

Ökobilanzierung von Kaltmischfundationen

Weil sich Asphaltgranulat auf allen Werkhöfen der Mischgutwerke und auf den Werkplätzen der Baustofflieferanten türmt, stellt sich die Frage des Einsatzes des Altasphalts in Kaltmischfundationen AFK. Im Vergleich zu neuem Asphalt benötigt die Produktion von Kaltmischfundationen AFK im Belagswerk eine geringere Temperatur. Das reduziert sowohl den Energieaufwand als auch die Emissionen. Zudem wird durch den Einsatz von Asphaltgranulaten der Verbrauch primärer Ressourcen wie Splitt und Brechsand vermindert. Materialkreisläufe können geschlossen und wertvoller Deponieraum geschont werden. Die perfekte Lösung? So einfach ist es nicht, denn AFK hat auch Nachteile: Im Vergleich zu herkömmlichem sogenanntem Asphaltbeton AC T benötigt AFK eine höhere Zugabe an Bitumen und zusätzlich Zement, um die technischen Anforderungen im Strassenbau zu erfüllen. Zudem wird aufgrund der Zusammensetzung des AFK eine höhere Verdichtung nötig. Das führt bei offenen Böschungen (ohne seitliche Verschalung) zur Verbreiterung des Weg- oder Strassenprofils sowie zu einer höheren Einbaudicke und damit wiederum zu einem erhöhten Materialeinsatz. In einer Ökobilanzstudie kommen Experten der OST Ostschweizer Fachhochschule zum Schluss, dass der Einsatz von Kaltmischfundationen AFK keine ökologischen Vorteile bringt. Hohe Zugaberaten von Recyclinggranulat vermindern zwar die Umweltwirkungen der Fundationsschicht, aber dieser Vorteil wird durch eine erhöhte Einbauschichtdicke und Breite überkompensiert.

In Switzerland, asphalt granulate is piling up in yards of asphalt mixing plants and building material suppliers. New ways to reuse this secondary material in road constructions are explored such as its reuse in cold-mix foundations AFK (engl. CMB pavements). It has many advantages such as a lower temperature in the pavement plant compared to new asphalt reducing both energy consumption and emissions. In addition, it reduces the consumption of primary resources such as chippings and crushed sand. Material cycles can be closed and valuable landfill space conserved. The perfect solution? It is not that simple, because AFK also has disadvantages: Compared to conventional so-called asphalt concrete AC T, AFK requires a higher addition of bitumen and additional cement to meet the technical requirements in road construction. In addition, higher compaction is necessary due to the composition of AFK. This leads with open slopes (without side casing) to a widening of the path or road profile as well as to a higher paving thickness and thus again to an increased material input. In a life-cycle assessment study, experts from the OST Ostschweizer Fachhochschule (University of Applied Sciences of Eastern Switzerland) came to the conclusion that the use of cold-mix foundations has no ecological advantages. High addition rates of recycled granulate do reduce the environmental impact of the foundation layer, but this advantage is overcompensated by an increased layer thickness and width.

1 Hintergrund und Zielsetzung

In der Schweiz türmt sich das Asphaltgranulat auf den Werkhöfen der Asphaltproduzenten und auf den Werkplätzen vieler Baustofflieferanten. Asphaltgranulat fällt in der Schweiz in grossen Mengen in Strassenanierungsprojekten an, entweder als

■ Verfasser

Thomas Pohl

thomas.pohl@ost.ch

Ostschweizer Fachhochschule
Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik
(UMTEC)
Oberseestrasse 10
CH-8640 Rapperswil

Susanne Kytzia

susanne.kytzia@ost.ch

OST Ostschweizer Fachhochschule
Institut für Bau und Umwelt (IBU)
Oberseestrasse 10
CH-8640 Rapperswil



Fräsasphalt oder als Ausbruchasphalt in Form ganzer Schollen. Es wird auf dem Werkhof eines Asphaltproduzenten zerkleinert, trockenmechanisch durch eine Siebung klassiert und im besten Fall überdacht gelagert. Danach kann das Asphaltgranulat im Belagswerk wieder eingesetzt werden zur Herstellung unterschiedlicher Mischgüter, die im Strassenoberbau eingesetzt werden.

Gemäss einer Studie der EMPA [1] fallen in der Schweiz pro Jahr ca. 3 Mio. Tonnen Ausbauasphalt an. Davon gelangt mit ca. 2.5 Mio. Tonnen der grösste Teil auf die Werkhöfe der Asphaltproduzenten in der Schweiz und wird in Form von neuem Asphalt mit Recyclinganteil wieder dem Baustoffkreislauf zurückgeführt. 0.5 Mio. Tonnen gelangen zur Entsorgung in eine Depo-

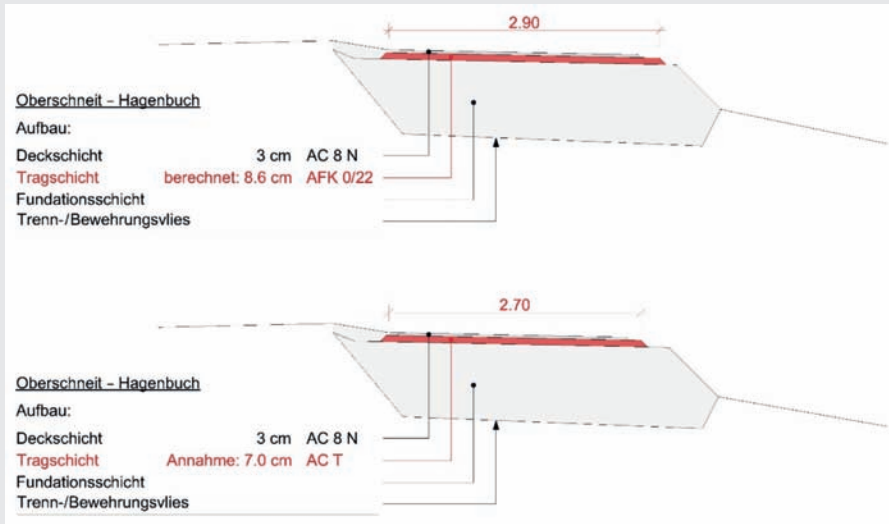


Bild 1: Normalprofil des Radwegs 1.
Oben: Radweg mit Kaltmischfundation AFK in der Tragschicht, unten: AC T Asphaltbeton in der Tragschicht

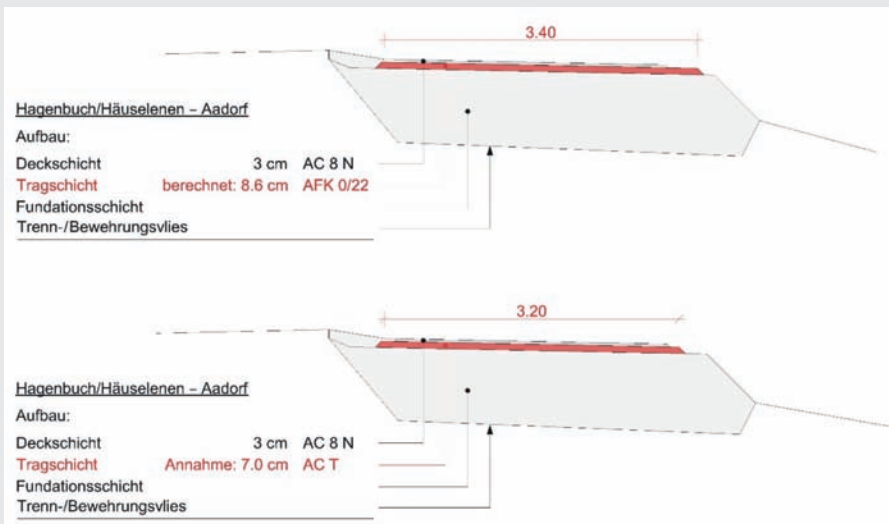


Bild 2: Normalprofil des Radwegs 2.
Oben: Radweg mit Kaltmischfundation AFK in der Tragschicht, unten: AC T Asphaltbeton in der Tragschicht

nie [1]. Aufgrund der Diskrepanz zwischen Asphaltgranulatanfall und Asphaltgranulatainsatz erhöhen sich die zwischengelagerten oder deponierten Mengen in der Schweiz konstant. Als vielversprechende Einsatzmöglichkeit für Asphalt mit Recyclinganteil gilt eine Verwendung als Kaltmischfundationen AFK. Kaltmischfundationen AFK werden je nach Asphaltrezeptur zu fast 100 % aus Asphaltgranulat hergestellt.

AFK benötigt im Vergleich zu herkömmlichen AC T (Asphaltbeton-Tragschicht)-Belägen einen höheren Anteil an Bitumen und ein hydraulisches Bindemittel, um die technischen Anforderungen zu erfüllen. Im Gegensatz zur Anwendung von herkömmlichen Asphaltbetonbelägen für Tragschichten benötigt der Einsatz von Kaltmischfun-

dationen AFK mit sehr hohen Recyclinganteilen eine höhere Verdichtung. Das führt zur Verbreiterung des Profils sowie zur Erhöhung der Einbaudicke und damit auch zu erhöhtem Materialeinsatz. Auf der anderen Seite spart der Einsatz von Kaltmischfundationen AFK durch die reduzierte Temperatur in der Produktion im Belagswerk Energie und Emissionen ein. Zudem wird durch den Einsatz von Asphaltgranulaten der Verbrauch von primären Ressourcen vermindert (Splitt und Brechsand). Dadurch werden Materialkreisläufe geschlossen und wertvoller Deponieraum geschont.

Wir stehen nun also vor einem Zielkonflikt: Auf der einen Seite haben wir die offensichtlichen Vorteile der Kaltmischfundation wie die reduzierte Produktionstemperatur sowie

den hohen Einsatz an Asphaltgranulat. Dem steht jedoch ein erhöhter Materialeinsatz pro Laufmeter Strasse gegenüber.

Die Institute IBU und UMTEC der Ostschweizer Fachhochschule Campus Rapperswil (ehemals Hochschule für Technik Rapperswil HSR) wurden vom Tiefbauamt des Kantons Zürich beauftragt, am Beispiel zweier realisierter Radweg-Bauprojekte einen Variantenvergleich für die Ausführung mit AFK (Variante 1) und mit AC T (Variante 2) zu erstellen, um den oben geschilderten Sachverhalt zu prüfen. Die beiden Normalprofile der betrachteten Radwege sind in Bild 1 und Bild 2 dargestellt. Die verwendeten Asphaltrezepturen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Mittels einer Ökobilanz wird ermittelt, welche der beiden Varianten zu geringeren Umweltwirkungen führt. Die Ökobilanz ist eine umfassende und aussagekräftige Methode, um die Umweltwirkungen von Produkten und Systemen über ihren gesamten Lebenszyklus zu beurteilen. Wichtig dabei ist, dass alle Emissionen und Ressourcenansprünahmen während der Herstellung der Baumaterialien, der Bauausführung, über die eigentliche Nutzungsdauer bis zu Rückbau und Entsorgung oder Wiederverwertung in die Lebenszyklusanalyse einfließen – «von der Wiege bis zur Bahre».

2 Methodik

In einem ersten Schritt wurden die Materialflüsse aufgrund der Pläne des ausgeführten Werks (inkl. Normalprofil) der beiden Radwege ermittelt. Für die konventionelle Bauweise (AC-T-Variante) wurde ein fiktives Normalprofil verwendet. Danach wurden die Daten als Grundlage der Ökobilanzierung verwendet. UMTEC verfügt aus früheren Projekten über gute Datengrundlagen zur Modellierung der Umweltwirkung aller relevanten Lebenszyklusphasen von Asphaltbelägen [2], [3]. Die Ermittlung der Umweltbelastungspunkte UBP und der CO₂-Emissionen wurde daher auf bereits vorhandene Inventare abgestützt. UMTEC hat für die in den Radwegen eingesetzten Kaltmischfundationen AFK eine enge Zusammenarbeit mit den Lieferanten der Beläge angestrebt und Produktionsdaten, wo immer möglich, in die Ökobilanz eingebunden.

Die Systemgrenze der Ökobilanz geht von der Rohstoffgewinnung über die Mischgutproduktion, den Einbau, die Nutzung, den Rückbau bis zur Deponierung oder zum

Recycling (Bild 3). Wichtig ist, dass bei dieser Betrachtung der gesamte Lebenszyklus der Tragschicht betrachtet wird. Die funktionelle Einheit stellt daher die Menge an Mischgut in der Tragschicht der betrachteten Radwege dar.

Zur Berechnung der Ökobilanz wurden folgende Methoden verwendet:

2.1 Treibhauspotenzial

Diese Umweltwirkungskategorie berücksichtigt nur klimaschutzrelevante Emissionen eines Produktes oder Prozesses über den gesamten Lebenszyklus. Die Bewertung wird anhand eines Charakterisierungsfaktors in kg CO₂-Äquivalente vorgenommen. Das Treibhausgas Methan ist rund 28-mal klimaschädlicher als das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid und wird daher mit dem Charakterisierungsfaktor 28 verrechnet. Ein Kilogramm Methan entspricht damit 28 kg CO₂-Äquivalenten. Diese Methode des Treibhauspotenzials wird im angrenzenden Ausland häufig verwendet. Schadstoffemissionen lassen sich mit dieser Methode allerdings nur ungenügend bis gar nicht abbilden (toxizitätsrelevante Schadstoffemissionen in Luft, Wasser und Boden) [4], [5]. Durch die Wahl der Wirkungsabschätzungsmethode wird keine Gewichtung gefordert und somit ist die Ökobilanz konform mit der ISO-Norm 14'040 ff. [6], [7].

2.2 Ökologische Knappheit (UBP-Methode)

Diese Methode wurde mit dem Ziel entwickelt, die verschiedenen Umweltauswirkungen zu einem Gesamtindex (Umweltbelastungspunkte) zusammenzufassen. Diese Ökobilanzierungsmethode beruht auf dem Vergleich der aktuellen Belastung der Umwelt (aktueller Fluss, „Ist-Menge“) mit der gesellschaftspolitisch als zulässig angesehenen Belastung (kritischer Fluss, „Toleranzmenge“). Das Verhältnis von aktuellem zu kritischem Fluss resp. der „Ist-Menge“ zur „Toleranzmenge“ wird als ökologische Knappheit bezeichnet. Je grösser die Differenz zwischen dem aktuellen Fluss und der als zulässig angesehenen Belastung, desto «umweltbelastender» ist die jeweils betrachtete Emission bzw. Ressourceninanspruchnahme. Diese Methode wird auch Umweltbelastungspunkte-Methode (kurz UBP-Methode) genannt. Diese Ökobilanzierungsmethode berücksichtigt eine grosse Anzahl an Wirkungskategorien, welche anhand einer Gewichtung, basierend auf politischen Zie-

Zusammensetzung	AC T [kg/t], Referenz für beide Radwege	AFK 1 [kg/t] für Radweg 1	AFK 2 [kg/t] für Radweg 2
Brechsand	40	0	78
Splitt	344	0	0
Bitumen	16	25	30
Wasser	0	34	30
Zement (Doroport)	0	10	10
Recyclingasphaltgranulat	600	931	852

Tabelle 1: Zusammensetzung der betrachteten Asphaltrezepturen. Angaben stammen von zwei führenden Asphaltproduzenten



Bild 3: Cradletto-Grave-Systemgrenze von der Rohstoffgewinnung bis Entsorgung/Recycling. Auswertung der Ökobilanz für den gesamten Radweg

len der Schweizer Umweltgesetzgebung abgestützt, ein gesamttaggregiertes eindimensionales Ergebnis in der Einheit UBP liefert. Die Umweltbelastungspunkte (UBP) quantifizieren die Umweltbelastungen durch die Nutzung von Energie- und stofflichen Ressourcen, von Land und Süßwasser, durch Emissionen in Luft, Gewässer und Boden, durch die Ablagerung von Rückständen aus der Abfallbehandlung sowie durch Verkehrslärm. In diesem Projekt wurde die Version 2013 [8] als Hauptbewertungsmethode verwendet. Die Wirkungskategorie der ökologischen Knappheit ist nicht durch das Regelwerk dieser ISO-Norm abgedeckt. Sie ist aber in der Schweiz sehr gut etabliert und soll bei der Übernahme der EN 17472 ins Schweizer Normenwerk zukünftig im nationalen Vorwort ausdrücklich als zulässiges Bewertungsverfahren benannt werden.

Zum besseren Verständnis der Bedeutung der Einheit der Umweltbelastungspunkte UBP:

1'000 UBP entsprechen der Umweltbelastung ausgelöst durch:

- 3 km Autofahren mit einem durchschnittlichen PW oder,
- die Produktion von 1 L Bier oder,
- die Herstellung von 5 Rollen WC-Papier oder,
- 10 g Rindfleisch.

3 Ergebnisse

Bild 4 zeigt das Ergebnis der Ökobilanz für die Herstellung einer Tonne Asphalt für die Tragschicht der Radwege. Dabei wird er-

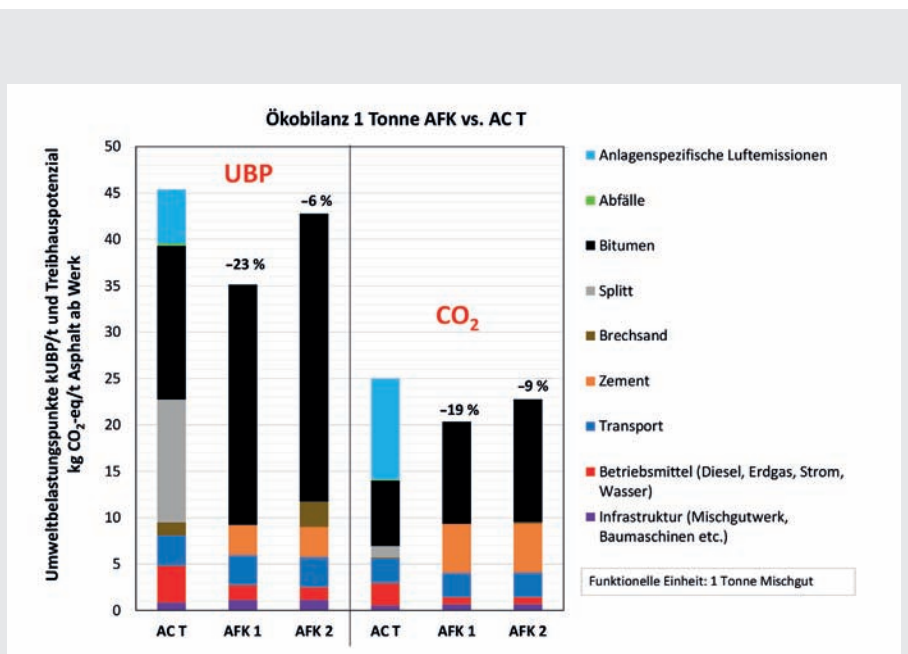


Bild 4: Ein direkter ökobilanzieller Vergleich von jeweils einer Tonne AFK- bzw. AC-T-Asphalt zeigt, dass sich die Umweltwirkungen beider Varianten nur leicht unterscheiden. Die geringeren Umweltwirkungen der AFK-Variante im Belagswerk werden ausgeglichen durch höhere Umweltwirkungen in der Prozessvorkette durch die Gewinnung der Primärrohstoffe. AFK-Mischgut enthält eine grössere Menge an Bitumen als AC-T-Mischgut und zusätzlich ein hydraulisches Bindemittel. Die Umweltwirkungen der Herstellung dieser beiden Stoffe kompensiert die Vorteile tieferer Temperaturen bei der Mischgutherstellung

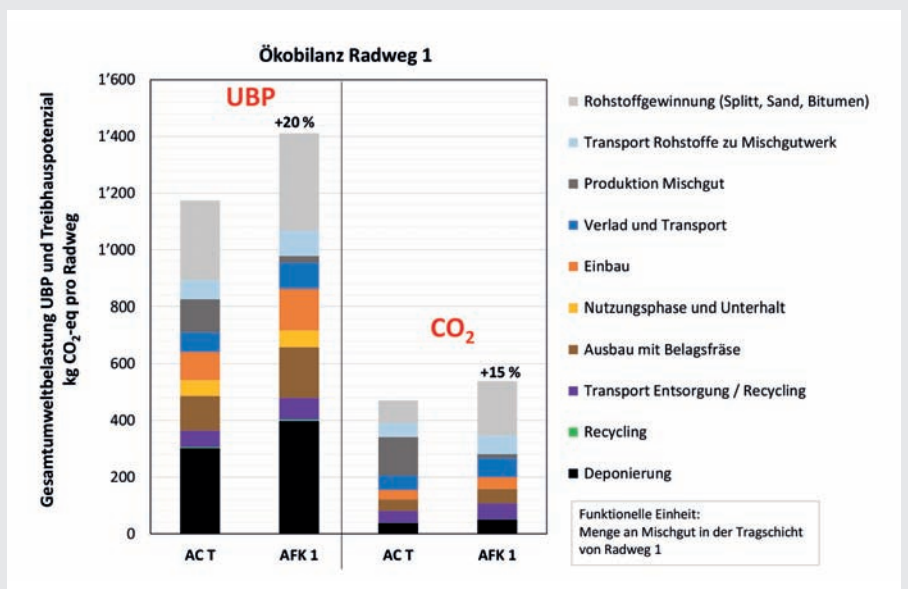


Bild 5: Vergleichende Ökobilanz von AC T und AFK über den gesamten Lebenszyklus des Asphalts verbaut im Radweg 1 und ausgewertet mit der Umweltbelastungspunkte-Methode (UBP) und der Methode des Treibhauspotenzials (CO₂)

sichtlich, dass pro Tonne Asphalt die Kaltmischfundation AFK ökologisch leicht besser abschneidet als der herkömmliche Asphaltbeton AC T. Bild 4 zeigt, dass die Hauptbeiträge der Ökobilanz der Asphaltproduktion in der Bereitstellung der Rohstoffe in der Prozessvorkette liegen. Die Umweltbelastung der Bereitstellung der Gesteinskörnung und vor allem des Bitumens schenken ökologisch am stärksten ein. Vernachlässigbar sind die Infrastruktur sowie die Abfälle. Der ökologische Vorteil der

Kaltmischfundation AFK in der Asphaltproduktion liegt in der Vermeidung der anlagenspezifischen Emissionen einerseits und andererseits in der Einsparung an Splitt als Primärressource. Die Produktion von AFK verursacht keine anlagenspezifischen Emissionen, da der Asphalt nicht erhitzt werden muss (kein Erdgas oder Heizöl wird verbrannt). Es ist in Bild 4 jedoch auch ersichtlich, dass der ökologische Beitrag des Bitumens beim AFK grösser ist als beim AC T, da der AFK mehr Bitumen pro Tonne As-

phalt enthält (Tabelle 1). Beim AFK wirkt sich zudem die Verwendung von Zement (Doroport) ökobilanziell stark aus. Dies vor allem bei den Treibhausgasen, da die Zementproduktion (vor allem die Klinkerherstellung) sehr CO₂-intensiv ist. Bei der Bewertung mittels Treibhauspotenzial wirken sich beim AC T die Luftemissionen der Asphaltanlage stark aus. Diese kommen aus der Asphalttrommel (Drehofen, in dem die Gesteinskörnung durch Verbrennung von Öl oder Erdgas erwärmt wird) durch die Verbrennung von Heizöl oder Erdgas zustande. Bild 5 und Bild 6 zeigen die Ökobilanz für die beiden Radwege. Wird die Ökobilanz nun für den gesamten Radweg über alle Lebenszyklusphasen von der Rohstoffgewinnung, über den Bau, Unterhalt, Rückbau bis zur Entsorgung betrachtet, so fällt das Ergebnis zugunsten des AC-T-Belags aus. Denn die vergleichende Ökobilanz für die beiden Radwege zeigt auf, dass sich aus ökologischer Sicht der Einsatz von Kaltmischfundationen AFK in Tragschichten von Radwegen nicht lohnt. Ursache ist der erhöhte Materialbedarf der AFK-Variante infolge der erhöhten Schichtdicke und Fahrbahnbreite. AFK ist weniger tragfähig als herkömmliche Asphaltbeläge und muss daher mit höheren Schichtdicken eingebaut werden. Bautechnisch bedingt führt das bei Radwegen und Strassen ohne seitliche Verschalung zu einer Verbreiterung der Fahrbahn durch die höhere notwendige Verdichtung. Auf den ganzen Radweg betrachtet wird der ökologisch positive Effekt in der Herstellung des AFK so überkompensiert. Die ökologischen «Hot-Spots» liegen auf den Lebenszyklusphasen der Rohstoffgewinnung und Produktion des Asphalts, dem Ein- und Ausbau des Asphalts sowie auf der Deponierung.

4 Fazit, Diskussion und Ausblick

Die vergleichende Ökobilanz für die beiden Radwege zeigt auf, dass sich aus ökologischer Sicht der Einsatz von Kaltmischfundationen AFK in Tragschichten von Radwegen nicht lohnt. Diese Aussage lässt sich auf den Einsatz von AFK in Fundationsschichten von Strassen übertragen, sofern es auch dort bautechnisch bedingt zu einer Mehrbreite der Fahrbahn kommt. Bei Radwegen ohne seitliche Verschalung führt der Einsatz von AFK heute zu einer erhöhten Schichtdicke und einer breiteren Fahrbahn. Der resultierende Mehrbedarf an Material über-

kompensiert den ökologisch positiven Effekt in der Herstellung des AFK. Dazu kommt, dass die Herstellung des AFK-Mischguts nur wenig besser abschneidet als die Herstellung des AC-T-Mischgutes. Bei der Herstellung dominieren die Umweltbelastungen der Prozessvorkette durch die Gewinnung der Primärrohstoffe. Hier schneidet das AFK-Mischgut relativ schlecht ab, da es nicht nur mehr Bitumen benötigt, sondern auch noch ein hydraulisches Bindemittel dazugegeben werden muss mit hohen spezifischen CO₂-Emissionen in seiner Herstellung.

Damit wird eine interessante Option für eine vermehrte Verwendung von Asphaltgranulat infrage gestellt. Wäre es nicht angesichts der wachsenden Berge von nicht verwendbarem Asphaltgranulat gerechtfertigt, diesen ökologischen «Malus» eines Einsatzes in der Kaltmischfundation in Kauf zu nehmen? Die Ökobilanzstudie der OST geht auch dieser Frage nach und schätzt die ökologischen Vorteile einer vermiedenen Deponierung des Ausbruchasphalts ab – im Sinne einer «Gutschrift» für den Einsatz von Asphaltgranulat in der Kaltmischfundation. Doch auch diese Erweiterung bringt für den AFK nur geringe Vorteile. Auf die Publikation dieser zusätzlichen Abschätzung wird verzichtet, da die Vergabe von ökologischen Gutschriften unter Ökobilanzexperten sehr kritisch diskutiert wird (aufgrund des Risikos von Mehrfachzählungen und intransparenter Darstellung von Ökobilanzergebnissen). Aus der Perspektive der Nachhaltigkeit ist es ausserdem fragwürdig, den Oberbau eines Verkehrswegs als Alternative zur Deponierung von Abfällen einzusetzen, zumal das Material am Ende des Lebenszyklus wieder dem Materialkreislauf zugeführt wird.

Aus ökologischer Sicht wäre eine Erhöhung des Einsatzes von Asphaltgranulat (Recyclinganteil) bei der Herstellung von Deck-, Binder und Tragschichten in der herkömmlichen Asphaltbetonbauweise, die über die aktuell gültige Norm hinausgeht, wünschenswert. Im Projekt «RC-Plus Küsnacht» [9] wurde neben der Prüfung der technischen Machbarkeit die Ökologie eines erhöhten Einsatzes von Asphaltgranulat analysiert und bewertet. Wird in der Deckschicht 30 % RC anstelle von 0 % und in der Binderschicht 60 % anstelle von normkonformen 30 % Recyclinganteil verbaut, können pro Kilometer Strasse bis zu 36 Tonnen CO₂ eingespart werden (entspricht rund 250'000 km Autofahren). Oberstes Ziel ist die ökologisch sinnvolle Schliessung der Materialkreisläufe.

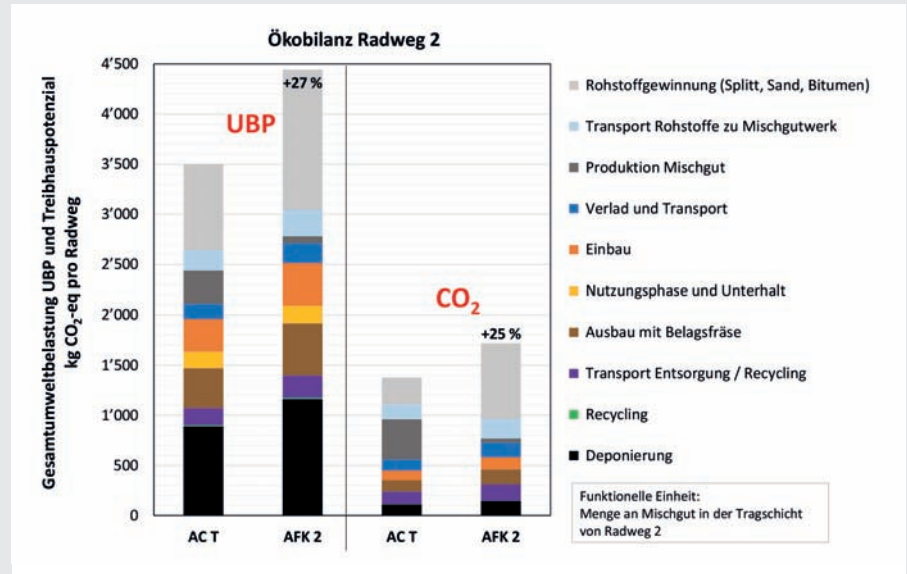


Bild 6: Vergleichende Ökobilanz von AC T und AFK über den gesamten Lebenszyklus des Asphalts verbaut im Radweg 2 und ausgewertet mit der Umweltbelastungspunkte-Methode (UBP) und der Methode des Treibhauspotenzials (CO₂)

Im Bereich des Asphaltstrassenbaus liegt dort noch grosses Potenzial.

Literaturverzeichnis

[1] Gauch, M.; Matasci, C.; Hincapié, I.; Hörler, R.; Böni, H. (2016): „Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz – im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU,“ EMPA, Dübendorf

[2] Kytzia, S.; Pohl, T.: „LCA MOAG Uznach Grynau – Ökobilanz der Herstellung von Asphaltbelägen,“ MOAG Baustoffe Holding AG, Mörschwil, 2016

[3] Pohl, T. (2020): „RC-Plus Küsnacht ZH – Ökobilanz von Asphaltbelägen mit erhöhten Recyclinganteilen – Berichtteil Ökobilanz,“ VIATEC Institut für Baustofftechnologie, Winterthur

[4] IPCC 2013 (2013): „Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group + to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,“ Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York USA

[5] Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): „Climate Change 2007: Synthesis Report,“ Valencia

[6] I. 14040 (2006): „Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines,“ ISO, Geneva

[7] I. 14044 (2006): „Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines,“ ISO, Geneva

[8] Frischknecht, R.; Büsser, S.; Knöpfel (2013): „Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit – Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz,“ Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern

[9] Krackler, V.; Wistuba, M.; Bodmer, P. (2021): „Grosstechnische Realisierung von Asphaltrecycling mit hohen Zugaberraten an Asphaltgranulat. Schlussbericht, Pilotprojekt „RC plus – Küsnacht ZH“ mit Teststrecke in Küsnacht ZH,“ Kooperation der ViaTec AG Winterthur, der Technischen Universität Braunschweig, der Gemeinde Küsnacht (Tiefbauabteilung), der MOAG Baustoffe Holding AG, der Hüppi AG und der Hochschule Rapperswil

[10] ecoinvent (2019): „ecoinvent 2019: Version 3.6 Swiss Life Cycle Inventories,“ ecoinvent

[11] P. Sustainability (2020): „Herausgeber der Ökobilanzsoftware SimaPro,“ PRé Sustainability, Amersfoort Netherlands

TEPE SYSTEMHALLEN

Pultdachhalle Typ PD4 (Breite: 15,00m, Tiefe: 8,00m)

- Höhe 4,00m, Dachneigung ca. 3°
- mit Trapezblech, Farbe: AluZink
- Schiebetor 5,00m breit, 3,30m hoch
- feuerverzinkte Stahlkonstruktion
- incl. prüffähiger Baustatik

Mehr Infos

Aktueller Aktionspreis im Internet

Schneelastzone 2, Windzone 2, a. auf Anfrage

www.tepe-systemhallen.de · Tel. 0 25 90 - 93 96 40