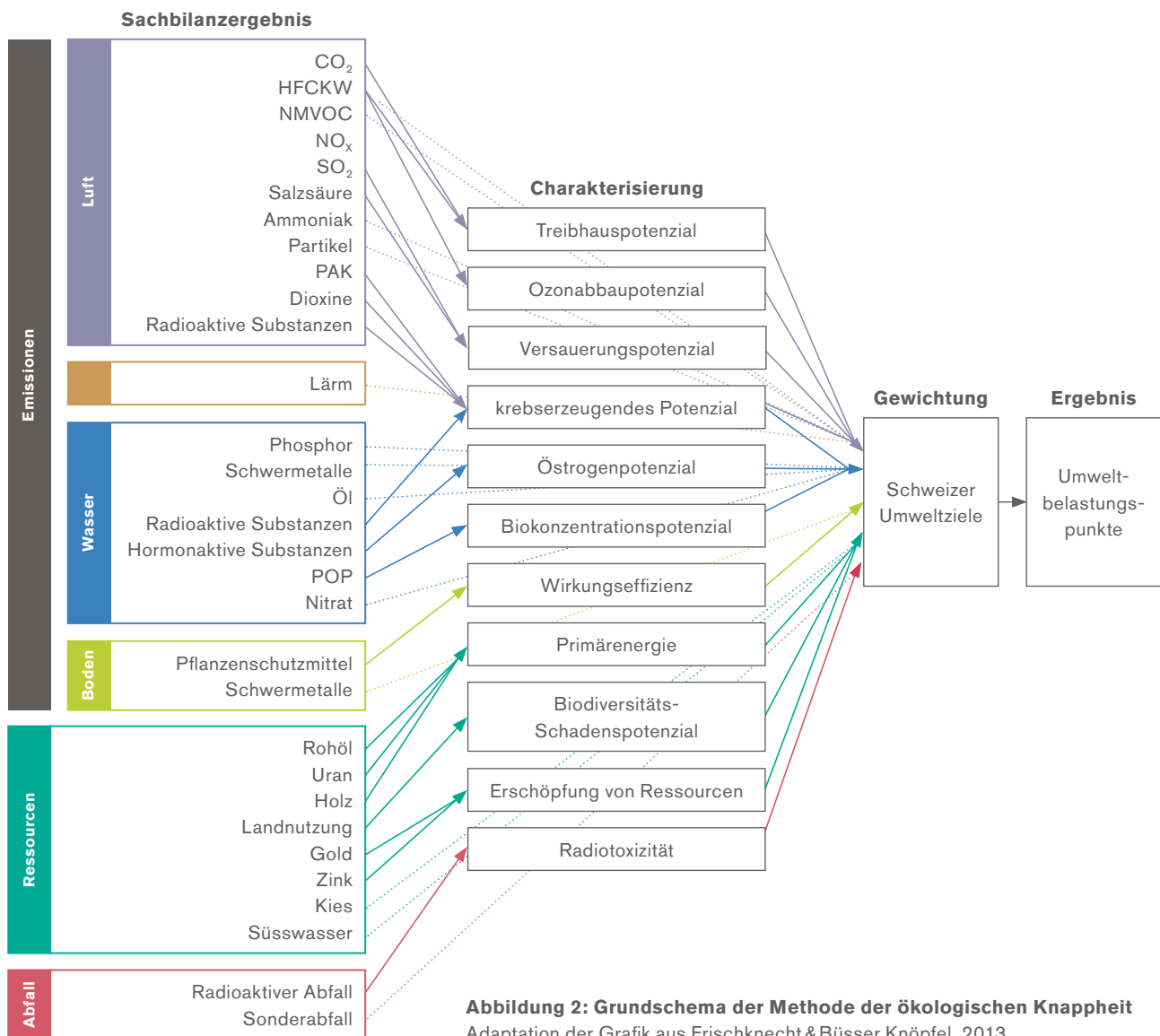


Abbildung 1: Schematische Darstellung der berücksichtigten Prozesse



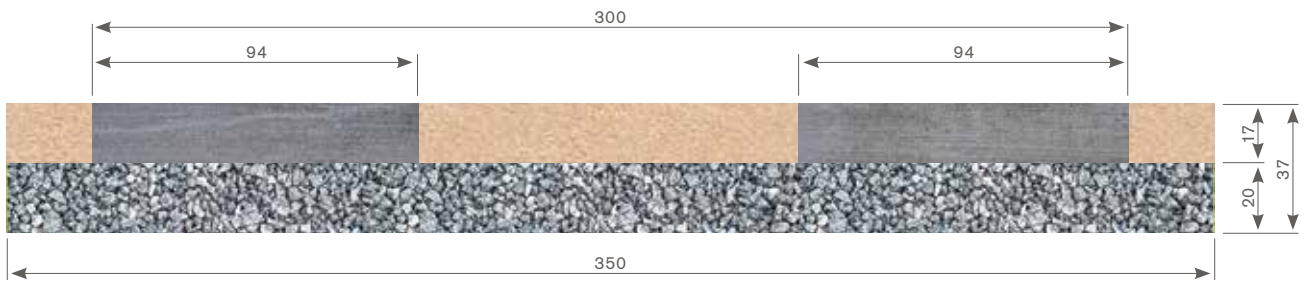
Nach der Definierung der zu untersuchenden Systeme werden die Waren-, Stoff- und Energieflüsse sowie der Ressourcenbedarf erfasst. Es folgt die Bestimmung gewählter Indikatoren, mit welchen sich die Auswirkungen auf die Umwelt beschreiben lassen. Um die Ergebnisse mit einer Kennzahl auszudrücken und damit die Auswertung zu ermöglichen, kann eine Bewertung der verschiedenen Umweltauswirkungen durch eine Gewichtung erfolgen.

### Norm, Informationen, digitale Werkzeuge

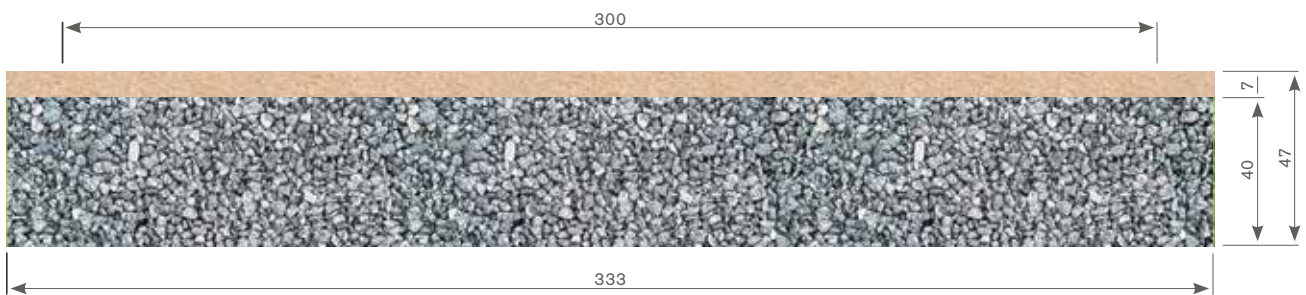
Die Studie zu den Güterwegen wurde gemäss der Norm ISO 14040 erstellt. Hauptziel war die Ermittlung des Umweltfussabdrucks der drei Güterwege Betonspur-, Kies- und Schwarzbelagweg mit der Methode der Ökobilanzierung. Je «tiefer» der Umweltfussabdruck auf der Werteskala ist, desto besser.

Für einen sinnvollen Vergleich der drei Systeme wurde als funktionelle Einheit 1 Laufmeter (lfm) Weg mit 3 Metern Nutzbreite über 60 Jahre definiert. 60 Jahre entsprechen einer durchschnittlichen Lebensdauer eines Belagüterwegs (Speicher, 2016). Die Angaben über die Herstellung und den Unterhalt der Güterwege beruhen auf aktuellen Erfahrungswerten von Ingenieurbüros. Die verwendeten Hintergrunddaten stammen aus der Ökoinventardatenbank ecoinvent v3.2. Mit der Ökobilanz-Software SimaPro v8.0 (PRé Consultants, 2015) wurde eine Sachbilanz berechnet. Aus ihr ergibt sich eine Wirkbilanz, welche die Sachbilanz bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt nach der Methode der ökologischen Knappheit 2013 bewertet (Frischknecht & Büsser Knöpfel, 2013). Diese Methode wurde unter Mitarbeit des Bundesamts für Umwelt entwickelt und ist in der Schweiz etabliert. Die Resultate werden in Umweltbelastungspunkten (UBP) ausgedrückt.

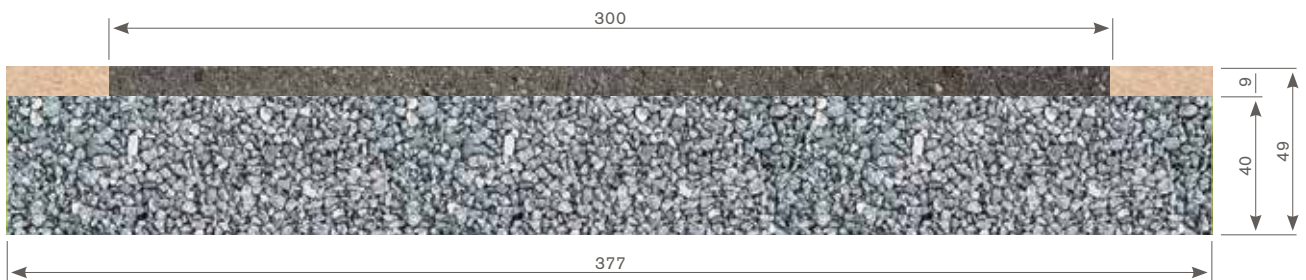
**Abbildung 3: Querschnitte der verglichenen Güterwege**  
Massangaben (in cm)



**Betonspurweg**



**Kiesweg**



**Schwarzbelagweg**

### Berechnungsgrundlagen, Daten

Neben der erwähnten Lebensdauer von 60 Jahren und dem 100-prozentigen Wandkiesanteil beim Kies für den Wegbau ging man für die Erhebungen von Rezyklatanteilen von 45% beim eingesetzten Asphalt und von 20% beim eingesetzten Beton aus. Zu den Berechnungsgrundlagen zählten ausserdem die ortsnahe Verwertung des Aushubs des Strassenbaus, eine 100-prozentige Rezyklierbarkeit von Verschleisssschicht und Kofferung, die relativ geringe Befahrfrequenz von Güterwegen (10 Autos pro Tag) und die Änderung der Landnutzung. Der Mittelstreifen beim Betonspurweg wurde in diesem Zusammenhang mit der Nutzung «Strassenrand» angenähert, um zu berücksichtigen, dass es sich nicht um eine versiegelte Fläche handelt.

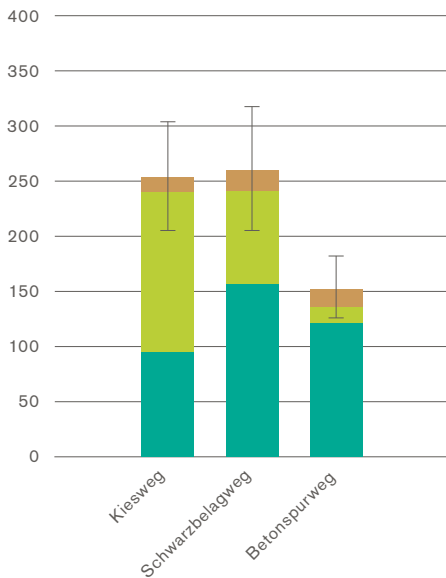
Die Primärdaten für die Ökobilanzierung fassen auf den drei unterschiedlichen, in der Dimensionierung identischen Querschnittprofilen. Diese basieren auf Mittelwerten dreier angefragter Ingenieurbüros.

Erfasst wurden die Dimensionen für alle drei Typen in den Varianten Erosionsklasse 2 und Erosionsklasse 4, des Weiteren die wichtigsten Daten der Herstellung, des Unterhalts wie auch des Rückbaus, nämlich Materialaufwand, aber auch Aushub und Verbrennungsemissionen der Maschinen. Ebenfalls ermittelte man Kostenangaben zur Herstellung, zum Unterhalt und zur Entsorgung der drei Güterwege in den beiden Erosionsklassen. Diese Primärdaten wurden mit den entsprechenden Inventaren aus ecoinvent v3.2 verknüpft, um die vollständige Sachbilanz berechnen zu können.

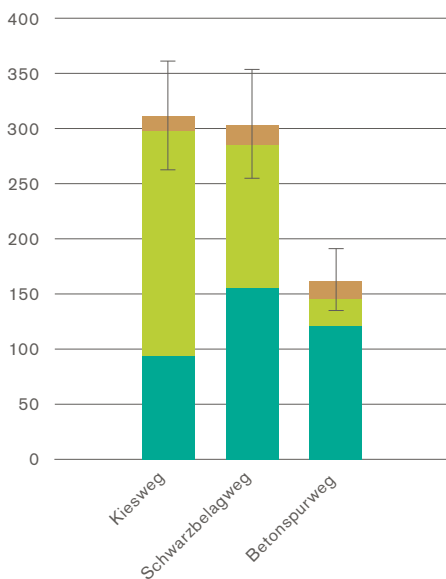
**Abbildung 4: Umweltfussabdruck der verglichenen Güterwege**

Y-Achse: Umweltfussabdruck in kUBP / Laufmeter über 60 Jahre

**Erosionsklasse 2**



**Erosionsklasse 4**



- Rückbau
- Unterhalt
- Herstellung

**Betonspurweg: weniger Ressourcenverbrauch**

Die Ökobilanzierung hat ergeben, dass die relevanten Prozessbeiträge zum Umweltfussabdruck für die Erosionsklassen 2 und 4 sehr ähnlich sind. Die relevanten Bilanzposten betreffen einerseits die Bereitstellung der eingesetzten Materialien: Kies trägt beim Kiesweg gut ein Drittel zum Umweltfussabdruck bei, beim Schwarzbelagweg noch knapp ein Fünftel und beim Betonspurweg noch etwa ein Zehntel. Mergel führt einzig beim Kiesweg zu einem relevanten Beitrag des Umweltfussabdrucks (etwa ein Viertel). Asphalt ist lediglich beim Schwarzbelagweg relevant (gut ein Viertel), die Herstellung von Beton trägt beim Betonspurweg entscheidend zum Resultat bei (etwa ein Drittel).

Neben den eingesetzten Materialien ist insbesondere die Änderung der Landnutzung relevant für den Umweltfussabdruck. Diese ist absolut gesehen beim Betonspurweg leicht tiefer als bei den anderen beiden Wegen, denn er weist weniger grosse versiegelte Flächen auf. Die Änderung der Landnutzung macht etwa ein Drittel des Resultats des Betonspurwegs aus (respektive ein Fünftel bis ein Sechstel der Kies- und Schwarzbelagwege, je nach Erosionsklasse).

Materialtransporte verursachen rund ein Sechstel des Umweltfussabdrucks beim Betonspur- und Kiesweg sowie ein Zehntel beim Schwarzbelagweg. Der Maschineneinsatz trägt beim Schwarzbelagweg rund ein Achtel zum Umweltfussabdruck bei. Bei den anderen beiden Güterwegen ist er nicht relevant. Die verbleibenden Materialien sind ebenfalls unrelevant.

Bei den Ressourcen- und Emissionsbeiträgen zum Umweltfussabdruck ist der Verbrauch an mineralischen Ressourcen (insbesondere der Ressource Wandkies) beim Kiesweg in beiden Erosionsklassen mit etwa 50% der grösste Beitrag zum Umweltfussabdruck. Ansonsten sind bei allen drei Güterwegen die weiteren Ressourcen- und Emissionsbeiträge nicht von grosser Bedeutung für den gesamten Umweltfussabdruck und ergeben für keine Variante herausragende Werte.

Die Lebenszykluskosten über 60 Jahre sind beim Kiesweg bei beiden Erosionsklassen in etwa gleich hoch wie beim Betonspurweg. Der Kiesweg weist zwar die tieferen Herstellungskosten auf, jedoch sind die Unterhaltskosten höher als beim Betonspurweg. Der Schwarzbelagweg ist für beide Erosionsklassen etwa 45% teurer als die beiden anderen Wege. Einerseits hat er die höchsten Herstellungskosten, andererseits auch die höchsten Unterhaltskosten.

## Gegenüberstellung Umweltfussabdruck und Kosten

Die Untersuchung hat ergeben, dass der Betonspurweg in beiden Erosionsklassen den tiefsten Umweltfussabdruck hat und nicht teurer ist als die anderen Güterwegtypen. Werden der Umweltfussabdruck und die Kosten gleichermaßen als Grundlage für die Entscheidungsfindung einbezogen, erweist sich der Betonspurweg als die beste Option, d. h., er weist die beste Ökoeffizienz auf.

Der Kiesweg zeigt in beiden Erosionsklassen einen ähnlich hohen Umweltfussabdruck wie der Schwarzbelagweg. Er ist jedoch über die ganzen Lebenszykluskosten betrachtet wesentlich kostengünstiger. Werden der Umweltfussabdruck und die Kosten gleichermaßen als Grundlage für die Entscheidungsfindung einbezogen, ist der Kiesweg dem Schwarzbelagweg vorzuziehen.

## Der Betonspurweg ist aus Umwelt- und Kostensicht sinnvoll

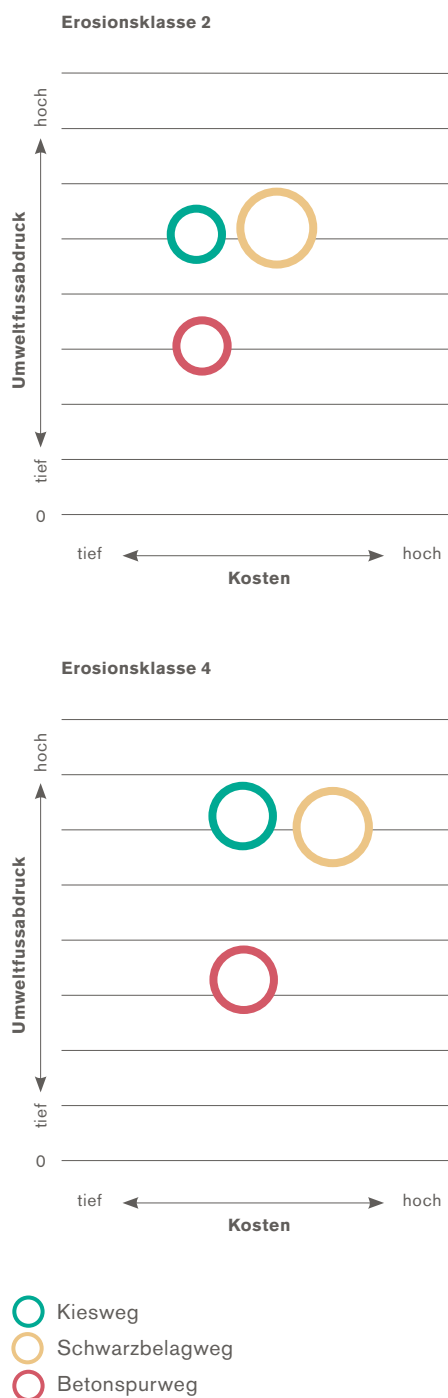
Der Vergleich der drei Güterwege hat aus Umweltsicht gezeigt, dass der Betonspurweg in beiden Erosionsklassen die umweltfreundlichste Option ist. Die lange Lebensdauer und die damit einhergehenden geringen Unterhaltsarbeiten erweisen sich als wesentlicher Vorteil im Vergleich zu den anderen beiden Güterwegen. Zwischen dem Kiesweg und dem Schwarzbelagweg besteht kein Unterschied hinsichtlich des Umweltfussabdrucks.

Der Betonspurweg weist ähnlich hohe Lebenszykluskosten auf wie der Kiesweg. Die Herstellung ist zwar wesentlich teurer; dies wird jedoch wieder wettgemacht durch relativ tiefe Unterhaltskosten. Merklich höher sind die Kosten für einen Schwarzbelagweg.

Die Studie führt zur Schlussfolgerung, dass der Betonspurweg trotz der aufwendigen Herstellung dank seiner Langlebigkeit und der damit verbundenen geringen Unterhaltsarbeiten eine aus Umwelt- und Kostensicht sinnvolle Variante bei der Erstellung von Erschliessungswegen ist, sowohl in der Erosionsklasse 2 wie auch in der Erosionsklasse 4. Für schwach befahrene Güterwege ist der Umweltfussabdruck der Weginfrastruktur etwa eineinhalb- bis dreimal höher als der Umweltfussabdruck durch den eigentlichen Verkehr. Für umweltbewusste Auftraggeber ist die Wahl der Ausbauvariante von Güterwegen also ein relevanter Entscheid.

Abbildung 5: Gegenüberstellung Umweltfussabdruck und Kosten der verglichenen Güterwege

Die Grösse der Ringe indiziert approximativ die Unsicherheiten in beiden Dimensionen.





Im ländlichen Strassenbau dienen Betonspurwege der Erschliessung land- oder forstwirtschaftlicher Flächen, wo sie sich gerade in sensiblen Naturregionen optimal in die Landschaft einfügen und praktisch keinen Unterhalt benötigen. Sie sind ganzjährig befahrbar und trotzen dem Einsatz schwerer Fahrzeuge für Bearbeitung, Ernte und Transport.

Bilder: Robert Wernli,  
Ackermann & Wernli AG,  
Aarau



Betonspurwege können auch aus vorgefertigten Betonbauteilen bestehen. Diese Bauart war aber nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Bild: Creabeton Matériaux AG



Für weiterführende Informationen steht Ihnen der Verein Betonmarketing Österreich jederzeit zur Verfügung.

[www.betonmarketing.at](http://www.betonmarketing.at)



Vereinigung der Österreichischen  
Zementindustrie  
Franz-Grill-Straße 9, O 214  
A-1030 Wien  
Tel. +43 (0)1 714 66 81-0



Verband Österreichischer  
Beton- und Fertigteilewerke  
Gablenzgasse 3 / 5. OG  
A-1150 Wien  
Tel. +43 (0)1 403 48 00



Güteverband  
Transportbeton  
Wiedner Hauptstraße 63  
A-1045 Wien  
Tel. +43 (0)5 90 900-4882



Forum  
Betonzusatzmittel  
Wiedner Hauptstraße 63  
A-1045 Wien  
Tel. +43 (0)5 90 900-3749

#### Vertrieb durch

**BETONSUISSE**

BETONSUISSE Marketing AG  
Marktgasse 53, CH-3011 Bern  
Telefon +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70  
[info@betonsuisse.ch](mailto:info@betonsuisse.ch), [www.betonsuisse.ch](http://www.betonsuisse.ch)



InformationsZentrum Beton GmbH  
Steinhof 39, D-40699 Erkrath  
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320  
[erkrath@beton.org](mailto:erkrath@beton.org), [www.beton.org](http://www.beton.org)



Verein Betonmarketing Österreich  
Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton  
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grill-Straße 9, O 214, A-1030 Wien  
Telefon +43 (0) 1 714 66 85-0  
[zement@zement-beton.co.at](mailto:zement@zement-beton.co.at), [www.zement.at](http://www.zement.at)