



Resumen provisional de la evaluación del balance medioambiental del Granulate Rubber Modified (GRM by CTS)

La modificación del betún tiene por objeto dotar al betún de carretera convencional de propiedades modificadas para responder a las mayores exigencias (por ejemplo, aumento del tráfico pesado, condiciones climáticas) del transporte por carretera. Por ejemplo:

1. Aumentar de la viscosidad
2. Rango de plasticidad ampliado, es decir
 - Aumentar del punto de reblandecimiento anillo y bola
 - Mejorar del comportamiento a bajas temperaturas
3. Aumentar la elasticidad
4. Mejorar de la adherencia a los agregados críticos para la adherencia
5. Mayor cohesión
6. Mejorar del comportamiento del envejecimiento
7. Mayor resistencia a los efectos climáticos (por ejemplo, la radiación solar)

Actualmente, en Alemania se modifican aproximadamente entre el 25 y el 30 % de los aglutinantes habituales (esto incluye todas las posibilidades y formas de modificación).

En el campo del betún modificado para carreteras, el grupo de los ligantes modificados con elastómeros se ha impuesto, sin duda, en Alemania. Los plastómeros para la modificación simple nunca se han utilizado de forma generalizada. Han seguido siendo un «fenómeno marginal» tanto técnica como económicamente (a pesar de las buenas propiedades asfálticas). Aunque incluso se han especificado en la normativa (TL Bitumen StB 07/13, Tabla 3).

Por lo tanto, el término genérico PmB (betún modificado con polímeros) describe esencialmente el grupo de ligantes modificados con elastómeros (véase TL Bitumen StB 07/13, Tabla 2). En este caso, el betún de carretera estándar se combina con polímeros producidos sintéticamente, por ejemplo: SBS, SBR, BR.

Incluso las modificaciones mixtas de betún con elastómeros y plastómeros tuvieron bastante éxito hace unos años, pero no pudieron establecerse (económicamente) a largo plazo.

Otro grupo de betunes modificados con elastómeros es el de los ligantes modificados con caucho. Se utilizan con éxito en Europa desde la década de 1980. Sin embargo, en los últimos años, las ventajas de estos antiguos «productos nicho» se han hecho cada vez más evidentes en muchas aplicaciones. Por ello, la demanda aumenta constantemente.

La base de los betunes modificados con caucho está formada por gránulos de caucho o polvo de caucho procedentes de neumáticos usados reciclados. Esta base, aditivada

adicionalmente, presenta propiedades especiales en la modificación del betún de carretera. Esto es especialmente cierto cuando los polvos de caucho proceden de neumáticos de camión reciclados y están óptimamente unidos a la matriz de betún. Aquí

son las propiedades positivas de los polímeros de los cauchos naturales las que demuestran que los aglutinantes o asfaltos producidos con ellos tienen cualidades sorprendentes, por ejemplo, en términos de vida útil. Y desde el punto de vista ecológico, un óptimo reciclaje de materiales.

CTS Bitumen GmbH produjo con éxito betún modificado con caucho en caliente a partir de 1983. El principal ámbito de aplicación era el diseño de capas de rodadura de asfalto poroso. Estos asfaltos tuvieron tanto éxito en cuanto a la tecnología del asfalto que incluso recibieron su propio nombre, protegido legalmente: Flüsterasphalt® (asfalto silencioso). Por ello, el término «Flüsterasphalt®» se ha convertido en un sinónimo de cualquier pavimento asfáltico que reduzca el ruido. Un gran éxito.

Gracias a sus muchos años de experiencia, junto con un gran conocimiento práctico y el alto nivel de calidad de los ligantes modificados con caucho, CTS Bitumen ha conseguido aumentar significativamente la vida útil de los «Flüsterasphalt®». Los asfaltos convencionales que reducen el ruido, diseñados con betún modificado con polímeros, sólo lograron (y aún logran) una vida útil de aproximadamente 8 a 10 años. Sin embargo, Flüsterasphalt® alcanzó una vida útil media de aproximadamente 13,5 años. La mayor vida útil registrada hasta la fecha sigue siendo de unos 19 años.

Aunque tuvieron mucho éxito, los aglutinantes modificados con caucho en caliente también presentaron algunas asperezas. El transporte, el almacenamiento y finalmente su dosificación en la planta mezcladora de asfalto. El betún modificado con caucho tiene básicamente una alta proporción de componentes insolubles procedentes de las harinas de caucho utilizadas. Ya durante la carga en el camión cisterna, estos componentes comenzaron a sedimentarse debido al sistema. Este proceso puede ralentizarse como mucho, pero desgraciadamente no puede detenerse, y mucho menos revertirse. Por lo tanto, el tiempo de almacenamiento en la planta mezcladora de asfalto es muy limitado. Ni siquiera los potentes agitadores del tanque de almacenamiento pueden evitar la segregación. Y, por último, debido a la alta viscosidad del producto (incluso a una temperatura del ligante de unos 200 °C), se necesitan bombas de betún muy potentes que sean capaces de transportar y finalmente dosificar estos ligantes (óptimamente descompuestos) totalmente.

Por razones de protección del medio ambiente, las temperaturas de todos los aglutinantes en caliente están limitadas hoy a un máximo de 180 °C. Dado que a este nivel de temperatura no es posible producir aglutinantes modificados con caucho con el habitual y también necesario «rendimiento», todos los fabricantes de renombre han interrumpido mientras tanto la producción en Alemania.

Pero el betún CTS puede ofrecer una sólida alternativa. Desde 2005 existe un granulado de betún modificado con caucho especialmente desarrollado. CTS GRM (Goma Granulada Modificada).

Afortunadamente, ya era capaz de cumplir todos los requisitos/especificaciones de la TL RmB-StB, By Tabla 2, introducida posteriormente (2010). También cumple con otras normativas (por ejemplo, E GmBA). El CTS GRM y los aglutinantes resultantes (RmB G) se han establecido en el mercado en muchas aplicaciones diferentes. Pruebas exhaustivas demuestran un alto rendimiento, que incluso supera al del probado «Flüsterasphalt®». Las primeras aplicaciones con CTS GRM acaban de cumplir 15 años de uso. El final todavía no es visible.

CTS Bitumen encargó a Umtec Technologie AG la elaboración de una evaluación comparativa del ciclo de vida. Los grados de RmB G (RmB G 25/60-52; RmB G 20/60-55 y RmB G 35/70-55) derivados del producto básico (CTS GRM) se compararon con los betunes modificados con polímeros disponibles en el mercado (PmB A 40/100-65; PmB A 25/55-55 según TL Bitumen-StB 07/13 y PmB A 25/55-55 RC (+)). La preparación de la evaluación del ciclo de vida se realizó en 3 etapas:

Etapa 1: Comparación de las calidades de aglutinante (PmB A frente a RmB G). Además, se consideraron los betunes de destilación comunes (por ejemplo, B 50/70; B 30/45) según la norma TL Bitumen StB 07/13, Tabla 1.

Fase 2: Producción de asfalto. Comparación ejemplar de cuatro tipos de asfalto comunes. PA 8; SMA 8 S; AC 11 D S y AC 16 B S. Las formulaciones de los asfaltos eran análogas a las de TL As-phalt-StB 07/13 y pueden describirse como típicas para los respectivos tipos. Como variantes de aglutinantes, se compararon los grados comunes de PmB A con los correspondientes de RmB G. En el caso del hormigón asfáltico y de la capa de rodadura asfáltica, también se analizaron los reprocesos con betún de carretera convencional. La PmB A respectiva se utilizó como referencia.

Fase 3: Evaluación del ciclo de vida/impacto medioambiental de todo el ciclo de vida de los tipos de asfalto considerados. Variación de los tipos de aglutinantes. En este caso, el ACV se basa en la siguiente unidad funcional: Una tonelada de asfalto pavimentado por año. Se han tenido en cuenta los siguientes aspectos de las fases del ciclo de vida:

- Extracción de materias primas para la producción de asfalto
- Pavimentación del asfalto
- Fase de uso
- Retirada del asfalto / deconstrucción
- Eliminación/reciclaje del granulado asfáltico

Dado que los asfaltos especialmente modificados también influyen positivamente en la vida útil del asfalto, también se tuvo en cuenta la vida útil. Por lo tanto, el resultado está marcado con la unidad: impacto medioambiental por tonelada y año.

Para calcular el ACV se han utilizado los siguientes métodos de evaluación de impacto:

- ILCD - Método (ponderación científica según EU27)
 - ILCD = Sistema Internacional de Datos del Ciclo de Vida de Referencia, unidad ILCD-Points Pts:
 - Evaluación medioambiental global → un total de 16 categorías de impacto (contaminantes del agua, clima, agujero de ozono, eutrofización del agua, recursos, salud humana, etc.).
 - Metodología de evaluación del ciclo de vida de la Comisión Europea - Centro Común de Investigación
 - Evaluación a nivel intermedio por aspecto medioambiental (no agregada a un único valor) posible, agregación global a un único valor mediante ponderación posible

- En el presente estudio se ha utilizado una ponderación de las categorías de impacto ambiental basada en la propuesta de un estudio del Centro Común de Investigación de conformidad con la UE27.
- Potencial de gases de efecto invernadero (kg de CO₂ equivalente)
 - CO₂ = potencial de gases de efecto invernadero, unidad kg de de CO₂ equivalente:
 - Esta categoría de impacto ambiental tiene en cuenta las emisiones relevantes para la protección del clima
 - Evaluación basada en el factor de caracterización en la unidad kg CO₂-eq, Por ejemplo, 1 kg de metano corresponde a unos 28 kg de CO₂-eq.
 - Sin embargo, las emisiones de contaminantes que no tienen impacto sobre el clima no pueden ser mapeadas con este método.
- Además, como métodos de valoración secundarios:
 - Método de los puntos de impacto ambiental UBP (ponderación suiza, basada en la legislación, los objetivos políticos y las obligaciones) [UBP = método de la escasez ecológica, también conocido como método de los puntos de impacto ambiental. Unidad de puntos de impacto ambiental (UBP):
 - Evaluación medioambiental holística → emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo, consumo de recursos, energía y tierra, y clima
 - Metodología suiza desarrollada por la Oficina Federal de Medio Ambiente FOEN específicamente para los responsables de la toma de decisiones (resultado global agregado, por lo que va más allá de la norma ISO 14.040ff)
 - Ponderación mediante factores ecológicos basados en la política suiza (leyes, ordenanzas y acuerdos internacionales)
 - Gasto energético total acumulado KEA (incluida la energía gris)
 - Unidad MJ de petróleo equivalente:
 - Esta categoría de impacto ambiental tiene en cuenta todos los gastos de energía, incluida la energía gris de un producto o proceso.
 - El resultado se expresa en MJ de petróleo equivalente
 - Con este método, sólo se puede trazar el consumo de energía procedente de fuentes renovables y no renovables.

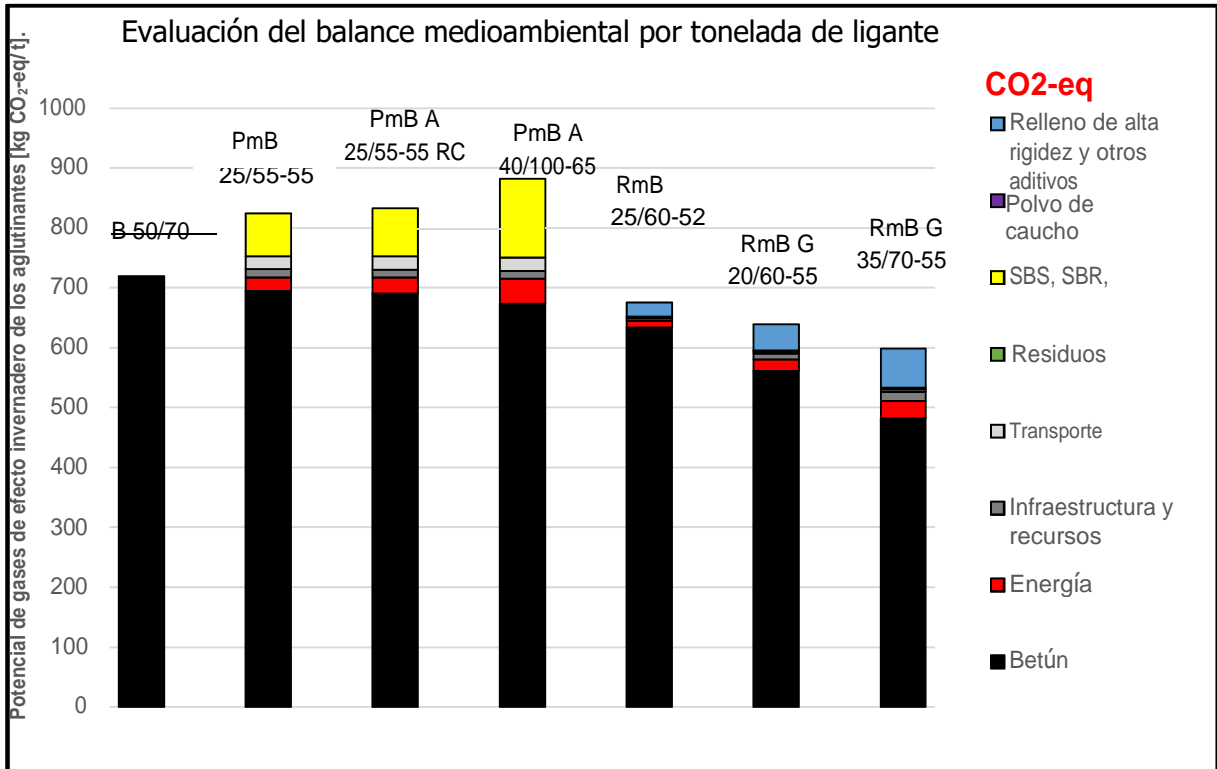


Ilustración 1-1: Comparación de la evaluación del ciclo de vida de diferentes aglutinantes, evaluados mediante el método del potencial de gases de efecto invernadero. (Paso 1: Extracción de la materia prima hasta la producción del aglutinante respectivo)

Los resultados de la evaluación del ciclo de vida en tres fases se resumen paso a paso a continuación. Sin embargo, debido al debate actual sobre el calentamiento global, la atención se centra en la evaluación del potencial de los gases de efecto invernadero. En la parte principal del informe se puede encontrar un análisis más detallado.

Conclusión de la fase 1 del ACV

1. En todas las evaluaciones del ciclo de vida, los aglutinantes RmB G según la TL RmB-StB, By - Tablas 2 y 3 se comportan mejor que los betunes modificados con polímeros.
2. De media, una cuarta parte más favorable. En la evaluación de la ILCD, el comportamiento es incluso alrededor de un 40 % más favorable desde el punto de vista ecológico.
3. Queda claro que un mayor grado de modificación tiene un efecto ecológico menos favorable en la PmB A.

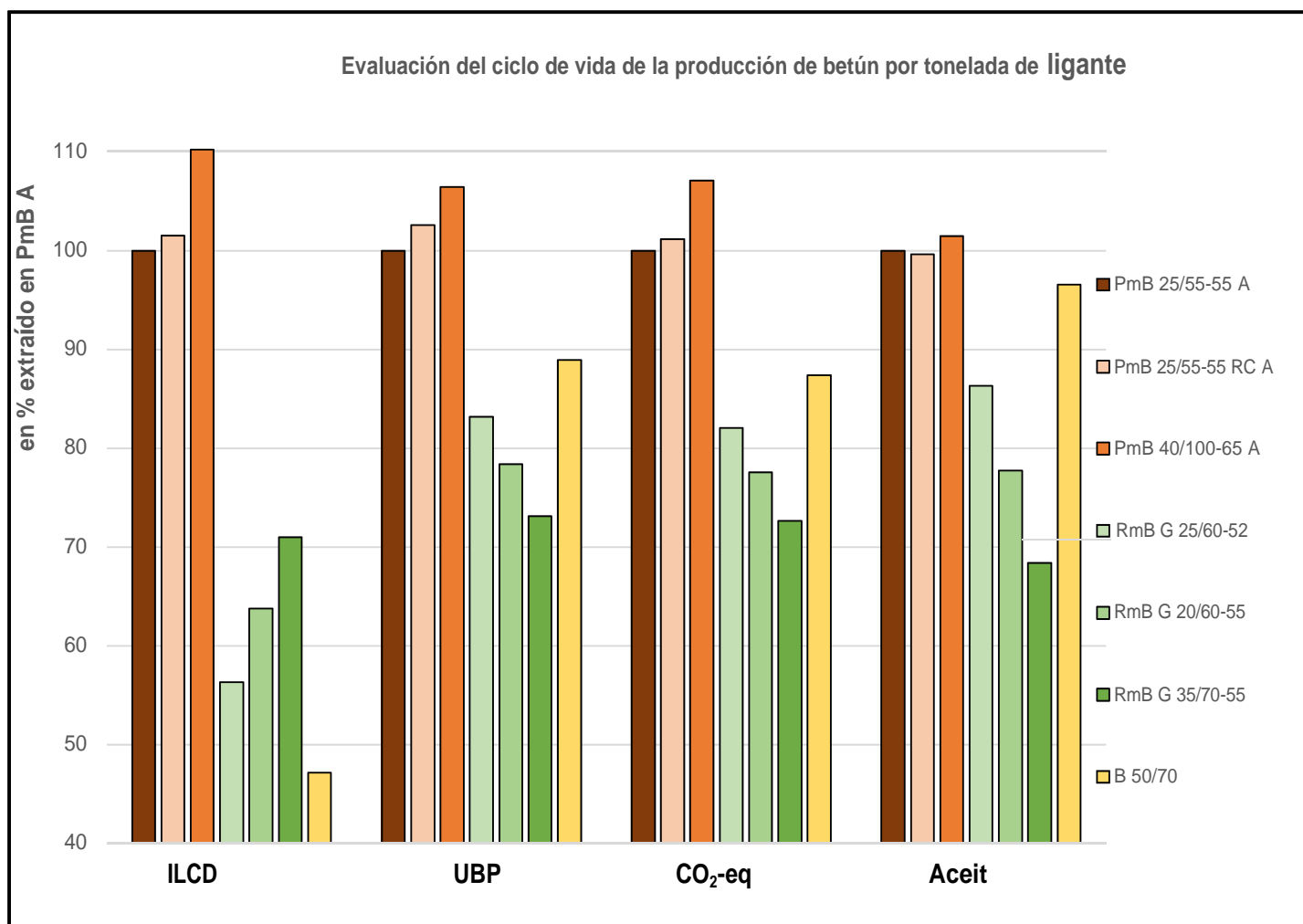


Ilustración 1-2: Evaluación del ciclo de vida de la producción de betún. Variación de los ligantes.

Unidad funcional: Variación de los siguientes ligantes: B 50/70, PmB 25/55-55 A, PmB 40/100-65 A según TL Bitumen-StB 07/13, tablas 1 y 2, RmB G 20/60-55 RC y RmB G

25/60-52; RmB G 20/60-55 y RmB G 35/70-55 según TL RmB-StB, By - Tablas 2 y 3. valor de referencia: PmB A 25/55-55 = 100%

4. Sin embargo, en el caso de los aglutinantes RmB G, esto no es así si la influencia del aglutinante base domina fuertemente la evaluación del ciclo de vida. (por ejemplo, demanda de energía, potencial de gases de efecto invernadero).
5. A excepción del método ILCD, la evaluación del ciclo de vida del betún estándar para carreteras es significativamente menos favorable que la de los ligantes RmB G.
6. En cualquier caso, vuelve a ser significativamente más barato que todos los tipos de PmB A.

Conclusión de la fase 2 del ACV:

1. Para los tipos de asfalto PA 8 y SMA 8, las variantes con RmB G tienen una clara ventaja sobre el PmB A a la hora de considerar la evaluación del ciclo de vida.
2. Según el criterio de evaluación, varía entre el 10 y el 21 %.
3. Si se añadiera granulado asfáltico al asfalto fundido a la piedra y al asfalto poroso (deliberadamente en subjuntivo, porque no es un método de construcción permitido en Alemania), el nivel global bajaría, pero en relación se confirmarían las afirmaciones básicas sobre las evaluaciones.
4. Para el hormigón asfáltico y la capa de rodadura de asfalto se evaluaron también en paralelo las variantes con betún de destilación (NPG = grado de pavimentación normal).
5. NPG y RmB G están, al menos, a la par en las evaluaciones según el método UBP, la demanda energética y el potencial de gases de efecto invernadero. Con claras ventajas para el RmB G en la evaluación de la demanda energética acumulada.
6. Sin embargo, las variantes NPG y RmB G son ecológicamente más ventajosas que las formulaciones con PmB A.
7. Sólo en la evaluación según el método ILCD los NPG obtienen mejores resultados que las variantes RmB G. Sin embargo, ambas formulaciones vuelven a mostrar ventajas sobre el PmB A.
8. De todos los tipos de asfalto considerados, el mayor impacto medioambiental se encuentra en el asfalto de piedra con PmB A.
9. La adición de granulado asfáltico en el hormigón asfáltico y en el ligante asfáltico disminuye el nivel respectivo, pero las afirmaciones básicas de la evaluación y la valoración siguen siendo las mismas.
10. Todos los tipos de asfalto producidos con PmB A tienen el peor comportamiento ecológico.

Ilustración: 1-3: Evaluación del ciclo de vida de la producción de asfalto. Variación de los ligantes. Unidad funcional: variedad de los siguientes tipos de asfalto PA 8; SMA 8 S; AC 11 D S; AC 16 B S. Ligantes: B 50/70, PmB 25/55-55 A, PmB 40/100-65 A según TL Bitumen-StB 07/13, Tabla 1 y 2, RmB G 20/60-55 RC. RmB G 25/60-52; RmB G 20/60-55 y RmB G 35/70-55 según TL RmB-StB, By - Tablas 2 y 3. Valor de referencia de producción de asfalto con PmB = 100 %. Evaluación según el método ILCD, el método UBP, el potencial de gases de efecto invernadero y la demanda energética acumulada.

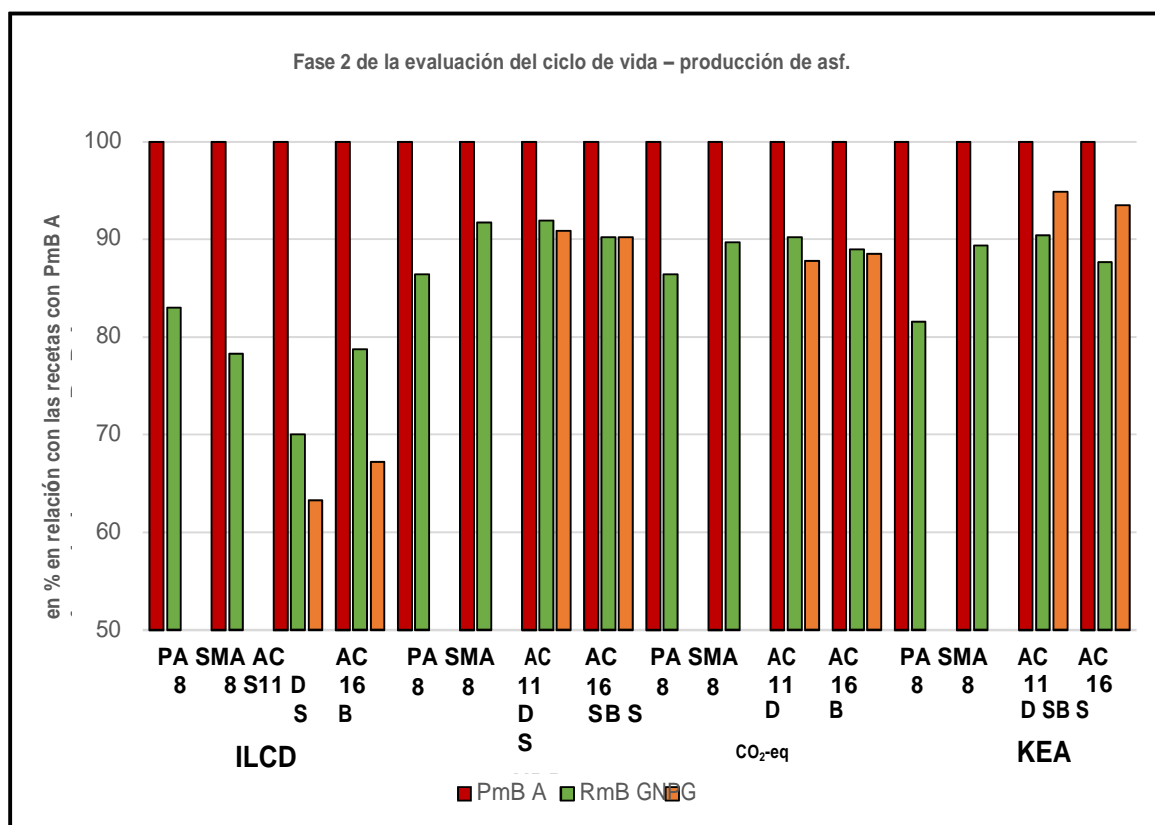


Tabla 1-1: Ahorro de CO₂ al utilizar RmB G de acuerdo con la TL RmB-StB, By - Tablas 1 y 2 en comparación con PmB A de acuerdo con la TL Bitumen-StB - Tabla 2 y PmB A 25/55-55 RC (+).

Producción de asfalto	Ahorro de CO ₂ en kg CO ₂ -eq/t - sin granulado de asfalto	Ahorro de CO ₂ en kg CO ₂ -eq/t - con granulado de asfalto
PA 8 RmB G 35/70-55 vs. PmB A 40/100-65	11,6 kg	
SMA 8 S RmB G 20/60-55 vs. PmB A 25/55-55	9,6 kg	
AC 11 D S 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
AC 16 B S 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

Para la evaluación de la tercera etapa del ACV, el hormigón asfáltico AC 11 D S también se muestra como ejemplo para los otros tipos de asfalto en la Fig. 1-3.

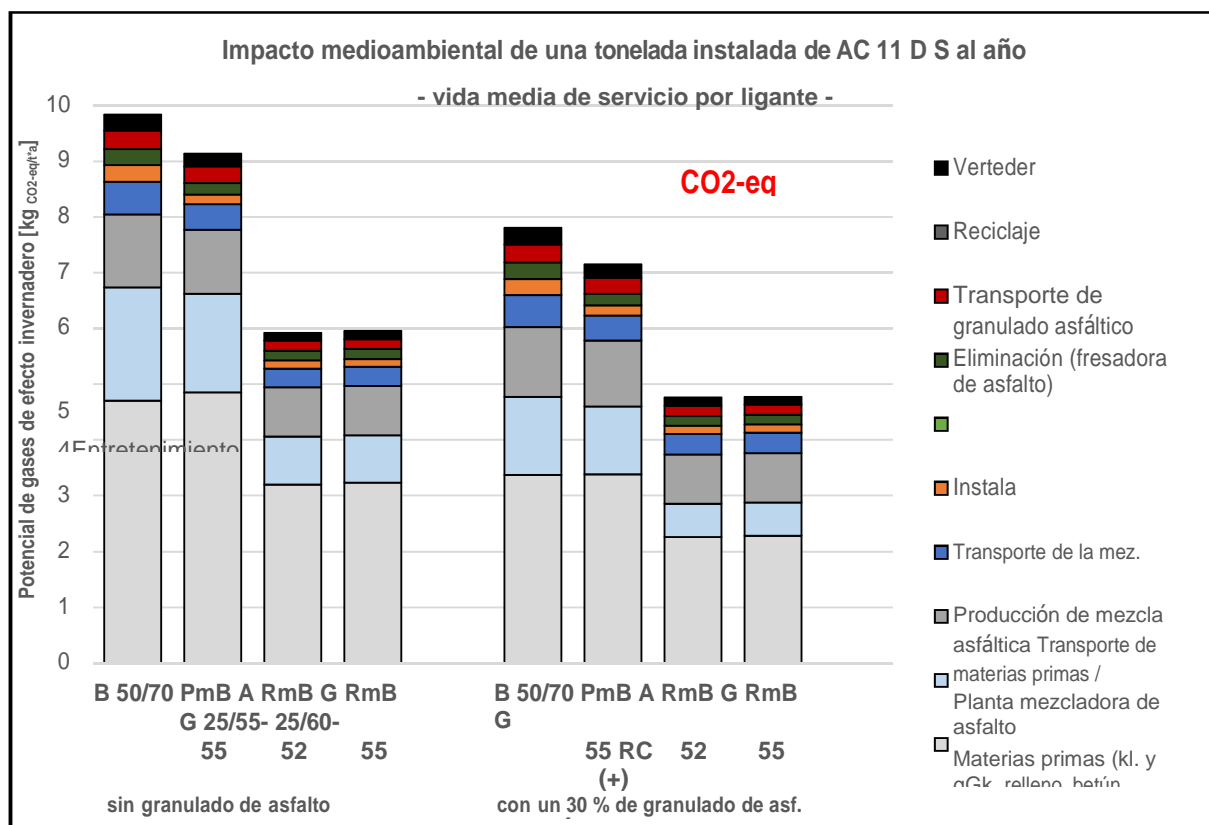


Ilustración 1-4: Impacto medioambiental de una tonelada de AC 11 D S pavimentada al año. Variación de diferentes ligantes con y sin adición de 30 % en peso de granulado asfáltico, evaluada para el potencial de gases de efecto invernadero (gases climáticos kg CO₂-eq/t*a) Se tuvieron en cuenta diferentes vidas útiles (es decir, la vida útil media por ligante).

Unidad funcional: potencial de gases de efecto invernadero por tonelada de AC 11 D S instalada al año. Valor de las siguientes carpetas: B 50/70, PmB 25/55-55 A según TL Bitumen-StB 07/13, Ta- ble 1 y 2, PmB 25/55-55 RC (+), RmB G 25/60-52 y RmB G 20/60-55 según TL RmB- StB, By - Tabla 2 y 3.

Conclusión de la fase 3 de ACV:

1. En este equilibrio ecológico, *la* duración de la vida útil juega un papel decisivo.
2. Todos los asfaltos formulados con RmB G en lugar de PmB A o incluso betún de destilación tienen un rendimiento ecológico significativamente mejor, independientemente del método de evaluación.
3. Las ventajas son más visibles en el caso de los asfaltos porosos.
4. Por término medio, los beneficios medioambientales se sitúan entre el 42 y el 48 %.
5. También con el SMA 8 S, las variantes RmB G pueden puntuar fuertemente en comparación con el PmB A.
6. Aquí, la ventaja media se sitúa en torno al 28,5 %.

7. Si se añadiera granulado asfalto de mástico de piedra y al asfalto poroso (deliberadamente en subjuntivo, porque no es un método de construcción permitido en Alemania), el nivel global descendería, pero en relación se confirmarían las afirmaciones básicas, independientemente del rendimiento tecnológico del asfalto que entonces se podría seguir alcanzando.
8. En el hormigón asfáltico AC 11 D S y el ligante asfáltico AC 16 B S, el impacto medioambiental es similar al de SMA 8 S.
9. En el hormigón asfáltico y la capa de aglomerado asfáltico también se evaluaron en paralelo las variantes con betún de destilación normal (NPG = grado de pavimentación normal).
10. Debido a su menor vida útil, deben evaluarse de forma aún más desfavorable que los de PmB A. Según la evaluación, debe calcularse un ecológico negativo en relación con PmB A del orden del 5 - 10%.
11. La adición de granulado asfáltico en el hormigón asfáltico y en el ligante asfáltico disminuye el impacto medioambiental respectivo, pero las afirmaciones básicas de la evaluación y la valoración siguen estando en relación.

Tabla 1-2: Evaluación del ciclo de vida de diferentes tipos de asfalto con diferentes ligantes. PmB A según la TL Bitumen-StB 07/13, Tabla 2 (PmB A 40/100-65 y PmB A 25/55-55) y RmB G según la TL RmB-StB, By Tabla 2 (RmB G 25/60-52 [12 % en peso de CTS GRM + 88 % en peso de B 50/70], RmB G 20/60-55 [22 % en peso de CTS GRM + 78 % en peso de B 50/70], RmB G 35/70-55 [33 % en peso de B 50/70 % CTS GRM + 67 % en peso de B 70/100]). También se tuvo en cuenta el efecto de añadir diferentes cantidades de granulado asfáltico. El ahorro de gases de efecto invernadero se refiere a la evaluación del ciclo de vida teniendo en cuenta las diferentes vidas útiles.

[Este es el texto que debe ir en el encabezado de la tabla: Se tuvieron en cuenta las diferencias de vida útil]

Die jeweils unterschiedlichen Se han tenido en cuenta las vidas útiles	Ahorro en kg de CO ₂ -eq por tonelada instalada asfalto por año. Ahorro con el uso de RmB G en comparación con PmB A	
	sin asfalto granulado de asfalto	con granulado de asfalto
PA 8 RmB G 35/70-55 vs. PmB 40/100-65 A	7,7 kg CO₂-eq	
SMA 8 S RmB G 20/60-55 vs. PmB 25/55-55 A	3,6 kg CO₂-eq	
AC 11 D S RmB G 25/60-52 30 % en peso de granulado asfáltico vs. PmB 25/55-55 A y PmB 25/55-55 RC (+)	3,2 kg CO₂-eq	2,4 kg de CO₂-eq

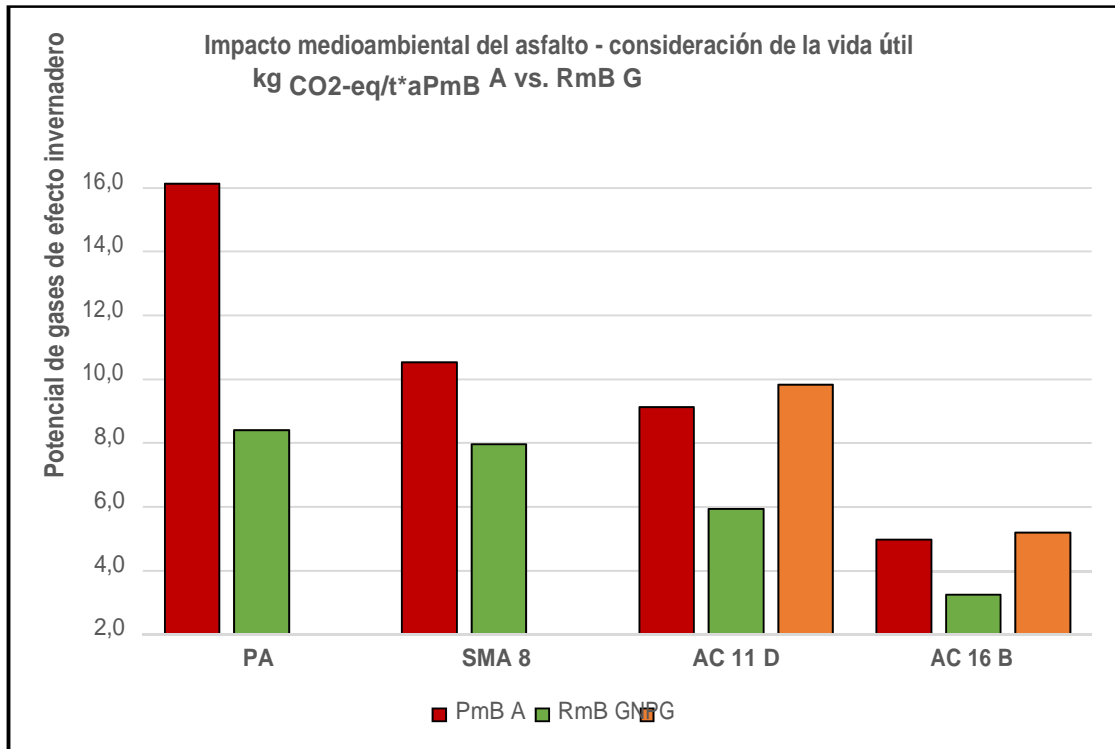
AC 11 DS

RmB G 20/60-55
30 % en peso de granulado
asfáltico vs. PmB 25/55-55
A y

3,1 kg CO₂-eq**2,4 kg CO₂-eq**

PmB 25/55-55 RC (+)		
AC 16 B S RmB G 25/60-52 35 % en peso de granulado asfáltico vs. PmB 25/55-55 A y PmB 25/55-55 RC (+)	1,8 kg CO₂-eq	1,2 kg CO₂-eq
AC 16 B S RmB G 20/60-55 35 % en peso de granulado asfáltico vs. PmB 25/55-55 A y PmB 25/55-55 RC (+)	1,7 kg CO₂-eq	1,2 kg CO₂-eq

Ilustración 1-5: Evaluación del ciclo de vida/impacto medioambiental de cuatro tipos de asfalto sin adición de granulado asfáltico. La evaluación se realizó con respecto al potencial de gases de efecto invernadero en kg de CO₂ equivalente/t*a. También se han tenido en cuenta las diferentes vidas útiles de los distintos asfaltos.



En la fase 3 del ACV, el asfalto pavimentado se dividió por la vida útil media. Por lo tanto, un asfalto con una vida útil superior a la media rinde más que un asfalto con una vida útil más bien corta. Sin embargo, como parte de un análisis de sensibilidad, la evaluación del ciclo de vida también se llevó a cabo para una supuesta vida útil idéntica.

La **Tabla 1-3** resume los resultados.

Evaluación del ciclo de vida de diferentes tipos de asfalto con diferentes ligantes. PmB A según TL Bi-tumen-StB 07/13, Tabla 2 (PmB A 40/100-65 y PmB A 25/55-55) y RmB G

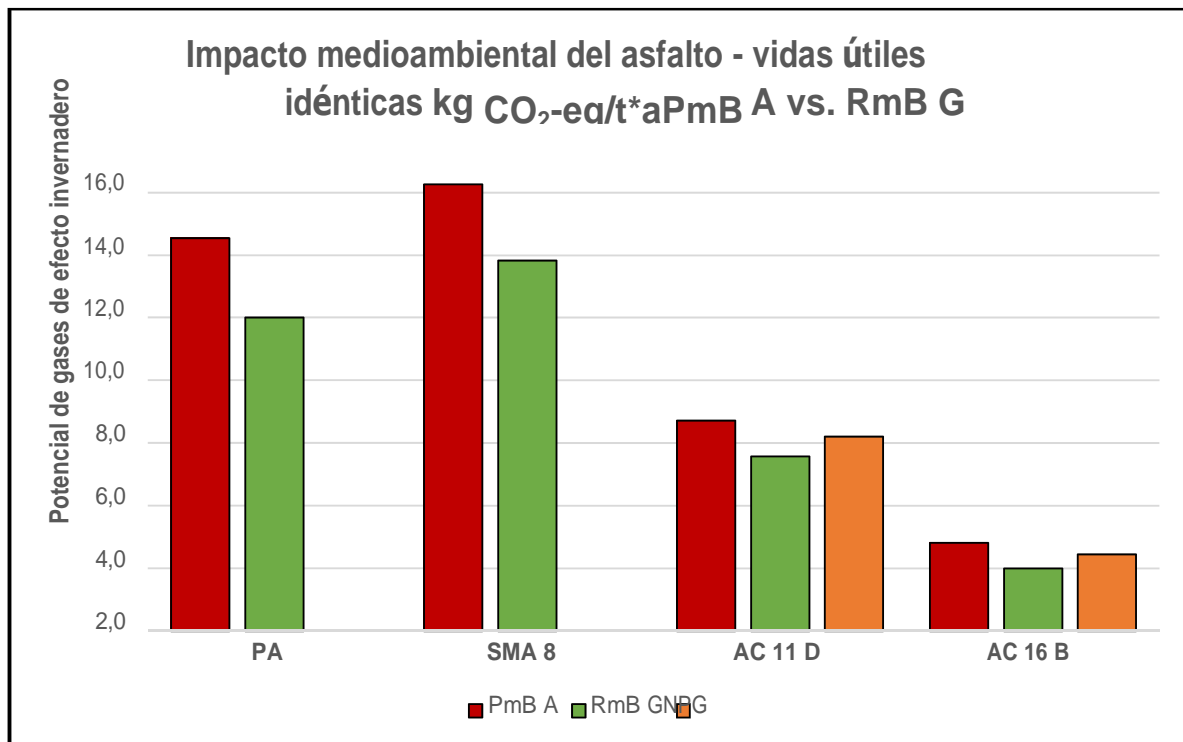
según TL RmB-StB, según la tabla 2 (RmB G 25/60-52 [12 % en peso CTS GRM + 88 % en peso B 50/70], RmB G 20/60-55 [22 % en peso CTS GRM + 78 % en peso B 50/70], RmB G 35/70-55 [33 % en peso CTS GRM + 67 % en peso B 70/100]). También se tuvo en cuenta el efecto de añadir diferentes cantidades de granulado asfáltico. El ahorro de gases de efecto invernadero se refiere a la evaluación del ciclo de vida sin tener en cuenta las diferentes vidas útiles.

[Este es el texto que debe ir en el encabezado de la tabla: Vida útil respectiva idéntica]

Nut-	Ahorro en kg de CO ₂ -eq por tonelada de pavimento asfáltico instalado al año. El ahorro en el de RmB G frente a PmB A en cada caso	
	sin granulado de asfalto	con granulado de asfalto
PA 8 RmB G 35/70-55 vs. PmB 40/100-65 A	2,5 kg CO₂-eq	
SMA 8 S RmB G 20/60-55 vs. PmB 25/55-55 A	2,4 kg CO₂-eq	
AC 11 D S RmB G 25/60-52 30 % en peso de granulado asfáltico vs. PmB 25/55-55 A y PmB 25/55-55 RC (+)	1,2 kg CO₂-eq	0,8 kg CO₂-eq
AC 11 D S RmB G 20/60-55 30 % en peso de granulado asfáltico vs. PmB 25/55-55 A y PmB 25/55-55 RC (+)	1,1 kg CO₂-eq	0,8 kg CO₂-eq
AC 16 B S RmB G 25/60-52 35 % en peso de granulado asfáltico vs. PmB 25/55-55 A y PmB 25/55-55 RC (+)	0,9 kg CO₂-eq	0,4 kg CO₂-eq
AC 16 B S RmB G 20/60-55 35 % en peso de granulado asfáltico vs. PmB 25/55-55 A y PmB 25/55-55 RC (+)	0,7 kg CO₂-eq	0,4 kg CO₂-eq

Ilustración 1-6: Evaluación del ciclo de vida/impacto ambiental Fase 3 - Análisis de sensibilidad: Impacto ambiental por tonelada de asfalto pavimentado sin componentes de CR al año. Basado en una vida útil idéntica. Evaluación según el potencial de gases de efecto invernadero. Variación de los ligantes: 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 = media de RmB G 20/60-55 y RmB G 25/60-52; B 50/70; AC 16 B S:
PmB A 25/55-55; RmB G = media de RmB G 20/60-55 y RmB G 25/60-52; B 30/45.



Conclusión:

Incluso con la misma vida útil, los pavimentos de asfalto con RmB G tienen un mejor comportamiento ecológico que los pavimentos de asfalto con PmB A.

La evaluación del ciclo de vida en tres fases muestra claramente la ventaja de los asfaltos con betún modificado con caucho. Especialmente cuando se consideran a lo largo de todo el ciclo de vida, los pavimentos con RmB proporcionan una importante ventaja ecológica debido a su larga vida útil.

El uso de **RmB G** en lugar de **PmB** en Baviera en 2020 supuso un ahorro de CO₂ de

aprox. 15.100 t. CO₂

Esto equivale a dar la vuelta al mundo unas 2.265 veces en un turismo.

Perspectivas / potencial de mejora Evaluación del impacto medioambiental:

Un análisis de incertidumbre mediante simulación de Montecarlo aumentaría la importancia de los resultados (visualización de la incertidumbre en los gráficos mediante indicadores de error).

Para aumentar aún más la precisión de la información, las lagunas de datos existentes deberían reforzarse con mediciones in situ en CTS Bitumen GmbH, así como con mediciones durante el extendido de asfalto y el uso de asfalto con pavimentos RmB G. En particular, las emisiones atmosféricas de la GRM por la producción de CTS y las emisiones atmosféricas de la planta de mezcla de asfalto deberían registrarse específicamente para el uso de RmB G en los pavimentos y seguirse en el ACV. Actualmente, las emisiones a la atmósfera se derivan de los valores medios de las plantas de producción de asfalto suizas. Al medir el PARTI- CULI, fue posible hacer una estimación inicial de la situación de las emisiones durante la producción, pavimentación y uso del asfalto en el presente ACV.

No hay valores de emisiones a la atmósfera para la producción de asfalto con PmB y RmB G

En el presente estudio, no se ha establecido ninguna diferencia en cuanto a la cantidad de RAP entre los revestimientos con betún de destilación, PmB y RmB G, ya que aquí también falta la base de datos.