

Ökobilanz von Gummimodifizierten Bitumen

Ökobilanzieller Vergleich von elastomermodifizierten bituminösen Bindemitteln im Strassenbau



Verfasser

Thomas Pohl

Umtec Technologie AG
Eichtalstrasse 54, 8634 Hombrechtikon
Tel: 055 211 02 82

Datum: 18. September 2020

Im Auftrag der CTS Bitumen GmbH, Otto Vogel (Geschäftsinhaber und -führer)

CTS

Zusammenfassung

Weltweit kommen im Strassenbau vermehrt modifizierte Bitumen zum Einsatz. Die Modifizierung des Bitumens verspricht einen positiven Einfluss auf die Verarbeitbarkeit, die Kohäsion, die Verformungsbeständigkeit, die Haftung an der Mineralik sowie auf das Ermüdungsverhalten des Bindemittels. Alleine in Deutschland werden aktuell ca. 25% des gesamten für den Strassenbau verwendeten Bitumens modifiziert. Auf dem Bindemittelmarkt im Strassenbau bildet sich die Konkurrenzsituation zwischen zwei Gruppen von elastomermodifizierten Bitumen ab: 1. Die synthetisch Polymermodifizierten Bitumen und 2. die Gummimodifizierten Bitumen. Bei den synthetisch Polymermodifizierten Bitumen wird herkömmliches Destillationsbitumen mit Polymeren vermischt um das thermo- und elastoviskose Verhalten positiv zu verändern. Beim Gummimodifizierten Bitumen wird die positive Einflussnahme auf das thermo- und elastoviskose Verhalten über die Hinzugabe von additiviertem Gummigranulat erzielt. Das Gummigranulat stammt z.B. aus LKW-Altireifen und kann als additiviertes Gummigranulat in der Modifikation von Bindemitteln im Strassenbau stofflich verwertet werden.

Die CTS Bitumen GmbH mit Sitz in Buch am Erlbach DE stellt seit 1983 erfolgreich Gummimodifiziertes Bitumen GRM (Granulate Rubber Modified) für Asphalt im Strassenbau her. CTS Bitumen GmbH beauftragte als führender Hersteller und Lieferant von hochwertigen Gummimodifizierten Bitumen die Umtec Technologie AG eine vergleichende Ökobilanz zu erstellen. Dabei wurde ihr Gummimodifiziertes Bitumengranulat GRM mit synthetisch Polymermodifizierten Bitumen verglichen. Die Ökobilanz wurde dreistufig aufgestellt:

1. Stufe: Vergleich des GRM mit PmB sowie mit herkömmlichen Destillationsbitumen
2. Stufe: Vergleich der Produktion vierer Asphalttypen: «PA = Lärmoptimierter Asphalt», «Splittmastixasphalt», und je ein «AC» Asphaltbeton für Deck- und Binderschicht mit den elastomermodifizierten bituminösen Bindemitteln GRM und PmB. Als Referenz soll bei den Asphaltbetonen auch herkömmliches Destillationsbitumen analysiert werden. Die Auswertung geht dabei nur bis zum Asphaltwerk.
3. Stufe: Ökobilanz des gesamten Lebenszyklus der oben erwähnten vier Asphalttypen mit variierendem bituminösem Bindemittel. Dabei wird die Ökobilanz auf Basis der funktionellen Einheit «1 Tonne verbauter Asphalt und Jahr» für die Lebenszyklusphasen: «Rohstoffgewinnung und Herstellung der Asphaltinhaltsstoffe für die Asphaltproduktion», «Asphaltproduktion», «Einbau des Asphalts», «Nutzung der Strasse», «Rückbau der Strasse» sowie «Entsorgung/Recycling des rückgebauten Asphalts» betrachtet. Da insbesondere elastomermodifizierte bituminöse Bindemittel einen positiven Einfluss auf die Lebensdauer von Asphalten haben, soll die Liegezeit auch mitberücksichtigt werden. Deshalb hat das Resultat die Einheit Umweltwirkung pro Tonne und Jahr (Ökobilanzergebnis der Umweltwirkung pro Tonne wird durch die Liegezeit dividiert).

Zur Berechnung der Ökobilanz sind die folgenden Haupt-Wirkungskategorien / Wirkungsabschätzungsmethoden verwendet worden: 1. ILCD-Methode (wissenschaftliche Gewichtung gemäss EU27) und 2. Treibhausgase (kg CO₂-Äquivalente). Als Neben-Bewertungsmethode sind 3. die Methode der Umweltbelastungspunkte UBP (schweizerische Gewichtung über politische Ziele und Gesetzgebung), und 4. der kumulierte Gesamtenergieaufwand KEA (inkl. graue Energie) zur Anwendung gekommen.

Nachfolgend werden die Resultate der dreistufigen Ökobilanz schrittweise zusammengefasst. Aufgrund der Aktualität der Klimaerwärmung wird in der Zusammenfassung auf die Methode des

Treibhauspotenzials fokussiert. Die Ergebnisse der anderen Umweltbewertungsmethoden sind dem Hauptteil des Bericht zu entnehmen.

Abb. 0-1 zeigt die Auswertung der Ökobilanz auf der ersten Stufe (Rohstoffgewinnung bis Herstellung des bituminösen Bindemittels).

Fazit der Ökobilanz Stufe 1:

Bereits auf der ersten Ökobilanz-Stufe der elastomermodifizierten bituminösen Bindemittel zeichnet sich ein ökologischer Vorteil des RmB G gegenüber PmB ab.

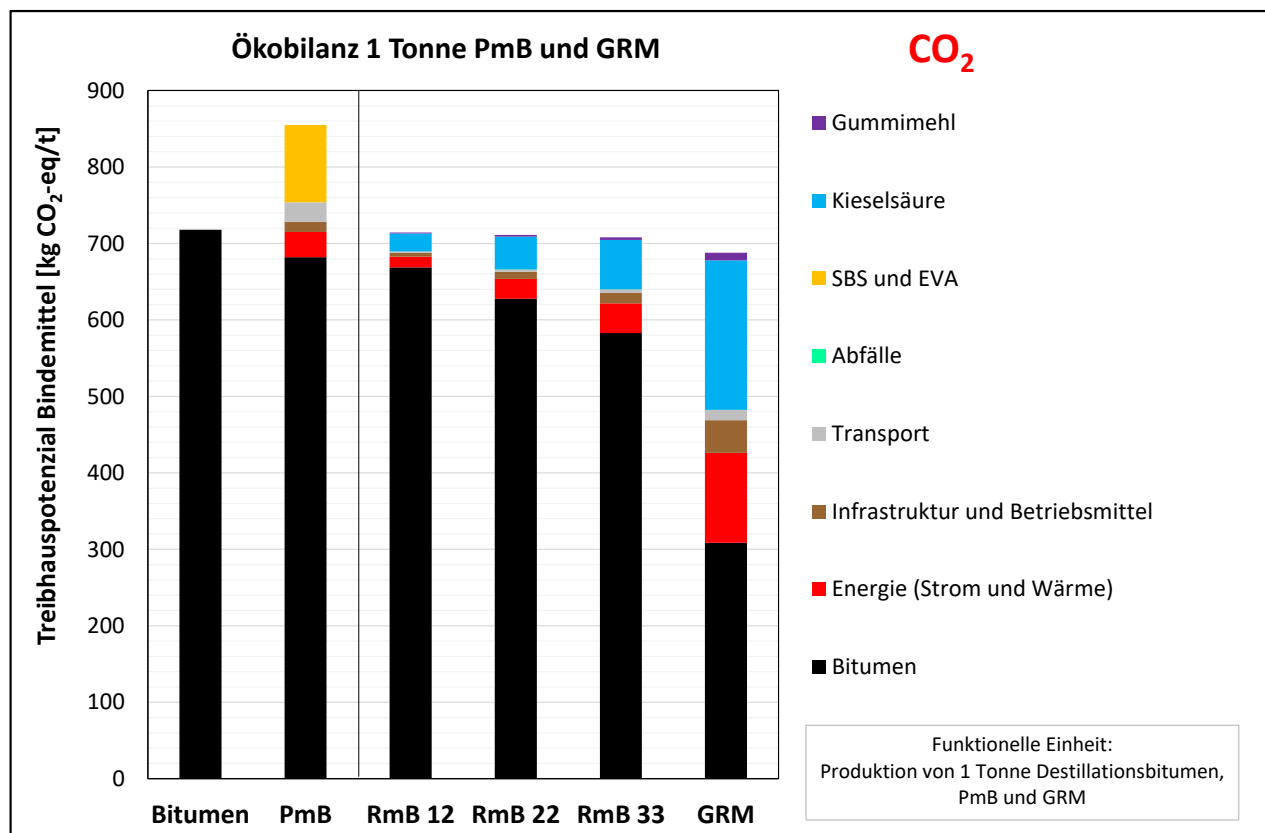


Abb. 0-1: Ökobilanzvergleich bituminöser Bindemittel, ausgewertet mittels der Methode des Treibhauspotenzials (klimaerwärmungswirksame Gase).

Für die Auswertung der zweiten Ökobilanzstufe soll der Asphaltbeton stellvertretend in Abb. 0-2 für die anderen Asphalttypen aufgeführt werden.

Fazit Ökobilanz Stufe 2:

Gegenüber den Asphaltbelägen mit PmB schneiden die Asphaltbeläge mit RmB G in der Asphaltproduktion rund 10-14 % ökologisch besser ab (je nach Bewertungsmethode).

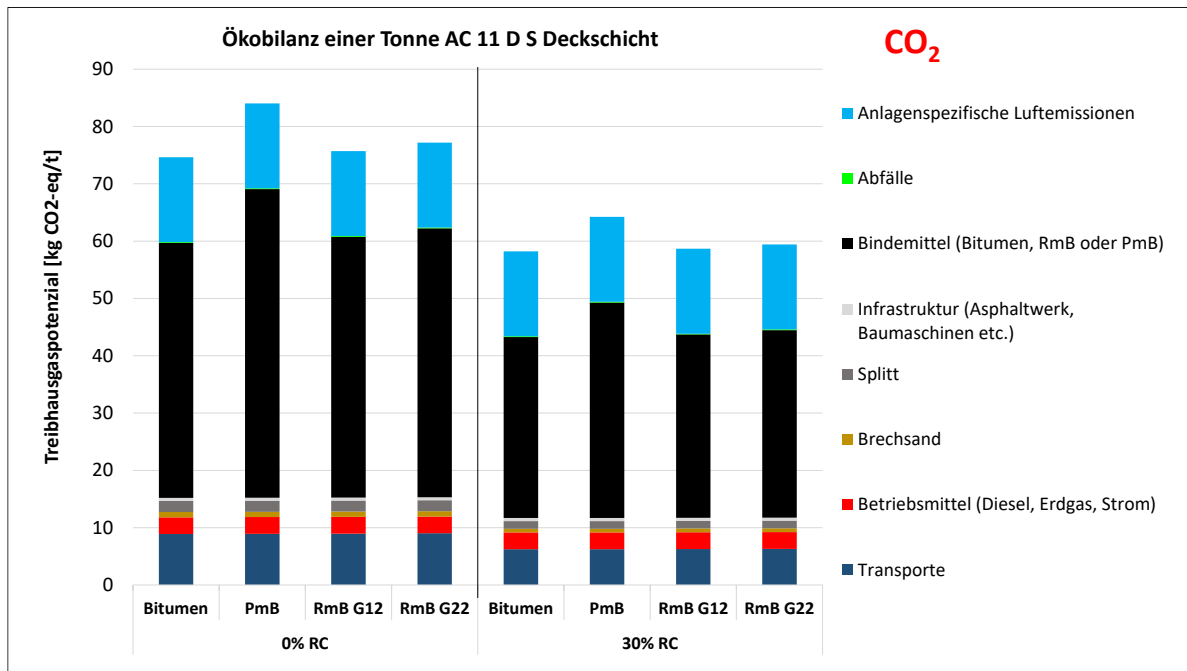


Abb. 0-2: Ökobilanzvergleich von Deckschicht-Asphaltbeton zweier Varianten von elastomermodifizierten bituminösen Bindemitteln (PmB und RmB G) ausgewertet für die Treibhausgase (Klimagase). Zusätzlich wurde auch die Ökobilanz der Produktionsvariante mit Destillationsbitumen abgebildet.

Für die Auswertung der dritten Ökobilanzstufe soll der Asphaltbeton stellvertretend in Abb. 0-3 für die anderen Asphalttypen aufgeführt werden.

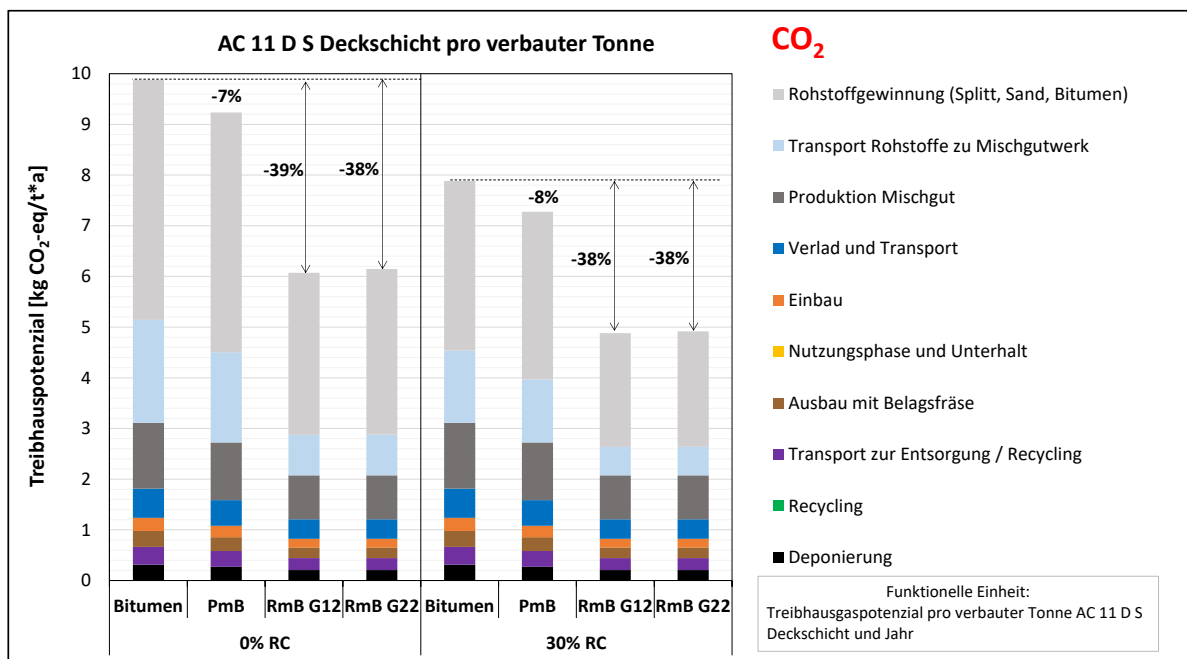


Abb. 0-3: Umweltwirkung einer verbauten Tonne Asphaltbeton Deckschichtbelag AC 11 D S für zwei Varianten von elastomermodifizierten bituminösem Bindemittel (PmB und RmB G), ausgewertet für das Treibhauspotenzial (Klimagase). Mit Berücksichtigung unterschiedlicher Liegezeiten. Zusätzlich wurde auch die Ökobilanz der Produktionsvariante mit Destillationsbitumen abgebildet.

Abb. 0-4 zeigt die Umweltwirkung der Verwendung von Asphalten mit RmB G (GRM) gegenüber Asphalten mit PmB. Tabelle 0-1 fasst die daraus resultierende CO₂-Einsparung zusammen.

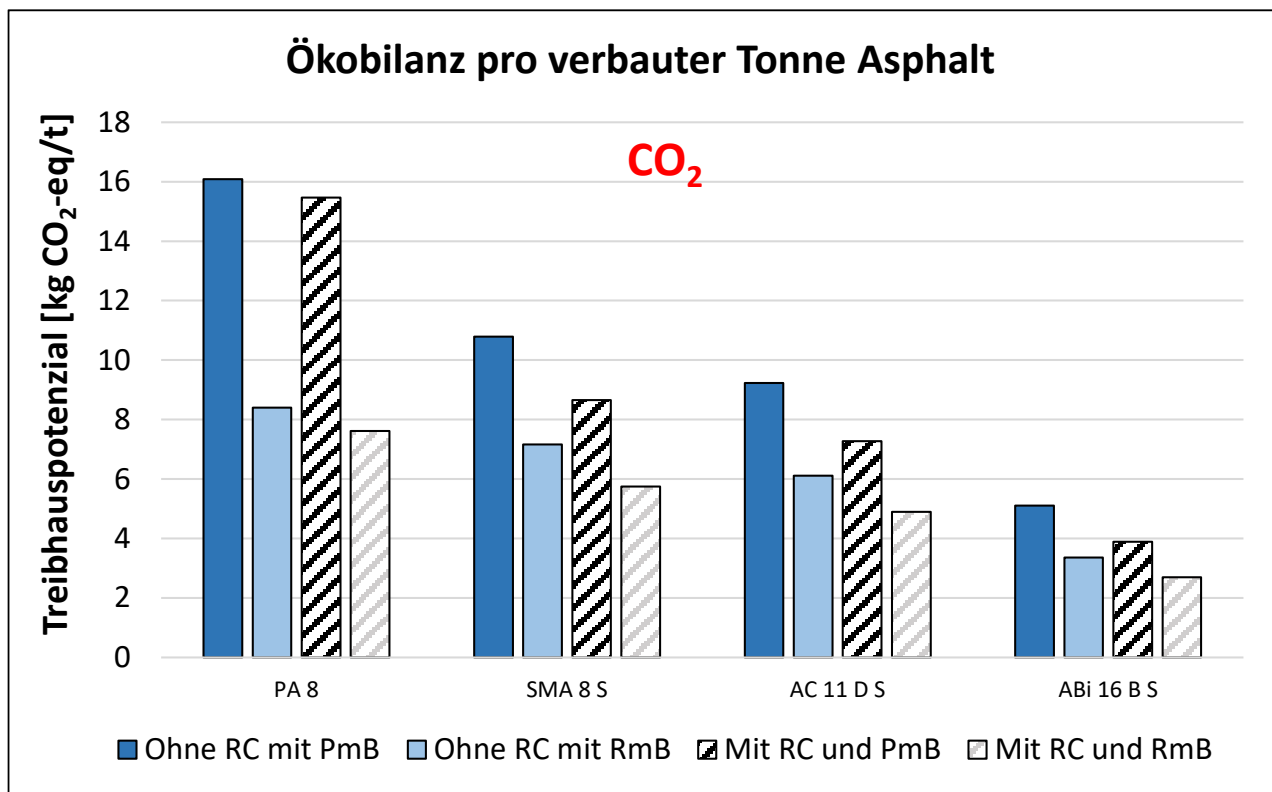


Abb. 0-4: Ökobilanz-Vergleich vierer Asphaltarten mit jeweils zwei unterschiedlichen elastomer-modifizierten bituminösen Bindemitteln (PmB und RmB). Auch der Effekt des Einbezugs von Recyclingasphalt wurde untersucht.

Tabelle 0-1: Ökobilanzergebnis vierer Asphaltarten mit jeweils zwei unterschiedlichen elastomer-modifizierten bituminösen Bindemitteln (PmB und RmB). Auch der Effekt des Einbezugs von Recyclingasphalt wurde untersucht. Die Einsparungen von Treibhausgasen beziehen sich auf die Ökobilanzauswertung mit Berücksichtigung unterschiedlicher Liegezeiten.

Mit Berücksichtigung unterschiedlicher Liegezeiten	Einsparung an kg CO ₂ -eq pro Tonne verbauter Asphalt und Jahr bei Verwendung von <u>RmB G</u> gegenüber <u>PmB</u>	
	Beläge ohne RC	Beläge mit RC
PA 8 (RmB G 33 bis 15% RC)	7.7 kg CO ₂ -eq	7.9 kg CO ₂ -eq
SMA 8 S (RmB G 22 bis 30% RC)	3.6 kg CO ₂ -eq	2.9 kg CO ₂ -eq
AC 11 D S (RmB G 12 bis 30% RC)	3.2 kg CO ₂ -eq	2.4 kg CO ₂ -eq
AC 11 D S (RmB G 22 bis 30% RC)	3.1 kg CO ₂ -eq	2.4 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 12 bis 35% RC)	1.8 kg CO ₂ -eq	1.2 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 22 bis 35% RC)	1.7 kg CO ₂ -eq	1.2 kg CO ₂ -eq

Tabelle 0-2: Ökobilanzergebnis zweier Asphaltarten mit jeweils zwei unterschiedlichen bituminösen Bindemitteln (RmB und Destillationsbitumen). Auch der Effekt des Einbezugs von Recyclingasphalt wurde untersucht. Die Einsparungen von Treibhausgasen beziehen sich auf die Ökobilanzauswertung mit Berücksichtigung unterschiedlicher Liegezeiten.

Mit Berücksichtigung unterschiedlicher Liegezeiten	Einsparung an kg CO ₂ -eq pro Tonne verbauter Asphalt und Jahr bei Verwendung von <u>RmB G</u> gegenüber <u>Destillationsbitumen</u>	
	Beläge ohne RC	Beläge mit RC
AC 11 D S (RmB G 12 bis 30% RC)	3.8 kg CO ₂ -eq	3.0 kg CO ₂ -eq
AC 11 D S (RmB G 22 bis 30% RC)	3.7 kg CO ₂ -eq	3.0 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 12 bis 35% RC)	2.0 kg CO ₂ -eq	1.4 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 22 bis 35% RC)	1.9 kg CO ₂ -eq	1.4 kg CO ₂ -eq

Fazit Ökobilanz Stufe 3:

Beläge mit RmB G schneiden im Schnitt 45% ökologisch besser ab als Asphaltbeläge mit Destillationsbitumen und sind im Mittel 35% ökologisch besser als Asphaltbeläge mit PmB.

Die Ökobilanzresultate der verbauten Tonnen Asphalt wurden durch die mittleren Liegezeiten dividiert. Entsprechend schneidet ein langlebiger Asphaltbelag ökologisch besser ab als ein Asphaltbelag mit einer kurzen Liegezeit/Lebenserwartung. Um den Einfluss der Berücksichtigung der unterschiedlichen Liegezeiten auf das Resultat des Ökobilanzvergleichs zwischen den betrachteten elastomermodifizierten bituminösen Bindemitteln abschätzen zu können, wurde im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse die Ökobilanz nochmals mit gleichen Liegezeiten je Asphalttyp berechnet. Somit wird der Einfluss unterschiedlicher Liegezeiten auf das Resultat der Ökobilanz ausgeblendet. Das entsprechende Ergebnis in Tabelle 0-3 aufgeführt.

Tabelle 0-3: Ökobilanzergebnis vierer Asphaltarten mit jeweils zwei unterschiedlichen elastomer-modifizierten bituminösen Bindemitteln (PmB und RmB). Auch der Effekt des Einbezugs von Recyclingasphalt wurde untersucht. Die Einsparungen von Treibhausgasen beziehen sich auf die Ökobilanzauswertung ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Liegezeiten.

Ohne unterschiedliche Liegezeiten	Einsparung an kg CO ₂ -eq pro Tonne verbauter Asphalt und Jahr bei Verwendung von RmB G gegenüber PmB	
	Beläge ohne RC	Beläge mit RC
PA 8 (RmB G 33 bis 15% RC)	2.5 kg CO ₂ -eq	3.1 kg CO ₂ -eq
SMA 8 S (RmB G 22 bis 30% RC)	2.4 kg CO ₂ -eq	1.9 kg CO ₂ -eq
AC 11 D S (RmB G 12 bis 30% RC)	1.2 kg CO ₂ -eq	0.8 kg CO ₂ -eq
AC 11 D S (RmB G 22 bis 30% RC)	1.1 kg CO ₂ -eq	0.8 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 12 bis 35% RC)	0.9 kg CO ₂ -eq	0.4 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 22 bis 35% RC)	0.7 kg CO ₂ -eq	0.4 kg CO ₂ -eq

Tabelle 0-4: Ökobilanzergebnis zweier Asphaltarten mit jeweils zwei unterschiedlichen bituminösen Bindemitteln (RmB und Destillationsbitumen). Auch der Effekt des Einbezugs von Recyclingasphalt wurde untersucht. Die Einsparungen von Treibhausgasen beziehen sich auf die Ökobilanzauswertung ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Liegezeiten.

Ohne unterschiedliche Liegezeiten	Einsparung an kg CO ₂ -eq pro Tonne verbauter Asphalt und Jahr bei Verwendung von <u>RmB G</u> gegenüber <u>Destillationsbitumen</u>	
	Beläge ohne RC	Beläge mit RC
AC 11 D S (RmB G 12 bis 30% RC)	0.6 kg CO ₂ -eq	0.5 kg CO ₂ -eq
AC 11 D S (RmB G 22 bis 30% RC)	0.5 kg CO ₂ -eq	0.4 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 12 bis 35% RC)	0.5 kg CO ₂ -eq	0.2 kg CO ₂ -eq
ABi 16 B S (RmB G 22 bis 35% RC)	0.3 kg CO ₂ -eq	0.2 kg CO ₂ -eq

Fazit Ökobilanz Stufe 3 Sensitivitätsanalyse:

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

Zur Veranschaulichung des Umweltnutzens soll ein fiktives Bauprojekt von 1km Autobahn mit einer SMA-Deck- und einer AC-Binderschicht mit RmB G vs. PmB dienen (2 Spuren und Pannestreifen mit einer Gesamtbreite von 10 Metern, Einbaudicke Deckschicht = 4cm und Binderschicht = 8cm). Man bedenke, dass die Verwendung von RmB G gegenüber PmB im Strassenbau bereits bei 1km-Autobahnabschnitt schon einen erstaunlich grossen Umweltnutzen abwirft. Bei mehreren Tausend Kilometern Strassennetz in Deutschland (und auch anderswo) liegt damit noch ein grosses CO₂-Einsparungspotenzial vor. Somit könnte bei forcierter Verwendung von RmB G als bituminöses Bindemittel in der Asphaltproduktion für den Strassenbau ein relevanter Beitrag zur Reduktion von klimawirksamen Gasen geleistet werden.

Umweltnutzen Beläge mit RmB gegenüber PmB		132'000 kg CO₂-eq
Umweltnutzen RmB-Deckschicht		60'000 kg CO ₂ -eq
Umweltnutzen RmB-Binderschicht		72'000 kg CO ₂ -eq
 Umweltnutzen entspricht an:		
Vergleich	Umweltnutzen	
Flugreise pro Person	51 mal Berlin New York	
Autoreise pro Person	880'000km = 20 mal um die Welt	
Jährlicher Wärmebedarf Haushalt (5'000 kWh)	94 Haushalte	

Fazit Ökobilanz:

Die dreistufige Ökobilanz zeigt einen klaren ökologischen Vorteil von Asphalten mit Gummi-modifiziertem Bitumen auf. Besonders in der Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus verschaffen sich Beläge mit dem elastomermodifizierten bituminösen Bindemittel RmB G durch ihre sehr langen Liegezeiten einen grossen ökologischen Vorteil.