



## Vorläufige Zusammenfassung der Ökobilanz von Granulate Rubber Modified (GRM by CTS)

Die Modifikation von Bitumen soll herkömmlichen Straßenbaubitumen veränderte Eigenschaften verleihen, um den gestiegenen Anforderungen (z.B. vermehrtes Schwerverkehrsaufkommen, klimatische Bedingungen) des Straßenverkehrs gerecht zu werden. Zum Beispiel:

1. Erhöhung der Viskosität
2. Erweiterte Plastizitätsspanne, d.h.:
  - Erhöhung des Erweichungspunktes Ring und Kugel
  - Verbesserung des Tieftemperaturverhaltens
3. Erhöhung der Elastizität
4. Verbessertes Haftverhalten an haftkritischen Gesteinskörnungen
5. Erhöhte Kohäsion
6. Verbessertes Alterungsverhalten
7. Verbesserte Beständigkeit gegenüber Klimaeinwirkungen (z.B.: Sonneneinstrahlung)

Aktuell werden in Deutschland ca. 25 – 30 % der üblichen Bindemittel modifiziert (dabei sind alle Möglichkeiten und Formen der Modifikation eingeschlossen).

Im Bereich der modifizierten Straßenbaubitumen hat sich - in Deutschland wohlgemerkt - die Gruppe der Elastomermodifizierten Bindemittel durchgesetzt. Plastomere zur alleinigen Modifikation sind nie wirklich flächendeckend zum Einsatz gekommen. Diese sind sowohl technologisch als auch wirtschaftlich (trotz guter asphalttechnologischer Eigenschaften) eine „Randerscheinung“ geblieben. Obwohl diese sogar im Regelwerk spezifiziert worden sind (TL Bitumen StB 07/13, Tabelle 3).

Der Oberbegriff PmB (Polymermodifiziertes Bitumen) beschreibt daher im Wesentlichen die Gruppe der Elastomermodifizierten Bindemittel (siehe TL Bitumen StB 07/13, Tabelle 2). Dabei wird übliches Straßenbaubitumen mit synthetisch hergestellten Polymeren, z.B.: SBS, SBR, BR, vermischt.

Sogar Mischmodifikation von Bitumen mit Elastomeren und Plastomeren waren vor einigen Jahren sogar recht erfolgreich, sie konnten sich aber langfristig (ökonomisch) nicht durchsetzen.

Eine weitere Gruppe der Elastomermodifizierten Bitumen ist die Gruppe der Gummimodifizierten Bindemittel. In Europa werden diese seit den 80er Jahren erfolgreich eingesetzt. In den vergangenen Jahren jedoch wurden die Vorteile dieser ehemaligen „Nischenprodukte“ in vielen Applikationen immer offensichtlicher. Als Resultat steigt die Nachfrage daher ständig.

Die Basis bei den Gummimodifizierten Bitumen bilden Gummigranulate oder Gummimehle aus recycelten Altreifen. Diese Basis, zusätzlich additiviert, zeigt bei der Modifikation von Straßenbaubitumen besondere Eigenschaften. Speziell dann, wenn die Gummimehle aus selektierten LKW-Reifen stammen und optimal mit der Bitumenmatrix verbunden sind. Hier

sind es die positiven Eigenschaften der Polymere aus den Naturkautschuken, die den damit hergestellten Bindemitteln bzw. Asphalten - zum Beispiel hinsichtlich der Nutzungsdauer – nachweislich erstaunliche Qualitäten verleihen. Und unter ökologischen Gesichtspunkten eine optimale stoffliche Verwertung.

Die CTS Bitumen GmbH stellte ab 1983 erfolgreich heißflüssiges Gummimodifiziertes Bitumen her. Das überwiegende Einsatzgebiet war die Konzeption von offenporigen Asphaltdeckschichten. Diese Asphalte waren asphalttechnologisch so erfolgreich, dass sie sogar einen eigenen - und auch rechtlich geschützten - Namen erhielten: Flüsterasphalt®. Deswegen hat sich im allgemeinen Sprachgebrauch der Begriff „Flüsterasphalt®“ als Synonym für jeden lärmindernden Asphaltbelag zwischenzeitlich durchgesetzt. Ein schöner Erfolg.

Durch langjährige Erfahrung, gepaart mit viel Praxiswissen und dem hohen Qualitätsniveau der Gummimodifizierten Bindemittel gelang es CTS Bitumen die Lebensdauer der „Flüsterasphalte®“ wesentlich zu erhöhen. Herkömmliche, mit Polymermodifizierten Bitumen konzipierten lärmreduzierende Asphalte, erreichten (und erreichen immer noch) lediglich Nutzungsdauern von ca. 8 – 10 Jahren. Flüsterasphalt® erreichte jedoch eine durchschnittliche Lebensdauer von ca. 13,5 Jahren. Die längste bisher festgestellte Liegezeit/Gebrauchsdauer liegt immerhin bei ca. 19 Jahren.

Obwohl sehr erfolgreich, hatten die heißflüssigen Gummimodifizierten Bindemittel auch eine Reihe von Ecken und Kanten. Transport, Lagerung und schließlich dessen Dosierung an der Asphaltmischanlage. Gummimodifiziertes Bitumen hat grundsätzlich einen hohen Anteil an unlöslichen Komponenten aus den verwendeten Gummimehlen. Bereits während der Verladung in den Tankwagen begannen diese systembedingt zu sedimentieren. Dieser Vorgang kann maximal verlangsamt, bedauerlicherweise aber nicht aufgehalten geschweige denn umgekehrt werden. So ist die Lagerzeit an der Asphaltmischanlage stark eingeschränkt. Selbst kräftige Rührereinrichtungen im Lagertank kann die Entmischung nicht verhindern. Und schließlich sind aufgrund der hohen Produktviskosität (selbst bei rund 200 °C Bindemitteltemperatur) sehr leistungsstarke Bitumpumpen notwendig, die in der Lage sind diese (optimal aufgeschlossenen) Bindemittel überhaupt zu fördern und schließlich zu dosieren.

Aus Gründen des Umweltschutzes sind heute die Temperaturen für alle heißflüssigen Bindemittel auf max. 180 °C limitiert. Da bei diesem Temperaturniveau keine Herstellung von Gummimodifizierten Bindemitteln mit der bisherigen gewohnten und auch erforderlichen „Performance“ möglich ist, haben jedoch alle namenhaften Hersteller die Produktion in Deutschland zwischenzeitlich eingestellt.

Doch CTS Bitumen kann eine starke Alternative anbieten. Denn bereits seit 2005 gibt es ein eigens entwickeltes Gummimodifiziertes Bitumengranulat. CTS GRM (Granulate Rubber Modified).

Glücklicherweise konnte es alle Anforderungen/Spezifikationen der später (2010) eingeführten TL RmB-StB, By Tabelle 2 bereits erfüllen. Es ist ebenfalls konform zu weiteren Regelwerken (z.B. zur E GmBA). CTS GRM bzw. die daraus resultierenden Bindemittel (RmB G) konnten sich in vielen verschiedenen Anwendungen im Markt etablieren. Umfangreiche Untersuchungen zeigen eine hohe Leistungsfähigkeit, die sogar die, der bewährten „Flüsterasphalte®“ überflügeln. Die ersten Anwendungen mit CTS GRM haben jetzt aktuell gerade 15 Jahre Nutzungsdauer absolviert. Ein Ende ist noch nicht absehbar.

CTS Bitumen hat nun die Umtec Technologie AG beauftragt eine vergleichende Ökobilanz zu erstellen. Dabei wurden die aus dem Grundprodukt (CTS GRM) abgeleiteten RmB G – Sorten (RmB G 25/60-52; RmB G 20/60-55 und RmB G 35/70-55) gem. TL RmB-StB By, Tabelle 2 und 3 mit handelsüblichen Polymermodifizierten Bitumen (PmB A 40/100-65; PmB A 25/55-55 gem. TL Bitumen-StB 07/13 und PmB A 25/55-55 RC (+)) verglichen. Die Erstellung der Ökobilanz erfolgt in 3 Stufen:

Stufe 1: Vergleich der Bindemittelqualitäten (PmB A vs. RmB G). Zusätzlich wurden gängige Destillationsbitumen (z.B.: B 50/70; B 30/45) gem. TL Bitumen StB 07/13, Tabelle 1 mit betrachtet.

Stufe 2: Asphaltproduktion. Beispielhafter Vergleich von vier gängigen Asphaltarten. PA 8; SMA 8 S; AC 11 D S und AC 16 B S. Die Rezepturen der Asphalte erfolgten analog zur TL Asphalt-StB 07/13 und kann als typisch für die jeweiligen Sorten bezeichnet werden. Als Bindemittel-Varianten wurden jeweils gängige PmB A Sorten mit den korrespondierenden RmB G – Qualitäten verglichen. Beim Asphaltbeton und bei der Asphaltbinderschicht wurden auch Rezepturen mit herkömmlichen Straßenbaubitumen mit analysiert. Als Referenz fungierte konsequenterweise das jeweilige PmB A.

Stufe 3: Ökobilanz/Umweltwirkung des gesamten Lebenszyklus der betrachteten Asphaltarten. Varianz der Bindemittelsorten. Dabei wird die Ökobilanz auf Basis folgender funktionalen Einheit erstellt: Eine Tonne eingebauter Asphalt pro Jahr. Folgende Aspekte der Lebenszyklusphasen wurde dabei berücksichtigt:

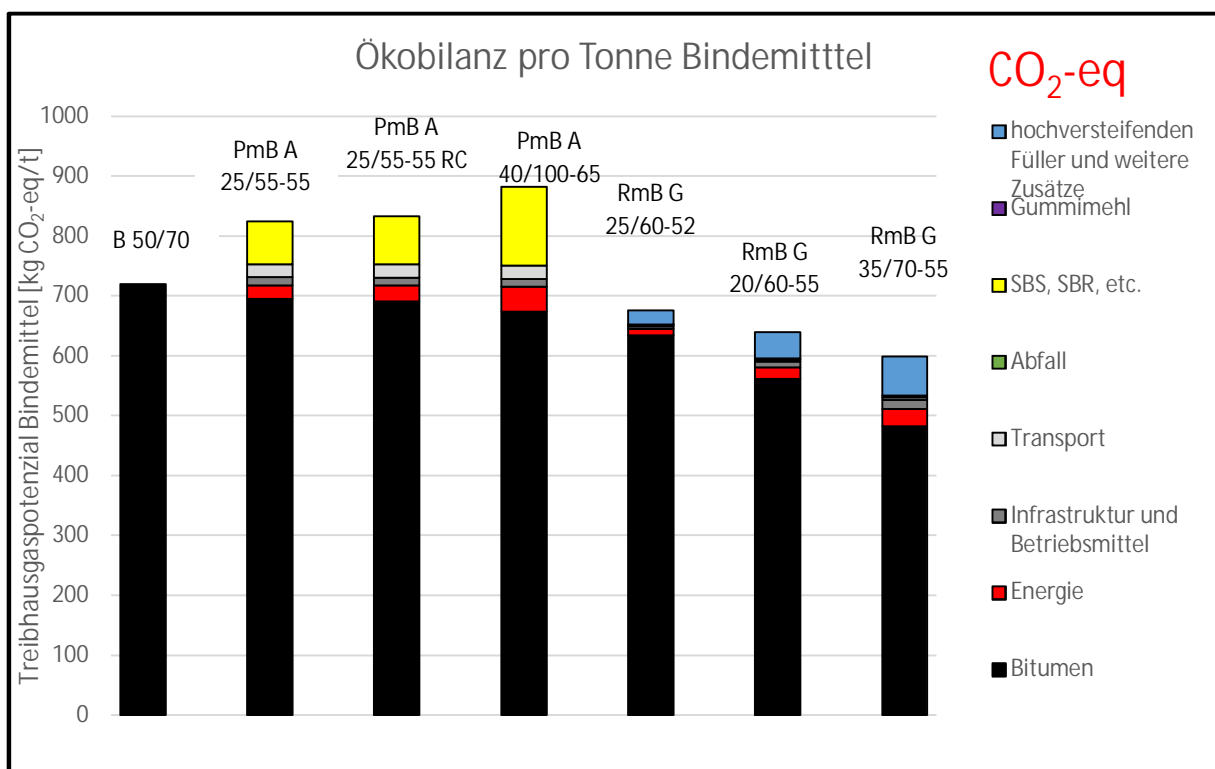
- Rohstoffgewinnung für die Asphaltproduktion
- Einbau des Asphalts
- Nutzungsphase
- Ausbau des Asphalts / Rückbau
- Entsorgung / Recycling des Asphaltgranulats

Da speziell modifizierte Asphalte auch einen positiven Einfluss auf die Nutzungsdauer von Asphalt haben, wurde die Liegezeiten ebenfalls berücksichtigt. Das Resultat ist deshalb mit der Einheit: Umweltwirkung pro Tonne und Jahr gekennzeichnet.

Zur Kalkulation der Ökobilanz sind folgende Wirkungs-Abschätzungsmethoden verwendet worden:

- ILCD – Methode (wissenschaftliche Gewichtung gemäß EU27)
  - ILCD = International Reference Life Cycle Data System, Einheit ILCD-Points Pts:
    - Gesamtheitliche Umweltbetrachtung → insgesamt 16 Wirkkategorien (Wasserschadstoffe, Klima, Ozonloch, Gewässerüberdüngung, Ressourcen, menschliche Gesundheit etc.)
    - Ökobilanzierungsmethode der European Kommission – Joint Research Center
    - Auswertung auf Mittelstufe je Umweltaspekt (nicht gesamt aggregiert auf einen Wert) möglich, Gesamt aggregierung zu einem einzigen Wert via Gewichtung möglich

- In der vorliegenden Studie wurde eine Gewichtung der Umweltwirkkategorien basierend auf dem Vorschlag einer Studie des Joint Research Centers in Konformität mit EU27 verwendet.
- Treibhausgaspotenzial (kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente)
  - CO<sub>2</sub> = Treibhausgaspotenzial, Einheit kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente:
  - Diese Umweltwirkungskategorie berücksichtigt klimaschutzrelevante Emissionen
  - Bewertung anhand Charakterisierungsfaktor in der Einheit kg CO<sub>2</sub>-eq, z.B. 1kg Methan entspricht ca. 28 kg CO<sub>2</sub>-eq.
  - Nicht-klimawirksame Schadstoffemissionen lassen sich jedoch mit dieser Methode nicht abbilden
- Zusätzlich als Nebenbewertungs-Methoden:
  - Methode der Umweltbelastungspunkte UBP (schweizerische Gewichtung, basierend auf Gesetzgebung, politische Ziele und Verpflichtungen) [UBP = Methode der ökologischen Knappheit, auch als Umweltbelastungspunkte-Methode bekannt. Einheit Umweltbelastungspunkte (UBP):
    - Gesamtheitliche Umweltbetrachtung → Emissionen in Luft, Wasser und Boden, Ressourcen-, Energie- und Landverbrauch sowie Klima
    - Schweizer Methodik vom Bundesamt für Umwelt BAFU, speziell für Entscheidungsträger entwickelt (gesamtaggregiertes Ergebnis, geht damit über die ISO-Norm 14.040ff hinaus)
    - Gewichtung anhand Ökofaktoren basierend auf Schweizer Politik (Gesetze, Verordnungen und internationale Abkommen)
  - Kumulierter Gesamtenergieaufwand KEA (inkl. graue Energie)
    - Einheit MJ Öl-Äquivalente:
    - Diese Umweltwirkungskategorie berücksichtigt alle Energieaufwände, inkl. Graue Energie eines Produkts oder Prozesses
    - Das Ergebnis wird als MJ Öl-Äquivalente ausgedrückt
    - Mit dieser Methode können nur Energieverbräuche aus erneuerbaren sowie nicht-erneuerbaren Quellen abgebildet werden

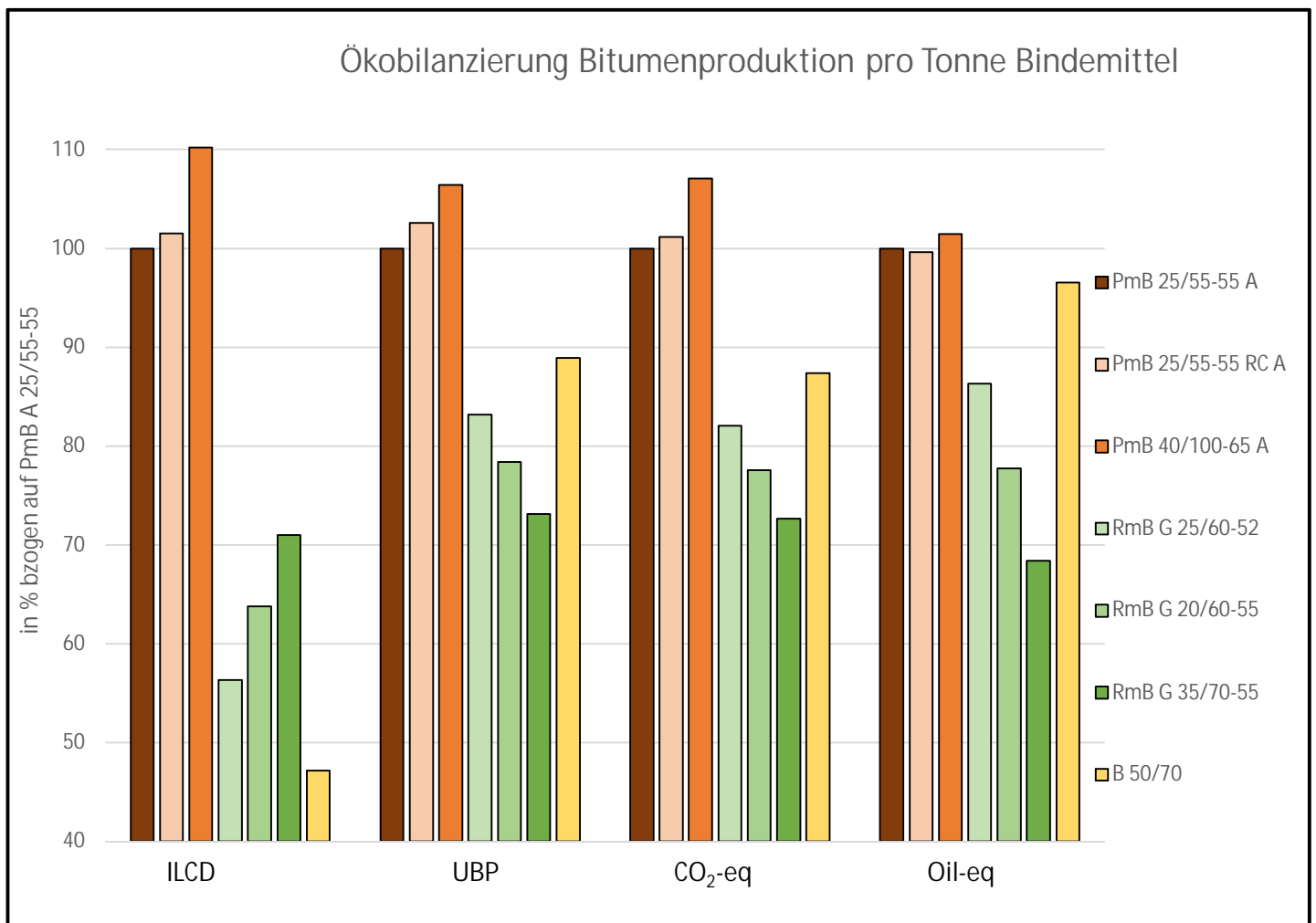


**Abbildung 1-1:** Ökobilanzvergleich verschiedener Bindemittel, ausgewertet mittels der Methode des Treibhausgaspotenzials. (Stufe 1: Rohstoffgewinnung bis Produktion des jeweiligen Bindemittels)

Nachfolgend werden die Ergebnisse der dreistufigen Ökobilanz schrittweise zusammengefasst. Der Fokus liegt dabei – das sei der aktuellen Diskussion über die Klimaerwärmung geschuldet - aber auf die Auswertung des Treibhausgaspotenzials. Weitere Auswertung sind dem Hauptteil des Berichts zu entnehmen.

**Fazit der Ökobilanzstufe 1**

1. Bei allen Ökobilanzierungen schneiden die RmB G-Bindemittel gem. TL RmB-StB, By – Tabelle 2 und 3 gegenüber den Polymermodifizierten Bitumen besser ab.
2. Im Mittel um ein Viertel günstiger. Bei der ILCD-Bewertung zeigt sich sogar ein um rund 40% ökologischeres Verhalten.
3. Es wird deutlich, dass sich ein höherer Modifikationsgrad bei den PmB A ökologisch ungünstiger auswirkt.



**Abbildung: 1-2:** Ökobilanzierung Bitumenproduktion. Varianz der Bindemittel.

Funktionelle Einheit: Varianz von folgenden Bindemitteln: B 50/70, PmB 25/55-55 A, PmB 40/100-65 A gem. TL Bitumen-StB 07/13, Tabelle 1 und 2, RmB G 20/60-55 RC und RmB G

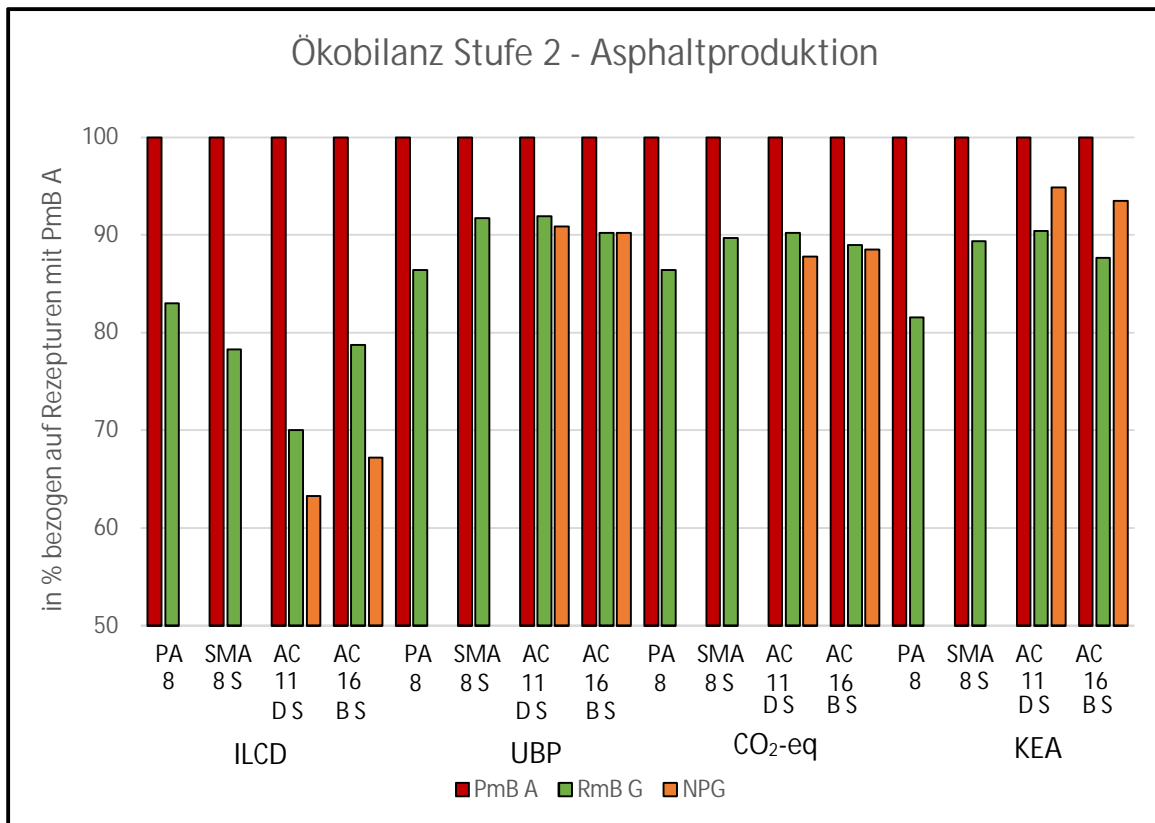
25/60-52; RmB G 20/60-55 und RmB G 35/70-55 gem. TL RmB-StB, By – Tabelle 2 und 3.  
Bezugsgröße: PmB A 25/55-55 = 100%

4. Bei den RmB G-Bindemitteln hingegen ist dies jedoch nicht der Fall, sofern der Einfluss des Basisbindemittels die Ökobilanz stark dominiert. (z.B. Energiebedarf, Treibhausgaspotenzial)
5. Bei üblichem Straßenbaubitumen fällt die Ökobilanzierung – mit Ausnahme nach der ILCD-Methode deutlich ungünstiger aus als bei den RmB G – Bindemitteln.
6. Sie ist in jedem Fall aber wiederum deutlich günstiger als bei allen PmB A - Typen.

### Fazit Ökobilanz Stufe 2:

1. Bei den Asphaltarten PA 8 und SMA 8 sind die Varianten mit RmB G bei der Betrachtung der Ökobilanz gegenüber PmB A klar im Vorteil.
2. Je nach Auswertungskriterium schwankt das zwischen 10 und 21 %.
3. Sofern beim Splittmastixasphalt und beim offenporigen Asphalt Asphaltgranulat hinzugesetzt werden würde (Bewusst Konjunktiv, weil das in Deutschland keine zugelassene Bauweise ist) würde zwar das gesamte Niveau sinken, aber in Relation sich die grundsätzlichen Aussagen zu den Bewertungen bestätigen.
4. Beim Asphaltbeton und bei der Asphaltbinderschicht wurden parallel auch die Varianten mit Destillationsbitumen (NPG = normal paving grade) einer Bewertung unterzogen.
5. NPG und RmB G zeigen sich bei den Auswertungen nach der UBP-Methode, des Energiebedarfs und des Treibhausgaspotenzials auf zumindest auf Augenhöhe. Mit ausgeprägten Vorteilen für das RmB G bei der Auswertung des kumulierten Energiebedarfs.
6. Die NPG und RmB G Varianten sind allerdings ökologisch vorteilhafter als die Rezepturen mit PmB A.
7. Nur bei der Auswertung nach der ILCD-Methode schneiden die NPG besser ab als die RmB G-Varianten. Beide Rezepturen weisen jedoch wiederum Vorteile gegenüber PmB A auf.
8. Die höchste Umweltbelastung von allen betrachteten Asphaltarten zeigt sich bei dem Splittmastixasphalt mit PmB A.
9. Der Zusatz von Asphaltgranulat im Asphaltbeton und im Asphaltbinder senkt das jeweilige Niveau, die grundsätzlichen Aussagen der Aus- und Bewertung bleiben aber erhalten.
10. Alle Asphaltarten, die mit PmB A produziert werden schneiden ökologisch am schlechtesten ab.

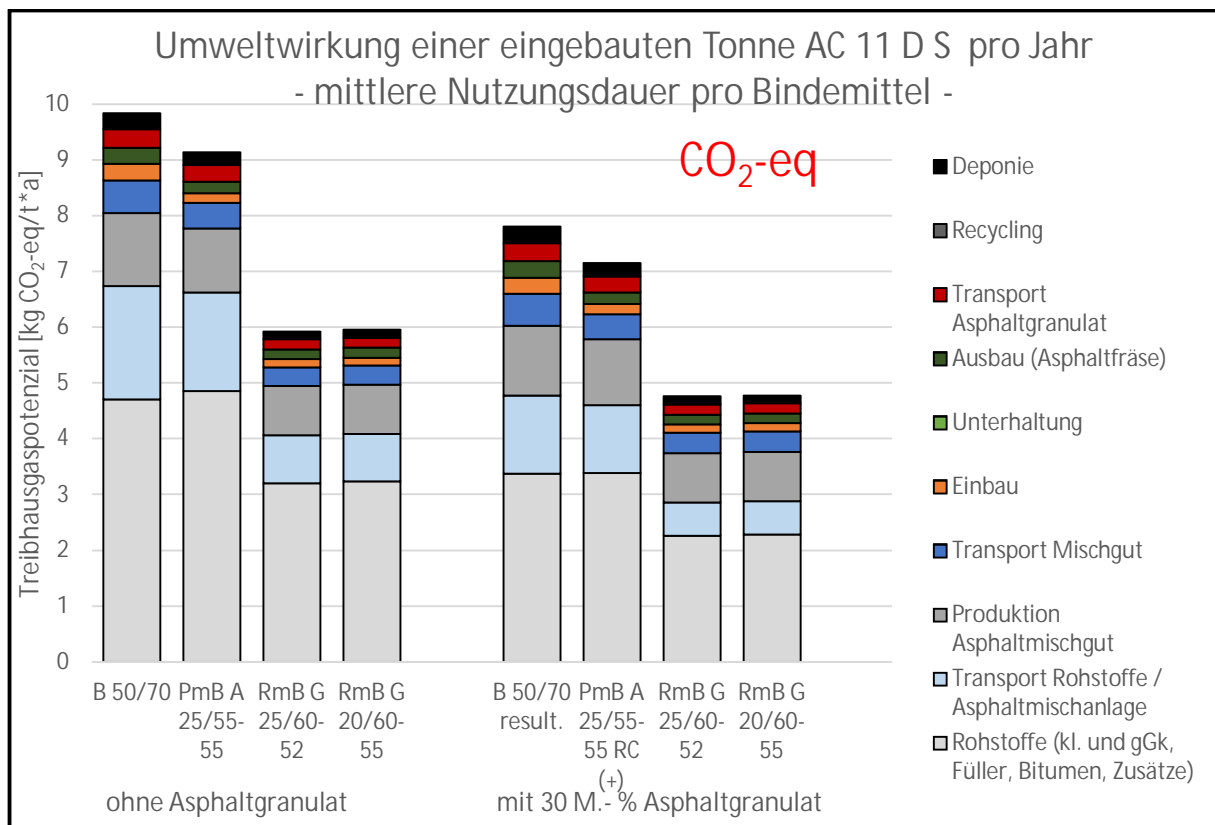
Abbildung: 1-3: Ökobilanzierung Asphaltproduktion. Varianz der Bindemittel. Funktionelle Einheit: Varianz von folgenden Asphaltarten PA 8; SMA 8 S; AC 11 D S; AC 16 B S. Bindemittel: B 50/70, PmB 25/55-55 A, PmB 40/100-65 A gem. TL Bitumen-StB 07/13, Tabelle 1 und 2, RmB G 20/60-55 RC. RmB G 25/60-52; RmB G 20/60-55 und RmB G 35/70-55 gem. TL RmB-StB, By – Tabelle 2 und 3. Bezugsgröße Asphaltproduktion mit PmB = 100%. Auswertung gem. ILCD-Methode, UBP-Methode, Treibhausgaspotenzial und dem kumulierten Energiebedarf.



**Tabelle 1-1:** CO<sub>2</sub>-Einsparung bei der Verwendung von RmB G gem. TL RmB-StB, By – Tabelle 1 und 2 gegenüber PmB A gem. TL Bitumen-StB – Tabelle 2 und PmB A 25/55-55 RC (+).

Asphaltproduktion	CO <sub>2</sub> -Einsparung in kg CO <sub>2</sub> -eq/t – ohne Asphaltgranulat	CO <sub>2</sub> -Einsparung in kg CO <sub>2</sub> -eq/t – mit Asphaltgranulat
<u>PA 8</u> RmB G 35/70-55 vs. PmB A 40/100-65	11,6 kg	
<u>SMA 8 S</u> RmB G 20/60-55 vs. PmB A 25/55-55	9,6 kg	
<u>AC 11 D S</u> RmB G 25/60-52 RmB G 20/60-55 vs. PmB A 25/55-55 PmB A 25/55-55 RC (+)	7,6 kg	5,2 kg
<u>AC 16 B S</u> RmB G 25/60-52 RmB G 20/60-55 vs. PmB A 25/55-55 PmB A 25/55-55 RC (+)	7,9 kg	3,1 kg

Für die Auswertung der dritten Ökobilanzstufe wird der Asphaltbeton AC 11 D S beispielhaft auch für die anderen Asphaltarten in Abb. 1-3 gezeigt.



**Abb. 1-4:** Umweltwirkung von einer eingebauten Tonne AC 11 D S pro Jahr. Varianz verschiedener Bindemittel mit und ohne Zusatz von 30 M.-% Asphaltgranulat, ausgewertet für das Treibhausgaspotenzial (Klimagase kg CO<sub>2</sub>-eq/t\*a) Unterschiedliche Liegezeiten (d.h. mittlere Nutzungsdauer pro Bindemittel) wurden berücksichtigt.

Funktionelle Einheit: Treibhausgas potenzial pro eingebauter Tonne AC 11 D S und Jahr. Varianz von folgenden Bindemitteln: B 50/70, PmB 25/55-55 A gem. TL Bitumen-StB 07/13, Tabelle 1 und 2, PmB 25/55-55 RC (+), RmB G 25/60-52 und RmB G 20/60-55 gem. TL RmB-StB, By – Tabelle 2 und 3.

### Fazit Ökobilanz Stufe 3:

1. Bei dieser Öko-Bilanzierung spielt die Länge der Nutzungsdauer *die* entscheidende Rolle.
2. Alle Asphalte, die mit RmB G statt PmB A oder gar Destillationsbitumen rezeptiert sind, schneiden ökologisch, unabhängig von der Bewertungsmethode, signifikant besser ab.
3. Am auffälligsten ist die Vorteilhaftigkeit bei den offenporigen Asphalten sichtbar.
4. Im Mittel liegen die ökologischen Vorteile zwischen 42 und 48%.
5. Auch beim SMA 8 S können die RmB G – Varianten gegenüber dem PmB A kräftig punkten.
6. Hier liegt der Vorteil im Mittel bei rund 28,5%.



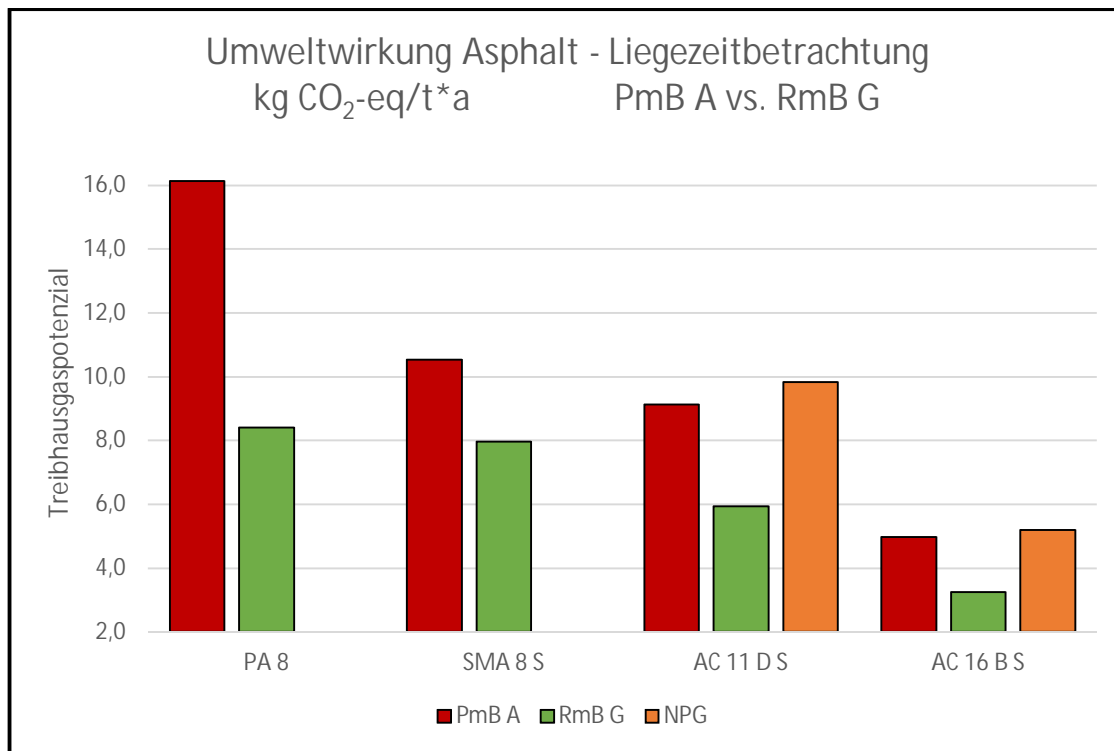
7. Sofern beim Splittmastixasphalt und beim offenporigen Asphalt, Asphaltgranulat hinzugesetzt werden würde (Bewusst Konjunktiv, weil das in Deutschland keine zugelassene Bauweise ist) würde zwar das gesamte Niveau sinken, aber in Relation sich die grundsätzlichen Aussagen, unabhängig von der dann noch zu erzielenden asphalt-technologischen Performance, zu den Bewertungen bestätigen.
8. Beim Asphaltbeton AC 11 D S und beim Asphaltbinder AC 16 B S zeichnen sich ähnliche Verhältnisse in der Umweltwirkung wie beim SMA 8 S ab.
9. Beim Asphaltbeton und bei der Asphaltbinderschicht wurden parallel auch die Varianten mit üblichem Destillationsbitumen (NPG = normal paving grade) einer Bewertung unterzogen.
10. Aufgrund der geringeren Nutzungsdauern sind diese nochmals ökologisch ungünstiger zu bewerten als die mit PmB A. Es muss, je nach Auswertung, ein ökologisches Minus im Verhältnis zum PmB A in der Größenordnung von 5 – 10% gerechnet werden.
11. Der Zusatz von Asphaltgranulat im Asphaltbeton und im Asphaltbinder senkt die jeweilige Umweltwirkung, die grundsätzlichen Aussagen der Aus- und Bewertung bleiben aber in Relation erhalten.

Tabelle 1-2: Ökobilanz verschiedener Asphaltarten mit unterschiedlichen Bindemitteln. PmB A gem. TL Bitumen-StB 07/13, Tabelle 2 (PmB A 40/100-65 und PmB A 25/55-55) und RmB G gem. TL RmB-StB, By Tabelle 2 (RmB G 25/60-52 [12 M.-% CTS GRM + 88 M.-% B 50/70], RmB G 20/60-55 [22 M.-% CTS GRM + 78 M.-% B 50/70], RmB G 35/70-55 [33 M.-% CTS GRM + 67 M.-% B 70/100]). Auch wurde der Effekt durch die Zugabe unterschiedlicher Mengen von Asphaltgranulat berücksichtigt. Die Einsparungen von Treibhausgasen beziehen sich auf die Ökobilanzierung mit Berücksichtigung unterschiedlicher Nutzungsdauern.

Die jeweils unterschiedlichen Nutzungsdauern wurden berücksichtigt	Einsparungen an kg CO <sub>2</sub> -eq pro Tonne eingebauten Asphalt pro Jahr. Einsparungen bei der Verwendung von RmB G gegenüber PmB A	
	ohne Asphaltgranulat	mit Asphaltgranulat
<u>PA 8</u> RmB G 35/70-55 vs. PmB 40/100-65 A	7,7 kg CO <sub>2</sub> -eq	
<u>SMA 8 S</u> RmB G 20/60-55 vs. PmB 25/55-55 A	3,6 kg CO <sub>2</sub> -eq	
<u>AC 11 D S</u> RmB G 25/60-52 30 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und PmB 25/55-55 RC (+)	3,2 kg CO <sub>2</sub> -eq	2,4 kg CO <sub>2</sub> -eq
<u>AC 11 D S</u> RmB G 20/60-55 30 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und	3,1 kg CO <sub>2</sub> -eq	2,4 kg CO <sub>2</sub> -eq

PmB 25/55-55 RC (+)		
<u>AC 16 B S</u> RmB G 25/60-52 35 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und PmB 25/55-55 RC (+)	1,8 kg CO <sub>2</sub> -eq	1,2 kg CO <sub>2</sub> -eq
<u>AC 16 B S</u> RmB G 20/60-55 35 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und PmB 25/55-55 RC (+)	1,7 kg CO <sub>2</sub> -eq	1,2 kg CO <sub>2</sub> -eq

Abb. 1-5: Ökobilanz/Umweltwirkung von vier Asphaltarten ohne Zusatz von Asphaltgranulat. Ausgewertet wurde hinsichtlich des Treibhausgaspotenzials in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/t\*a. Mit berücksichtigt wurden die unterschiedlichen Liegedauern der einzelnen Asphalte.



In der Ökobilanz der Stufe 3 wurden der eingebaute Asphalt durch die durchschnittliche Nutzungsdauer dividiert. Entsprechend schneidet ein Asphalt mit einer überdurchschnittlichen Liegezeit besser ab als ein Asphalt mit einer eher kurzen Lebenserwartung. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde jedoch auch noch die Ökobilanz bei einer unterstellten identischen Nutzungsdauer vorgenommen.

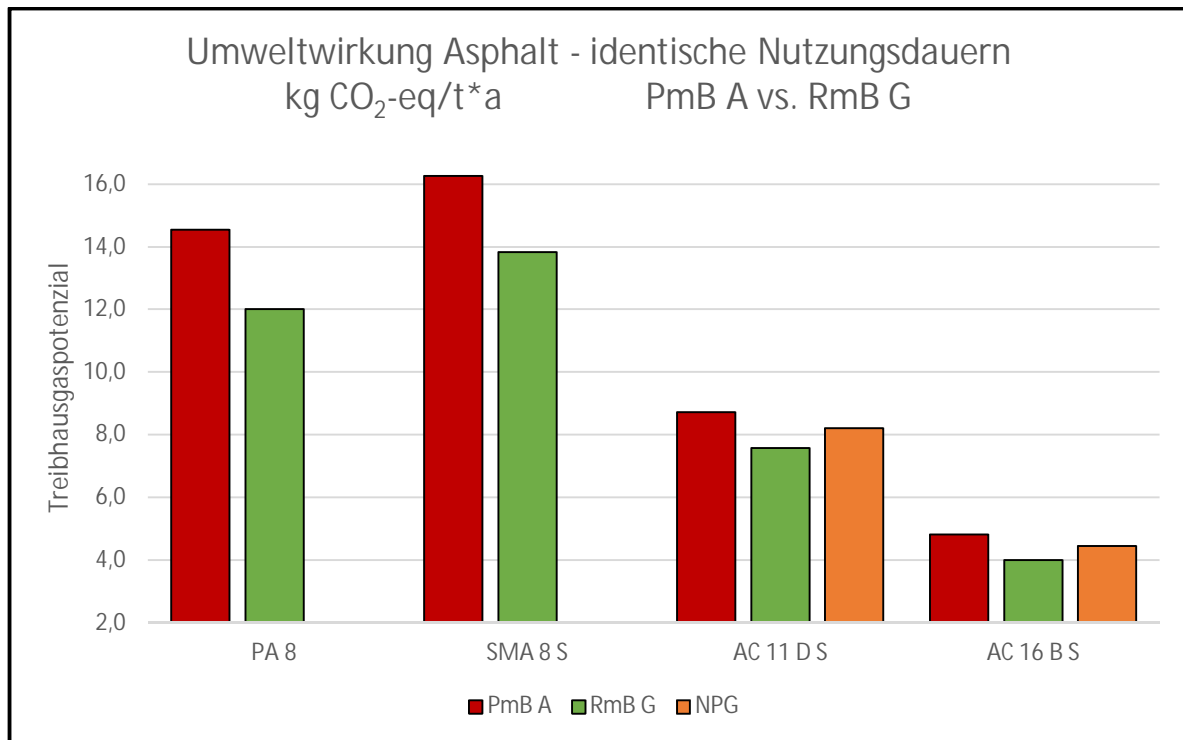
In Tabelle 1-3 ist das Ergebnis zusammengefasst.

Ökobilanz verschiedener Asphaltarten mit unterschiedlichen Bindemitteln. PmB A gem. TL Bitumen-StB 07/13, Tabelle 2 (PmB A 40/100-65 und PmB A 25/55-55) und RmB G gem. TL

RmB-StB, By Tabelle 2 (RmB G 25/60-52 [12 M.-% CTS GRM + 88 M.-% B 50/70], RmB G 20/60-55 [22 M.-% CTS GRM + 78 M.-% B 50/70], RmB G 35/70-55 [33 M.-% CTS GRM + 67 M.-% B 70/100]). Auch wurde der Effekt durch die Zugabe unterschiedlicher Mengen von Asphaltgranulat berücksichtigt. Die Einsparungen von Treibhausgasen beziehen sich auf die Ökobilanzierung ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Nutzungsdauern.

Jeweils identische Nutzungsdauern	Einsparungen an kg CO <sub>2</sub> -eq pro Tonne eingebauter Asphaltbefestigung pro Jahr. Einsparungen bei der Verwendung von RmB G gegenüber PmB A	
	ohne Asphaltgranulat	mit Asphaltgranulat
<u>PA 8</u> RmB G 35/70-55 vs. PmB 40/100-65 A	2,5 kg CO <sub>2</sub> -eq	
<u>SMA 8 S</u> RmB G 20/60-55 vs. PmB 25/55-55 A	2,4 kg CO <sub>2</sub> -eq	
<u>AC 11 D S</u> RmB G 25/60-52 30 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und PmB 25/55-55 RC (+)	1,2 kg CO <sub>2</sub> -eq	0,8 kg CO <sub>2</sub> -eq
<u>AC 11 D S</u> RmB G 20/60-55 30 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und PmB 25/55-55 RC (+)	1,1 kg CO <sub>2</sub> -eq	0,8 kg CO <sub>2</sub> -eq
<u>AC 16 B S</u> RmB G 25/60-52 35 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und PmB 25/55-55 RC (+)	0,9 kg CO <sub>2</sub> -eq	0,4 kg CO <sub>2</sub> -eq
<u>AC 16 B S</u> RmB G 20/60-55 35 M.-% Asphaltgranulat vs. PmB 25/55-55 A und PmB 25/55-55 RC (+)	0,7 kg CO <sub>2</sub> -eq	0,4 kg CO <sub>2</sub> -eq

Abb. 1-6: Ökobilanz/Umweltwirkung Stufe 3 - Sensitivitätsanalyse: Umweltbelastung pro eingebauter Tonne Asphalt ohne RC-Anteile pro Jahr. Bezogen auf eine identische Nutzungsdauer. Auswertung nach dem Treibhausgaspotenzial. Varianz von Bindemitteln: PA 8: PmB A 100/40-65; RmB G 35/70-55; SMA 8 S: PmB A 25/55-55; RmB G 20/60-55; AC 11 D S: PmB A 25/55-55; RmB G = Mittelwert aus RmB G 20/60-55 und RmB G 25/60-52; B 50/70; AC 16 B S: PmB A 25/55-55; RmB G = Mittelwert aus RmB G 20/60-55 und RmB G 25/60-52; B 30/45.



Fazit:

Auch bei gleichen Liegezeiten schneiden Asphaltbeläge mit RmB G ökologisch besser ab als Asphaltbeläge mit PmB A.

Die dreistufige Ökobilanz zeigt klar den Vorteil von Asphalten mit Gummimodifiziertem Bitumen auf. Besonders in der Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus verschaffensich Beläge mit RmB durch ihre sehr langen Liegezeiten einen großen ökologischen Vorteil.

Durch die Verwendung von RmB G anstelle PmB wurden 2020 in Bayern eine CO<sub>2</sub> Einsparung

von

ca. 15.100 t CO<sub>2</sub>

erreicht.

Das entspricht ca. 2265 x mit einem PKW um die Welt fahren.

### Ausblick / Verbesserungspotenzial Ökobilanz:

Eine Unsicherheitsanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation würde die Aussagekraft der Ergebnisse erhöhen (Anzeige der Unsicherheit in den Grafiken mittels Fehlerindikatoren).

Um die Aussagegenauigkeit weiter zu erhöhen, sollten die bestehenden Datenlücken durch Messungen vor Ort bei CTS Bitumen GmbH sowie Messungen bei Asphalteinbau und Asphaltnutzung mit RmB G - Belägen erhärtet werden. Insbesondere die Luftemissionen bei der GRM by CTS – Produktion sowie die Luftemissionen beim Asphaltmischwerk sollten spezifisch für die Verwendung von RmB G in Belägen erfasst und in der Ökobilanz nachgeführt werden. Aktuell stammen die Luftemissionen aus Mittelwerten von Schweizer Asphaltproduktionsanlagen. Durch die Messung von PARTICULI konnte in der vorliegenden Ökobilanz eine erste Abschätzung der Emissionssituation bei der Asphaltproduktion sowie beim Einbau und der Nutzung vorgenommen werden.

Keine Luftemissionswerte für Asphaltproduktion mit PmB und RmB G

In der vorliegenden Studie wurde kein Unterschied in der Höhe des RAP-Anteils zwischen den Belägen mit Destillations-Bitumen, PmB und RmB G gemacht, da auch hier die Datengrundlage noch fehlt.