

Lärminderung auf der Überholspur: Die leisen Vorteile von Betonstrassen

In der heutigen Verkehrswelt sind Lärmbelastungen ein wichtiges Thema. Betonbeläge werden oft kritisiert, aber es ist wesentlich, zu erkennen, dass jede Betonoberfläche individuelle Qualitäten aufweist. Insbesondere innovative Lösungen wie die Waschbetonbauweise beeinflussen die Akustik positiv und bieten eine vielversprechende Alternative zu herkömmlichen Fahrbahnoberflächen. Mit seinen lärmarmen und nachhaltigen Eigenschaften trägt der Waschbeton nicht nur zur Reduzierung der Lärmbelastung bei, sondern behält diese lärmreduzierenden Eigenschaften auch während nahezu 20 Jahren. Zudem fördert diese Bauweise die Dauerhaftigkeit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit im Strassenbau.



VON
ERIK BÜHLMANN

Dipl. phil. nat. Geograf, MBA,
Dipl. Akustiker SGA, Leiter Forschung &
Entwicklung und Experte Belagsakustik,
Grolimund + Partner AG



VON
GERT MÜLLER

Dipl. Ing. FH, Mitglied der NFK 3.6,
Müller Engineering GmbH, Wäldi TG

Die stetig zunehmende Lärmbelastung im Verkehrsbereich ist heute vorrangig durch das Reifenfahrgeräusch bedingt, insbesondere bei Geschwindigkeiten über 20 km/h.^[1] Diese akustischen Emissionen resultieren aus der Interaktion zwischen der Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche und dem Profil der Reifen. Der Reifen generiert Schwingungen, die als Vibrationsschall abgestrahlt

Réduction du bruit: les «silencieuses» routes en béton s'imposent

Dans le monde actuel des transports, le bruit est un sujet important. Les revêtements en béton sont certes souvent critiqués, mais il est essentiel de reconnaître que chaque surface en béton présente des qualités particulières. Ce sont en particulier les solutions innovantes telles que la technique de construction du béton lavé avec d'importants avantages acoustiques qui représentent une alternative prometteuse aux chaussées traditionnelles. Avec ses propriétés phono-absorbantes durables, le béton lavé ne contribue pas seulement à la réduction du bruit, mais il conserve ses propriétés pendant presque 20 ans. De plus, cette technique de construction favorise la résistance, la rentabilité et la durabilité dans la construction routière.



VON
PATRICK SUPPIGER

Geschäftsführer Betonsuisse Marketing AG

Aujourd'hui, la hausse constante des nuisances sonores dans les transports est principalement due au bruit des pneus sur la chaussée, en particulier lorsque la vitesse est supérieure à 20 km/h.^[1] Ces émissions acoustiques résultent de l'interaction entre les propriétés de la surface de la chaussée et le profil des pneus. Le pneu génère des vibrations qui émettent des ondes sonores, pendant que des effets de compression et de

werden, während in der Reifenaufstandsfläche Kompressions- und Dekompressionseffekte Luftströmungsschall^[2] erzeugen. Beide Mechanismen werden massgeblich von der Fahrbahntextur beeinflusst, weshalb die Wahl der Strassenoberfläche entscheidend ist.

Betonoberflächen – leisere und langfristige Lösung im Strassenbau

Betonstrassen gelten fälschlicherweise als «laute» Fahrbahnoberflächen im Vergleich zu Asphalt. Doch dank innovativer Ansätze, vor allem des Einsatzes von Waschbeton, zeigt sich ein anderes Bild. Diese besondere Betonvariante mit freigelegten Gesteinskörnern kann nicht nur ästhetisch überzeugen, sondern auch die Akustik positiv beeinflussen. Die lärmindernde Wirkung von Waschbeton entwickelt sich laut Langzeitstudien aus Österreich dank seiner dauerhaften Beschaffenheit langfristig und bleibt im Lauf der Zeit nahezu unverändert.^{[3],[4]}

Beton im Strassenbau

Beton erweist sich im Strassenbau als optimale Wahl – insbesondere in Situationen mit erwarteter hohen Belastungen. Im Vergleich zu Asphalt besticht Beton durch seine überlegene Einbaustärke, was ihn deutlich belastbarer macht. Beton findet vielfältige Anwendungen, darunter Lastwagenfahrspuren auf Autobahnen, Rastplätze, Buserminals, Kreisell, Industrieflächen und Armeenanlagen, um nur einige Beispiele zu nennen. Die Dauerhaftigkeit von Betonoberflächen ist in der Schweiz unumstritten. Besonders im Bereich der Kreisverkehre hat sich die Betonbauweise mittlerweile als nahezu ausschliessliche Praxis etabliert. Ebenso zeigt sich der Einsatz von Betonfahrbahnen als klare Präferenz bei Bushaltestellen. Trotz dieser Vorteile wird im Strassenbau oft der Asphaltbauweise der Vorzug gegeben, wobei häufig auf die Erstellungskosten und die Lärmentwicklung im laufenden Verkehr verwiesen wird. Dank fortschreitender Entwicklungen im Betonbau existieren mittlerweile vielversprechende Beispiele von Waschbetonfahrbahnen, wie beispielsweise die rund 470 Meter lange Erschliessungsstrasse zum Zementwerk in Untervaz (Abb. 1).

Mit dem Beispiel im bündnerischen Untervaz konnten bereits im Jahr 2017 gewisse Bedenken bezüglich der Wirtschaftlichkeit und möglicher negativer Auswirkungen auf die Akustik von Betonstrassen ausgeräumt werden. Doch was sind die Voraussetzungen? Um den beim Abrollen der Reifen entstehenden Luftströmungsschall zu vermindern, aber auch zugunsten der Griffbarkeit, muss die Betonoberfläche über

décompression au niveau de la surface d'appui des pneus produisent un bruit de roulement dû à l'écoulement d'air.^[2] Comme les deux mécanismes sont influencés par la texture de la chaussée, le choix du revêtement est déterminant.

Les revêtements en béton: une solution plus silencieuses et à long terme dans la construction routière

Les routes en béton sont considérées à tort comme des surfaces de chaussée «bruyantes» par rapport à l'asphalte. Mais ce préjugé est contredit par l'utilisation d'approches innovantes telles que le béton lavé. Cette variante particulière du béton, dont les granulats sont dégagés, ne produit pas seulement un effet positif sur le plan esthétique, mais également sur le plan acoustique. Selon des études autrichiennes menées sur une longue période, l'effet phono-absorbant du béton lavé se développe à long terme grâce à ses propriétés résistantes et demeure quasiment inchangé au fil du temps.^{[3],[4]}

Le béton dans la construction routière

Dans la construction routière, le béton se révèle être un choix optimal, en particulier dans des situations à fortes sollicitations. Comparé à l'asphalte, le béton se distingue par son épaisseur supérieure, qui le rend nettement plus résistant. Le béton est utilisé dans diverse applications, telles que les voies réservées aux véhicules utilitaires sur les autoroutes, les aires de repos, les terminaux de bus, les giratoires, les zones industrielles et les installations militaires, pour ne citer que quelques exemples. La résistance des revêtements en béton est reconnue et incontestée en Suisse. C'est en particulier pour les giratoires que cette technique de construction est devenue une pratique presque exclusive. Elle est également privilégiée pour les chaussées des arrêts de bus. Malgré ces avantages, l'asphalte est souvent utilisée dans la construction routière, même si les coûts de construction et l'évolution du bruit dans le trafic continu posent fréquemment problème. Grâce aux progrès de la construction en béton, il existe désormais des chaussées en béton lavé prometteuses telles que la route de desserte d'environ 470 mètres de long qui mène à la cimenterie d'Untervaz (Fig. 1).

Dès 2017, l'exemple de cette route d'Untervaz située dans les Grisons a permis de lever certains doutes quant à la rentabilité des routes en béton et de contredire leurs effets négatifs possibles sur l'acoustique. Quelles en sont les raisons? Afin de réduire le bruit de roulement des pneus et d'améliorer l'adhérence, le revêtement en béton doit disposer d'une



1 | Untervaz, Erschliessung Wingertli, Gesteinskörnung 11 mm (maschineller Einbau).
1 | Untervaz, route de desserte de Wingertli, granulat 11 mm (pose mécanique).

eine aufgeraute Textur verfügen. Gleichzeitig soll die Textur möglichst regelmässig sein und ein optimales Mass an Rauigkeit aufweisen, um die Reifen beim Überrollen möglichst wenig anzuregen. Unter den gängigen Arten der Oberflächenherstellung von Beton hat sich seit Längerem der Waschbeton als lärmarme Variante herausgestellt. Fahrbahndecken mit Besenstrich erzeugen wesentlich höhere Schalldruckpegel.

Mittlerweile gibt es weitere Beispiele neben der Erschliessungsstrasse in Untervaz, bei denen Waschbeton mit neuer Technologie zum Einsatz gekommen ist. So beispielsweise bei den Fahrbahnhofen in Derendingen, Rümlang und Geroldswil, sowie beim Allmend-Tunnel der A6 zwischen Rubigen und Spiez oder beim im Jahr 2023 neu gebauten Autobahnzubringer A4 bei Bickwil (Abb. 2).

Lärmminderung und Langzeitwirksamkeit durch eine optimale Fahrbahntextur

Der Kanton St. Gallen testet beispielsweise laufend verschiedene lärmindernde Beläge unterschiedlicher Bauweisen und liess deshalb auch Lärmmessungen mit der CPX-Methode auf der neuen Betonstrasse im «Wingertli» in Untervaz (GR) durchführen. Die Messresultate wurden in Belagsgütewerte umgerechnet und mit den Werten des in der Schweiz angewandten Strassenlärmmodells verglichen. Dabei ergab sich nach dem Einbau eine Abweichung von $-2,9$ dB(A) für einen Mischverkehr mit einem Lastwagenanteil von 8%. Die ein Jahr später erneut durchgeführten Mes-

texture rugosifiée. Parallèlement à cela, la texture doit être aussi régulière que possible et présenter une rugosité optimale, afin de solliciter au minimum les pneus lors du roulement. Parmi tous les types de surfaces en béton actuellement fabriqués, le béton lavé est depuis longtemps considéré comme une variante silencieuse. Les surfaces de chaussée avec une finition au balai génèrent un niveau de pression acoustique nettement plus élevé.

Outre la route de desserte d'Untervaz, il existe d'autres exemples où le béton lavé est utilisé avec une nouvelle technologie: au niveau des arrêts sur chaussée de Derendingen, Rümlang et Geroldswil, du tunnel Allmend de l'A6 situé entre Rubigen et Spiez ou de la bretelle d'accès à l'autoroute A4 construite en 2023 près de Bickwil (Fig. 2).

Réduction du bruit et efficacité à long terme grâce à une texture de chaussée optimale

Le canton de Saint-Gall teste actuellement divers revêtements phono-absorbants avec des techniques de construction variées et fait également réaliser des mesures acoustiques avec la méthode CPX sur la nouvelle route en béton de la zone industrielle de «Wingertli» à Untervaz (GR). Les résultats ont été convertis en coefficients de qualité et comparés aux valeurs du modèle de bruit du trafic routier appliqué en Suisse. Après la pose, cette comparaison a mis en évidence un écart de $-2,9$ dB(A) pour un trafic mixte composé de véhicules utilitaires à hauteur de 8%. Les mesures répétées un an



2 | A4-Zubringer-Tunnel,
Bickwil, Gesteinskörnung
11 mm (maschinelles Einbau).
2 | Tunnel d'accès à
l'autoroute A4 près de
Bickwil, granulats 11 mm
(pose mécanique).

sungen zeigten weiterhin eine deutliche Lärminderung von $-2,0$ dB(A).^{*} Setzt man diese Werte in Bezug zur Norm VSS 40 425 «Lärmindernde Decken – Grundlagen»,^[5] zeigt sich ein interessantes und für die langlebigen Betonbeläge typisches Bild: So gehören die Werte nach dem Einbau zwar noch zur tiefsten Kategorie der Lärminderung («bewährt»). Wenn die lärmindernde Textur dauerhaft erhalten werden kann, wechseln diese Strassenbeläge langfristig knapp zur höheren Kategorie «erfolgsversprechend», was ihre Wirksamkeit unterstreicht.

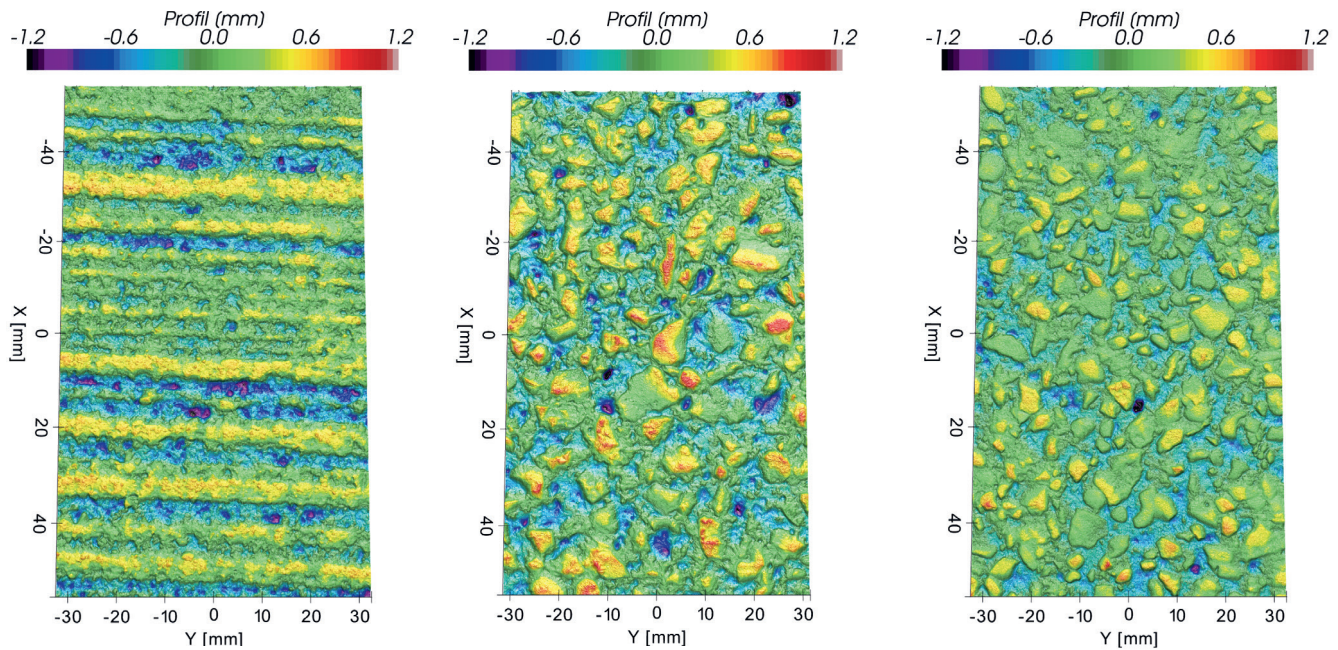
Die Dauerhaftigkeit der Betontechnologie birgt zusätzliche Vorteile: Sie senkt nicht nur die Unterhaltskosten erheblich und verlängert die Sanierungsintervalle, sondern reduziert auch die damit verbundenen volkswirtschaftlichen Folgekosten, die durch Störungen des Verkehrsflusses entstehen. Waschbeton, mit seiner regelmässigen und rauen Oberflächenstruktur, erweist sich besonders in Hochgeschwindigkeitsbereichen als interessante Alternative zu herkömmlichem Beton und Asphalt. Ähnlich wie Gussasphaltlösungen reduzieren Waschbetonoberflächen den Schallpegel durch eine reine Optimierung der Oberflächentextur und können auf diese Weise eine langfristige Lärminderung bewirken. Die Waschbetonbauweise ist mittlerweile Standard, bietet hohe Griffbarkeit, geringe Geräuschentwicklung und eine lange Lebensdauer.

^{*} Man kann erwarten, dass sich nach Abtrag schlecht gebundener Körner die Akustik stabilisiert.

plus tard ont révélé en outre une réduction significative du bruit de $-2,0$ dB(A).^{*} Si l'on rapporte ces valeurs aux exigences de la norme VSS 40 425 «Couches de surface phono absorbantes – Bases»,^[5] il en ressort un schéma intéressant et typique des revêtements en béton avec une longue durée de vie: ainsi, les valeurs mesurées après la pose font encore partie de la catégorie de réduction du bruit la plus basse («Consolidé»). Lorsque la texture phono-absorbante peut être conservée durablement, ces revêtements routiers passent tout juste dans la catégorie plus élevée de «Promettant succès», ce qui souligne leur efficacité.

La résistance de la technique de construction en béton présente des atouts supplémentaires: elle contribue de manière significative à la diminution des coûts d'entretien et au rallongement des intervalles d'assainissement. De plus, elle réduit le coût économique y afférent qui résulte de la perturbation du flux de trafic. Avec sa texture régulière et rugueuse, le béton lavé est une alternative intéressante par rapport au béton traditionnel et aux enrobés bitumeux, en particulier pour les voies de circulation rapides. Comme les solutions à base d'asphalte coulé, les surfaces en béton lavé réduisent le niveau de pression acoustique grâce à une simple optimisation de la texture de la surface et produisent de cette manière un effet phono-absorbant durable. Désormais courante, la technique de construction du béton lavé offre une plus grande adhérence, une faible émission de bruits et une longue durée de vie.

^{*} On peut s'attendre à ce que, après l'élimination des grains mal liés, l'acoustique se stabilise.



3 | 3D-Texturanalysen der Grolimund + Partner AG auf konventionellem Beton mit Quertexturierung (links), Waschbeton 11 (Mitte) und Waschbeton 8 (rechts).

3 | Analyses de texture 3D de la société Grolimund + Partner AG sur du béton conventionnel avec une texturation transversale (à gauche), sur du béton lavé 11 (au centre) et sur du béton lavé 8 (à droite).

Wie die 3D-Texturanalyse der Grolimund + Partner AG zeigt (Abb. 3), weisen Waschbetonoberflächen, insbesondere aber die des Waschbetons mit Gesteinskörnung (GK) 8 mm, im Vergleich zu konventionellen Betonoberflächen mit Quertexturierung eine Textur auf, welche die Kontaktkräfte zwischen Reifen und Fahrbahn über die ganze Auflagefläche gleichmässig verteilt. Die lärmindernden Eigenschaften von Waschbeton basieren auf der regelmässigen Anordnung der Kornspitzen in Rot, welche die Anregung der Reifen verringert und somit den Vibrationsschall reduziert. Zusätzlich spielen die Entlüftungsmulden in Blau eine entscheidende Rolle, da sie das Entweichen der Luft in der Reifenfahrbahn-Kontaktzone erleichtern und dadurch den Luftströmungsschall reduzieren.

Waschbetonbauweise: Technische Präzision und Wirtschaftlichkeit

Der 1990 in Österreich für den Autobahnbau entwickelte Waschbeton GK 8 mm kommt mit annähernd gleichen Qualitätsanforderungen seit 2014 auch in der Schweiz zur Anwendung (Abb. 4 und 5). Für Kleinflächen wie beispielsweise Kreisverkehre wird der Beton fast ausschliesslich von Hand eingebaut, bei einzelnen Strecken auf Nationalstrassen oder auf Kantonsstrassen wurden bereits erfolgreich maschinelle Einbauten vorwiegend in der Qualität GK 11 mm umgesetzt. Neben der einschichtigen Bauweise wird der Waschbeton hauptsächlich im zweischichtigen

L'analyse de texture en 3D de la société Grolimund + Partner AG (Fig. 3) montre que les surfaces en béton lavé, notamment celles dont le béton est composé de granulats (GK) de 8 mm, ont, comparé aux surfaces en béton conventionnelles avec une texturation transversale, une texture qui répartit régulièrement les forces de contact entre le pneu et la chaussée sur toute la surface d'appui. Les propriétés phono-absorbantes du béton lavé sont basées sur la disposition régulière des sommets des granulats repérés en rouge, qui diminue les vibrations des pneus et réduit donc le bruit de roulement. De plus, les creux à la surface de la chaussée, qui sont repérés en bleu, jouent un rôle déterminant car ils facilitent l'écoulement de l'air au niveau de la zone de contact entre le pneu et la chaussée et réduisent ainsi le bruit de roulement.

Technique de construction du béton lavé: précision technique et rentabilité

Le béton lavé GK 8 mm, qui a été développé en 1990 en Autriche pour la construction d'autoroutes, est également utilisé en Suisse depuis 2014, avec des exigences de qualité similaires (Fig. 4 et 5). Pour les petites surfaces, comme par exemple les giratoires, la pose du revêtement est presque exclusivement manuelle. Sur certains tronçons de routes nationales ou cantonales, des poses mécaniques ont déjà été mises en œuvre avec succès, principalement avec un béton de qualité GK 11 mm. Outre la technique de construction monocouche, le béton lavé est surtout réalisé en pose bicouche «frais



4 | Oberfläche Betonstrasse in Waschbetonbauweise.

4 | Surface d'une route en béton lavé.



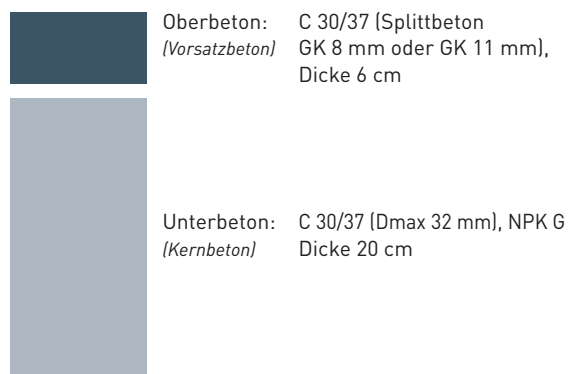
5 | Waschbeton Gesteinskörnung 8 mm (links) und mit Vorfrähschnitt (rechts).
5 | Béton lavé granulats 8 mm (à gauche) et avec découpe grossière (à droite).

Einbau «frisch in frisch» realisiert. Die feuchte Betonoberfläche wird mit einem Kombimittel (Verzögerer und Curing) behandelt und im noch erdfeuchten Zustand ausgebürstet. Die Texturtiefe erreicht man zielsicher in Abhängigkeit vom Ausbürstzeitpunkt nach 3 bis 24 Stunden, welcher von der Umgebungstemperatur stark abhängig ist. Mittels Vorversuchen kann dies getestet werden. Die angestrebte Texturtiefe beträgt zirka 0,8 mm bis 1,1 mm.

sur frais». La laitance du béton est traitée avec un agent combiné (retardateur et produit de cure) et éliminée par brossage, alors que les granulats ont encore une consistance de terre humide. La profondeur ciblée de la texture est atteinte au bout de 3 à 24 heures et selon le moment du brossage qui dépend fortement de la température ambiante. Cela peut être testé au moyen d'essais préliminaires. Cette profondeur varie entre 0,8 mm et 1,1 mm.

Aufbau gemäss SN 640461

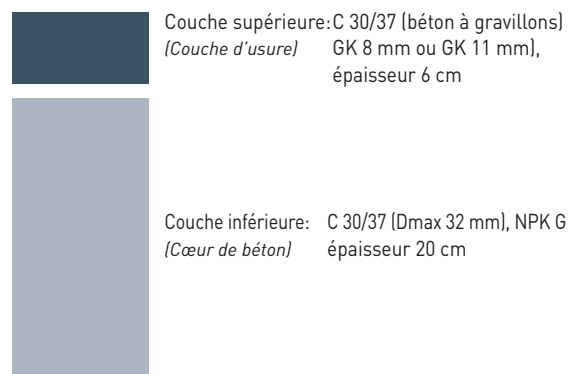
(Standardaufbau für die zweischichtige Bauweise)



Durch diese Bauweise wird in einem ersten Schritt eine Unterbetonschicht mit einem Grösstkorn von 32 mm eingebaut und verdichtet. In einem zweiten Schritt

Structure selon SN 640 461

(Structure standard pour la technique de construction bicouche)



Cette technique de construction consiste dans une première étape à poser et à compacter une couche inférieure en béton avec un diamètre maximal de



6 | Waschbeton GK 8 mm, Gesteine felsgebrochen, kubisch, Handeinbau.
6 | Béton lavé GK 8 mm, granulats extraits de la roche, cubiques, pose manuelle.



7 | Waschbeton GK 11 mm, Gesteine mittelländische Sedimente, Handeinbau.
7 | Béton lavé GK 11 mm, granulats extraits de sédiments du Plateau, pose manuelle.

wird eine Oberbetonschicht aus qualitativ hochwertigem Splittbeton GK 8 mm auf den noch frischen Unterbeton aufgebracht. Es ist wichtig, eine Durchmischung der beiden Schichten zu vermeiden. Durch das Ausbürsten des Oberflächenmörtels und die freigelegte Gesteinskörnung wird zudem der Frost-Tausalz-Widerstand der Oberfläche verbessert (Abb. 6 und 7).

grain de 32 mm. Lors de la seconde étape, on pose une couche de béton à gravillons GK 8 mm de qualité supérieure sur la couche inférieure encore fraîche. Il est important d'éviter de mélanger les deux couches. En éliminant la laitance par brossage et en dégagant les granulats, on améliore en outre la résistance au gel et aux sels de déverglaçage (Fig. 6 et 7).

Anforderungen an Oberflächen von Betondecken

(gemäss Ö-Norm RVS 08.17.02, Tabelle 15)

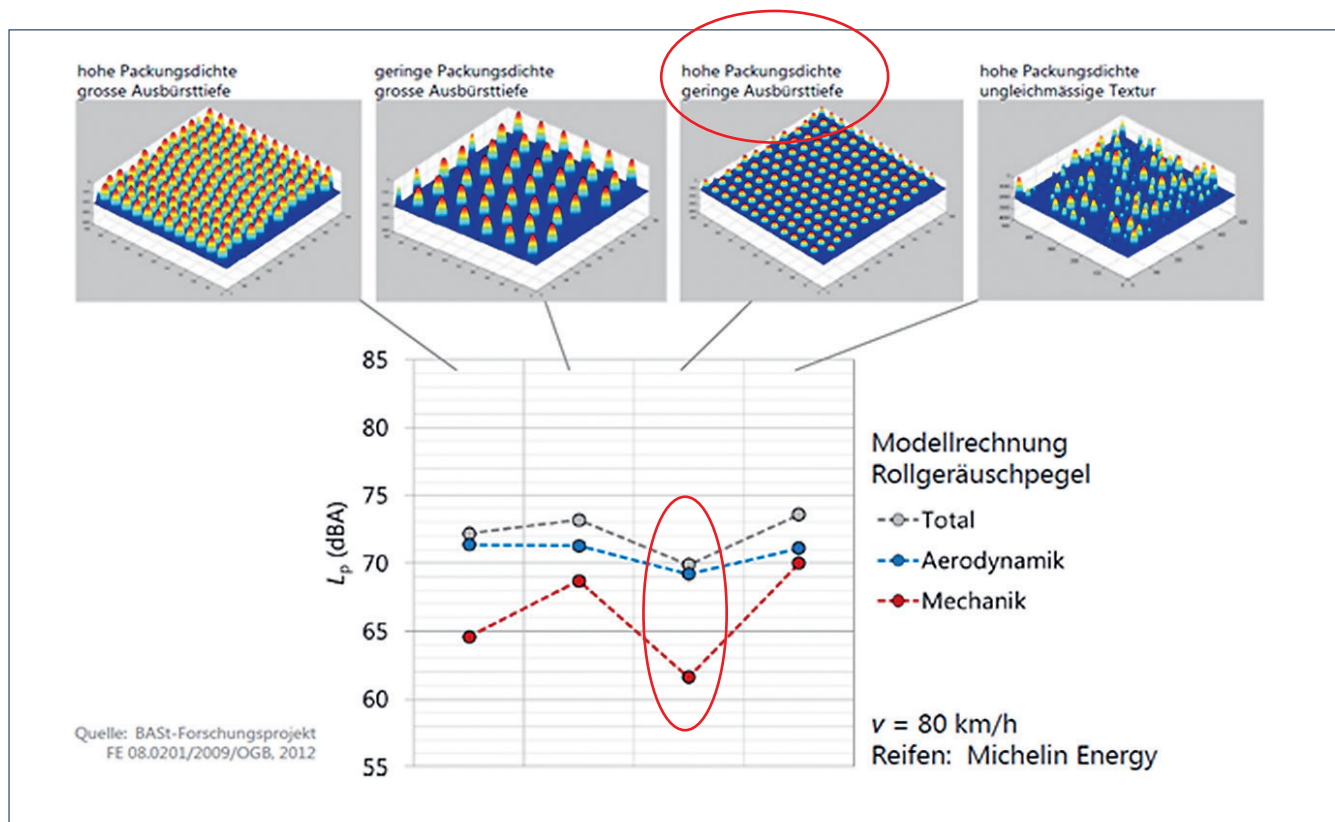
Exigences posées aux couches de surface en béton

(selon norme autrichienne RVS 08.17.02, tableau 15)

	Konventionelle Betondecke	Waschbeton	
		GK 8 mm	GK 11 mm
Rauhtiefe (ÖNORM EN 13036-1)	≥ 0,4 mm	0,7 bis 1 mm	0,8 bis 1,2 mm
Profilspitzenanzahl	–	Richtwert 60/25 cm ² Mindestwert 50/25 cm ²	Richtwert 45/25 cm ² Mindestwert 35/25 cm ²
Rollgeräusch [dB(A)] (RVS 11.06.64)	–	≤101 bei einer Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h bzw. ≤90 bei 50 km/h	≤102 bei einer Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h



8 | Überprüfung der Rautiefe mittels Sandflächenmethode.
8 | Vérification de la profondeur de rugosité au moyen de la méthode de la tâche de sable.



9 | Optimierung der Waschbetontextur und akustische Eigenschaften.

9 | Optimisation de la texture du béton lavé et propriétés acoustiques.

Die Waschbetonbauweise ist eine gute Alternative zu herkömmlich strukturierten Betonfahrbahndecken wie auch zu üblichen Asphaltdecken und überzeugt sowohl technisch als auch wirtschaftlich.

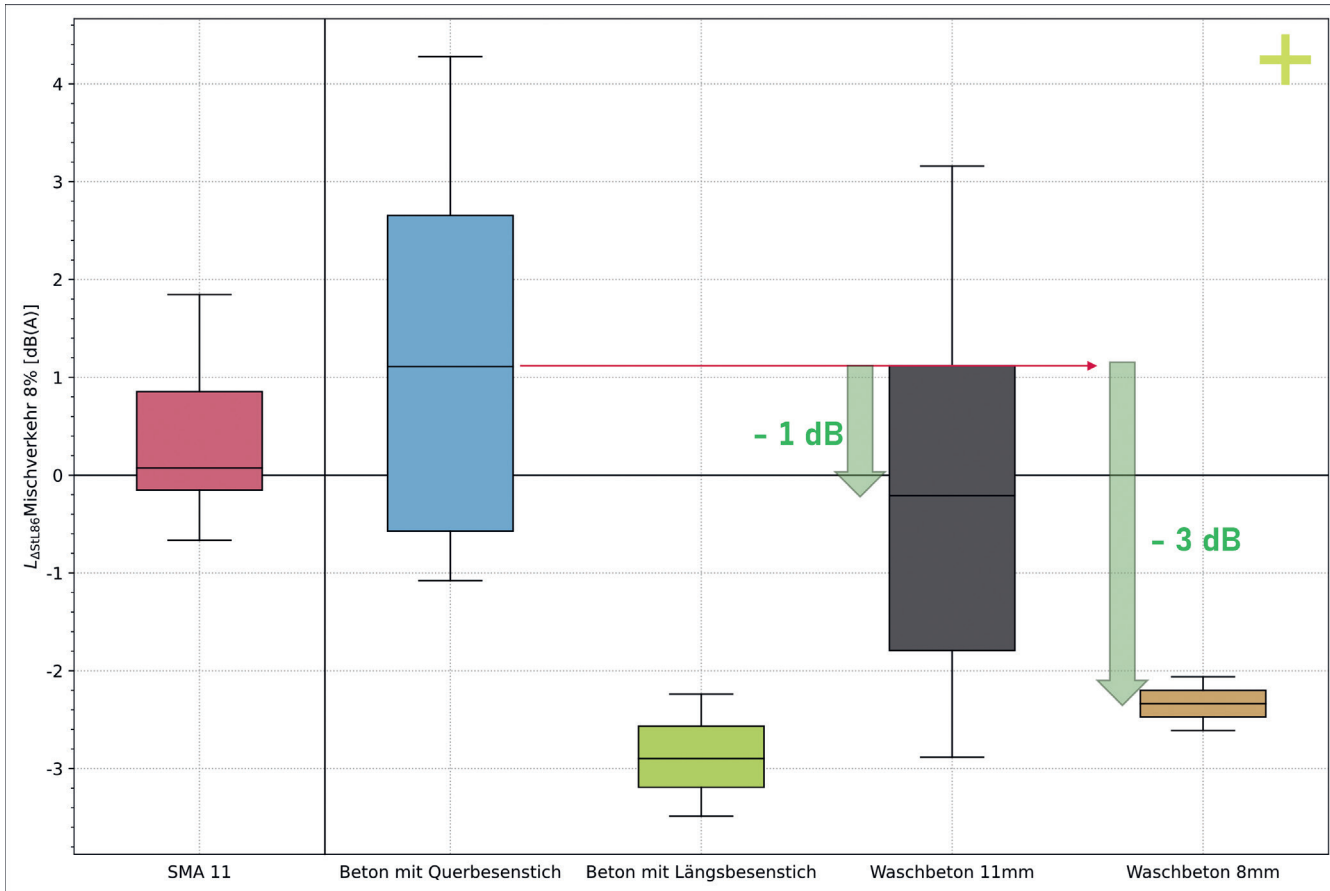
Im Kanton Solothurn und in den Nachbarkantonen trifft man seit geraumer Zeit vermehrt auf Betonfahrbahnen. «Es zeigt sich, dass die Verformungsbeständigkeit des Betons die hohen Schubkräfte durch den Schwerverkehr gut aufnehmen kann», erklärt Roger Schibler, Kantonsingenieur Solothurn. Somit garantiert die Betonfahrbahn eine lange Nutzungsdauer mit tiefen Unterhaltskosten. «Mit der Weiterentwicklung zur zweischichtigen Betonfahrbahn mit Waschbetonstruktur liegt nun auch eine lärmindernde Lösung vor, die auf stark verkehrsbelasteten Innerortsstrecken ihre bevorzugte Anwendung findet», führt Schibler weiter aus. Deshalb hat der Kanton Solothurn auf der Ortsdurchfahrt in Derendingen zwei Busfahrbahnhaltestellen mit einer Waschbetonstruktur realisiert. Die durchgeführten Lärmmessungen (CPX-Messung) haben die lärmindernde Wirkung bestätigt. Schibler: «Im Vergleich zu einem akustisch neutralen bituminösen Fahrbahnbelag ist

La technique du béton lavé est une bonne alternative aux couches de surface en béton traditionnelles et aux couches habituelles d'enrobés bitumeux, qui a fait ses preuves sur le plan technique et économique.

Dans le canton de Soleure et dans les cantons voisins, on voit apparaître de plus en plus de chaussées en béton depuis un certain temps. «On remarque que la résistance à la déformation du béton absorbe bien les forces de cisaillement générées par le trafic lourd», explique Roger Schibler, ingénieur du canton de Soleure. Selon lui, la chaussée en béton garantit ainsi une longue durée d'utilisation et de faibles coûts d'entretien. «La chaussée en béton bicouche avec structure en béton lavé est également une solution phono-absorbante qui est désormais privilégiée sur les tronçons urbains fortement sollicités par le trafic routier», ajoute Roger Schibler. C'est pourquoi, le canton de Soleure a réalisé deux arrêts de bus avec une structure en béton lavé pour la traversée de la localité de Derendingen. Les mesures acoustiques réalisées (mesure CPX) ont confirmé l'effet phono-absorbant. Roger Schibler: «Comparé à un revêtement bitumeux neutre sur le plan acoustique, la chaussée en béton avec une struc-



10 | Messsystem CPX der Grolimund + Partner AG zum Nachweis der akustischen Wirkung von Fahrbahnen.
 10 | Système de mesure CPX de la société Grolimund + Partner AG pour prouver l'efficacité acoustique des chaussées.



11 | CPX-Messungen in der Schweiz haben mittlere Lärminderungen von Waschbetonfahrbahnen [-1 dB für Waschbeton von GK 11 mm und -3 dB für Waschbeton GK 8 mm) im Vergleich zur Standardbauweise mit Quer- und Längstexturierung bei einer Geschwindigkeit 50 km/h ermittelt.

11 | Les mesures CPX effectuées en Suisse à une vitesse de 50 km/h ont montré des réductions moyennes du bruit des chaussées en béton lavé [-1 dB pour le béton lavé GK 11 mm et -3 dB pour le béton lavé GK 8 mm), par rapport à celles obtenues selon la technique de construction standard de la texturation transversale et longitudinale.

die Betonfahrbahn mit Waschbetonstruktur bei der Bushaltestelle Floraplatz in Derendingen um rund 2 dB leiser.»

Akustische Wirkung nachgewiesen

Eine aktuelle Auswertung der Datenbank der Grolimund + Partner AG mit sämtlichen Lärmmessungen CPX (nach SN EN ISO 11819-2:2021)^[6] zeigt, dass Waschbetondecken mit Grösstkorn GK 8 mm im Mittel um zirka 3 dB und jene mit Grösstkorn GK 11 mm um zirka 1 dB leiser sind im Vergleich zu herkömmlichen Betonfahrbahnen mit Quertexturierung (Abb. 10 und 11). Diese Messwerte gelten für den Innerortsbereich bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h.

Die nachgewiesene akustische Effizienz von Betonstrassen, insbesondere durch den Einsatz von Waschbeton, legt einen bedeutsamen Grundstein für die Planung zukünftiger Verkehrswege. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Lärmmessungen und Analysen sollten nun als essenzielle Richtlinien in die Strassenplanung integriert werden. Durch die Berücksichtigung dieser Daten können Städte und Gemeinden nicht nur die Lärmbelastung in stark frequentierten Bereichen reduzieren, sondern auch eine Umgebung schaffen, die den Bedürfnissen von Anwohnern und Verkehrsteilnehmern gleichermaßen gerecht wird. Es eröffnen sich somit innovative Möglichkeiten, Verkehrslärm gezielt zu minimieren und gleichzeitig die Verkehrsinfrastruktur im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu gestalten.

Berücksichtigung von Betonfahrbahnen im Strassenlärm-Berechnungsmodell

Das aktuelle Modell zur Berechnung der Strassenlärmemissionen sonROAD18 ermöglicht die Berücksichtigung von Betonfahrbahnen auf der Grundlage der gemessenen spektralen Lärmpegel nach der CPX-Methode. Zur Beurteilung einer Strasse im Lärmvollzug müssen jedoch Prognosen für die Emissionen eines gealterten Strassenbelags am Ende seiner Lebensdauer berücksichtigt werden. In der dafür massgebenden Nachschlagetabelle «Leitfaden Strassenlärm – Anhang 1b»^[7] sind momentan die Belagskennwerte für Betonfahrbahnen mit +2 dB (< 60 km/h) und +5 dB (> 90 km/h) angegeben. Da sich diese Werte auf die Standardbauweise mit quertexturierten Betonfahrbahnen beziehen, wäre es zwingend notwendig, bei der nächsten Überarbeitung separate Werte für lärmoptimierten Waschbeton aufzuführen.

ture en béton lavé de l'arrêt de bus de la Floraplatz à Derendingen est plus silencieuse d'environ 2 dB.»

Efficacité acoustique prouvée

Une analyse actuelle de la base de données de la société Grolimund + Partner AG avec toutes les mesures acoustiques CPX (selon SN EN ISO 11819-2:2021)^[6] montre que les couches de surface en béton avec un diamètre maximal de grain GK 8 mm sont en moyenne plus silencieuses d'environ 3 dB et que celles avec un diamètre maximal de grain GK 11 mm le sont également d'environ 1 dB en comparaison avec les chaussées en béton traditionnelles avec une texturation transversale (Fig. 10 et 11). Ces valeurs de mesure sont applicables pour une zone urbaine où la limitation de vitesse est fixée à 50 km/h.

L'efficacité acoustique prouvée des routes en béton, en particulier grâce à l'utilisation de béton lavé, influencera de manière déterminante la planification des futures voies de circulation. Les enseignements tirés des mesures acoustiques et des analyses doivent désormais être intégrés dans la planification des routes sous la forme de directives essentielles. La prise en compte de ces données permettra aux villes et aux communes non seulement de réduire les nuisances sonores dans les zones très fréquentées, mais également de créer un environnement qui réponde équitablement aux besoins des riverains et des usagers. Il en résultera ainsi des innovations pour réduire le bruit du trafic routier de manière ciblée et pour aménager simultanément l'infrastructure routière dans le sens d'un développement durable.

Prise en compte des chaussées en béton dans le modèle de calcul du bruit du trafic routier

L'actuel modèle de calcul du bruit du trafic routier sonROAD18 permet de prendre en compte les chaussées en béton selon la méthode CPX, à savoir sur la base des niveaux de pression acoustique mesurés par bande spectrale. Pour évaluer le bruit maximal d'une route, il faut cependant prendre en compte les prévisions concernant les émissions sonores d'un revêtement usée qui arrive à la fin de sa durée de vie. Dans le tableau de référence «Leitfaden Strassenlärm – Anhang 1b»^[7] les revêtements des chaussées en béton présentent des niveaux de pression acoustique de +2 dB (< 60 km/h) et +5 dB (> 90 km/h). Comme ces valeurs se rapportent aux chaussées en béton texturées de façon transversale, il faudrait impérativement que lors de la prochaine révision, des valeurs séparées soient mentionnées pour le béton lavé optimisé sur le plan acoustique.

Betonstrassen und ihre akustische Effizienz

Zusammenfassend zeigt sich, dass Betonstrassen, insbesondere durch die Verwendung von Waschbeton mit einer Gesteinskörnung von 8 mm, eine leise und nachhaltige Lösung im Strassenbau darstellen. Die akustischen Eigenschaften dieser innovativen Betonvariante wurden durch Messungen und Studien belegt, die eine konstante Lärminderung über die Zeit hinweg dokumentieren. Technologische Entwicklungen im Betonbau, insbesondere bei der Oberflächentextur, haben zu beeindruckenden Ergebnissen geführt. Betonstrassen bieten nicht nur eine hohe Belastbarkeit, Langlebigkeit und Wirtschaftlichkeit, sondern tragen auch effizient zur Reduzierung von Verkehrslärm bei. Diese kombinierten Vorteile machen Betonstrassen zu einer attraktiven Wahl für stark frequentierte Verkehrswege und unterstreichen ihre Vielseitigkeit im Strassenbau.

Insgesamt verdeutlichen die innovativen Betontechnologien und nachhaltigen Praktiken, insbesondere durch den Einsatz von Waschbeton, dass Betonstrassen eine leise und langlebige Lösung im Strassenbau darstellen. Die durch Messungen und Studien belegte Effizienz, gepaart mit den ökonomischen und ökologischen Vorteilen, unterstreicht die vielversprechende Option, die Betonstrassen für die Zukunft bieten. Durch ihre Wirkung tragen sie nicht nur zur Reduzierung von Verkehrslärm bei, sondern fördern auch eine ressourcenschonende und umweltfreundliche Gestaltung von Verkehrsinfrastrukturen.

Bleibt noch die Frage nach Betonstrassen im Hochgeschwindigkeitsbereich. Aktuell werden Messungen bei gebauten Objekten gemacht. Ein entsprechendes Fazit wird dann ebenfalls kommuniziert.

Les routes en béton et leur efficacité acoustique

En résumé, les routes en béton, notamment celles en béton lavé avec un granulats de 8 mm, représentent une solution silencieuse et durable dans la construction routière. Les propriétés acoustiques de cette variante de béton innovante ont été attestées par des mesures et des études, qui révèlent une réduction du bruit constante au fil du temps. Les innovations technologiques dans la construction routière en béton, notamment en matière de texture de surface, ont produit des résultats impressionnants. Les routes en béton n'offrent pas seulement une grande résistance, une longue durée de vie et un niveau de rentabilité élevé, elles contribuent également à la réduction du bruit du trafic routier. La combinaison de ces atouts incite à choisir les routes en béton pour les voies de circulation très fréquentées et souligne la multiplicité de leurs facettes dans la construction routière.

En général, les technologies innovantes et les pratiques durables mettent clairement en évidence le fait que les routes en béton, en particulier celles en béton lavé, représentent une solution silencieuse à long terme dans la construction routière. Combinée aux avantages économiques et écologiques, l'efficacité attestée par les mesures et les études souligne le caractère prometteur que les routes en béton présentent pour l'avenir. Grâce à leur effet, elles ne contribuent pas seulement à la réduction du bruit du trafic routier, mais également à la promotion d'un aménagement écologique et économe en ressources de l'infrastructure routière.

Il reste encore à traiter la question des routes en béton avec des vitesses élevées. Actuellement, des mesures sont réalisées sur des ouvrages construits. Une synthèse des résultats sera communiqué par la suite.

Literatur

- [1] sonROAD18, Berechnungsmodell für Strassenlärm; Seite 22, Abb. 10.2.
- [2] Sandberg U. und Ejsmont J.A.: Tyre/Road Noise Reference Book, (Informex: Kisa, Sweden, 2001).
- [3] Oberascher M.: Entwicklung des Lärmverhaltens von Deckschichten auf den Autobahnen in Österreich. In: FSV-aktuell Strasse, April 2015.
- [4] Schedl A.: Lärmindernde Oberflächenstruktur – Waschbeton. Referat an Betonstrassentagung Zürich 5.5.2015 (unveröffentlicht).
- [5] VSS 40 425 «Lärmindernde Decken – Grundlagen». Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
- [6] SN EN ISO 11819-2:2021 «Akustik – Messung des Einflusses von Strassenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 2: Nahfeldmessverfahren». Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
- [7] BAFU/ASTRA: Leitfaden Strassenlärm – Anhang 1b. Belagskennwerte – Anwendungshilfe für die Belagsakustik, Version 10.3.2022.