

Abnahme der akustischen Wirksamkeit bei lärmarmen Belägen: Ursachen, neue Messverfahren und Lösungsansätze

Baisse de l'efficacité acoustique des revêtements phono-absorbants: causes, nouvelles méthodes de mesure et solutions

In der Schweiz wurden in den letzten Jahren zahlreiche lärmarme Beläge eingebaut. Heute können erste Lösungsansätze betreffend der oft nicht zufriedenstellenden akustischen Dauerhaftigkeit dieser Beläge definiert werden. Zahlreiche Strecken wurden seit deren Einbau jährlich mittels CPX auf deren Lärminderung überprüft. Zwei Faktoren sind für die akustische Dauerhaftigkeit dabei massgebend: die Verschmutzung der Poren und die Degradation der Oberfläche. Kann mit einer auf die Exposition zugeschnittenen Rezeptur sowie einer häufigeren und auf lärmarme Beläge abgestimmten Reinigung die akustische Dauerhaftigkeit erheblich verbessert werden?

In der Schweiz wird die Lärminderung eines Belags gegenüber einem theoretischen Referenzbelag angegeben (Strassenlärmmodell StL 86+). Gemäss BAFU und



VON
FRÉDÉRIC STEINER
MSc Civil Engineering ETHZ,
Weibel AG, Abteilung
Forschung & Entwicklung,
Mitglied der Geschäftsleitung

ASTRA gelten Strassenbeläge (sogenannte LNA = Low Noise Asphalt) als lärmarm, wenn sie innerorts für den Mischverkehr eine Anfangslärminderung von -3 dB(A) aufweisen, sowie mindestens -1 dB(A) für eine Dauer von 12 bis 15 Jahren. Kantonal können auch strengere Kriterien gelten. So müssen im Kanton Freiburg die lärmindernden Beläge eine Anfangslärmreduktion von -5 dB(A) erreichen und nach 5 Jahren den Lärm um noch mindestens -4 dB(A) reduzieren.

LNA 4 sind hohlraumreiche Beläge ($>15\%$ Hohlraumgehalt), die sich durch sehr gute Schallabsorptionseigenschaften auszeichnen. Da sie eine kostengünstige und effiziente Massnahme zur Lärmreduktion darstellen, wurden sie in den letzten Jahren vor allem innerorts eingebaut. Nach anfänglich sehr hohen Lärminderungen (-8 bis -9 dB(A) gegenüber

En Suisse, de nombreux revêtements phono-absorbants ont été posés ces dernières années. Aujourd'hui, des premières solutions ont été définies pour répondre à la durabilité acoustique parfois insatisfaisante de ces revêtements. Depuis leur pose, de nombreux tronçons ont été contrôlés chaque année par le procédé de mesure CPX pour étudier l'évolution de leur performance acoustique au cours du temps. Deux facteurs sont déterminants pour la durabilité acoustique: l'encrassement des pores et la dégradation de la surface. Une recette de fabrication adaptée aux conditions d'exposition combiné à un nettoyage régulier et adapté aux revêtements phono-absorbants, permet-il d'obtenir une nette amélioration de la durabilité acoustique?



VON
SAMUEL PROBST
Weibel AG,
Leiter Abteilung Baustoffe &
Belagswerke,
Mitglied der Geschäftsleitung

En Suisse, l'atténuation du bruit d'un enrobé phono-absorbant se calcule par rapport à un revêtement théorique de référence (modèle StL 86+). Selon l'OFEV

et l'OFROU, les revêtements routiers sont considérés comme silencieux (LNA = Low Noise Asphalt) lorsqu'ils présentent une réduction de bruit initiale en trafic mixte de -3 dB(A) et de -1 dB(A) pendant une durée de 12 à 15 ans. Des critères plus stricts peuvent être exigés par des maîtres d'ouvrage. Dans le canton de Fribourg par exemple, les revêtements à faibles émissions de bruit doivent atteindre -5 dB(A) après la pose et -4 dB(A) après 5 ans d'utilisation.

Les LNA sont des revêtements riches en vides ($>15\%$), qui se distinguent par de très bonnes caractéristiques d'absorption du bruit. Ils sont considérés aujourd'hui comme un moyen efficace et économique de lutter contre le bruit dans les localités par rapport aux mesures coûteuses telles que les parois anti-bruit. Après des niveaux initiaux de réduction du bruit

StL 86+), konnte jedoch beobachtet werden, dass diese nach drei bis fünf Jahren teilweise deutlich abnimmt. Als Hauptursache wurde bisher meistens die Degradation der Belagsoberfläche (Kornausbruch) genannt.

Die Forschungs- und Entwicklungsabteilung der Weibel AG befasst sich seit 2011 intensiv mit den lärmarmen Belägen. Kernthemen sind dabei Rezepturen, Produktionsverfahren, Einbaumethode, Langzeitmonitoring und Reinigungsverfahren. In letzter Zeit wurde auf die möglichen Ursachen für die Abnahme der Lärminderung fokussiert. Dabei zeigte sich, dass die Verstopfung der Hohlräume einen deutlich wichtigeren Einfluss auf die akustische Dauerhaftigkeit hat als bisher angenommen und dass die Kornausbrüche in diesem Zusammenhang zweitrangig sind.

Analyse der akustischen Eigenschaften von LNA-Belägen

Um die akustische Entwicklung der Beläge im Laufe der Jahre zu verfolgen, werden von der Weibel AG regelmässig Rollgeräuschmessungen (CPX-Verfahren) in Auftrag gegeben. Diese werden sowohl mit einem PW- als auch mit einem LKW-Reifen durchgeführt, wobei der für die Beurteilung relevante Mischwert des Schalldruckpegels dB(A) aus beiden Messungen gebildet wird. Wird dieser Schalldruckpegel in seine Frequenzspektren zerlegt, kann die akustische Wirkung des LNA im Detail untersucht werden, und es können Aussagen über die Beschaffenheit des Asphaltes abgeleitet werden.

Lärmindernde Beläge zeichnen sich vor allem durch gute Schallabsorptionseigenschaften im mittleren Frequenzbereich (700–1800 Hz) aus. Der Luftströmungsschall der Pneu wird durch den grossen Hohlraumgehalt und die Schichtstärke des Asphalts reduziert. Im tiefen Frequenzbereich (< 700 Hz) entsteht der Schallpegel vor allem durch Vibration und Hohlraumresonanzen des Fahrzeugreifens. Bei LNA-4-Belägen z.B. liegt der Peak für diese Geräusche bei 500 Hz. Deshalb wird eine offene und ebene Oberfläche angestrebt.

In Abbildung 1 sind die Frequenzspektren von Rollgeräuschmessungen (mit PW-Reifen) zweier LNA-4-Strecken dargestellt. Beide Strecken weisen nach dem Einbau ähnliche Lärminderungen auf (-8 und -7,8 dB(A) gegenüber StL 86+). Die

très élevés (-8 à -9 dB(A) par rapport à StL 86+), une nette baisse des performances est cependant parfois observée après 3 à 5 années. Jusqu'à présent, la dégradation de la surface du revêtement (désagregation des grains) était identifiée comme la cause principale de cette perte d'absorption.

Le département de recherche et développement de l'entreprise Weibel SA se consacre intensivement aux revêtements phono-absorbants depuis 2011, notamment sur les recettes, les processus de production, la méthode de pose, le suivi à long terme et les procédés de nettoyage. Ces derniers temps, les recherches se sont également focalisées sur les causes possibles de cette perte de capacité phonique. Il s'est avéré que le remplissage des pores a un impact beaucoup plus important sur la durabilité acoustique qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent et que la désagregation des grains est secondaire.

Analyse des caractéristiques acoustiques des revêtements LNA

Pour suivre l'évolution acoustique des revêtements au fil des ans, Weibel mandate régulièrement des mesures du bruit de roulement (procédé CPX). Elles s'effectuent grâce à une remorque, dotée dans un premier temps de pneus de voiture, puis lors d'un second passage de pneus de camion. Le résultat final d'atténuation acoustique est formé à partir de la combinaison de ces deux mesures. Si l'on décompose le bruit de roulement par fréquence, on peut étudier en détail l'efficacité acoustique du LNA et en tirer des enseignements sur les caractéristiques de l'enrobé.

Les revêtements phono-absorbants se distinguent surtout par leurs bonnes capacités d'absorption du bruit dans les fréquences moyennes (700–1800 Hz). Le bruit de roulement est réduit par la grande porosité et l'épaisseur de couche de l'asphalte. Dans les basses fréquences (<700 Hz), le niveau acoustique est surtout produit par les vibrations et résonances au sein des pneus. Avec les revêtements LNA p.ex., le pic de son lié à la rugosité se situe à 500 Hz.

L'illustration 1 présente les spectres de fréquences des mesures du bruit de roulement (avec des pneus de voiture) pour deux tronçons LNA 4. Après la pose, les deux tronçons montrent des réductions de bruit similaires (-8 et -7,8 dB(A) par rapport à StL 86+). En effet, les spectres de fréquences (courbes

Anzeige

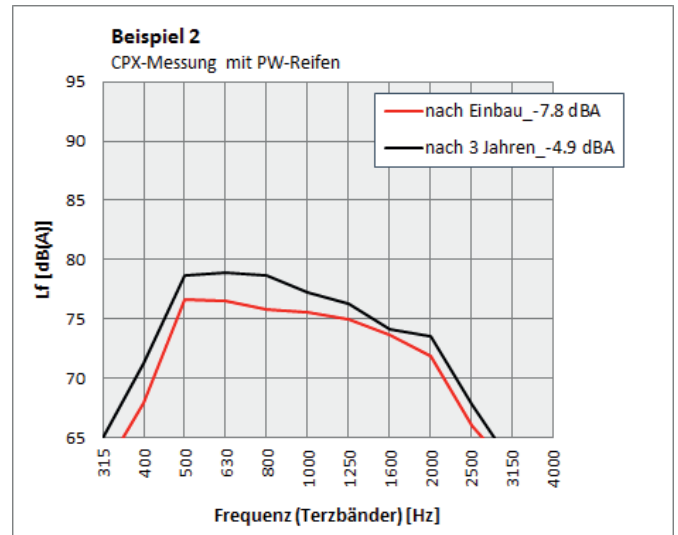
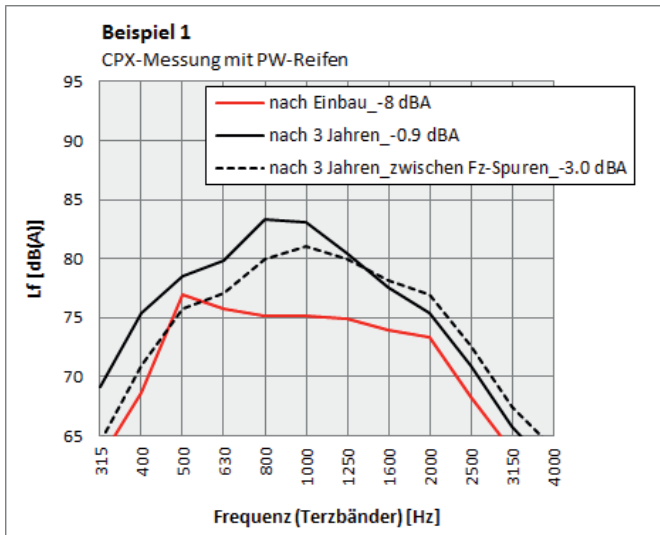


Lesen Sie «Strasse und Verkehr» jetzt auch online oder auf Ihrem Tablet als **e-paper!**

Lisez dès maintenant «route et trafic» également en ligne ou sous forme de **e-paper** sur votre tablette!

► www.vss.ch





1 | Frequenzspektren aus Rollgeräuschmessungen von zwei LNA-4-Strecken nach dem Einbau (rot) und nach 3 Jahren (schwarz).
1 | Spectres de fréquences issus de mesures du bruit de roulement de 2 tronçons LNA 4 après la pose (en rouge) et après 3 ans (en noir).

Frequenzspektren (rote Kurven) verlaufen zwischen 500 und 2000 Hz flach, was auf sehr gute schallabsorbierende Eigenschaften hinweist. Nach drei Jahren nimmt der Schalldruckpegel im gesamten Frequenzbereich zu (schwarze Kurven), die Veränderung fällt jedoch unterschiedlich hoch aus (verbleibende Lärminderung Bsp. 1: -0,9 dB(A); Bsp. 2: -4,9 dB(A)).

rouges) sont plats entre 500 et 2000 Hz, ce qui suggère de très bonnes caractéristiques d'absorption du bruit. Après trois ans, le niveau d'intensité sonore augmente sur toute la plage de fréquences (courbes noires), l'évolution étant plus ou moins marquée (réduction acoustique globale restante de -0,9 dB(A) pour le premier exemple et -4,9 dB(A) pour le deuxième).

Ursachen für die Abnahme der Lärminderung bei LNA

Causes expliquant la perte d'atténuation du bruit sur les revêtements LNA

• Degradation der Oberfläche

Die Zunahme im tiefen Frequenzbereich (< 700 Hz) deutet auf grössere Vibrationsgeräusche der PW-Pneus hin und ist damit ein Hinweis auf Kornausbrüche. Letztere wurden bei Begehungen vor Ort vor allem in der Fahrzeugspur festgestellt, während die Strassenoberfläche zwischen den Fahrzeugspuren weitestgehend intakt war. Wie Lärmmessungen zwischen den Fahrzeugspuren zeigen (siehe Abb. 1: Beispiel 1, gestrichelte Linie), ist der Vibrationsschall im tiefen Frequenzbereich ähnlich hoch wie im Neuzustand. Daraus resultiert ein Unterschied der Lärminderung von 2 dB(A) (Fahrzeugspur: -0,9 dB(A), zwischen den Fahrzeugspuren: -3,0 dB(A)), der auf Kornausbrüche zurückzuführen ist.

• Dégradation de la surface

L'augmentation dans les basses fréquences (<700 Hz) indique une intensité sonore plus importante des bruits issus des mécanismes vibratoires du pneu. En effet, de nombreuses désagregations de grains ont été constatées in situ, principalement au droit des traces de roulement. Cette augmentation de rugosité (perte de texture négative) au fil du temps, va créer davantage de vibrations radiales au sein des nappes du pneu et ainsi entrer davantage l'air ambiant en vibration. Comme le montre le spectre de fréquences réalisé entre les traces de roulement (voir ill. 1 - ex. 1, courbe en pointillés), l'intensité sonore dans les basses fréquences 3 ans après la pose est similaire à celle obtenue à l'état neuf. Il en résulte une différence d'absorption acoustique de 2 dB(A) (trace: -0,9 dB(A), entre les traces: -3,0 dB(A)). Cet écart de performance acoustique met en exergue la relation entre texture de surface et efficacité acoustique.

• Verschmutzung der Hohlräume

Wie im Beispiel 1 zu erkennen ist, fand die grösste Zunahme des Schalldruckpegels im mittleren Frequenzbereich statt und das sowohl in der Fahrzeugspur als auch zwischen den Spuren. Steigt der Schalldruckpegel in diesem Bereich gegenüber dem Anfangswert an, ist dies ein Hinweis auf einen abnehmenden Hohlraumgehalt. Die Poren des Belags sind gefüllt und können die Rollgeräusche nicht mehr absorbieren.

• Encrassement des cavités

Comme le montre l'évolution du spectre de fréquences sur 3 années de l'exemple 1, la plus forte augmentation d'intensité acoustique a lieu dans les fréquences moyennes (700-1800 Hz), aussi bien dans les traces des véhicules qu'entre les traces. Si le niveau de pression acoustique s'accroît sur cette plage par rapport à la valeur initiale, cela indique une diminution de porosité. La principale source de bruit routier est due au phénomène d'«air pumping» (compression puis dilatation de l'air suite au contact du pneu

Um den Schmutzeintrag genauer zu untersuchen, liess die Weibel AG deshalb an Standorten mit grosser Abnahme der Schallabsorption Bohrkerne entnehmen (Alter der Beläge:



Schichttiefe 0–20 mm: Hohlräume **verschmutzt**.
Profondeur de couche 0–20 mm: cavités encrassées.



Schichttiefe 20–40 mm: Hohlräume **nicht verschmutzt**.
Profondeur de couche 20–40 mm: cavités non encrassées.

2 | Querschnitt Bohrkern LNA 4, Strecke 1 aus Abb. 1 in der Fahrspur, Bohrkernentnahme drei Jahre nach dem Einbau.
2 | Section de carotte LNA 4, tronçon 1 de l'ill. 1 dans la trace de véhicules, prélèvement par carottage 3 ans après la pose.

drei bis vier Jahre), so auch bei Beispiel 1. Die Bohrkern wurden sowohl in der Fahrspur als auch neben der Fahrspur entnommen. Die LNA-Schichten wurden daraufhin gebrochen und der Querschnitt untersucht.

Abbildung 2 zeigt den oberen Teil der LNA-Schicht von Strecke 1. Es ist deutlich zu erkennen, wie die kommunizierenden Hohlräume in diesem Fall mit Sand gefüllt sind. Im Gegensatz dazu sind die Hohlräume im unteren Teil schmutzfrei. Die Verschmutzung wurde sowohl in der Fahrspur als auch neben der Fahrspur nachgewiesen, wobei sie im letzteren Fall weniger tief reicht.

Bei der Entwicklung von LNA-4-Belägen wurde angenommen, dass durch die feine Porenstruktur kein Wasser und Schmutz in den Belag eindringen kann bzw. sich der Schmutz nur oberflächennah ansammelt. Mit den von der Weibel AG gemessenen Verschmutzungstiefen (bis zu 30 mm) reicht dieser damit tiefer, als man bisher bei den LNA 4 angenommen hat.

Die Beobachtungen zeigen, dass die Entnahme von Bohrkernen und die Untersuchung der Querschnitte durch Brechen der Bohrkernscheiben eine wichtige Methode darstellt, um die Art und die Tiefe der Verschmutzung zu ermitteln.

Luftdurchlässigkeitsmessung – Vorhersage der lärmreduzierenden Wirkung eines LNA

Um schnell, einfach und punktuell präzise Aussagen über die lärmreduzierende Wirkung eines LNA treffen zu können, ohne dass Bohrkern entnommen oder CPX-Messungen durchgeführt werden müssen, wurde von der Weibel AG ein Luftdurchlässigkeitsmessgerät entwickelt. Mit diesem Gerät können sowohl Aussagen zur Verschmutzung (Messung der Luftdurchlässigkeit) als auch zum Kornausbruch (Messung der Oberflächenrauigkeit) gemacht werden. Mit Hilfe eines mathematischen Modells werden diese beiden Parameter mit den CPX-Werten korreliert. Abbildung 3 zeigt diese Korrelation graphisch dargestellt.

Auf den Strecken von Beispiel 1 und 2 wurden ebenfalls Luftdurchlässigkeitsmessungen durchgeführt. Während der LNA 4 von Beispiel 1 nahezu luftundurchlässig war, verfügte jener von Beispiel 2 über eine deutlich bessere Luftdurchlässigkeit. Dessen Hohlräume sind noch weitestgehend frei und wirken schallabsor-

avec le revêtement). Les pores du revêtement LNA s'encrassent au fil des années, le volume de vides communicants diminue drastiquement. Ainsi les variations de pression créées par les phénomènes de pompage de l'air ne sont plus dissipées au sein des galeries de vides de l'enrobé et les performances acoustiques s'en retrouvent amoindries.

Pour examiner plus en détail cet encrassement, Weibel SA a fait procéder à des carottages sur des sites présentant une forte perte de l'absorption du bruit au cours du temps (âge des revêtements: 3 à 4 ans). Pour l'exemple 1, des carottes ont été prélevées dans les traces des véhicules et en dehors. Les échantillons LNA ont ensuite été cassés et la section analysée.

L'illustration 2 montre qu'au sein de la partie supérieure (0–20 mm) de l'échantillon prélevé sur le tronçon 1, les cavités communicantes sont remplies de sable. À l'opposé, les vides de la partie inférieure (20–40 mm) ne sont que légèrement remplis de saleté. Grâce à cette étude, l'encrassement a été mis en évidence à la fois dans les traces des véhicules mais également en dehors (profondeur réduite en dehors des traces).

Lors de la conception des revêtements LNA 4, on est parti du principe que la finesse de structure des pores empêcherait la pénétration de l'eau et de la saleté dans le revêtement, ou du moins que la saleté ne s'accumulerait qu'en surface. Les profondeurs d'encrassement mesurées par Weibel SA (jusqu'à 30 mm) montrent qu'elle pénètre plus profondément que ce que l'on avait supposé jusqu'ici pour les LNA 4.

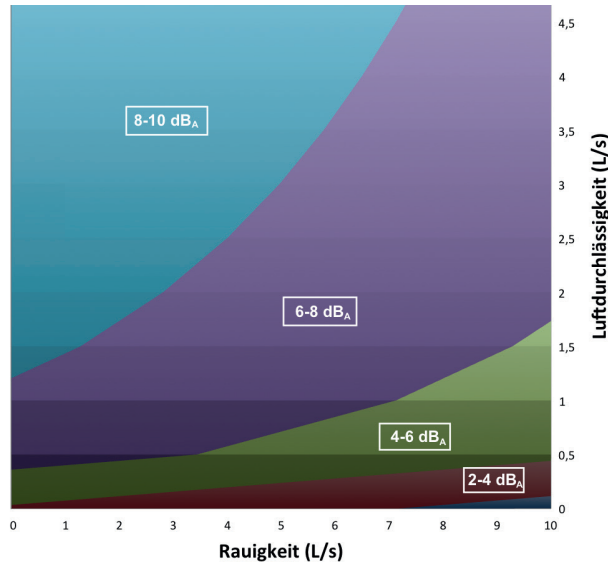
Le prélèvement d'échantillon et l'analyse des sections après fracture des tranches de carotte constitue une méthode intéressante pour observer la nature et la profondeur de l'encrassement.

Mesure de la perméabilité à l'air – prévision de la capacité d'atténuation du bruit d'un LNA

Pour pouvoir approcher rapidement, simplement et ponctuellement les capacités d'atténuation de bruit d'un LNA sans devoir prélever de carottes ni effectuer de mesures CPX, Weibel SA a développé un appareil mesurant la perméabilité à l'air. Grâce à deux procédés de mesures différents, cet outil permet de tirer

bierend, was die Analyse der Frequenzspektren bestätigt (Abb. 1). Verschiedene Faktoren wirken bei Beispiel 2 positiv auf die bessere Durchlässigkeit: der Selbstreinigungseffekt (Bsp. 2 mit 80 km/h im Gegensatz zu Bsp. 1 mit 50 km/h), wenig landwirtschaftliche Verschmutzung und ein relativ hohes Verkehrsaufkommen.

In der Grafik in Abbildung 3 wird ersichtlich, dass die Verschmutzung der Hohlräume einen grösseren Einfluss auf die Lärminderung hat als der Kornausbruch. Ziel ist es, dieses Modell in Zukunft als Grundlage für Belagsrezeptur, Einbaukonzept und Reinigungsverfahren zu verwenden.



3 | Lärminderung (Mischwert PW/LW) bei LNA 4 in Funktion der Luftdurchlässigkeit und Rauigkeit.
3 | Réduction de bruit (valeur combinée voitures/camions) pour LNA 4 en fonction de la perméabilité à l'air et de la rugosité.

Lösungsansätze zum längeren Erhalt der Lärminderung

1. Zusammenhalt des Korngerüstes

Um Kornausbrüche zu verhindern, muss die Bindung zwischen Mineral und Bindemittel sowie innerhalb des Bindemittels selbst, verbessert werden. Kornausbrüche werden durch äussere Belastungen wie hohes Verkehrsaufkommen, viel Schwerverkehr, Anzahl Frosttage, Scherkräfte (z.B. abbiegende Fahrzeuge), Spikes und ungeeignete Reinigungsverfahren hervorgerufen. Im Gegensatz zu dichten Belägen sind beim LNA die Kontaktflächen zwischen Mineralkorn und Bitumen durch den grossen Hohlraumgehalt sehr klein und damit höheren Belastungen ausgesetzt (Luft- und Wassereintritt, mechanische Einwirkungen). Entsprechend sind neben der Verwendung von qualitativ hochwertigen Splitten mit hoher Adhäsion Bitumen-Mineral auch spezielle polymermodifizierte Bitumen (PmB) zu verwenden, die eine deutlich grössere Plastizitätsspanne aufweisen als übliche PmB.

2. Korngrössenwahl

Verkehrbelastung, Schmutzeintrag und die Höhenlage der einzelnen Strassen können sehr unterschiedlich sein. Deshalb sollte sich die Wahl der Korngrössen bei den LNA stärker an der spezifischen Exposition der Strasse orientieren. So testet die Weibel AG seit diesem Jahr unter anderem auch lärmindernde Beläge mit unterschiedlichen Korngrössen. Die Wahl des Grösstkorns sowie der Verlauf der Siebkurve beeinflusst nicht nur die Anfangslärminderung und die Feinheit der Oberflächenstruktur des Belags, sondern auch die mechanische Belastbarkeit der LNA.

3. Gezielte Reinigung

Um eine bleibende Verschmutzung des Hohlraumgefüges

des conclusions sur l'encrassement (mesure de la perméabilité à l'air) comme sur l'altération de la surface (mesure de la rugosité). Au moyen d'un modèle mathématique, ces deux paramètres ont été corrélés aux valeurs CPX, comme le montre l'illustration 3. Des mesures de perméabilité à l'air ont également été réalisées sur les tronçons des exemples 1 et 2. Alors que le LNA 4 de l'exemple 1 était quasiment imperméable à l'air, celui de l'exemple 2 montrait une perméabilité à l'air nettement meilleure. Ses cavités sont encore largement ouvertes et absorbent le bruit, ce que confirme l'analyse des spectres de fréquences (ill. 1). Sur l'exemple 2, plusieurs

facteurs ont un impact positif sur la perméabilité à l'air : l'effet auto-nettoyant de la circulation d'air et d'eau au sein de l'enrobé suite au passage routier (ex. 2 à 80 km/h contrairement à l'ex. 1, à 50 km/h), moins d'encrassement agricole et un volume de trafic relativement important. Le graphique de l'illustration 3 montre que l'encrassement des cavités influe davantage sur la réduction de bruit que l'état de surface. L'objectif est à présent de se baser sur ce modèle pour concevoir une recette de revêtement, un mode de pose et un procédé de nettoyage.

Solutions pour prolonger la réduction de bruit

1. Cohésion du squelette granulaire

Pour empêcher les désagréments de grains, la liaison entre le granulat et le liant ainsi qu'au sein du liant proprement dit doit être améliorée. Les désagréments de grains sont causés par des sollicitations externes comme la densité du trafic, la proportion du trafic lourd, le nombre de jours de gel, les forces de cisaillement (p.ex. dans les virages), les pneus cloutés et les procédés de nettoyage inadéquats. Contrairement aux revêtements standards, les surfaces de contact entre les grains minéraux et le bitume transmettant les efforts sont très petites en raison de la porosité supérieure de cet enrobé, et sont donc soumises à de plus fortes sollicitations (pénétration d'air et d'eau, impacts mécaniques). Parallèlement à l'emploi de gravillons de haute qualité avec une grande adhésion bitume/minéral, il est également nécessaire d'utiliser des bitumes modifiés par des polymères (PmB) spéciaux, qui présentent une plasticité nettement supérieure à celle des bitumes PmB usuels.

2. Choix de la granularité

La charge de trafic, la pénétration de saleté et l'altitude des routes peuvent varier énormément d'une route à l'autre. C'est pourquoi le choix de la granularité pour les LNA doit davantage être fonction de l'exposition spécifique de la

zu verhindern, muss ein verstärktes Augenmerk auf die Reinigung der LNA gelegt werden. Der Schmutzeintrag (Staub, Erde, Reifenabrieb, Lehm, Sand, usw.) in die LNA-Schichten erfolgt bei allen Strecken, wobei angrenzende Landwirtschaftsbetriebe, häufige Traktorüberfahrten, Bauustellenverkehr und tiefe Geschwindigkeiten (20–50 km/h: kein Selbstreinigungseffekt) dieses Phänomen stark beeinflussen. Hat sich die Verschmutzung über Jahre in den Hohlräumen gesammelt, scheint es sehr schwierig, die Poren zu reinigen. Beim Forschungsprojekt des ASTRA zur akustischen Wirkung von Reinigungsmaßnahmen konnte die Lärminderung um etwa 1 dB(A) verbessert werden^[1]. Die Weibel AG hat Tests mit diversen Systemen von Hochdruckreinigungsmaschinen auf LNA-4-Strecken im innerstädtischen Bereich und in landwirtschaftlicher Umgebung durchgeführt (Alter der Beläge: vier Jahre). Die akustische Wirksamkeit der Reinigung wurde sowohl mit dem Luftdurchlässigkeitsmessgerät als auch mit Lärm-messungen (CPX) überprüft. Dabei konnte vor allem auf den Strecken im ländlichen Raum die Lärminderung um bis zu 2 dB(A) verbessert werden.

Die Reinigungstests zeigen, dass es möglich ist, die akustische Wirksamkeit von verschmutzten LNA-Belägen entscheidend zu verbessern. Die Reinigungsverfahren müssen gezielt ausgewählt werden, um Kornausbrüche vor allem bei gealterten Belägen zu vermeiden. Wichtige Kriterien für die Reinigungsleistung sind neben dem Wasserdruck u. a. die Wassermenge, das Sprühverfahren, die Düsengrösse, der Düsenabstand zur Belagsoberfläche, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Witterungsbedingungen (feuchter Schmutz löst sich besser). Um zu verhindern, dass sich die Verschmutzungen über Jahre in den Hohlräumen sammeln und verfestigen, müssen LNA-Beläge von Beginn an gezielt (z. B. nach Baustellenverkehr oder Ernteeinsätzen) und häufiger gereinigt werden als dichte Beläge.

Fazit

Für die Abnahme der Lärminderung bei LNA-Belägen spielt neben den Kornausbrüchen vor allem die Verschmutzung der Hohlräume eine entscheidende Rolle. Untersuchungen von Bohrkernen zeigen, dass die Verschmutzung tiefer reicht als erwartet. Erste Reinigungstests ergaben eine Verbesserung der Lärminderung von bis zu 2 dB(A). Um die akustische Wirksamkeit der LNA längerfristig zu erhalten, müssen deshalb nicht nur Massnahmen zur Verhinderung des Kornausbruchs getroffen werden, sondern auch die Verschmutzungstiefe sollte von Beginn an durch gezielte Reinigung reduziert werden. Das von der Weibel AG neu entwickelte Messgerät zur Messung der Luftdurchlässigkeit und Oberflächenrauigkeit ermöglicht dabei ein einfaches und effizientes Monitoring bestehender und neuer LNA-Belagsgenerationen.

Quellen

[1] ASTRA. 2016. Forschungspaket – Lärmarme Beläge innerorts EP 8: Akustische Wirkung betrieblicher Reinigungsmaßnahmen bei lärmarmen Belägen.

route. Ainsi, Weibel SA teste notamment des revêtements phono-absorbants avec différentes granularités. Le choix de la courbe granulométrique influe non seulement sur la taille et la forme des vides, la rugosité du revêtement, mais aussi sur la résistance mécanique du LNA.

3. Nettoyage ciblé

Pour empêcher un encrassement permanent et irréversible de la structure des cavités, une plus grande importance doit être accordée au nettoyage du LNA. La pénétration de saleté (poussière, terre, particules d'abrasion des pneus, argile, sable, etc.) dans les couches de LNA a lieu sur tous les tronçons, mais le phénomène est amplifié par les exploitations agricoles attenantes, le trafic de véhicules de chantier et les faibles vitesses (20–50 km/h: peu d'effet auto-nettoyant). Une fois que l'encrassement s'est accumulé dans les cavités au fil des ans, il semble très difficile de nettoyer les pores. Dans le cadre du projet de recherche de l'OFROU sur l'efficacité acoustique du nettoyage, la réduction de bruit a pu être améliorée d'environ 1 dB(A)^[1]. L'entreprise Weibel SA a réalisé des tests avec divers systèmes de machines de nettoyage haute pression sur des tronçons LNA 4 à l'intérieur des localités et dans un environnement agricole (âge des revêtements: 4 ans). L'efficacité acoustique du nettoyage a été vérifiée avec l'appareil de mesure de perméabilité à l'air ainsi qu'avec des mesures CPX. L'absorption sonore a pu être améliorée jusqu'à 2 dB(A), surtout sur les tronçons ruraux. En milieu urbain, l'amélioration est légèrement inférieure.

Les tests de nettoyage montrent qu'il est possible d'améliorer de façon significative l'efficacité acoustique des revêtements LNA encrassés. Les procédés de nettoyage doivent être choisis de manière adaptée pour éviter les désagrégations de grains, surtout sur les revêtements vieillissants. Il y a plusieurs critères de performance du nettoyage, notamment la pression d'eau, la quantité d'eau, le procédé de pulvérisation, la taille de buse, la distance entre la buse et la surface du revêtement, la vitesse du véhicule et les conditions météorologiques (la crasse humide se dissout mieux). Pour empêcher l'accumulation et la solidification des saletés dans les cavités au fil des ans, les revêtements LNA doivent être nettoyés dès le départ de manière ciblée (p. ex. après du trafic de chantier ou des récoltes) et plus souvent que les revêtements standards.

Conclusion

La baisse de la réduction de bruit sur les revêtements LNA est due à la désagrégation des grains, mais surtout au colmatage des pores. Les analyses de carottes indiquent que l'encrassement est plus profond qu'escompté. Les premiers tests de nettoyage ont montré une amélioration de la réduction de bruit allant jusqu'à 2 dB(A). Pour préserver durablement l'efficacité acoustique des LNA, il faut donc non seulement prendre des mesures pour empêcher les désagrégations de grains, mais aussi réduire dès le départ la profondeur d'encrassement par un nettoyage adapté. Le nouvel appareil développé par l'entreprise Weibel SA pour mesurer la perméabilité à l'air et la rugosité de surface permet en l'occurrence un suivi simple et efficace des revêtements existants ainsi que des nouvelles générations de revêtement LNA.