

Vergleichende Bewertung von Lebensdauern ausgewählter Wegebaustoffe

**als Ergänzung der Ökobilanzierung von
HanseGrand Klimabaustoffe®**

Eine Projektarbeit im Auftrag von: HanseGrand®
Ausgeführt von: Dr. Bernhard Fischer

Vergleichende Bewertung von Lebensdauern ausgewählter Wegebaustoffe

1. Veranlassung



Herausgeber: Dr. Bernhard Fischer

Ausstellungsdatum: 06.05.2022

Im Auftrag von: HanseGrand

Vergleichende Bewertung von Lebensdauern ausgewählter
Wegebaustoffe

Mit einer Ökobilanzierung wurde aufgezeigt, dass Klimabaustoffe den Anspruch haben, auf die Klimawandelfolgen eine bautechnische Antwort anzubieten. Dabei erfolgte mit ausgewählten HanseGrand Klimabaustoffen eine vergleichende Bilanzierung mit anderen Wegebaustoffen. Im Fokus von Ökobilanzierungen steht das Globale Warming Potential (GWP).

Nun ist es ergänzend hierzu von Interesse, welche Lebensdauer den einzelnen Wegebaustoffen zugesprochen werden kann. Eine unterschiedliche Lebensdauer wirkt als zu multiplizierender Faktor bei unterschiedlichen Gewichtungen der Wegebaustoffe und kann somit ein entscheidender Wert zur Entscheidung des Wegematerials werden.

So können bei einer nur 30% längeren Lebensdauer das GWP, die Erstellungskosten, volkswirtschaftliche Kosten wie z. B. durch Baustellensperrungen, Verfügbarkeit von mineralischen Rohstoffen, etc. in eine völlig neue Gewichtung gerückt werden.

1.1. Klimawandelfolgen

Die Auswirkungen des anthropogen verursachten Klimawandels sind schon heute spürbar und werden sich bis zum Ende des 21. Jahrhunderts noch wesentlich verstärken. Das sich verändernde Klima führt dazu, dass sich Extremwetterereignisse bereits erhöht haben und noch weiter erhöhen werden. Die Einwirkungen Hitze, Starkregen, Hochwasser, Hagel und Sturm werden sich entsprechend der aktuellsten Klimaprojektionen in weiten Teilen Deutschlands verstärken. Von diesen Veränderungen sind neben den Gebäuden vor allem die baulichen Infrastrukturen betroffen. Dies erfordert entsprechende bauliche Vorsorge unter anderem bei der Wahl der Wegebaustoffe unter Einbeziehung der Wirkung von Reparatur und Sanierung der Straßen und Wege. Schwarze Straßenoberflächen wie sie bei Asphaltstraßen anzutreffen sind, werden schon heute vielerorts in städtischen Bereichen farblich aufgehellt, um die Bildung von innerstädtischen „Hitzeinseln“ zu dämpfen.

Eine Kernbotschaft des Sechsten IPCC-Sachstandsberichts (AR6) vom Februar 2022 sagt aus, dass der von Menschen verursachte Klimawandel, einschließlich häufigerer und intensiverer Extremereignisse, weitverbreitete negative Folgen hat und damit verbundene Verluste und Schäden für Natur und Menschen verursacht. Diese gehen weit über die natürliche Klimavariabilität hinaus. Zwar konnten einige Entwicklungs- und Anpassungsmaßnahmen die Verwundbarkeit verringern. Es ist festzustellen, dass die Zunahme von Wetter- und Klimaextremen bereits zu einigen irreversiblen Folgen geführt haben, die natürliche und menschliche Systeme über ihre Anpassungsfähigkeit hinaus belasten wurden.

Dies vorausgesetzt, erscheint es umso wichtiger, zukunftsichere und klimaresiliente Bauweisen zu identifizieren und als Standardbauweise zu etablieren.

1.2. Darstellung der ausgewählten Wegebaustoffe

Bei den verfügbaren Wegebaustoffen sind neben sogenannten „Umweltpotentialen“ wie der Speicherung von Regenwasser im Straßenaufbau, eine einfache und leichte Pflege- und Sanierungsleistung und somit die Langlebigkeit in den Fokus zu stellen.

Ambitionierte Radwegenetze sind als wesentliches Modul der Verkehrswende sowohl von Bundes-, Landes- als auch von kommunalen Förder- und Zukunftsplanungen eingeplant.

So sollen mit dem Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung * zusätzliche Mittel in Höhe von 900 Mio. Euro allein für den Radverkehr bis 2023 bereitgestellt werden. Dies zeigt auf, dass die Rahmenbedingungen zum Wegeausbau geschaffen sind, nun gilt es, individuelle Entscheidungsgrundlagen für die unterschiedlichen Anforderungen an Wegebaudecken zu schaffen.



In Analogie zur Ökobilanz werden hierzu die nachfolgenden Wegebaudecken identifiziert.

1. HanseGrand 2-Schichtbauweise
2. HanseGrand 3-Schichtbauweise
3. Stabilizer mixed HanseGrand
4. HG-MIX mit hydraulischen, mineralischen und reversiblen Bindemitteln
- 5.a Asphaltdecke (Empfehlung Deutscher Asphalt Verband - DAV)
- 5.b Asphaltdecke (verbreitet übliche Bauweise)
6. Betondecke
7. Pflasterdecke

Da bei der Bewertung der Langlebigkeit die verschiedenen Asphaltdecken sich nicht unterscheiden, werden diese in der weiteren Betrachtung zusammengefasst.

* <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/finanzielle-foerderung-des-radverkehrs.html>

2. Bau- und Unterhaltung der ausgewählten Wegebaustoffe

Es kann festgestellt werden, dass die ausgewählten Wegebauarten sich sowohl im Baustoffbedarf als auch in Pflege und Reparatur unterscheiden. Lediglich in der Einbauweise ist mit Ausnahme der Pflasterdecke eine fast identische Ausführung zu verzeichnen.

Bau und Unterhaltung der ausgewählten Wegeaufbauten							
Bau/Unterhalt	Wegebauweise						
	HanseGrand 2 – Schichtbauweise	HanseGrand 3 – Schichtbauweise	Stabilizer mixed HanseGrand	HG-MIX mit hydraulischen, mineralischen und reversiblen Bindemitteln	Asphaltdecke	Betondecke	Pflasterdecke
Schichtaufbau gesamt	31 cm	35 cm	31 cm	31 cm	40 cm	40 cm	40 cm
Deckschicht	6 cm	4 + 6 cm	4 cm	> 6 cm *	8 cm	12 cm	8 + 3 cm
Tragschichtstärke	25 cm	25 cm	25 cm	25 m	32 cm	28 cm	29 cm
Einbauweise	Fertiger	Fertiger	Fertiger	Fertiger	Fertiger	Fertiger	maschinell, Handverlegung
Pflege	gering**	gering**	gering**	gering**	entfällt	entfällt	entfällt
Reparatur	leicht ausführbar***	leicht ausführbar***	leicht ausführbar ***	leicht ausführbar ***	partiell	schwierig	In Handarbeit möglich

* Eine hohe Festigkeit, lange Haltbarkeit bei gleichzeitig hoher Wasserdurchlässigkeit. Hohe Rohdichte (2,2 to/ m3), hohe Scherfestigkeit vom HG-MIX > 150 kN/m² lt. Messung DIN 18035-5 bzw. FLL

** Im Frühjahr sollten die Wege leicht aufgelockert werden.

*** Im Schadensfall mit einfachen Mitteln wie Aufharken oder Durchfräsen erneut nach Neuprofilierung nach statischer Verdichtung abbindefähig. Die Wegedecken können immer wieder angeraut und neu geglättet werden.

3. Annahmen zur Ermittlung der Lebensdauern und Kriterien

Neben der Ermittlung der Lebensdauern der ausgewählten Wegebaustoffe werden die Materialeigenschaften und Einbauweisen, die Pflege und Reparaturfähigkeit sowie die immer wichtiger werdenden Entsorgungswege und ein möglicher Stoffkreislauf als Kriterien gewählt.

Dabei werden:

- DIN EN 1367-1
- Anforderungen der TL-Gestein StB 04 - 2.2.14.2 " Kategorien für die Höchstwerte des Frostwiderstandes"
- Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV)
- BTE-Arbeitsblatt „Lebensdauern von Bauteilen, Zeitwerte (Bund Technischer Experten e.V.)

herangezogen.

3.1. HanseGrand 2-Schichtbauweise

Materialeigenschaften

Die Deckschicht besteht bei dieser Ausführung aus dem Material „HG Robust“.

Diese zeichnet sich durch eine Körnung 0-11 mm mit reinen Naturmaterialien aus, die in einer ständigen Qualitätsüberwachung dem TL-Gestein [1] unterliegen.

Das Material hat eine hohe Frost- und Verschleißbeständigkeit und entspricht den Widerstand gegen Frostbeanspruchungen nach DIN EN 1367-1 und den Anforderungen der TL-Gestein 2.2.14.2

"Kategorien für die Höchstwerte des Frostwiderstandes". Das Material zeichnet sich durch eine Scherfestigkeit mind. > 70 kN/m² aus. Die sorgfältig ausgewählten Materialmischungen sind permanent wasser- und luftdurchlässig, dadurch entsteht keine Versiegelung. Durch die Bauweise einer wassergebundenen Fläche wird ein positives Mikroklima für Mensch, Tier und Natur geschaffen.

Lebensdauer

Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] 45 – 70 Jahre mit einem Mittelwert von 50 Jahren.

Sanierung/Reparatur

Im Frühjahr sollten die Wege leicht aufgelockert werden.

Bei Bedarf kann die Wegedecke jederzeit aufgefüllt werden und ermöglicht so die Wege erneut zu profilieren und zu verdichten. Die Wegedecken können immer wieder angeraut und neu geglättet werden.

Stoffkreislauf/Entsorgung

Das Material kann fast unbegrenzt im Stoffkreislauf belassen bleiben und bildet somit ein „Baustoffzwischen depot“. Da das Material reversibel ist, kann es somit unbegrenzt wiederverwendet werden und ist somit ein Baustoff im unendlichen Stoffkreislauf.

Sollte es entsorgt werden müssen, ist es nach dem Europäischen Abfallkatalog [3] als „ungefährlicher Abfall“ mit dem Abfallschlüssel 17 05 04 einzustufen.

3.2. HanseGrand 3-Schichtbauweise

Materialeigenschaften

Die Besonderheit an dieser Wegebauweise ist der 2-lagige Deckschichtaufbau.

Auf die Tragschicht wird das HanseMineral – Körnung 0-16 mm mit der Eigenschaft als Wasserregulator eingebaut. Es folgt die Deckschicht Körnung 0-11, 0-8 oder 0-5 mm.

Die zweite Lage der Deckschicht besteht aus HanseMineral®. Dies ist ein reiner Naturbaustoff aus mehreren hochwertigen Rohstoffen wie Splitten, bindigem Spezialkies und Brechsand und wird wie das Material HanseRobust laufend güteüberwacht. Es ist kornstabil, witterungsbeständig und hat eine hohe Scherfestigkeit verbunden mit einer guten Wasserführung. Es erfüllt die Anforderungen nach DIN 18035-5 und wird in der Körnung 0/8 oder 0/16 mm produziert.

Mit einer oberen 4 cm starken HanseGrand Original „Verschleißschicht“ wird eine jederzeitige Nachprofilierung des Weges ermöglicht. Sie besteht aus einem Mineralgemisch mit einer Körnung von 0/5 mm – 0/11 mm.

HanseGrand „Original“ ist nur 1 Farbton von vielen für eine vielfältige Farbgestaltung.

Lebensdauer

Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] 45 – 70 Jahre mit einem Mittelwert von 50 Jahren.

Sanierung/Reparatur

Im Frühjahr sollten die Wege leicht aufgelockert werden.

Bei Bedarf kann die Wegedecke jederzeit aufgefüllt werden und ermöglicht so die Wege erneut zu profilieren und zu verdichten. Die Wegedecken können immer wieder angeraut und neu geglättet werden.

Stoffkreislauf/Entsorgung

Das Material kann fast unbegrenzt im Stoffkreislauf belassen bleiben und bildet somit ein „Baustoffzwischenpot“. Da das Material reversibel ist, kann es somit unbegrenzt wiederverwendet werden und ist somit ein Baustoff im unendlichen Stoffkreislauf.

Sollte es entsorgt werden müssen, ist es nach dem Europäischen Abfallkatalog [3] als „ungefährlicher Abfall“ mit dem Abfallschlüssel 17 05 04 einzustufen.

3.3. Stabilizer mixed HanseGrand

Materialeigenschaften

Stabilizer ist ein rein natürliches Zusatzmittel für die Deckschicht und wird für die 3-Schichtbauweise empfohlen. Er dient als Bindemittel für hochbelastete Wegedecken und entzieht der Decke das Wasser im Regenereignis und in der Trockenzeit bindet er es. Als Klimabaustoff wirkt er somit wie ein Schwamm. Zudem ist er deutlich staubreduzierend. Stabilizer härtet nicht endgültig wie Beton oder Asphalt irreversibel aus.

Lebensdauer

Da Stabilizer keinen eigenständigen Wegeaufbau hat, sondern als Bindemittel für Wegedecken dient, wird er wie die zuvor aufgeführten HanseGrand-Wegedecken klassifiziert. Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] 45 – 70 Jahre mit einem Mittelwert von 50 Jahren.

Sanierung/Reparatur

Die Stabilizer mixed HanseGrand®-Decke ist im Schadensfall mit einfachen Mitteln wie Aufharken oder Durchfräsen erneut nach Neuprofilierung nach statischer Verdichtung abbindefähig. Verhindert weitgehend Erosionsschäden bei Neigungen größer als 6 % und nimmt größere mechanische Belastungen auf.

Bei Bedarf kann die Wegedecke jederzeit aufgefüllt werden, und ermöglichen so die Wege erneut zu profilieren und zu verdichten. Die Wegedecken können immer wieder angeraut und neu geglättet werden.

Stoffkreislauf/Entsorgung

Das Material kann fast unbegrenzt im Stoffkreislauf belassen bleiben und bildet somit ein „Baustoffzwischen depot“.

Sollte es entsorgt werden müssen, ist es nach dem Europäischen Abfallkatalog [3] als „ungefährlicher Abfall mit dem Abfallschlüssel 17 05 04 einzustufen.

3.4. HG-MIX mit hydraulischen, mineralischen und reversiblen Bindemitteln

Materialeigenschaften

HG-MIX® ist ein Brechkorngemisch für die Deckschicht aus rein natürlichen Rohstoffen.

Als Basismaterial wird ein frosthartes, exakt gestuftes Brechkorn eingesetzt, das je nach Region aus Granit, Grauwacke, Hartkalk o. ä. besteht und mit einem mineralisch hydraulischen Bindemittel veredelt wird.

Es hat eine hohe Rohdichte (2,2 to/ m³) und somit eine gute Festigkeit. Aufgrund der geringen Aushärtungsdauer ist die Wegedecke bereits kurz nach Einbau wieder befahrbar, bleibt aber permanent reversibel. Das Material erreicht seine Endfestigkeit aber erst durch Wetterwechsel und Benutzung.

Trotz der hohen Scherfestigkeit (> 115 kN/m²) erreicht die Deckschicht HG-Mix® eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit. Selbst bei starker Trockenheit bleibt sie nahezu staubfrei.

Stabilizer ist ein rein natürliches Zusatzmittel für die Deckschicht. Es dient als Bindemittel für hochbelastete Wegedecken und entzieht der Decke das Wasser und in der Trockenzeit bindet er und wirkt somit deutlich staubreduzierend. Stabilizer – HG-MIX härtet nicht endgültig wie Beton oder Asphalt irreversibel aus.

Lebensdauer

Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] 45 – 70 Jahre mit einem Mittelwert von 50 Jahren.

Sanierung/Reparatur

Die HG-Mix®-Decke ist im Schadensfall mit einfachen Mitteln wie Aufharken oder Durchfräsen erneut nach Neuprofilierung nach statischer Verdichtung abbindefähig. Verhindert weitgehend Erosionsschäden bei Neigungen größer als 6 % und nimmt größere mechanische Belastungen auf. Bei Bedarf kann die Wegedecke jederzeit aufgefüllt werden und ermöglichen so die Wege erneut zu profilieren und zu verdichten. Die Wegedecken können immer wieder angeraut und neu geglättet werden.

Stoffkreislauf/Entsorgung

Das Material kann fast unbegrenzt im Stoffkreislauf belassen bleiben und bildet somit ein „Baustoffzwischendepot“.

Sollte es entsorgt werden müssen, ist es nach dem Europäischen Abfallkatalog [3] als „ungefährlicher Abfall mit dem Abfallschlüssel 17 05 04 einzustufen.

3.5a. + 3.5b. Asphaltdecke

Materialeigenschaften

Asphalt ist ein Gemisch aus Gesteinskörnungen und Bitumen als Bindemittel.

Als Gesteinskörnungen zur Herstellung von Asphaltmischgut werden sowohl natürliche

Ablagerungsgesteine als auch industriell hergestellte Gesteinskörnungen (z.B.

Hochofenstück-, Stahlwerks-, Metallhüttenschlacke) und wiederaufbereitete Baustoffe,

sofern sie den jeweiligen Anforderungen entsprechen, verwendet.

Das Standardbindemittel im Asphaltstraßenbau sind Straßenbaubitumen und Polymermodifizierte

Bitumen gemäß den TL Bitumen-StB.

Lebensdauer

Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] 21 – 38 Jahre mit einem Mittelwert von 30 Jahren.

Sanierung/Reparatur

Bei Verschleiß oder Aufbrüchen (z.B. Frost) kann ein Abfräsen und ein Neuauftrag erfolgen. Partielle

Stellen können entfernt und neu asphaltiert werden. Dies bleibt jedoch in der Wegedecke sichtbar.

Stoffkreislauf/Entsorgung

Das Material kann durch Abfräsen und thermische Aufbereitung wiederverwendet werden, wenn es

keine kohlenbeerhaltigen Stoffe enthält.

Sollte es entsorgt werden müssen, ist es nach dem Europäischen Abfallkatalog [3] als „ungefährlicher

Abfall“ mit dem Abfallschlüssel 17 03 02 einzustufen. Sollte es jedoch kohlenbeerhaltige

Bitumengemische oder Produkte enthalten, ist es als „gefährlicher Abfall“ mit dem Abfallschlüssel

17 03 01 bzw. 17 03 03 einzuordnen und als gefährlicher Abfall zu entsorgen.

3.6. Betondecke

Materialeigenschaften

Beton wird aus den Ausgangsstoffen Zement, Wasser und Gesteinskörnungen hergestellt. Weiterhin können Zusatzmittel und Zusatzstoffe hinzugefügt werden. Die Betonherstellung unterliegt der DIN EN 206-1/DIN 1045-2.

Lebensdauer

Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] 19 – 35 Jahre mit einem Mittelwert von 35 Jahren.

Sanierung/Reparatur

Brüche und Abplatzungen in Betonwegedecken sind nur schwer und jederzeit sichtbar zu reparieren. Partielles Ausstemmen und Erneuern zeigt wenig längerfristigen Erfolg, da die Schadensursachen damit nicht beseitigt werden (wie. z.B. Frostangriffe, Wurzeleinwuchs, etc.).

Stoffkreislauf/Entsorgung

Das Material kann nach seinem Abbruch einer Baustoffrecyclinganlage als mineralischer Bauabfall angedient werden und als Recyclingmaterial wiederverwendet werden. Sowohl die Aufbereitung zum Recyclingmaterial als auch die Wiederverwendung als RCL-Beton erfordern Energieaufwände. Sollte es entsorgt werden müssen, ist es nach dem Europäischen Abfallkatalog [3] als „ungefährlicher Abfall“ mit dem Abfallschlüssel 17 01 01 einzustufen.

3.7. Pflasterdecke

Materialeigenschaften

Eine Wegedecke aus Betonpflaster ist in den Materialeigenschaften dem einer Betonwegedecke gleichzusetzen. Beide Materialien sind „Beton“.

Auch bei der Herstellung von Betonpflastersteinen sind die Ausgangsstoffe Zement, Wasser und Gesteinskörnungen.

Die Betonpflasterherstellung unterliegt der DIN EN 1338 | 2003-08 (Pflastersteine aus Beton) [4]

Lebensdauer

Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] 19 – 35 Jahre mit einem Mittelwert von 35 Jahren.

Sanierung/Reparatur

Reparaturmaßnahmen bei Betonpflasterwegen gestalten sich zeitintensiv jedoch handwerklich einfach. Das beschädigte Pflaster wird händisch aufgenommen und durch neue Pflastersteine ersetzt. Es können Farbunterschiede in der Wegeoberflächen entstehen.

Stoffkreislauf/Entsorgung

Das Material kann nach seinem Abbruch einer Baustoffrecyclinganlage als mineralischer Bauabfall angedient werden und als Recyclingmaterial wiederverwendet werden. Sowohl die Aufbereitung zum Recyclingmaterial als auch die Wiederverwendung als RCL-Beton erfordern Energieaufwände. Sollte es entsorgt werden müssen, ist es nach dem Europäischen Abfallkatalog [3] als „ungefährlicher Abfall“ mit dem Abfallschlüssel 17 01 01 einzustufen.

5. Fazit

Die HanseGrand 2-Schichtbauweise zeichnet sich durch eine fast unbegrenzte Lebensdauer aus und wird nach BTE-Arbeitsblatt mit einer mittleren Lebensdauer von 50 Jahren eingestuft. Sie wirkt als „Baustoffzwischen depot“, da sie ohne weitere Aufbereitung wiederverwendet werden kann. Eine einfache jährliche Frühjahrspflege wird erforderlich. Bei einer notwendigen Entsorgung ist dies als „ungefährlicher Abfall“ problemlos.

Die HanseGrand 3-Schichtbauweise beinhaltet die Eigenschaften der HanseGrand 2-Schichtbauweise. Eine jederzeitige Nachprofilierung der Oberfläche vereinfacht die Pflege.

Da Stabilizer keinen eigenständigen Wegeaufbau hat, sondern als Bindemittel für Wegedecken dient, wird er wie die zuvor aufgeführten HanseGrand-Wegedecken klassifiziert. Er zeichnet sich durch eine fast unbegrenzte Lebensdauer aus und wird nach BTE-Arbeitsblatt mit einer festgesetzten mittleren Lebensdauer von 50 Jahren eingestuft.

Bei einer notwendigen Entsorgung ist dies als „ungefährlicher Abfall“ problemlos.

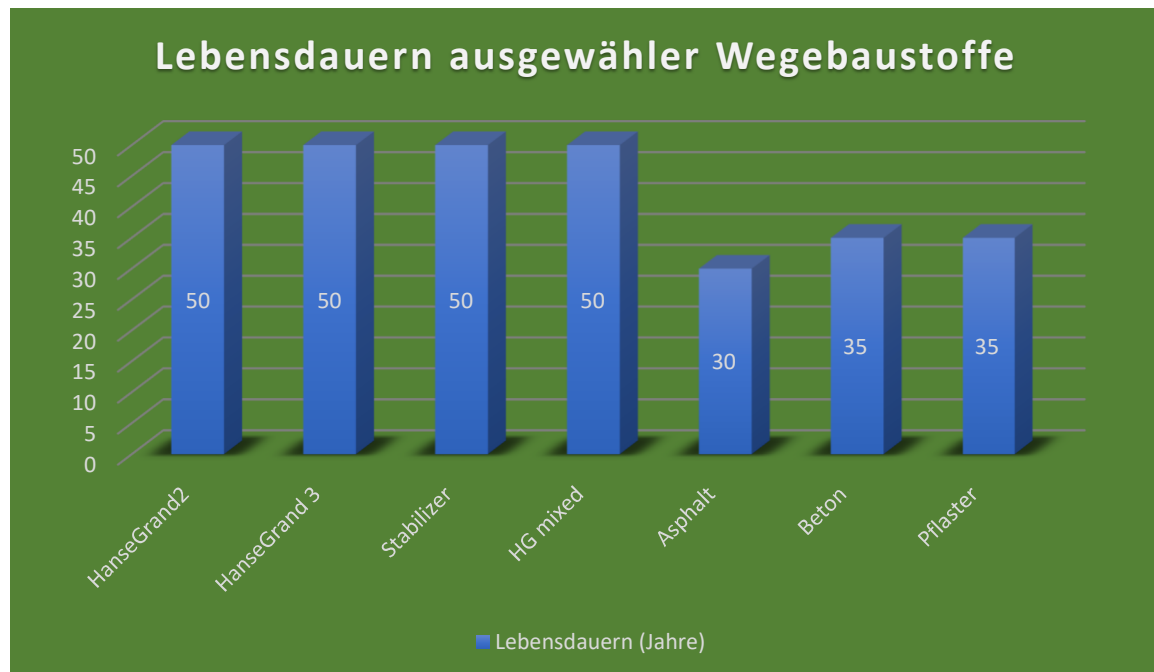
HG-MIX® ist ein Brechkorngemisch für die Deckschicht aus rein natürlichen Rohstoffen.

Als Basismaterial wird ein frosthartes, exakt gestuftes Brechkorn eingesetzt, das je nach Region aus Granit, Grauwacke, Hartkalk o. ä. besteht und mit einem mineralisch hydraulischen Bindemittel veredelt wird. Gemäß BTE-Arbeitsblatt [2] wird es mit einer festgesetzten mittleren Lebensdauer von 50 Jahren eingestuft.

Bei einer notwendigen Entsorgung ist dies als „ungefährlicher Abfall“ problemlos.

Die Asphaltdecke hat nach BTE-Arbeitsblatt eine auf 30 Jahre begrenzte Lebensdauer. Sollte der Asphalt kohlenstoffhaltige Bitumengemische oder Produkte im Asphalt enthalten, ist eine kostenaufwendige Entsorgung als „gefährlicher Abfall“ notwendig.

Wegedecken aus Beton oder auch aus Betonsteinpflaster werden mit einer Lebensdauer von 35 Jahren im BTE-Arbeitsblatt festgeschrieben. Als mineralische Bauabfälle können sie in Baustoffrecyclinganlagen zu RCL-Material aufbereitet werden.



6. Literatur

Quellen:

- [1] TL-Gestein StB 04, Ausgabe 2004 Fassung 2018
- [2] BTE-Arbeitsblatt „Lebensdauern von Bauteilen, Zeitwerte (Bund Technischer Experten e.V.)
- [3] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV)
<https://www.bmu.de/gesetz/verordnung-ueber-das-europaeische-abfallverzeichnis>
- [4] <https://www.baunormenlexikon.de/norm/din-en-1338/e86a6c44-c0fa-424a-93d0-07740ac87896>