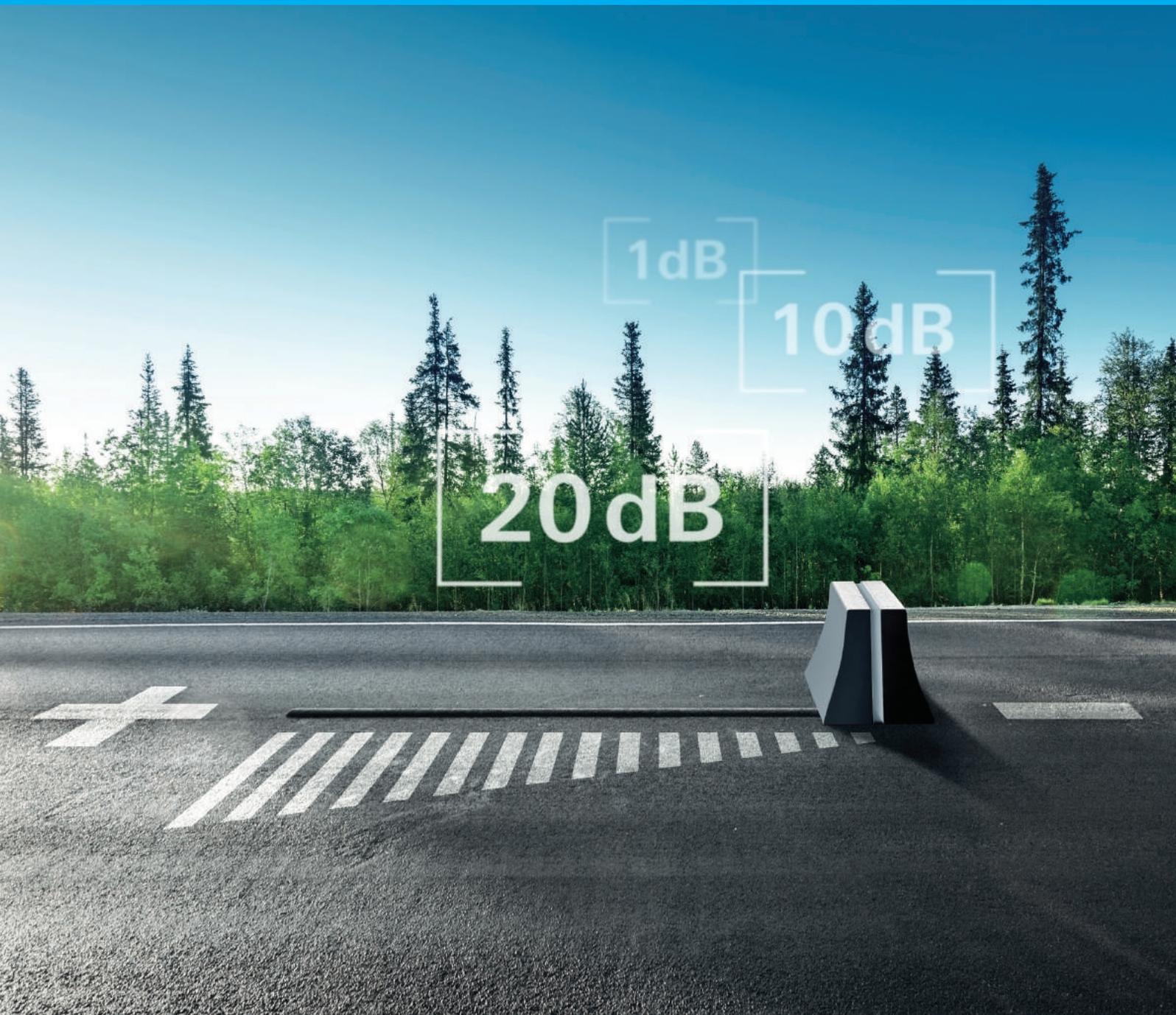


Leise Strassen Routes silencieuses

2. September 2020

2 septembre 2020



IMP Bautest AG

Institut für Materialprüfung,
Bauberatung und Analytik
Laborweg 1
CH-4625 Oberbuchsitzen

[**www.impbautest.ch**](http://www.impbautest.ch)

Programm / Programme	4
<hr/>	
Vorwort	
Introduction	5
Dr. Christian Angst, IMP Bautest AG	
<hr/>	
Lärm als Umweltbelastung	
Le bruit comme pollution de l'environnement	6
Urs Walker, Rechtsanwalt, Leiter Abteilung Lärm und NIS – Bundesamt für Umwelt, BAFU, Bern	
<hr/>	
Wie packts ein Kanton an?	
Comment un canton y fait-il face?	24
André Magnin, dipl. Bauing. EPFL-SIA-VSS, Kantonsingenieur, Leiter Tiefbauamt Kanton Fribourg	
<hr/>	
Wie packts der Unternehmer an?	
Comment un entrepreneur y fait-il face?	38
Jürg Siegenthaler, dipl. Baumeister – Walo Bertschinger AG, Bern	
<hr/>	
Wirkungsanalyse, Unterstützung des BH durch neueste Technologie	
Etude d'impact et soutien au maître d'ouvrage par de nouvelles technologies	53
Erik Bühlmann, dipl. phil. nat. Geograf, MBA – Grolimund + Partner, Bern	
<hr/>	
Stand der Technik in Frankreich	
Etat de la technique en France	69
Damien Pilet, Responsable Technique Chaussées – GINGER CEBTP, Lyon (F)	
<hr/>	
Erhaltung der akustischen Leistungsfähigkeit	
Maintien des performances acoustiques	80
Hanspeter Gloor, dipl. Ing. FH, Fachspezialist Strassenlärmsanierung – Departement Bau, Verkehr und Umwelt Aargau	
<hr/>	
Leise Pneus	
Pneus silencieux	96
Dr. Ing. Makram Zebian – Continental Reifen, Hannover (DE)	
<hr/>	

- 08.00 Uhr Eintreffen der Teilnehmer, Kaffee und Gipfeli
- 08.30 Uhr **Zum Thema**
Dr. Christian Angst, IMP Bautest AG, Oberbuchsiten

Lärm als Umweltbelastung

Urs Walker, Rechtsanwalt, Leiter Abteilung Lärm und NIS – Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern

Wie packts ein Kanton an?

André Magnin, dipl. Bauing. EPFL-SIA-VSS, Kantonsingenieur, Leiter Tiefbauamt Kanton Fribourg

Wie packts der Unternehmer an?

Jürg Siegenthaler, dipl. Baumeister – Walo Bertschinger AG, Bern

- 10.15 Uhr Pause

- 10.45 Uhr **Wirkungsanalyse, Unterstützung des BH durch neueste Technologie**

Erik Bühlmann, dipl. phil. nat. Geograf, MBA – Grolimund + Partner, Bern

- 11.15 Uhr **Podiumsdiskussion «Bauliche Lärmbekämpfung vs. Temporeduktion»**

Dr. iur. Peter Ettlter – Lärmliga Schweiz, Zürich

Rolf H. Meier, Kantonsingenieur – Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Aarau

- 12.15 Uhr Stehlunch und Networking

- 13.30 Uhr **Künstler**

- 14.00 Uhr **Stand der Technik in Frankreich**

Damien Pilet, Responsable Technique Chaussées – GINGER CEBTP, Lyon (F)

Erhaltung der akustischen Leistungsfähigkeit

Hanspeter Gloor, dipl. Ing. FH, Fachspezialist Strassenlärmsanierung – Departement Bau, Verkehr und Umwelt Aargau

Leise Pneus

Dr. Ing. Makram Zebian – Continental Reifen, Hannover (DE)

- 16.00 Uhr Ende der Veranstaltung

- 08.00 Uhr Accueil des participants, café et croissants

- 08.30 Uhr **Introduction**

Dr. Christian Angst, IMP Bautest AG, Oberbuchsiten

Le bruit comme pollution de l'environnement

Urs Walker, Juriste, Chef de la division bruit et RNI – Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne

Comment un canton y fait-il face?

André Magnin, Ingénieur civil EPFL-SIA-VSS, Ingénieur cantonal, Chef du service des ponts et chaussées de l'Etat de Fribourg

Comment un entrepreneur y fait-il face?

Jürg Siegenthaler, entrepreneur dipl. – Walo Bertschinger AG, Berne

- 10.15 Uhr Pause

- 10.45 Uhr **Etude d'impact et soutien au maître d'ouvrage par de nouvelles technologies**

Erik Bühlmann, Géographe dipl., MBA – Grolimund + Partner, Berne

- 11.15 Uhr **Table ronde «Réduction du bruit vs réduction de la vitesse»**

Dr. iur. Peter Ettlter – Ligue suisse contre le bruit, Zurich Rolf H. Meier, ingénieur cantonal – Département des travaux, de la mobilité et de l'environnement, Aarau

- 12.15 Uhr Buffet lunch et networking

- 13.30 Uhr **Artiste**

- 14.00 Uhr **Etat de la technique en France**

Damien Pilet, Responsable Technique Chaussées – GINGER CEBTP, Lyon (F)

Maintien des performances acoustiques

Hanspeter Gloor, dipl. Ing. FH, Fachspezialist Strassenlärmsanierung – Departement Bau Verkehr und Umwelt Aargau

Pneus silencieux

Dr. Ing. Makram Zebian – Continental Reifen, Hannover (DE)

- 16.00 Uhr **Fin de la journée**

Leise Strassen

Tagsüber ist jede siebte und in der Nacht jede achte Person an ihrem Wohnort schädlichem oder lästigem Verkehrslärm ausgesetzt. Der Strassenverkehr ist mit Abstand die wichtigste Lärmquelle in der Schweiz, wobei hauptsächlich Wohnlagen in den Städten und Agglomerationen betroffen sind (www.bafu.admin.ch). Dieses Problem wurde bereits vor vielen Jahren erkannt; seit 1987 besteht die Pflicht zur Lärmsanierung von Strassen. Ursprünglich hätten sämtliche Sanierungen bis 2002 erfolgen sollen, was aus verschiedenen Gründen nicht erreicht werden konnte. Die Sanierungsfristen wurden deshalb für Nationalstrassen bis zum 31. März 2015 sowie für Haupt- und übrige Strassen bis zum 31. März 2018 verlängert. Obwohl bis heute das Ziel nicht erreicht ist, wurden bemerkenswerte Anstrengungen unternommen. So hat alleine das ASTRA bis zum 31. März 2015 bereits 2,8 Milliarden Franken in den Lärmschutz auf den Nationalstrassen investiert, bis 2030 werden weitere 1,3 Milliarden folgen.

Erste Arbeiten zum Thema wurden in der Schweiz vor gut 20 Jahren publiziert;

mittlerweile gibt es standardisierte Lösungen. Einige Bauherren und Unternehmungen haben das Problem mit grosser Dynamik angepackt und viel zum heutigen Stand des Wissens beigetragen.

Alles paletti? Ich glaube nicht, denn es bleibt noch viel zu tun. Die bautechnischen Normen des VSS legen die Zusammensetzung der Asphalte fest, bieten jedoch keinerlei Gewähr dafür, dass akustische Anforderungen erfüllt werden. Wie wird sichergestellt, dass der Bauherr das erhält, was er bestellt hat? Wie regelt man die Garantieforderung, den betrieblichen Unterhalt? Leider nimmt die Lärmreduktion mit zunehmendem Alter ab; können bauliche Massnahmen Abhilfe leisten? Was passiert in Frankreich und was macht die Reifenindustrie? In einer Podiumsdiskussion wollen wir völlig unterschiedliche Herangehensweisen einander gegenüberstellen; einerseits bauliche und andererseits regulatorische Lösungen.

Wir wollen uns am Forum einen Tag lang dem Thema intensiv widmen und vertieft den offenen Fragen nachgehen. Ich freue mich jetzt schon auf einen informativen, spannenden Tag in lockerer Atmosphäre und hoffe Sie in Olten begrüßen zu dürfen.

Dr. Christian Angst

Routes silencieuses

Une personne sur sept durant la journée et une personne sur huit durant la nuit est exposée sur son lieu de résidence à un bruit routier nuisible ou gênant. Le trafic routier est de loin la principale source de bruit en Suisse qui affecte notamment les zones résidentielles des villes et des agglomérations (www.bafu.admin.ch). Ce problème est reconnu depuis plusieurs années déjà; depuis 1987, il y a une obligation de réduire le bruit routier. A l'origine, tous les assainissements auraient dû être effectués jusqu'en 2002, ceci n'a pas pu être atteint à cause de différentes raisons. Les délais d'assainissement ont donc été prolongés jusqu'au 31 mars 2015 pour les routes nationales et jusqu'au 31 mars 2018 pour les routes principales et secondaires. Bien que l'objectif n'ait pas été atteint à ce jour, des efforts remarquables ont été entrepris. A lui seul, l'ORFOU avait déjà investis 2,8 milliards de francs jusqu'au 31 mars 2015 dans la protection contre le bruit sur les routes nationales et 1,3 milliards suivront d'ici 2030.

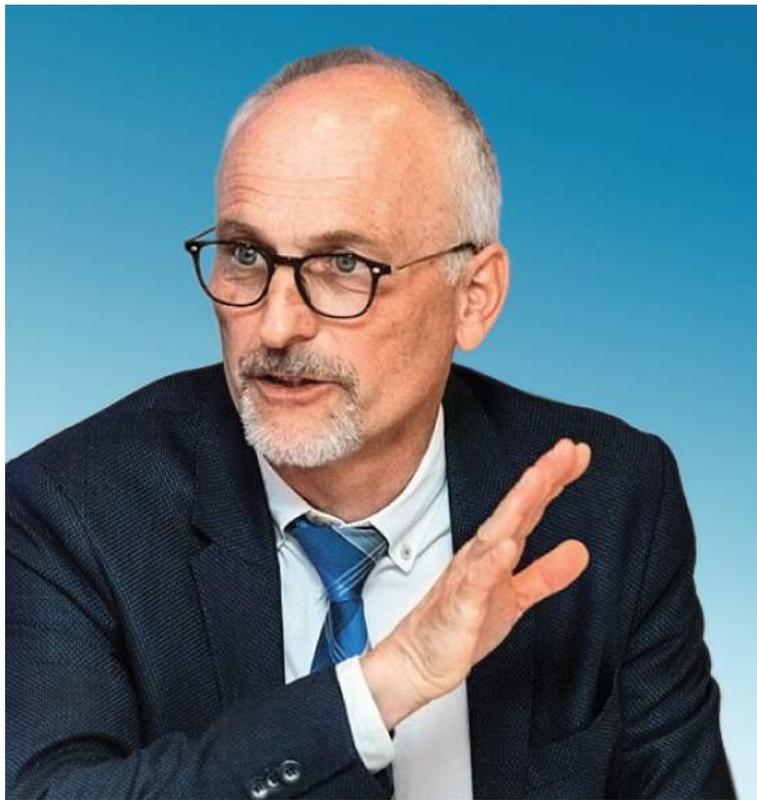
Les premiers travaux sur ce thème ont été publiés en Suisse il y a plus de 20 ans. Il existe désormais des solutions standardisées. Certains maîtres d'ouvrage et entrepreneurs ont empoigné le problème avec beaucoup de dynamisme et ont beaucoup contribué à l'état actuel des connaissances contribué.

Tout roule? Je ne pense pas et il reste encore beaucoup à faire. Les normes techniques de la VSS déterminent la composition des enrobés mais n'offrent aucune garantie que les exigences acoustiques seront respectées. Comment s'assurer que le maître d'ouvrage obtient ce qu'il a commandé? Comment règle-t-on la question de la garantie et de l'entretien opérationnel? Malheureusement, la réduction du bruit diminue avec l'âge. Des mesures constructives peuvent-elles y remédier? Qu'est-ce qui se passe en France et que fait l'industrie du pneu? Dans une table ronde, nous voulons juxtaposer toutes les différentes approches, d'un côté les solutions constructives et de l'autre côté les solutions réglementaires.

Lors du Forum, nous voulons consacrer une journée entière à ce sujet et approfondir les questions ouvertes. Je me réjouis déjà pour cette journée instructive et passionnante dans une atmosphère détendue et j'espère vous voir à Olten.

Dr. Christian Angst





Urs Walker

Leiter Abteilung Lärm und NIS, BAFU, Bern

Urs Walker

«Lärm als Umweltbelastung»

Was ist Lärm?

Lärm ist unerwünschter Schall. Bei Lärm handelt es sich einerseits um etwas Physikalisches, den Schall, andererseits um dessen Beurteilung durch ein Individuum, dass dieser Schall unerwünscht ist. Diese Beurteilung wird durch Faktoren wie Art des Lärms, persönliche Einstellung zur Lärmquelle, Tageszeit, Gesundheitszustand und Alter beeinflusst. Lärm entsteht in unserem Alltag aus zahlreichen mobilen oder stationären Quellen. Die grösste Lärmquelle in der Schweiz ist der Strassenverkehr:

Wie wirkt sich Lärm aus?

Lärm beeinträchtigt die Lebensqualität und kann krankmachen. Ganz abgesehen davon, dass die Konzentration darunter leidet oder die Kommunikation erschwert wird, gerät der menschliche Körper bei jedem störenden Geräusch in Alarmbereitschaft: Er schüttet Stresshormone aus, was auf lange Sicht die Gesundheit schädigen kann. Lärm erhöht das Risiko, dass wir an Herz-Kreislaufkrankheiten erkranken. Bluthochdruck bis hin zu Schlaganfällen und Herzinfarkt können die Folge sein. Eine Studie der Uni Basel rechnet mit 500 vorzeitigen Todesfällen pro Jahr durch Verkehrslärm (im Vergleich zu rund 230 Todesfällen pro Jahr durch Verkehrsunfälle). Zudem zeigen Studien, dass Grundschulkindern in stark von Lärm belasteten Gebieten langsamer lesen lernen als Kinder, die in ruhigen Gebieten zur Schule gehen. Verkehrslärm verursacht auch externe volkswirtschaftliche Kosten. Das sind einerseits Kosten für die Behandlung der Krankheiten und andererseits Wertverluste von lärmbelasteten Immobilien. Im Jahr 2016 betragen diese externen Kosten des Verkehrs insgesamt 2.7 Milliarden Franken, der überwiegende Teil wurde vom Strassenlärm verursacht. Lärm behindert auch die Siedlungsentwicklung nach Innen. Lärmige Lagen sind nicht attraktiv für Wohnungen.

Was verlangt das Gesetz?

Die Bundesverfassung sieht vor, dass die Bevölkerung und ihre natürliche Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen, unter anderem vor Lärmimmissionen, geschützt werden. Die wichtigsten rechtlichen Grundlagen für die Umsetzung dieses Ziels sind das Umweltschutzgesetz (USG) und die Lärmschutz-Verordnung (LSV). Sie verlangen, dass die Inhaber von Lärm erzeugenden Anlagen dafür sorgen, dass bestimmte Grenzwerte eingehalten werden. Dies gilt auch für alte Anlage, die entsprechend saniert werden müssen. Die Kosten der Lärmschutzmassnahmen gehen zulasten der Verursacher.

Wo stehen wir heute?

Vor schädlichem Strassenlärm konnten seit dem Inkrafttreten der LSV vor 30 Jahren rund 270 000 Personen geschützt werden. Nach wie vor sind aber mehr als eine Million Menschen (tagsüber jede siebte und nachts jede achte Person) in der Schweiz übermässiger Belastung durch Strassenlärm ausgesetzt. Vom Lärm der Eisenbahnen und Flughäfen sind deutlich weniger Menschen betroffen.

Welche Entwicklung erwarten wir?

Die Lärmbelastung wird weiterhin hoch bleiben. Laut Prognosen des Bundes werden die Bevölkerung und die Mobilität weiterhin zunehmen und der Siedlungsraum wird zunehmend dichter genutzt werden. Der Handlungsbedarf beim Schutz der Bevölkerung vor Lärm bleibt deshalb gross. Positive Entwicklungen, wie die Elektromobilität, leisten frühestens in mehreren Jahren einen hörbaren Beitrag.

Was ist die Strategie des Bundes?

Vor diesem Hintergrund hat der Bundesrat Mitte 2017 den nationalen Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung verabschiedet. Mit drei strategischen Schwerpunkten soll die Bevölkerung in Zukunft wirksamer vor schädlichem oder lästigem Lärm geschützt werden: Vermehrte Bekämpfung von Lärm an der Quelle, Förderung von Ruhe- und Erholungsräumen in der Siedlungsentwicklung und ein Monitoring sowohl der wissenschaftlichen Grundlagen zur Lärmwirkung als auch der Lärmexposition.

Eines der Schwerpunktprojekte zur Umsetzung dieses Massnahmenplans ist die verbesserte Begrenzung des Strassenlärms. Anzahl durch Strassenlärm belasteter Personen und die damit verbundenen Gesundheitseffekte und externen Kosten sollen weiter gesenkt werden. Die Begrenzung des Strassenlärms ist zu einer Daueraufgabe geworden. In Zukunft soll noch stärker auf Massnahmen an der Quelle (z.B. lärmarme Beläge, Temporeduktionen) gesetzt werden, und es sind weiterhin erhebliche Investitionen nötig, damit dies gelingt. Das Parlament hat den Bundesrat bereits verpflichtet, weiterhin Massnahmen zur Bekämpfung des Strassenlärms zu ergreifen und dazu insbesondere die Gewährung von Bundesbeiträgen im Rahmen von Programmvereinbarungen fortzusetzen. Der Entwurf für die entsprechende Änderung der Rechtsgrundlagen sollte 2020 in die Vernehmlassung gehen.

Urs Walker

«Le bruit comme pollution»

Qu'est-ce que le bruit ?

Le bruit, ce sont des sons indésirables. D'une part, le bruit est quelque chose de physique : le son. D'autre part c'est le jugement que porte un individu, considérant que ce son est indésirable. Ce jugement est influencé par des facteurs tels que la nature du bruit, l'attitude personnelle par rapport à la source du bruit, l'heure de la journée, l'état de santé et l'âge. Dans notre quotidien, le bruit provient d'une multitude de sources mobiles et stationnaires. La plus grande source de bruit en Suisse est la circulation routière.

Quels sont les effets du bruit ?

Le bruit nuit à la qualité de vie et peut rendre malade. Au-delà du fait que la concentration souffre du bruit et qu'il rend la communication plus pénible, le corps humain est mis en état d'alarme à chaque bruit dérangeant : il produit des hormones de stress, ce qui peut altérer la santé à long terme. Le bruit augmente le risque de maladies cardio-vasculaires. Les conséquences peuvent être de l'hypertension ou même des attaques cérébrales ou des infarctus. Une étude de l'université de Bâle estime qu'il y a 500 décès prématurés par an liés au bruit de la circulation (par rapport à environ 230 morts sur la route par an). D'autres études montrent par ailleurs que les enfants scolarisés dans des quartiers fortement affectés par le bruit mettent plus de temps à apprendre à lire que les enfants fréquentant des écoles dans des zones calmes. Le bruit de la circulation entraîne également des coûts économiques externes. Il s'agit d'une part de coûts de traitement de maladies, et d'autres part des pertes de valeurs de biens immobiliers fortement exposés au bruit. En 2016, ces coûts externes de la circulation s'élevaient à un total de 2.7 milliards de francs suisses, dont la majeure partie était à attribuer au bruit généré par le trafic routier. Le bruit enfreint également le développement urbain vers l'intérieur. Les situations bruyantes ne sont pas attrayantes pour le logement.

Que requiert la loi ?

La Constitution fédérale stipule que la population et son environnement naturel doivent être protégés d'influences nuisibles ou gênantes, entre autres d'émissions de bruit. Les bases légales les plus importantes pour la mise en œuvre de cet objectif sont la loi suisse sur la protection de l'environnement (LPE) et l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). Ces textes exigent que les propriétaires ou exploitants d'installations productrices de bruit veillent à ce que certaines valeurs seuil soient respectées. Ceci vaut également pour les installations

anciennes à rénover ou équiper en conséquence. Les coûts des mesures antibruit sont à la charge des émetteurs.

Quelle est la situation aujourd'hui ?

Depuis l'entrée en vigueur de l'OPB il y a 30 ans, environ 270 000 personnes ont pu être protégées de bruits routiers nuisibles. Toutefois, il reste en Suisse plus d'un million de personnes (une personne sur 7 pendant la journée et une sur 8 la nuit) exposées à une surcharge de bruit routier. Nettement moins de personnes sont concernées par le bruit de trains ou d'avions.

Quelle est l'évolution attendue ?

Les émissions de bruit resteront élevées. D'après les pronostics des autorités fédérales, la population ainsi que la mobilité continueront d'augmenter, parallèlement à une utilisation de plus en plus dense de l'espace construit. Par conséquent, protéger la population du bruit reste une mission d'envergure. Les développements positifs tels que l'électromobilité n'apporteront une contribution audible que dans quelques années au plus tôt.

Quelle est la stratégie du gouvernement fédéral ?

Dans ce contexte, le Conseil fédéral a adopté mi-2017 un plan national de mesures de réduction des nuisances sonores. Composé de trois axes stratégiques, il vise à protéger plus efficacement la population d'émissions de bruits nuisibles ou gênants à l'avenir : lutte renforcée contre le bruit à la source, promotion d'espaces de calme et de régénération dans le développement urbain, et un suivi à la fois des bases scientifiques éclairant les effets du bruit et de l'exposition au bruit.

L'un des projets principaux de mise en œuvre de ce plan de mesures et la limitation plus efficace du bruit routier. Il doit permettre de diminuer encore le nombre de personnes affectées par le bruit routier, et les effets de santé et coûts externes qui en découlent. La limitation du bruit routier est devenue une mission permanente. À l'avenir, on mettra encore plus sur les mesures à la source (par ex. revêtements phono-absorbants, limitations de vitesse), et une pléthore d'investissements seront nécessaires pour que le plan réussisse. Le parlement a déjà engagé le Conseil fédéral à continuer à prendre des mesures de lutte contre le bruit routier et en particulier à maintenir les contributions financières fédérales dans le cadre d'accords sous le programme. Le projet d'amendement des textes de loi en ce sens devrait entrer en phase de consultation encore en 2020.

Lärm als Umweltbelastung

2. September 2020

Urs Walker, Leiter Abteilung Lärm und NIS, BAFU



Themen

- Was ist Lärm?
- Wie wirkt sich Lärm aus?
- Was verlangt das Recht?
- Wo stehen wir heute?
- Welche Entwicklung erwarten wir?
- Was ist die Strategie des Bundes?
- Schwerpunkt Strassenlärm



Was ist Lärm?

Lärm ist unerwünschter Schall

Individuelle Wahrnehmung des Schalls:

- Art des Lärms
- Aktuelle Tätigkeit
- Tageszeit
- Ortsüblichkeit
- Einstellung zur Lärmquelle
- Alter
- ...



Was ist Lärm - Dezibel

Als Mass für die Lärmbelastung dient der Beurteilungspegel Lr. Er basiert auf einem Dauerschallpegel (Leq). Der Lr wird in Dezibel ausgedrückt.



- 3 Dezibel



- 5 Dezibel





Wie wirkt Lärm?



LOEB3



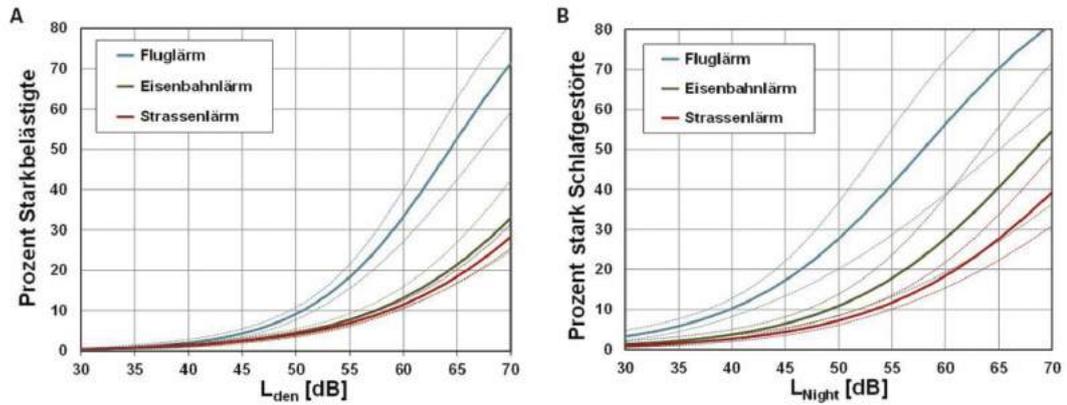
Wie wirkt Lärm - Gesundheit

- Körper in Alarmbereitschaft - gestörter Schlaf
- mehr Herz-Kreislauf-Krankheiten und Diabetes
- 500 vorzeitige Todesfällen pro Jahr
- verzögert das Lesen lernen bei Kindern



Wie wirkt Lärm – Belästigung

Abbildung 3: Anteil stark belastigter Personen (A) sowie Anteil stark schlafgestörter Personen (B) in Abhängigkeit der Strassen-, Bahn- und Fluglärmbelastung (inklusive 95% Vertrauensintervalle).

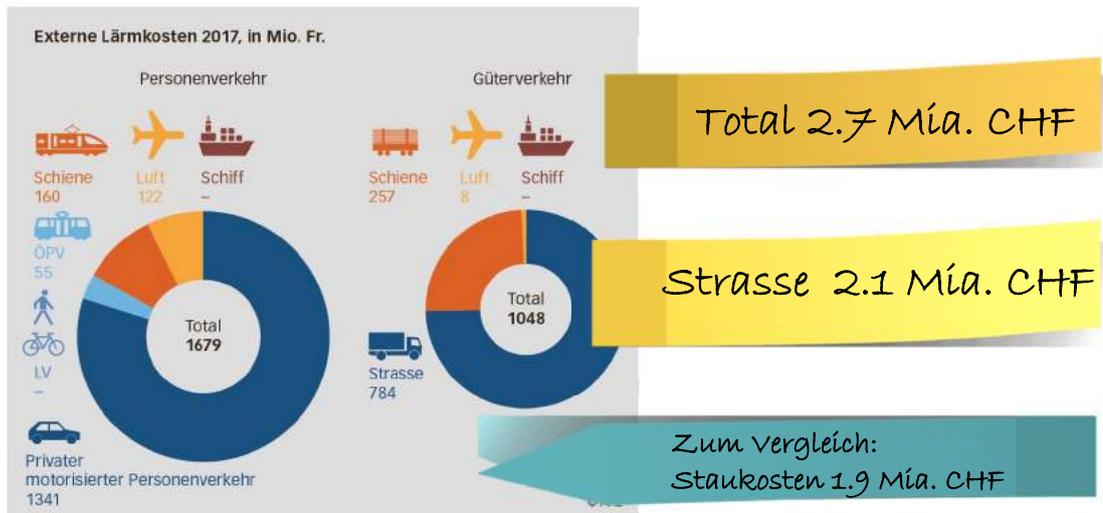


Verkehrslärm, kardiovaskuläre Sterblichkeit, Diabetes, Schlafstörung und Belästigung; Die SIRENE-Studie
 Swiss Med Forum. 2019;19(0506):77-82
 Prof. Dr. Martin Röösli^{1,2*}, Dr. Jean-Marc Wunderlin¹, PD Dr. Mark Brink³, Prof. Dr. Christian Cajochen⁴, Prof. Dr. Nicole Probst-Hensch^{1,5}

Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
 Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU



Wie wirkt Lärm - externe Kosten des Lärms



Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
 Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU

*Externe Effekte des Verkehrs, ARE 2017; **Staukosten Schweiz, ARE 2018



Wie wirkt Lärm - Siedlungsentwicklung

Wenn Sie eine neue Wohnung suchen, wie wichtig ist Ihnen der Umgebungslärm bei der neuen Wohnung?

1= Irrelevant 2 = Eher nebensächlich 3 = Auch noch wichtig 4 = Ausschlaggebend

Wie zufrieden sind sie mit der Lärmsituation an ihrem heutigen Wohnort?

1= Völlig unzufrieden 2 = Eher unzufrieden 3 = Eher zufrieden 4 = Sehr zufrieden

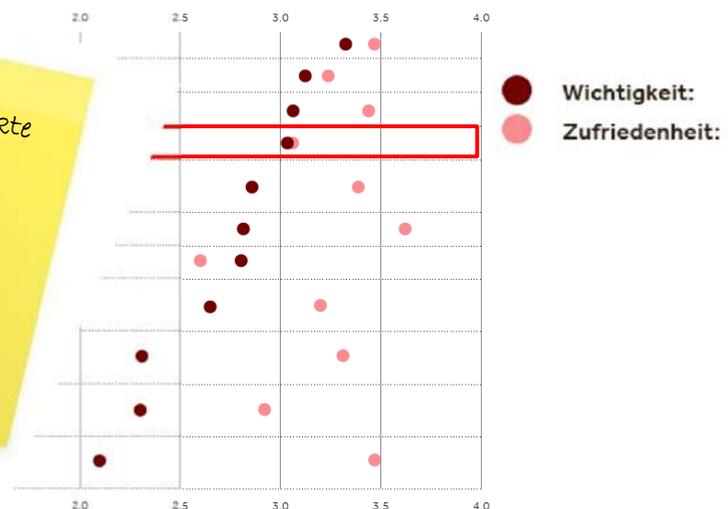


Wie wirkt Lärm - Siedlungsentwicklung

Öffentliche Verkehrsmittel
Länge des Arbeitsweges
Einkaufsmöglichkeiten
Umgebungslärm
Grünflächen in der Umgebung
Erreichbarkeit
Steuerbelastung
Verkehr in der Umgebung
Ökonomie
Kulturelles Ambiente bzw. im Dorf
Nähe zu Schulen, Kindergärten u. Kindertagesstätten

✓ Nur wenige Aspekte sind wichtiger als Umgebungslärm

✓ Mit fast allen Aspekten ist man zufriedener als mit Umgebungslärm





Wie wirkt Lärm - Siedlungsentwicklung



Entwicklung nach Innen ist ein zentrales Anliegen der Raumentwicklung

Siedlung muss dabei qualitativ hochwertig gestaltet werden.

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal für Wohnungen ist die Ruhe in der Wohnumgebung.

Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU



Was verlangt das Recht? - Bundesverfassung

Gesetzgebung ist Bundeszuständigkeit

Schutzauftrag und damit auch Schutzanspruch

Art. 74 Umweltschutz

¹ Der **Bund erlässt** Vorschriften über den **Schutz des Menschen** und seiner natürlichen Umwelt vor **schädlichen oder lästigen Einwirkungen**.

² Er sorgt dafür, dass solche Einwirkungen **vermieden** werden. Die **Kosten** der Vermeidung und Beseitigung tragen die **Verursacher**.

³ Für den Vollzug der Vorschriften sind die **Kantone** zuständig, soweit das Gesetz ihn nicht dem Bund vorbehält.

Verursacherprinzip

Vorsorge ist ein verfassungsauftrag

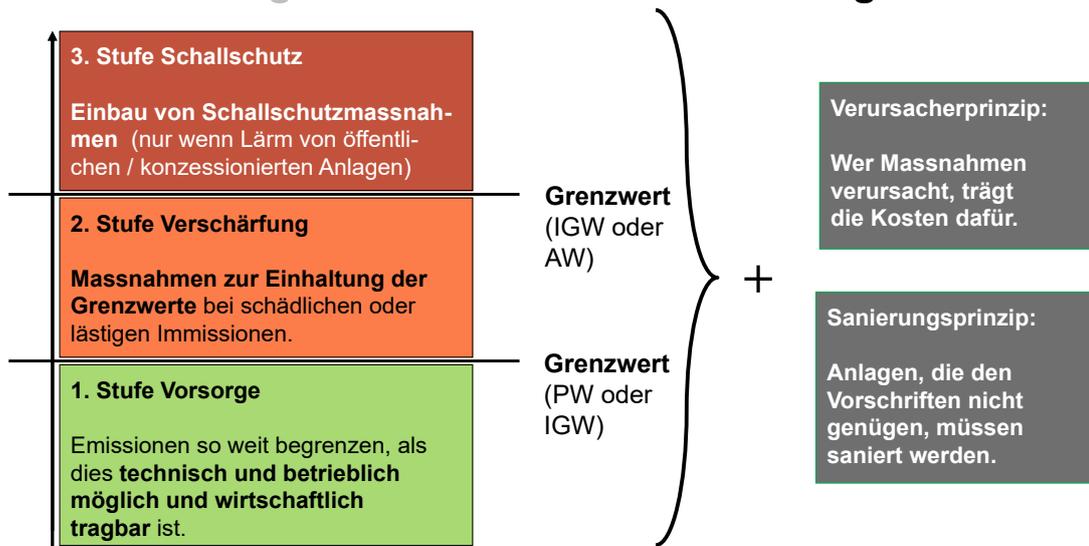
Kantone setzen um

Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU

12



Was verlangt das Recht? - Umweltschutzgesetz



Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU

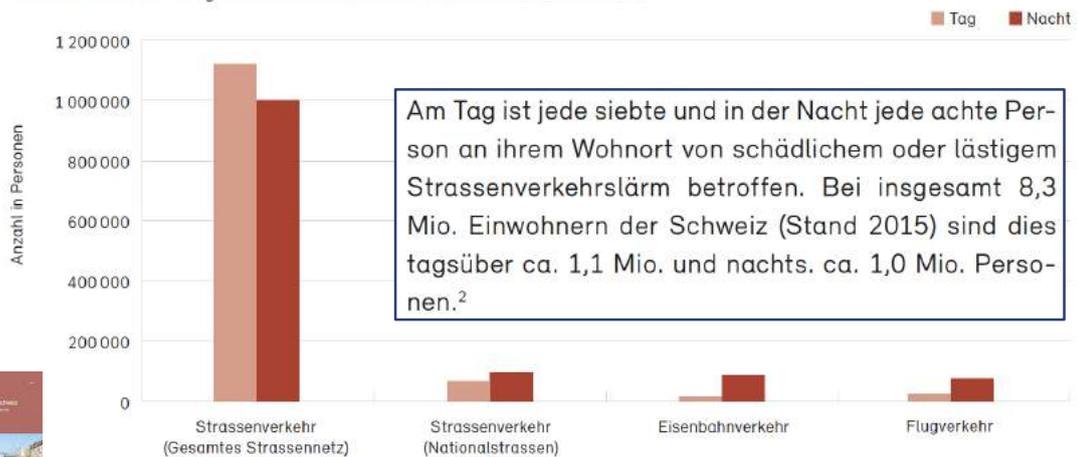
13



Wo stehen wir heute?

Lärmbelastung durch Verkehr

Von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm betroffene Personen in der Schweiz 2015.



Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU

Quelle: Lärmbelastung in der Schweiz (BAFU, 2018)

14



Wo stehen wir heute – International



Belästigung durch Verkehrslärm

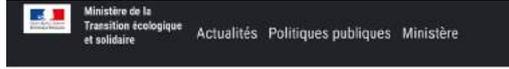
Verkehrslärm beeinträchtigt das Leben vieler Menschen. So fühlen sich 75 Prozent der deutschen Bevölkerung vom Straßenverkehrslärm gestört oder belästigt, 42 Prozent vom Flugverkehrslärm, 35 Prozent beim Schienenverkehrslärm. Das ist das Ergebnis einer repräsentativen Umfrage mit etwa 2.000 Teilnehmerinnen und Teilnehmern zum „Umweltbewusstsein in Deutschland 2018“.
Umweltbundesamt Deutschland Oktober 2019



Europäische Umweltagentur 2020

20 %

of the EU's population lives in areas where noise levels are considered harmful to human health and well-being.



Bruit des transports

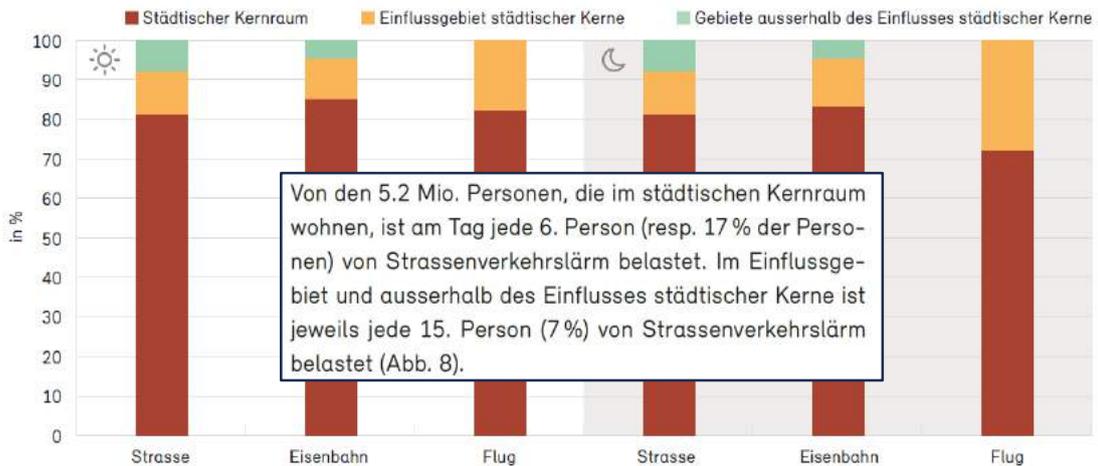
Pour 54 % des français (enquête TNS - SOFRES de mai 2010 « les Français et les nuisances sonores » - Ministère du développement durable), le bruit des transports (trains, avions, circulation...) est la principale source de nuisance lointain devant les bruits de comportements qui génèrent 21 % de la population.

Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU



Wo stehen wir heute – städtischer Kernraum

Verteilung der von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm am Wohnort betroffenen Personen nach Raumgliederung des BFS



Von den 5.2 Mio. Personen, die im städtischen Kernraum wohnen, ist am Tag jede 6. Person (resp. 17 % der Personen) von Strassenverkehrslärm belastet. Im Einflussgebiet und ausserhalb des Einflusses städtischer Kerne ist jeweils jede 15. Person (7 %) von Strassenverkehrslärm belastet (Abb. 8).

Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU

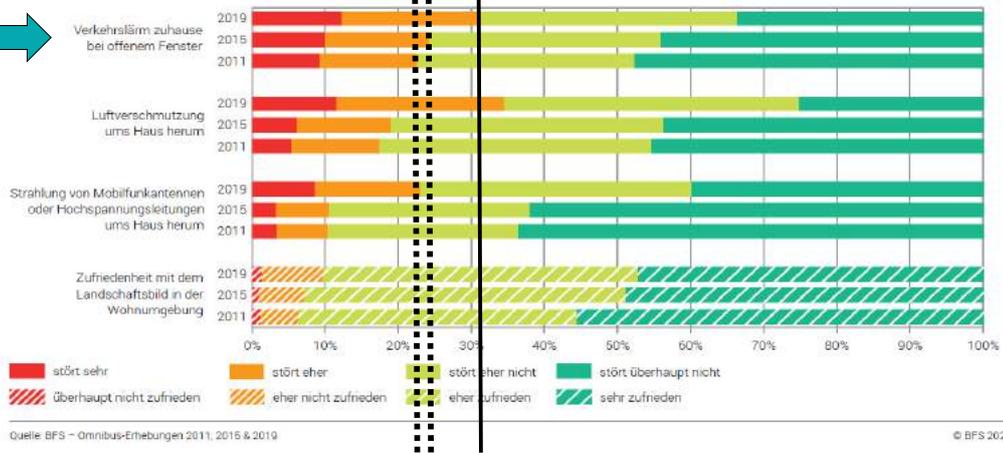


Wo stehen wir heute – Umfragen 2011, 2015, 2019

Wahrnehmung von Umweltbedingungen in der Wohnungsbauung

Anteil der Bevölkerung

G2



Quelle: BFS – omnibus-Erhebungen 2011, 2015 & 2019

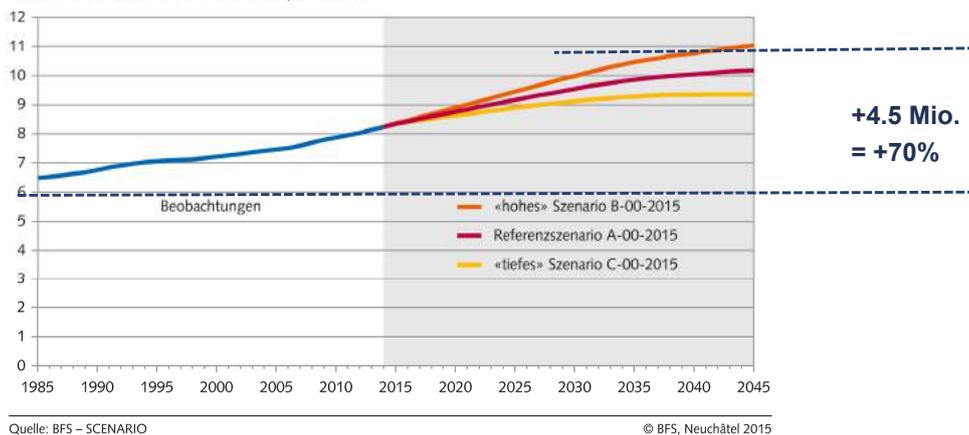
© BFS 2020



Welche Entwicklung erwarten wir - Bevölkerung

Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung

Nach den 3 Grundscenarien am Jahresende, in Millionen



Quelle: BFS – SCENARIO

© BFS, Neuchâtel 2015



Welche Entwicklung erwarten wir - Verkehr

Die Verkehrsleistung wächst weiter beachtlich, aber weniger dynamisch als in der jüngsten Vergangenheit.

Personenverkehr Güterverkehr

+25% +37%

Verkehrsperspektiven 2040



Einkaufs- und Freizeitwege nehmen am stärksten zu, der Arbeitsverkehr am geringsten. Gründe sind der sinkende Anteil der Erwerbstätigen und mehr mobile Rentnerinnen und Rentner.

Einkauf Freizeit Arbeit

+38% +32% +16%

Überblick der Entwicklung zentraler Kenngrößen zwischen 2010 und 2040 (Referenzszenario).

c 2018



Was ist die Strategie des Bundes?

- 5. Nationaler Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung..... 21
 - 5.1 Ziel 21
 - 5.2 Konzept 21
 - 1) Reduktion der Lärmemissionen an der Quelle 22
 - 2) Förderung von Ruhe und Erholung in Berücksichtigung der Lärmbelastung bei der Siedlungsentwicklung 22
 - 3) Monitoring der Lärmbelastung und Information der Öffentlichkeit 22
 - 5.3 Prozess zur Erarbeitung der Massnahmenpläne..... 22
 - 5.4 Massnahmenpläne 23
 - Massnahmenplan 1: Übergreifende Massnahmen 23
 - Massnahmenplan 2: Raumplanung 25
 - Massnahmenplan 3: Strassenlärm 25
 - Massnahmenplan 4: Eisenbahnlärm 25
 - Massnahmenplan 5: Fluglärm 25
 - Massnahmenplan 6: Schiesslärm 25
 - Massnahmenplan 7: Industrie- und Gewerbelärm 36
 - Massnahmenplan 8: Geräte- und Maschinenlärm 37
 - Massnahmenplan 9: Übrige Lärmarten 38

Stossrichtungen

10 Prüfaufträge
42 laufende Massnahmen

LOEB6



Was ist die Strategie des Bundes? - Prioritäten



Aktualisierung Kenntnisse Wirkungen Lärm → Gesundheit
(Belastungsgrenzwerte überprüfen, ...)



Bessere Koordination Raumplanung & Ruheschutz
(Umsetzung Motion Flach, ...)



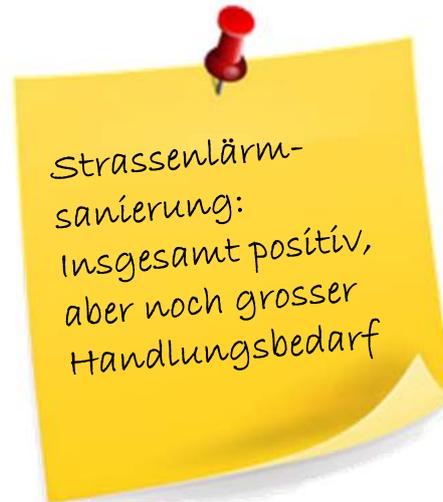
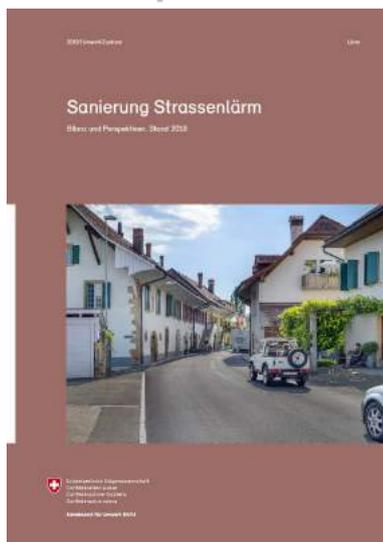
Überprüfung des Regelungskonzepts
(Neu-alt, wesentliche Änderung, Verursacherprinzip, ...)



Effektivere Begrenzung von Strassenlärm
(Mehr Massnahmen an der Quelle, Bundesbeiträge verlängern)



Schwerpunkt Strassenlärm – wo stehen wir?



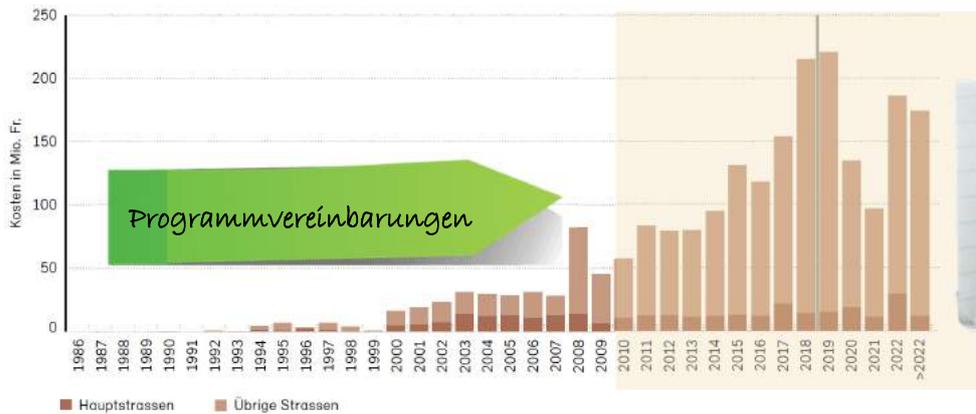
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeige-nsb-unter-medienmitteilungen.msg-id-77982.html>



Schwerpunkt Strassenlärm – Investitionen

Haupt- und übrige Strassen – Entwicklung der Kosten der Strassenlärmisnierung, Stand 2018

Abschätzung der Entwicklung der jährlichen Kosten der Strassenlärmisnierung seit 1986 in Millionen Franken. Seit Einführung der Programmvereinbarungen im Jahr 2008 steigen die jährlichen Investitionen stark an. Die vertikale Linie kennzeichnet den derzeitigen Stand (Stichtag 31.12.2018).



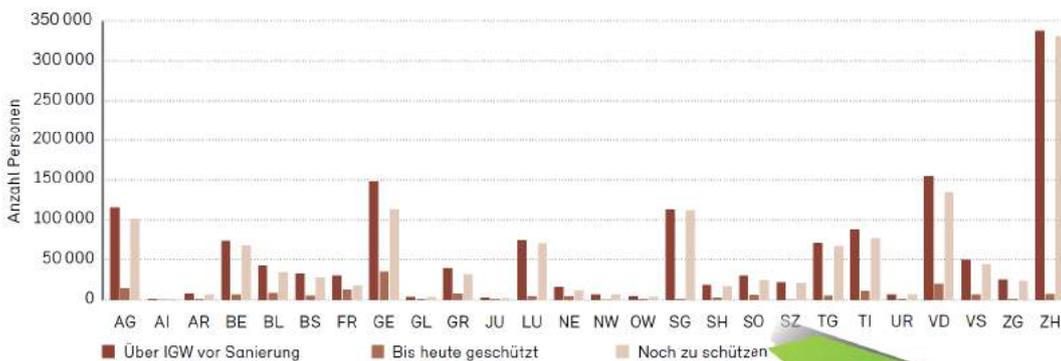
Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU



Schwerpunkt Strassenlärm – betroffene Personen

Haupt- und übrige Strassen – Situation beim Schutz der Bevölkerung nach Kanton, Stand 2018

Anzahl Personen, an deren Wohnort vor der Sanierung die Grenzwerte gemäss LSV überschritten wurden, bis heute geschützte Personen (Stichtag 31. Dezember 2018) und noch zu schützende Personen. Schätzungen basierend auf den kantonalen Daten aus den Sanierungsprojekten.



Lärm als Umweltbelastung, Forum Strasse, 2. September 2020
Urs Walker, Bundesamt für Umwelt BAFU



Schwerpunkt Strassenlärm – betroffene Personen

Haupt- und übrige Strassen – Situation beim Schutz der Bevölkerung nach Kanton, Stand 2018

Anzahl Personen,
tag 31. Dezember

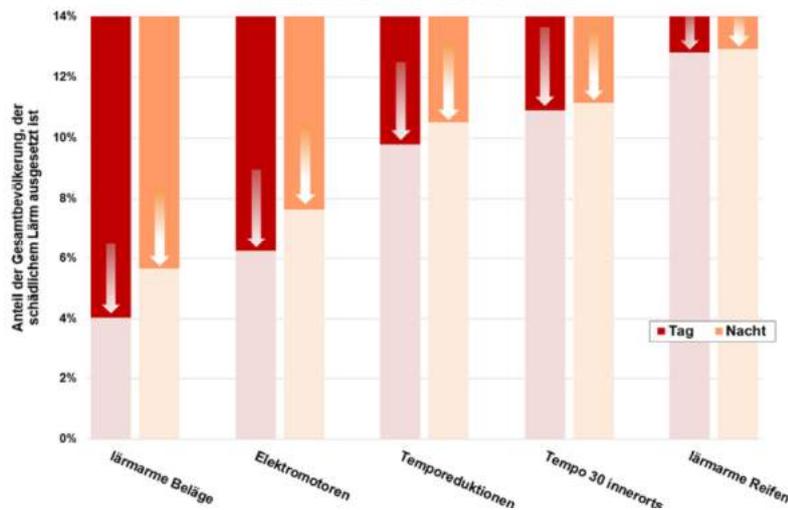
gemä:
en ba:

Personen (Stich-
projekten.



Schwerpunkt Strassenlärm — Massnahmen

rechnerisches Potential - Einzelmassnahmen

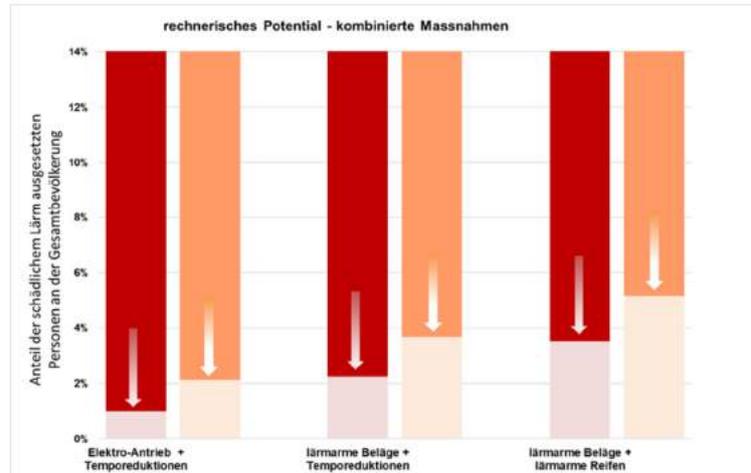




Schwerpunkt Strassenlärm — Massnahmen

Geschätztes Potential von kombinierten Massnahmen an der Quelle

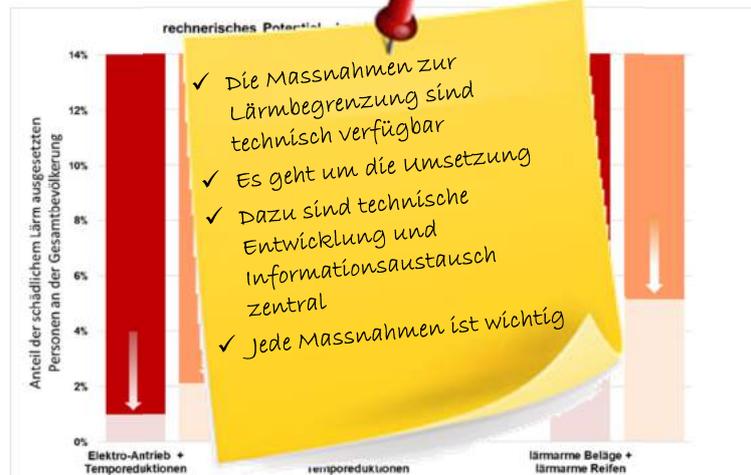
■ Tag ■ Nacht



Schwerpunkt Strassenlärm — Massnahmen

Geschätztes Potential von kombinierten Massnahmen an der Quelle

■ Tag ■ Nacht





Lärm als Umweltbelastung - Fazit

- Jeder 7. Einwohner der Schweiz ist durch Lärm belastet.
- Dieser Lärm macht krank und führt zu:
 - 500 frühzeitigen Todesfälle pro Jahr
 - 2.7 Mia. CHF pro Jahr externen Kosten durch Verkehrslärm
 - Konflikten bei der Siedlungsentwicklung
- Entwicklungsszenarien: Bevölkerung und Verkehr werden weiter zunehmen.
- Massnahmenplan des Bundesrats: Massnahmen an den Quellen sind prioritär.
- Schwerpunkt Strassenlärm:
 - 1 Mio. Menschen leben mit übermässigem Strassenlärm
 - Massnahmen an der Quelle gegen Strassenlärm sind technisch vorhanden.
 - Diese Massnahmen müssen besser umgesetzt werden.
 - Dazu braucht es Forschung/Entwicklung, Information, Geld und Zeit.



Schwerpunkt Strassenlärm — gut, dass es diese Tagung gibt



André Magnin

Dipl. Bauing. EPFL-SIA-VSS, Kanton Fribourg

André Magnin

«Wie packts ein Kanton an?»

Der Kanton Freiburg setzt in seiner Strategie zum Schutz vor Strassenlärm an der Quelle des Lärms an, der vom Rollgeräusch der Fahrzeuge ausgeht, d. h., an der Schnittstelle „Reifen – Fahrbahnbelag“. Diese Strategie wird vom Bundesamt für Umwelt unterstützt und plädiert dort, wo dies erforderlich ist, für den systematischen Einbau eines lärmarmen Belags. Derzeit wird über eine mögliche Kombination von Geschwindigkeitsreduzierungen und lärmarmem Belag nachgedacht.

Der Einbau von lärmarmem Belag ist auf einer Länge von insgesamt ca. 200 km des 622 km langen Kantonsstrassennetzes notwendig. Ende 2019 waren ca. 143 km eingebaut. Die Präsentation zeigt, wie sich diese Strategie in den Strassenlärmsanierungsprozess des Kantonsstrassennetzes einfügt. Außerdem werden die Fragen zu den von den Unternehmen gewährten Garantien hinsichtlich der Anforderungen des Auftraggebers behandelt sowie die Fragen zur Wartung des Belags und zu den laufenden Tests mit dem Ziel, die Wirkungsdauer und mechanische Lebensdauer des lärmarmen Belags zu verlängern.

André Magnin

«Pose de revêtements phonoabsorbants»

En matière de protection contre le bruit routier, la stratégie du canton de Fribourg, soutenue par l'Office fédéral de l'environnement, est d'agir à la source du bruit émis par le roulement des véhicules, c'est-à-dire à l'interface « pneu – revêtement », en posant systématiquement, là où cela est nécessaire, un revêtement phonoabsorbant. La question de la réduction de la vitesse comme mesure combinée avec le revêtement phonoabsorbant, fait actuellement l'objet de réflexions.

Le réseau routier cantonal de 622 km nécessite la pose d'environ 200 km de revêtement phonoabsorbant. Fin 2019, environ 143 km étaient posés. La présentation indique comment cette stratégie s'inscrit dans le processus d'assainissement du réseau routier cantonal contre le bruit routier, traite des questions des garanties fournies par les entreprises en relation avec les exigences du maître d'ouvrage, aborde les questions d'entretien du revêtement et des essais en cours pour prolonger les effets acoustiques du revêtement ainsi que sa durée de vie mécanique.

Pose de revêtements phonoabsorbants

Stratégie du canton de Fribourg

Forum Strasse, Olten, **19 mars 2020**

—
Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions DAEC
Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion RUBD

Table des matières

1. Processus OPB
2. Pourquoi poser du phono en priorité ?
3. Où pose-t-on du phono ?
4. 143 km de phono posés à fin 2019
5. Conditions du marché de pose du phono
6. Expériences
7. Entretien d'exploitation
8. Traitement curatif
9. Finances
10. Conclusion

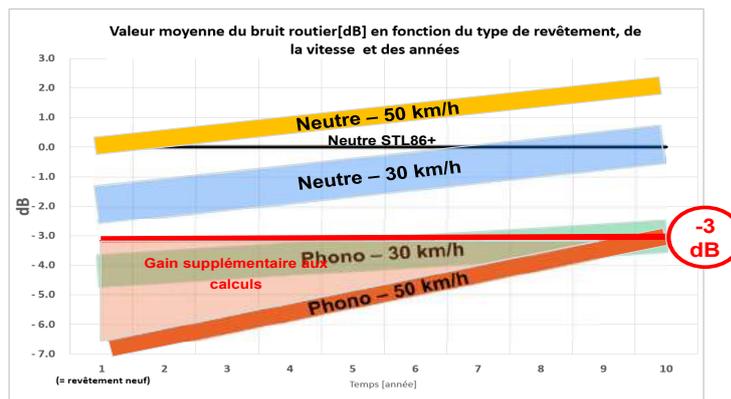
Processus OPB

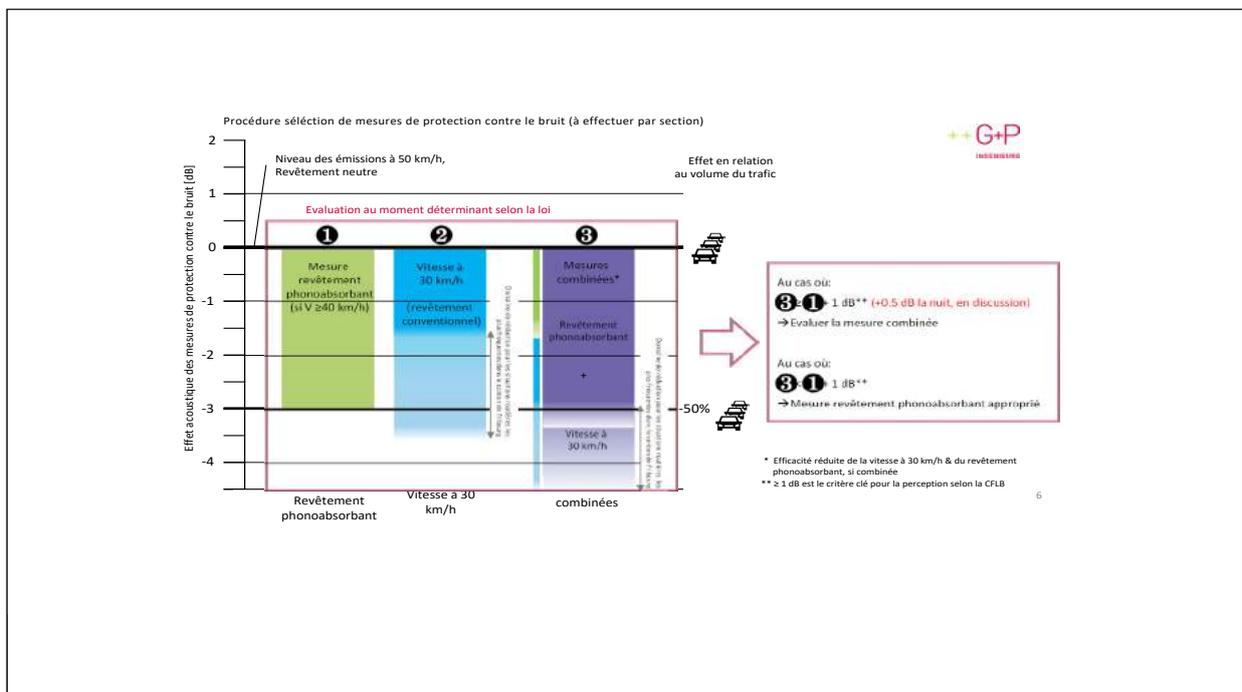
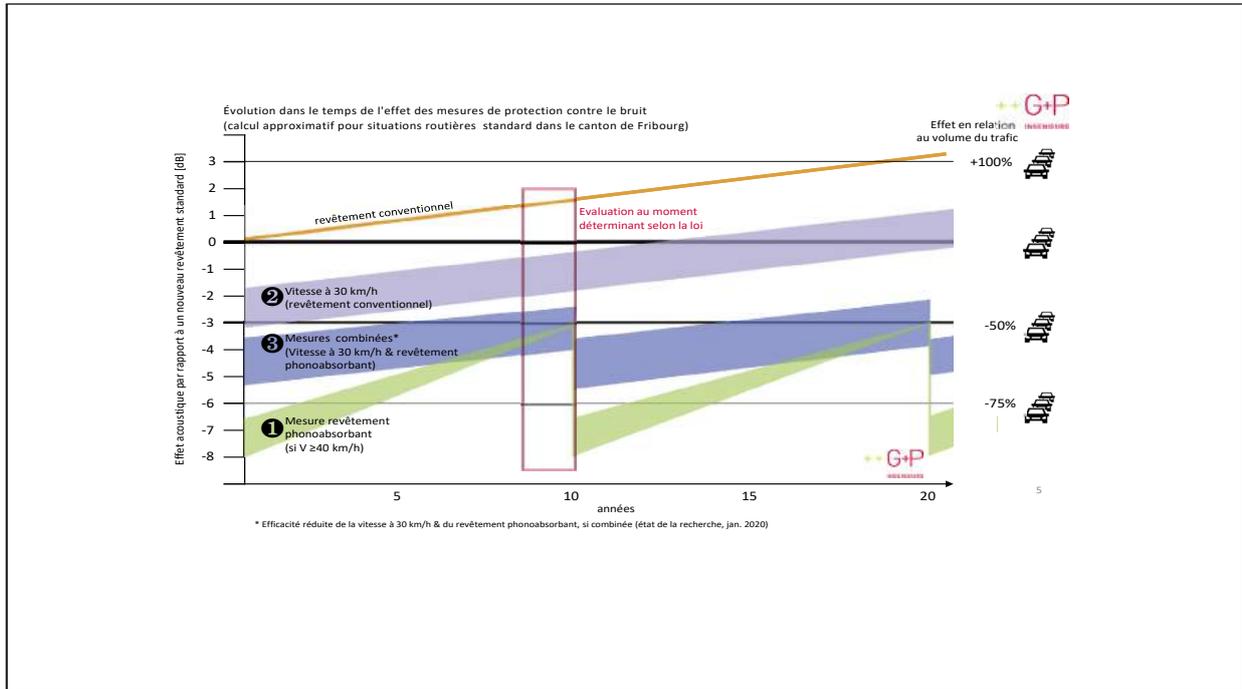
Priorités d'assainissement en fonction de l'exposition au bruit, des degrés de sensibilité, avec un horizon à 20 ans.

Mesures d'assainissement

1. Réduire le bruit des véhicules eux-mêmes
2. Réduire le nombre de véhicules
3. **Revêtement phonoabsorbant et/ou réduction de la vitesse** (surtout la nuit pour éliminer les pointes)
4. Parois anti-bruit -> intégration urbanistique et architecturale
5. Fenêtres spéciales que si les valeurs d'alarmes sont encore dépassées
6. Allégements

1. Pourquoi poser du phono en priorité ?



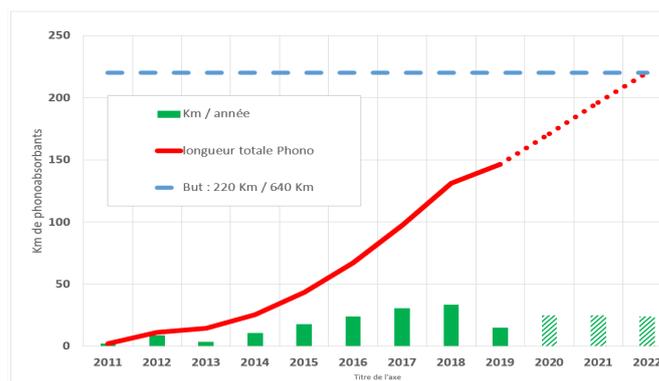


2. Où pose-t-on du phono ?

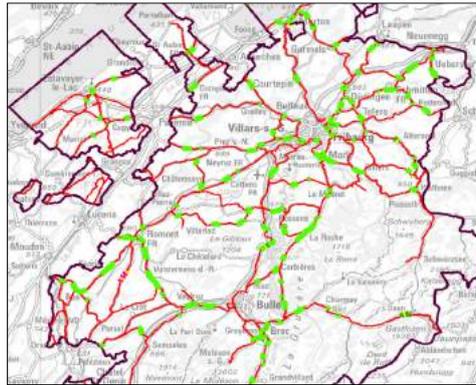
- > Que là où c'est nécessaire sous l'angle de l'OPB : 220 km / 640 km
- > Là où les critères techniques le permettent
 - > Sinuosité, pente, ensoleillement, chaînes à neige, altitude, trafic
- > Coordination avec des travaux menés par la commune
- > Remplacement des revêtements phonoabsorbant en fin de vie (la réduction de -3 dB n'est plus atteinte)

3. 143 km de phono posés à fin 2019

Essais dès 2008 / pose systématique dès 2011



3. 143 km de phono posés à fin 2019



Service des ponts et chaussées SPC
Forum Strasse, 19 mars 2020, Olten

9

4. Conditions du marché de pose du phono

Fribourg émet des exigences concernant les **performances** acoustiques et mécaniques (**et pas sur le produit**).



Service des ponts et chaussées SPC
Forum Strasse, 19 mars 2020, Olten

10

4. Conditions du marché de pose du phono

2. Aptitudes phoniques

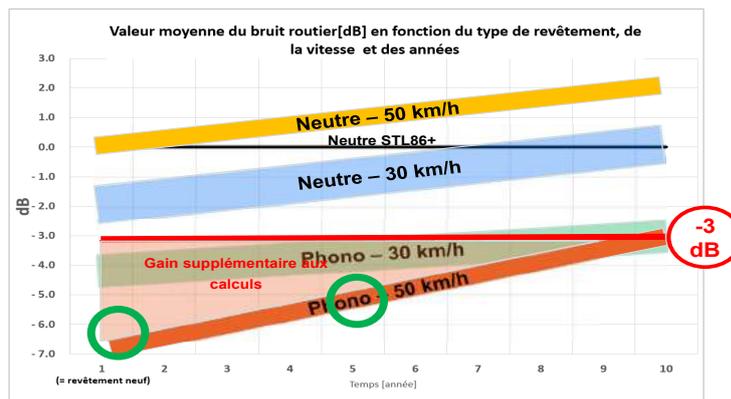
L'entreprise doit offrir un produit qui satisfait aux exigences suivantes, avec comme référence la valeur fournie par le modèle StL 86+ :

- > après la pose : l'atténuation minimale doit être de 6 dB (A) avec une marge de précision de mesure de +/- 1dB(A)
- > 5 ans après la pose : l'atténuation minimale doit être de 5 dB (A) avec une marge de précision de mesure de +/- 1dB(A)

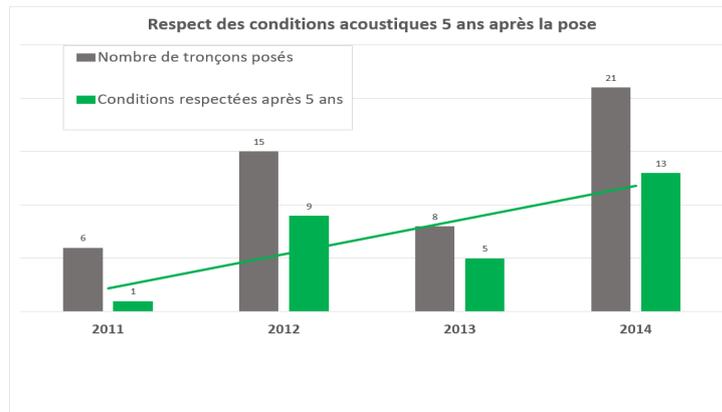
Les contrôles seront réalisés à la réception et à 5 ans.

Monitoring après la pose et à 5 ans

1. Pourquoi poser du phono en priorité ?



5. Expériences



5. Expériences

Avantage d'exiger la performance (et pas le produit) :

- Les entreprises proposent des produits innovants, développent leurs propres produits
- En cas de non-respect, certaines entreprises cherchent activement des solutions

Inconvénients :

- Suivi des garanties

6. Entretien d'exploitation

Prolonger l'efficacité acoustique

- > Nettoyage préventif avec une balayeuse à jet d'eau avec système d'aspiration à turbine



6. Entretien d'exploitation

Prolonger leur efficacité acoustique

- > Attention lors du déneigement



7. Traitement curatif

- > Tests de ponçage
 - > Économie financière par rapport à un remplacement de revêtement
 - > Économie d'énergie par rapport à un remplacement de revêtement
 - > Moins de déchet par rapport à un remplacement de revêtement

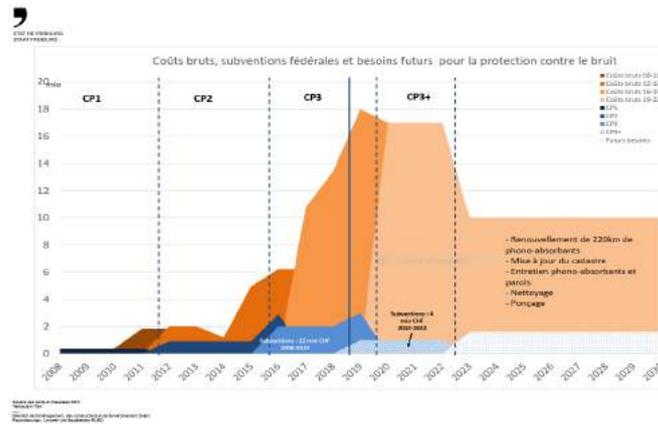
Développement durable



8. Finances

Convention-programme	Montant cantonal	Subvention fédérale	Total
N° 1: 2008–2011	6 000 000	1 200 000	7 200 000
N° 2: 2012–2015	26 000 000	6 000 000	32 000 000
N° 3: 2016–2018	32 000 000	8 000 000	40 000 000
N° 3+: 2019–2022	32 000 000	3 635 000	35 635 000
Total	96 000 000	18 835 000	114 835 000

8. Finances



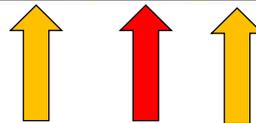
9. Conclusions

Le revêtement phonoabsorbant

- > Est une mesure constructive très efficace sous l'angle acoustique
- > Permet de maintenir en bon état les routes cantonales
- > Offre moins de résistance au roulement -> économie d'énergie

Pneus silencieux

Catégorie de véhicules	Classe de pneu	largeur nominale du boudin [mm]	Valeurs limites (LV) en dB (A) selon règlement (CE) n° 661/2009 annexe II, partie C			
				<67	67 - 70	>70
passagers avec 8 places	C1A	< 185	70	<67	67 - 70	>70
assises au max / véhicules de transport de marchandises de moins de 3.5 to	C1B	> 185 < 215	71	<68	68 - 71	>71
	C1C	> 215 < 245	71	<68	68 - 71	>71
de transport de marchandises de moins de 3.5 to	C1D	> 245 < 275	72	<69	69 - 72	>72
	C1E	> 275	74	<71	71 - 74	>74



Merci ! / Danke !





Jürg Siegenthaler

Dipl. Baumeister, Walo Bertschinger AG, Bern

Jürg Siegenthaler

«Leise Strassen – Wie packt's der Unternehmer an?»⁵

Die Bedeutung leiser Strassen, oder «lärmmindernder Deckschichten» - diese spezielle Art von Deckbelägen - viele Unternehmungen in der Schweiz konnten in den vergangenen Jahren bereits Erfahrungen in der Auftragsabwicklung von interessanten Projekten sammeln.

Die Auftragsabwicklung im Wettbewerb, von der Submission über die Ausführung des Bauprojekts beinhaltet vielfältige Herausforderungen für den Bauunternehmer; jedes Objekt ist immer wieder in sich ein «Prototyp».

Bereits bei der Angebotslegung gilt es, sich intensiv Gedanken zu machen bezüglich den Projekt- und Ausführungsvorgaben. Risiken- und Chancenanalysen sind bezüglich den definierten vertraglichen Rahmenbedingungen hinsichtlich Qualität, Ausführungsbedingungen und klar definierten zeitlichen Terminvorgaben / Ausführungszeitfenster entsprechend abzuwägen. Stehen die personellen und inventarmässigen Ressourcen zum geplanten Ausführungszeitpunkt zur Verfügung, sind die materialtechnologischen Anforderungen gemäss den Submissionsbedingungen realisierbar, können die erforderlichen Nebenleistungen erbracht werden, ist die geforderte Qualität während der Ausführung und der Gewährleistungsfrist machbar?

Schon in der Angebotsphase wird die Basis für eine erfolgreiche Projektausführung durch entsprechende Erfahrung, Leistungsfähigkeit, sowie in der Wahl der Lieferanten und Subunternehmer gelegt. Auftragspezifische Risiken können so bereits positiv beeinflusst und verringert werden.

In der Ausführung sind diejenigen Projekte besonders anspruchsvoll, bei denen nachts, in definierten Sperrfenstern der bestehende Deckbelag durch eine «lärmmindernde Deckschicht» saniert wird. Hier ist ein hinreichlich klares Ausführungsprojekt, sowie frühzeitige, umfassende Arbeitsvorbereitung unerlässlich. Es gilt Bewilligungen für die Nacharbeit, Nachtfahrerbewilligungen für die Transporte und die Lieferwerke einzuholen, die notwendigen Ressourcen sicherzustellen, Pikettdienste zu organisieren. Die Rahmenbedingungen für witterungsbedingte Verschiebungen aufgrund von Niederschlägen oder zu tiefer Temperaturen sind frühzeitig zu vereinbaren, vorgängig klar definierte Kommunikationswege helfen dazu beizutragen, in der Ausführungsphase unvorhergesehene

Ereignisse besser bewältigen zu können.

Auch technische Herausforderungen, wie z.B. bezüglich Unterlage, Geometrie und Vorgaben bezüglich der Etappengrösse sind sinnvollerweise vorgängig mit Bauleitung und Bauherrschaft zu definieren. Da insbesondere bei Nachteinbauten die Flexibilität bezüglich unvorhergesehenen Massnahmen (Beurteilung der Oberfläche nach den Fräsarbeiten; resultierende Massnahmen wie Nachfräsen, Rissanierungen, Teilersatz der Trag- oder Binderschicht) eingeschränkt ist, sind durch entsprechende vorgängige Untersuchungen und technische Abklärungen zusätzlich im allseitigen Interesse und zugunsten eines qualitativ optimalen Bauvorgangs die notwendigen qualitativen und quantitativen Massnahmen festzulegen und zu definieren.

Die Erfahrungen zeigen, dass Standardprozesse wie Fräs- und Reinigungsarbeiten, die Applikation des Voranstrichs und der Fugenbänder, sowie der Belagseinbau zeitlich gut planbar ist. In Abhängigkeit der vorherrschenden Temperaturen (Boden und Luft), der Windgeschwindigkeit und des Taupunkts ist jedoch die Trocknungszeit nach dem Waschvorgang und die Brechzeit des Haftklebers stark variierend. Auch das Walzenspiel und die zu treffenden Massnahmen für die konforme Verdichtung der «lärmmindernden Deckschicht» ist jeweils situativ für jede Einbauetappe neu festzulegen.

Um die terminlichen, baulichen, qualitativen und finanziellen Ziele gemeinsam erreichen zu können, sind folgende Voraussetzungen für den Einbau von «lärmmindernden Deckschichten» anzustreben:

- Die Jahreszeit und die Witterung muss einen konformen Belagseinbau zulassen
- Der Einbau muss maschinell mit Grossfertigern und entsprechende Walzen erfolgen können
- Die Unterlage, die Geometrie, der Aufbau und die Etappengrösse müssen bezüglich des zur Verfügung stehenden Zeitfensters einen konformen Belagseinbau ermöglichen
- Das Einbauteam, die Unternehmung und alle weiteren involvierten Akteure im Projekt sollen als Team mit entsprechendem Know-How und gegenseitigem Vertrauen zielorientiert zusammenarbeiten und sich gegenseitig unterstützen
- Erfahrung, Motivation und Teamwork ist die Basis für den gemeinsamen Erfolg

Jürg Siegenthaler

«Routes silencieuses – quelle approche pour les entreprises?»

Vu l'importance croissante des routes silencieuses, dits «revêtements phonoabsorbants», cette forme spéciale de couche de roulement, beaucoup d'entreprises en Suisse ont pu faire leurs premières expériences dans la réalisation de projets intéressants au fil des dernières années. En appel d'offres, de la soumission de l'offre à la réalisation du chantier, ces projets englobent des défis multiples et variés pour l'entreprise BTP, puisque chaque projet représente un nouveau «prototype».

Dès l'élaboration du devis, il convient de réfléchir en profondeur sur les contraintes du cahier de charges et les spécifications techniques de la réalisation. Une analyse des risques et des chances du contrat est indispensable concernant la qualité définie au contrat, les conditions de réalisation stipulées, les échéanciers ou créneaux de travaux clairement définis. Est-ce que l'entreprise dispose des ressources humaines et matérielles au moment prévu pour le chantier? Le matériau tel que spécifié au cahier des charges est-il techniquement réalisable? Est-ce que l'entreprise est en mesure de fournir les prestations annexes requises, est-ce que la qualité exigée après la pose et pendant la période de garantie est faisable??

Intégrer l'expérience et la capacité productive nécessaire, choisir les fournisseurs et sous-traitants adéquats : autant de décisions qui, dès la phase de formulation de l'offre, formeront les bases d'une bonne réalisation du projet, et permettront d'influencer positivement, voire de réduire les risques spécifiques au contrat.

Les chantiers les plus difficiles sont ceux des projets prescrivant le remplacement de la couche de roulement par un « revêtement phonoabsorbant » pendant la nuit, dans des créneaux de fermeture définis. Ces travaux requièrent impérativement un planning d'exécution suffisamment clair, ainsi qu'un ordonnancement précoce et détaillé. Il faudra obtenir les autorisations de travaux nocturnes, de transports nocturnes pour les camions et les machines, prévoir les ressources nécessaires, organiser les services de permanence. Les conditions sous lesquelles les travaux pourront être reportés, par exemple pour météo défavorable en présence de précipitations ou de températures trop basses, doivent être fixées très en amont, et les voies de communications clairement définies en avance pour contribuer à une meilleure gestion de tout événement imprévu pendant la phase d'exécution.

Les difficultés techniques aussi, comme par exemple celles liées au support, à la géométrie et

aux longueurs de tranches prescrites, sont autant d'éléments pour lesquels il est judicieux de s'accorder en avance avec la direction des travaux et le donneur d'ordre. La flexibilité pour réagir à l'imprévu (analyse du support après fraisage, mesures à en dériver : fraisage supplémentaire, colmatage de fissures, remplacement partiel des couches de base ou de liaison) est particulièrement limitée en mode nocturne. Il est donc judicieux de proposer des investigations, recherches, analyses et clarifications techniques préalables en vue de convenir et d'ajouter au contrat les mesures qualitatives et quantitatives nécessaires qui serviront l'intérêt de toutes les parties, ainsi qu'un déroulement optimal des travaux.

L'expérience montre que les procédures standard telles que les travaux de fraisage et de nettoyage, l'application de la couche d'accrochage et des bandes plomb ainsi que la pose du revêtement se planifient bien dans le temps. En revanche, le temps de séchage après le lavage et le temps de rupture de l'émulsion de l'enduit de collage peuvent fortement varier en fonction des températures ambiantes (sol et air), de la vitesse du vent et du point de rosée. De même, la chorégraphie des rouleaux et les mesures à prendre pour le compactage conforme de la « couche de roulement phonoabsorbante » doivent être décidées au cas par cas en fonction de la situation sur le terrain à chaque étape des travaux.

Afin d'atteindre ensemble les objectifs de délais, d'ouvrage ainsi que qualitatifs et financiers, il est recommandé de rechercher les conditions préalables suivantes pour tout projet de pose de «revêtement phonoabsorbant» :

- La saison et la météo doivent permettre la pose conforme du revêtement.
- La pose doit pouvoir se faire à la machine à l'aide de grands finisseurs et du matériel de compactage correspondant.
- Le support, la géométrie, la structure et la longueur des tranches de travaux doivent permettre une pose conforme du revêtement dans le créneau de temps disponible.
- L'équipe de pose, l'entreprise et tous les autres acteurs impliqués dans le projet doivent travailler en équipe avec le savoir-faire requis et dans la confiance réciproque, d'une manière orientée vers les résultats, et se soutenir mutuellement.
- L'expérience, la motivation et le travail d'équipe sont la base de la réussite conjointe du projet.



AGENDA

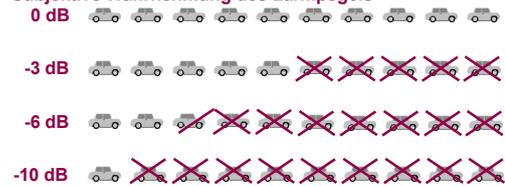
1. Definition „Lärmindernde Deckschichten“
2. Allgemeine Herausforderungen
3. Einbau: technische und organisatorische Herausforderungen
4. Fazit / Erfahrungen

DEFINITION „LÄRMMINDERNDE DECKSCHICHTEN“

GRUNDLAGEN

- **Lärmindernde Deckschichten** müssen einen Anfangs-Lärmpegel aufweisen, welcher um mind. 3 dBA unter dem Referenzbasiswert liegt
- Eine Deckschicht gilt solange als „lärmindernd“, als deren Wert um mind. 1 dBA unter dem Referenzbasiswert liegt
- Die **akustische Gebrauchsdauer** ist abhängig vom Selbstreinigungseffekt durch den Verkehr und meist kürzer als die verkehrstechnische Gebrauchsdauer
- **Belagssorten:**
 - SDA** Semidichter Asphalt
Unterteilung in Kategorien der Lärminderung:
Kategorie I: nach Einbau - 3 dBA
Kategorie II: nach Einbau - 6 dBA
 - PA** Offenporiger Asphalt

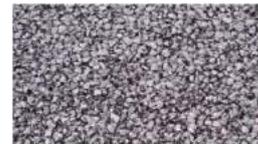
Subjektive Wahrnehmung des Lärmpegels



DEFINITION „LÄRMMINDERNDE DECKSCHICHTEN“

FAKTOREN DER LÄRMMINDERUNG BEI BITUMINÖSEN BELÄGEN

- Grösstkorn je kleiner, je besser (SDA 4, SDA 8)
- Hohlraumgehalt je grösser, je besser (Sicherstellung kommunizierende Hohlräume zur besseren Schallabsorption)
- Bindemittel Polymermodifizierte Bitumen PmB (hohe Klebkraft, thermischer Widerstand gegen Wärme, elastische Eigenschaften gegen mechanische Beanspruchungen); je steifer der Mastix, je besser
- Gesteinskörnungen Verwendung von polierresistenten Zuschlagstoffen (PSV \geq 52) empfohlen
- Ebenheit Übergänge, Schächte, Strukturmarkierungen, Arbeitsfugen, Flickstellen erhöhen den Lärmpegel
- Belagseinbau Anfangstextur wird durch die Wahl der Walzen beeinflusst



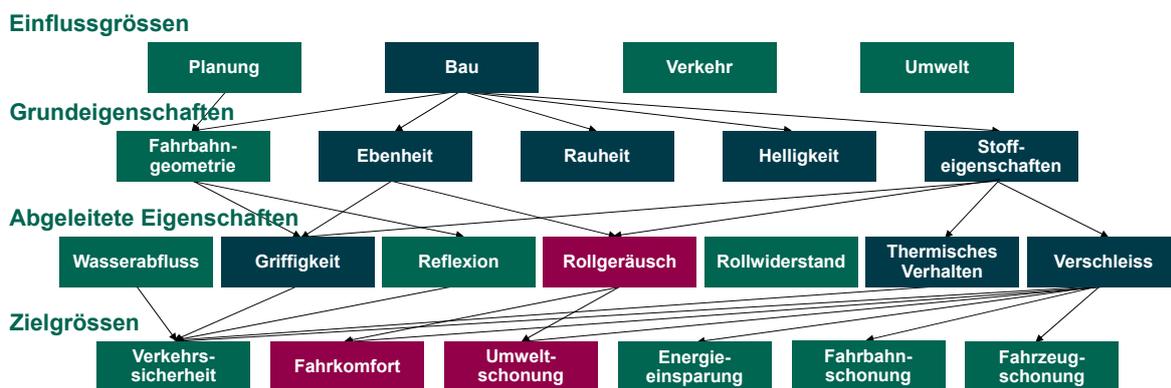
DEFINITION „LÄRMMINDERNDE DECKSCHICHTEN“

EINSATZBEREICH VON „LÄRMMINDERNDEN DECKSCHICHTEN“

- Streckenlänge > 200 m
 - Kurvenradien > 50 m
 - Problematisch bei hohem Schwerverkehrsaufkommen und engen Kurvenradien (Kreuzungen, hohe Scherkräfte)
 - Topografie: geringe Längsgefälle, CH-Mittelland (eher tiefere Höhenlagen)
 - Geschwindigkeit > 30 km/h
 - Bei Überschreitung der Immissionsgrenzwerte
 - Lebensdauer in Abhängigkeit Belagstyp und Beanspruchung
- ⇒ **Lärmindernde Deckschichten: Kompromiss zwischen Lärmreduktion und Nutzungsdauer**

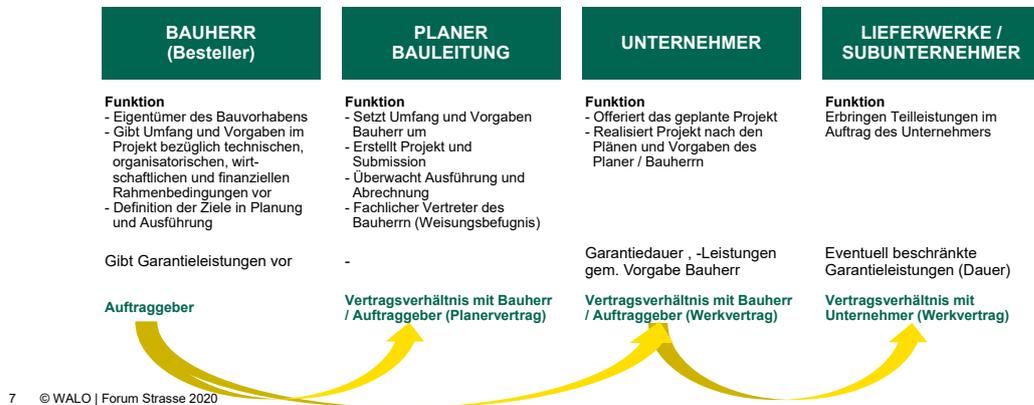
ALLGEMEINE HERAUSFORDERUNGEN

EINWIRKUNGEN AUF DEN ASPHALT



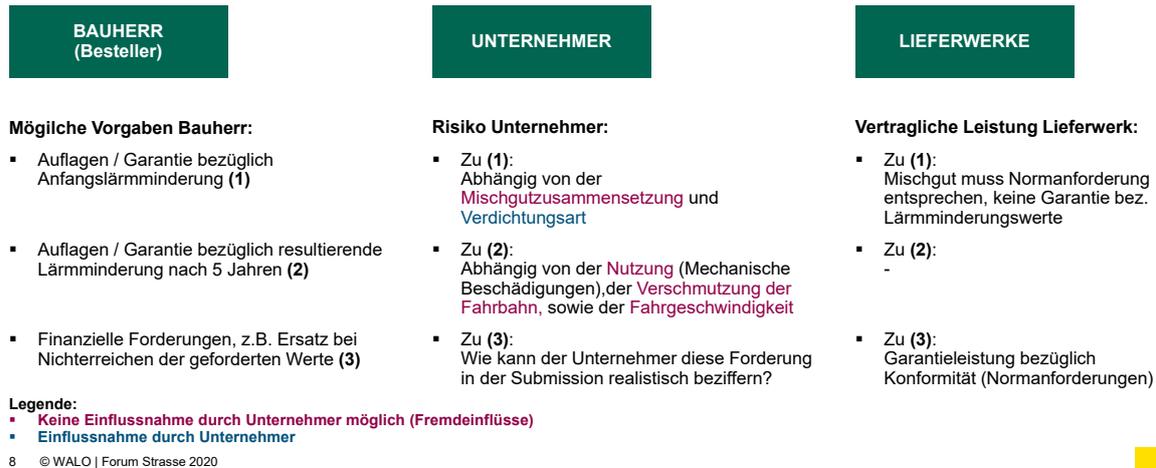
ALLGEMEINE HERAUSFORDERUNGEN

INTERESSENTENGRUPPEN



ALLGEMEINE HERAUSFORDERUNGEN

RISIKEN DES UNTERNEHMERS



HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

AUFGABEN DES UNTERNEHMERS IM BELAGSEINBAU

- Führung / Koordination Subunternehmer
 - Installationsflächen / Signalisation
 - Belagsfräsarbeiten, -Abfahren
 - Reinigung (Trocken / Nass)
 - Voranstrich (Emulsion, SAMI), Fugen
 - Einbauten (Schachtabdeckungen neu setzen / ziehen)
 - Einbauüberwachung durch Baustofflabor, Qualitätskontrolle
- Einbaugruppe
 - Personal (eingespielte Einbaugruppe)
 - Inventar
- Logistik
 - Belagswerk (ev. Reserveanlage)
 - Transporte (Route, Stauanfälligkeit, Berücksichtigung Ruhezeitverordnung)



9 © WALO | Forum Strasse 2020

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

AUFGABEN DES UNTERNEHMERS IM BELAGSEINBAU

- Qualitätskontrolle
 - Überwachung Einbau (Mischgut, Schichtstärke, Ebenheit, Fugen, Verdichtung)
 - Probenahmen
- Diverses
 - Bewilligungen (Nachtarbeit, Lärm, Transporte)
 - Alternativplanung bei witterungsbedingten Verschiebungen (Niederschläge, Temperatur)
 - Unvorhergesehenes: z.B. Vorflicken Untergrund, Geräteausfälle



10 © WALO | Forum Strasse 2020

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

BELAGSAUFBEREITUNGSANLAGE

- Mischgutproduzenten in der Schweiz sind meist Beteiligungsgesellschaften
- Angebotsportfolio umfasst genormtes Belagssortiment (Zertifizierung / WPK)
- Nicht normierte Beläge / Spezialbeläge meist nicht / nur beschränkt im Angebot

Trend / Entwicklung

Beteiligung Mischanlagen an Forschungsprojekten

- Lärmarme Beläge SDA 8-12 und SDA 4-16
 - Optimierung der strukturellen Lebensdauer
 - Einschränkung Bandbreite Siebkurve im Bereich Füller und Sand zur Optimierung der lärmindernden Eigenschaften
 - Verwendung von alternativen Bindemitteln und Zusätzen



HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

UNTERLAGE UND EBENHEIT FÜR LÄRMMINDERNDE DECKSCHICHTEN

NEUBAUPROJEKT

- Ebenheit ⇒ Abnahmewerte möglichst analog Deckschichten von Hauptverkehrsstrassen HLS

SANIERUNG DECKSCHICHT

- Herausforderungen Fräsarbeiten:
 - Stärke der zu fräsenden Deckschicht?
 - Umfang allfälliger Vorflückarbeiten:
 - Beurteilung Zustand der Fräsfläche bezüglich....
 - Risse ⇒ Sanierung der Risse, ev. Asphaltarmierung applizieren
 - Strukturelle Schäden ⇒ Partieller Ersatz Binder- oder Tragschicht
 - Ebenheit ⇒ Unregelmässigkeiten durch Feinfräsen oder andere geeignete Massnahmen ausgleichen
 - ⇒ Abnahmewerte analog Deckschichten von Hauptverkehrsstrassen HLS



⇒ Einbaubedingung: saubere, gleichmässige Oberfläche

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

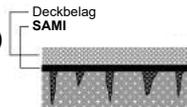
VORBEREITUNG UNTERLAGE

REINIGUNG

- Trockenreinigung der Fräsfläche
- Nassreinigung der Oberfläche zur Gewährleistung eines optimalen Schichtenverbunds

VORANSTRICH / HAFTVERMITTLER

- Haftkleber: PmB-Emulsion, resultierendes Bindemittel ca. 150 – 200 g/m²
- SAMI (Stress Absorbing Membran Inlayer) abdichtend, rissüberbrückend, baut Horizontalkräfte weitgehend ab



⇒ **Trocknungszeit nach Nassreinigung im terminlichen Ablauf berücksichtigen!**

13 © WALO | Forum Strasse 2020



Reinigungsfahrzeug für Trocken- und Nassreinigung, inkl. Heckabsaugbalken

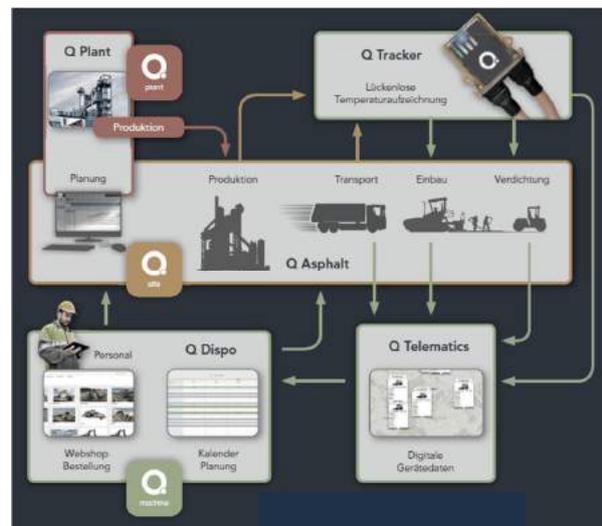


Spritzfahrzeug für Emulsion und Heisspritzbindemittel

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

MISCHGUT / TRANSPORT

- Temperatur Temperatur des Mischguts soll möglichst hoch sein (Zeitfenster Verdichtung)
- Transport Antransport des Mischguts in Thermomulden
- Baustellenautomatisation
 - Moderne Systeme helfen in der Planung und Ausführung
 - Vernetzung Produzent, Transporteur, Unternehmer ⇒ Qualitätssicherung



14 © WALO | Forum Strasse 2020

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

MASCHINELLER EINBAU MISCHGUT

- Belageinbau erfolgt maschinell mit Grossfertigern, in möglichst grossen Etappen
- Belageinbau hat aus qualitativen Gründen gegenüber dem Individualverkehr Vorrang (Vollsperrung)
- Spezifische Bohleneinstellung hinsichtlich Belagstyp, Einbaustärke und Einbaugeschwindigkeit
- Konstante Einbaugeschwindigkeit (Ebenheit), Abstimmung auf Lieferkapazität Mischanlage / örtliche Einbauverhältnisse

Empfehlungen für Einbaugeschwindigkeit und Einstellung der Bohlenverdichtungselemente

Einbauschicht	Schichtstärke [mm]	Einbaugeschwindigkeit [m / Min.]	Stamper [U / Min.] (Tamperleiste)	Vibration [U / Min.]	Hochverdichtung [bar] (Pressleiste)
Deckbelag	30 - 40	> 4 (2 - 8)	600 - 900	1'000 - 1'800	1 - 2
Binderschicht	60 - 80	4 - 8 (2 - 8)	900 - 1'200	2'400 - 2'800	≤ 8
Tragschicht	≤ 100	2 - 5	1'100 - 1'300	2'400 - 2'800	≤ 10
	> 100	2 - 5	≤ 1'500		

15 © WALO | Forum Strasse 2020



HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

MASCHINELLER EINBAU MISCHGUT

- In Abhängigkeit der Etappengrösse ist der Einsatz eines Belagsbeschickers zu überprüfen
- Handeinbauten sind durch geschickte Einbauplanung zu vermeiden
- Arbeitsfugen (Längsfugen) sind durch entsprechenden Fertigereinsatz zu minimieren



16 © WALO | Forum Strasse 2020

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

VERDICHUNG

- Problematik Optimale Verdichtung, Spannweite bezüglich Über- resp. Unterverdichtung ist eng
- Witterungsbedingungen - Bodentemperatur
- Lufttemperatur
- Windgeschwindigkeit
- Verdichtungsgeräte - Moderne Walzen sind High-Tech Maschinen und erfordern entsprechend geschultes Personal
- Anzahl der Verdichtungsgeräte in Abhängigkeit der Einbauleistung berechnen;
- Witterungseinflüsse (Temperatur, Wind),
- Verdichtungszeitfenster
- Verdichtungsart festlegen
- Reservegeräte vorsehen (Auffüllen Berieselungstanks)



17 © WALO | Forum Strasse 2020

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

VERDICHUNG

- Massnahmen Situative Konzeption des Walzenspiels
 - Instruktion Walzenführer auf Einbaubedingungen
 - Verdichtungskontrolle mit Optimierung des Verdichtungskonzeptes (Reihenfolge Walzenspiel, Geschwindigkeit, Einstellung der Walzen)
 - Einbezug der aktuellen Witterung, Temperaturen, Mischgut, Umgebung
 - Verdichtungskontrolle laufend überprüfen
 - Temperaturkontrolle



Troxler-Sonde
Verdichtungsmessung



PDM-Messgerät
Verdichtungs- und
Temperaturmessung

18 © WALO | Forum Strasse 2020

HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

WITTERUNG

Einhaltung der Einbaubedingungen in Abhängigkeit

- Temperatur / Luftfeuchtigkeit
- Windgeschwindigkeit
- Lage der Baustelle

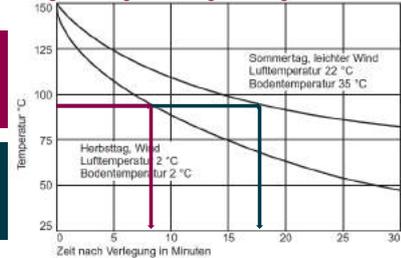
Witterungsbedingungen Deckschichten

- keine Niederschläge
- Temperatur der Unterlage $\geq 15\text{ °C}$

**Herbsttag, windig,
Lufttemperatur 2°C
Bodentemperatur 2°C
Verdichtungszeitfenster: ca. 8 Min.**

**Sommertag, leichter Wind,
Lufttemperatur 22°C
Bodentemperatur 35°C
Verdichtungszeitfenster: ca. 17 Min.**

Entwicklung Auskühlgeschwindigkeit Belag, Stärke 35 mm



HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

SPEZIELLE AUSFÜHRUNGSBEDINGUNGEN

Sanierungen / Deckschichtersatz

- Tages- / Nachtbaustelle mit temporären Sperrungen
- Vorgegebene, knappe Zeitfenster
 - Ausführungsbeginn bis Verkehrsfreigabe
 - Auskühlzeit für Verkehrsfreigabe

Zusätzliche Herausforderungen

- Qualitativ kritische Unterlage / Ebenheit / Flicke
- Trocknungszeit nach Nassreinigung
- Wahl Haftvermittler (SAMI; Trocknung Unterlage)



HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

SPEZIELLE AUSFÜHRUNGSBEDINGUNGEN

Niedertemperaturasphalt

- Einbau „lärmmindernder Deckschichten“ in Niedertemperatur-Asphalt (NTA-Mischgut) möglich, der Verdichtung ist speziell Rechnung zu tragen
- Temperaturreduktion wird mittels Zugabe von Wachsen oder chemischen Additiven erzielt
- Das Schaumbitumenverfahren zur Temperaturreduktion ist bei hohlräumreichen Beläge nicht geeignet



21 © WALO | Forum Strasse 2020



HERAUSFORDERUNGEN EINBAU

TERMINLICHE HERAUSFORDERUNGEN

Arbeitsprozesse	Termin Dauer	Qualität	Organisatorische Vorkehrungen	Witterung Temperatur	Ebenheit	Lebensdauer
Fräsarbeiten						
Trocken-/Nassreinigung						
Trocknungszeit nach Nassreinigung						
Sanierungsmassnahmen Oberfläche						
Fugenbehandlung						
Haftvermittler						
Belageinbau						
Verdichtung						
Auskühlzeit						

Keine Relevanz
 Kleine Relevanz
 Mittlere Relevanz
 Hohe Relevanz
 Sehr hohe Relevanz

22 © WALO | Forum Strasse 2020



FAZIT / ERFAHRUNGEN

KÖNNEN DIE ANFORDERUNGEN ERFÜLLT WERDEN?

JA, unter der Voraussetzung dass...

- Jahreszeit und Witterung einen konformen Belageinbau zulassen
- der Einbau mit Grossfertigern erfolgen kann
- Unterlage, Geometrie, Aufbau, Vorgaben und Etappengrösse einen konformen Belageinbau ermöglichen
- das Einbauteam und alle weiteren involvierten Akteure als Team mit entsprechendem Know-How und Vertrauen zielorientiert zusammen arbeiten und sich gegenseitig unterstützen

⇒ **Erfahrung, Motivation und Teamwork ist die Basis für den gemeinsamen Erfolg**



**VIELEN DANK
FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT**

Jürg Siegenthaler

T +41 33 657 87 00
M +41 79 345 22 77

juerg.siegenthaler@walo.ch
walo.ch





Erik Bühlmann

Dipl. phil. nat. Geograf, MBA, Grolimund + Partner, Bern

Erik Bühlmann

«Wirkungsanalysen Unterstützung des Bauherrn durch neueste Technologie»

Die vermehrt in der Schweiz in Ausschreibungen verlangten semi-dichten Asphalte SDA bieten die Möglichkeit Deckschichten lärmmindernd auszuführen und somit als effektive Lärmschutzmassnahme an der Quelle zu dienen. Um die Lärmpegel unterhalb zulässiger Grenzwerte bringen zu können, müssen durch die leisen Strassenbeläge jedoch gewisse akustische Langzeitwirkungen garantiert werden können. In der Schweiz wurde deshalb eine VSS-Norm für die Herstellung von lärmarmen SDA erarbeitet. Obwohl diese Norm den erfolgreichen Einbau von leisen Strassenbelägen garantieren soll, variiert deren akustische Wirkung in der Praxis stark. Aus Sicht des Lärmschutzes sind solche starken Streuungen der erreichten Lärminderung unannehmbar, weil diese zu inakzeptablen Planungs- und Kostenunsicherheiten führen. Im Vortrag werden eine Reihe von Messverfahren und Wirkungsanalysen vorgestellt, mit welchen die Ursachen für ein gutes bzw. ungenügendes Abschneiden eines Strassenbelages in Bezug auf die Lärminderung bestimmt werden können. Es wird zudem aufgezeigt, wie aufgrund bestehender Praxiseinbauten eine Optimierung der Rezepturen herbeigeführt werden konnte. Der Erfahrungsschatz von über 2'000 Messungen auf fast 1'000 leisen Strassenbelägen in der Schweiz erlaubt es zudem, weitere Verbesserungen im Prozess der Herstellung und des Einbaus von leisen Strassenbelägen zu erreichen. Der Lernprozess und die erreichten Verbesserungen stellen wichtige Schritte zur Erreichung des Fernziels, leise Strassenbeläge als zuverlässige und effektive Lärmschutzmassnahme an der Quelle zu etablieren, dar. Neu entsteht auch die Möglichkeit durch gezielte Unterhaltsmassnahmen eine weitere Erhöhung der Lebensdauer von SDA zu erreichen, womit ein sparsamer Umgang mit finanziellen Mitteln und Ressourcen sichergestellt wird.

Erik Bühlmann

«Études d'impact et soutien au maître d'ouvrage par de nouvelles technologies»

En Suisse, les appels d'offres prescrivent de plus en plus fréquemment des enrobés bitumineux semi-denses (SDA pour semi-dense asphalt) qui permettent de réaliser des couches de roulement phonoabsorbantes, considérées comme mesure efficace de réduction du bruit à la source. En vue de baisser les émissions sonores en-dessous d'une valeur-seuil admissible, les revêtements silencieux doivent toutefois pouvoir garantir certains effets acoustiques à long terme. Dans ce cadre, l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) a élaboré une norme pour la réalisation de revêtements phonoabsorbants en asphalte semi-dense. Bien que cette norme ait vocation à garantir la bonne mise en œuvre de revêtements routiers silencieux, les effets acoustiques de ces revêtements varient fortement sur le terrain. D'un point de vue de la protection antibruit, les variations aussi fortes de l'atténuation sonore réelle obtenue ne sont pas tolérables, vu les risques inacceptables qu'elles entraînent, autant en planification que sur le plan des coûts. L'exposé présentera une série de méthodes de mesure et d'analyses d'efficacité permettant de déterminer les causes de la bonne ou moins bonne performance acoustique d'un revêtement. Il montrera également un projet d'optimisation des formulations sur la base d'ouvrages déjà posés. Le trésor d'expérience, riche de plus de 2 000 mesures prises sur près de 1 000 revêtements phonoabsorbants en Suisse, permet en outre de définir des améliorations supplémentaires à apporter au processus de fabrication et de pose de revêtements routiers à bruit réduit. Cette étude, ses apprentissages et les améliorations obtenues représentent des étapes importantes vers l'objectif ultime : établir les revêtements phonoabsorbants comme mesure antibruit fiable et efficace à la source. L'exposé identifie également des possibilités de rallonger la durée de vie de l'asphalte semi-dense par des travaux d'entretien ciblés, et ainsi de ménager les ressources financières et matérielles.

Grolimund + Partner AG
Bern, Aarau, Zürich, Deitingen, Neuchâtel



Leise Strassenbeläge - Wirkungsanalyse Unterstützung des BH durch neueste Technologie

19. März 2020, Forum Strasse

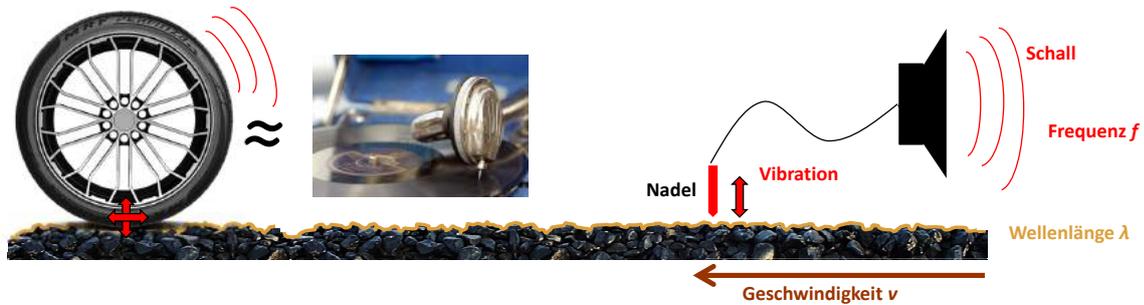
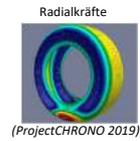
Das Plus für Mensch und Umwelt



Wie leise Strassenbeläge wirken

Wirkungsweise ...bezüglich Vibrationsschall:

- Vergleichbar mit Schallerzeugung Plattenspieler
- Schallfrequenz: $f = v / \lambda$
 → Schallentstehung: tiefer bis mittlerer Frequenzbereich

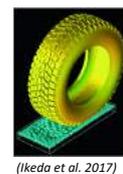


Optimierungsziel 1: feine Oberflächentextur → minimiert Vibrationsschall

3

Wirkungsweise ...bezüglich Luftströmungsschall:

- Einsaugen / Wegpressen von Luft in Kontaktzone erzeugt Luftströmungsschall
 → Schallentstehung: mittlerer bis hoher Frequenzbereich



Optimierungsziel 2: Rauheit & Hohlräume → minimiert Luftströmungsschall

4

Wirkungsweise ...bezüglich Schallabsorption:

- Hohlraumstrukturen absorbieren den Schall
- Reduzieren den **Horneffekt**
→ *Schallabsorptionseffekt: mittlerer Frequenzbereich*



Optimierungsziel 3: optimale Schallabsorptionseigenschaften

5

Leise Strassenbeläge beurteilen, analysieren und optimieren

Die akustischen Qualität beurteilen...

...mit dem Messverfahren CPX für eine flächendeckende Erhebung

Messsystem

Messprinzip

Ergebnis

Das Optimierungspotential ermitteln...

...mit akustischen Wirkungsanalysen von G+P

Messungen

- Absorption
- Luftströmungswiderstand
- Textur
- CPX

Modellierung

Modell
speron

Rollgeräuschspektren

Gewichtung

Wirkungsanalysen

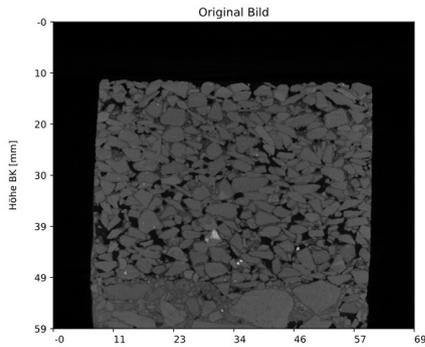
- Schallentstehungsmechanismen
- Schallabsorption

In die Deckschicht hineinschauen...

...mit AVCA (Acoustic Void Content Analysis) von G+P

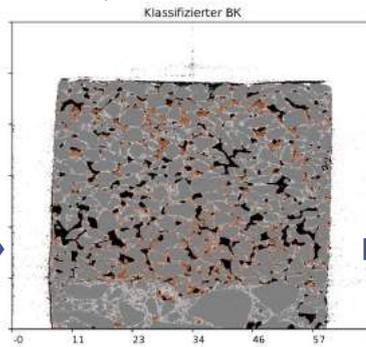
Messverfahren

CT-Scans Bohrkern

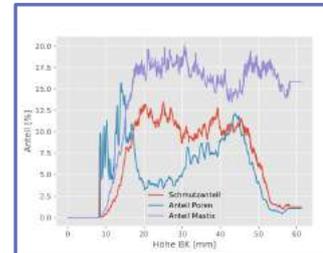


Analysen

Bildklassifizierungsalgorithmen;
Pfadanalysen (Hohlräume)



Ergebnisse

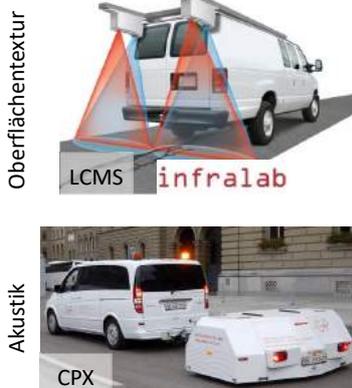


- Quantifizierung:
- Schmutzeintrag
 - akustisch wirksame Hohlräume

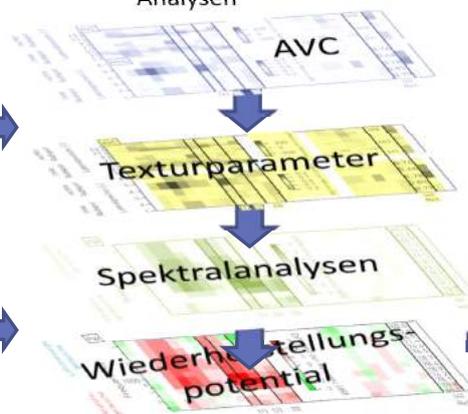
Unterhaltmassnahmen kosteneffizient einsetzen...

...mit FAME Forecasting of Acoustic Maintenance Effectivity von G+P & Infralab

Messverfahren



Analysen



Ergebnisse

- Wirkung Unterhaltmassnahmen bestimmen (Abhängig von Zustand/Typ)
- Kosten/Nutzenanalyse

- Prognose:
- Wirkung Unterhaltmassnahme
 - Kosten/Nutzen im Vergl. zu Deckschichtersatz

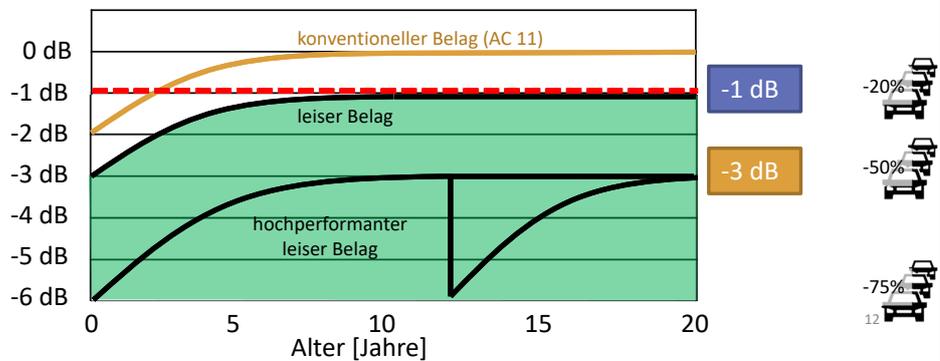
Erfahrungen mit leisen Strassenbelägen in der Schweiz

Leise Strassenbeläge – Wirkungsanalysen – Unterstützung des Bauherrn durch neueste Technologie

Was wir von einem leisen Strassenbelag erwarten



“Ein leiser Belag muss die Lärmemissionen im Vergleich zu einem konventionellen Belag während seiner gesamten Lebensdauer **deutlich** reduzieren.”



Welche Beläge kommen zur Anwendung

Poröse Asphalte	Semidichte Asphalte (SDA)		Texturoptimierte
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Wasserdurchlässig ✓ Hohlraumgehalt >18% <p>PA</p> <p>nur bei ≥ 80 km/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Wasserundurchlässig, aber von Oberfläche zugängliche Poren ✓ Hohlraumgehalt 8-18% <p>SDA 4 (max. Korngrösse 4 mm)</p> <p>nur innerorts</p>	<p>SDA 8 (max. Korngrösse 8 mm)</p> <p>alle Strassentypen</p>	<p>diverse</p> <p>alle Strassentypen</p>
<p>Lärmreduktion</p> <p>-3 dB</p>		<p>Lebensdauer</p> <p>-1 dB</p>	
<p>Fokus der Forschung in der Schweiz</p>			

Erfahrungen mit leisen Strassenbelägen



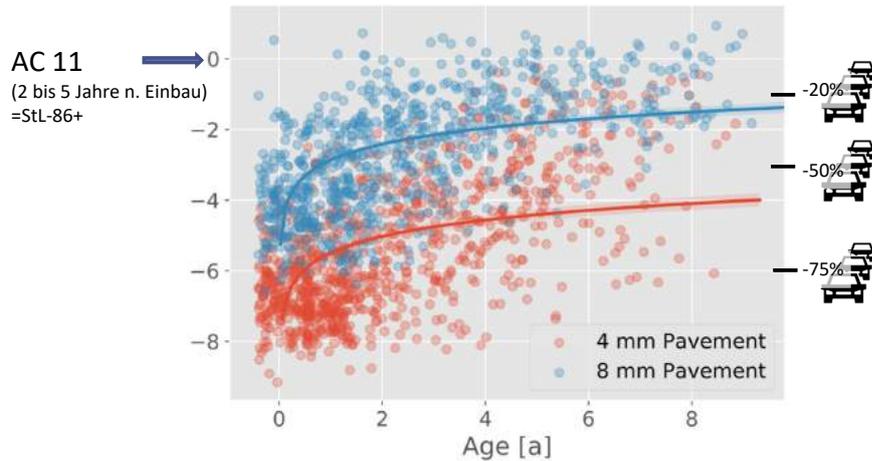
... gemessen durch G+P seit 2008



- 924 lärmarmen Beläge
- > 2000 Messungen
- > 20'000 km Messfahrten in

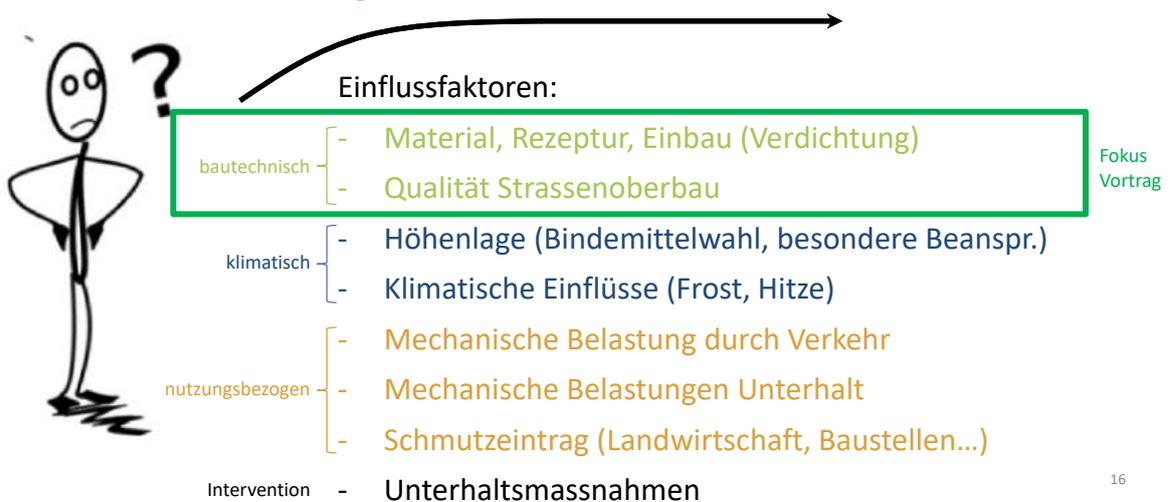
Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein
 Prüfamf für Verkehrswegebau
 Baumbachstrasse 7, 81245 München
 Email: stephan.freudenstein@tum.de | Tel.: 089/289 27022

Erfahrungen mit lärmarmen Belägen



Weitere Steigerung Langzeitwirkung d. Optimierung Herstellung, Einbau etc. möglich

Akustisches Alterungsverhalten



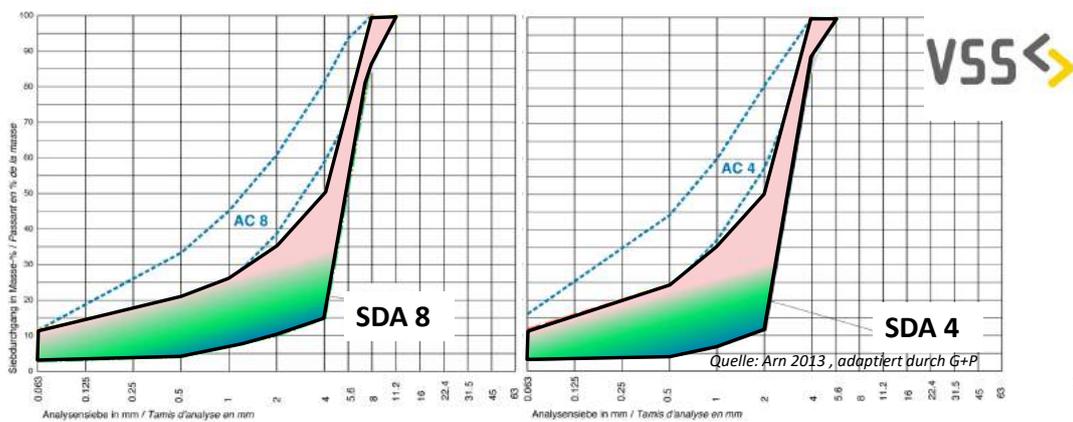
Bautechnisches Optimierungspotential SDA

Ergebnisse aus Forschungsprojekt akustische Ausführungsbestimmungen SDA (2017)

Leise Strassenbeläge – Wirkungsanalysen – Unterstützung des Bauherrn durch neueste Technologie

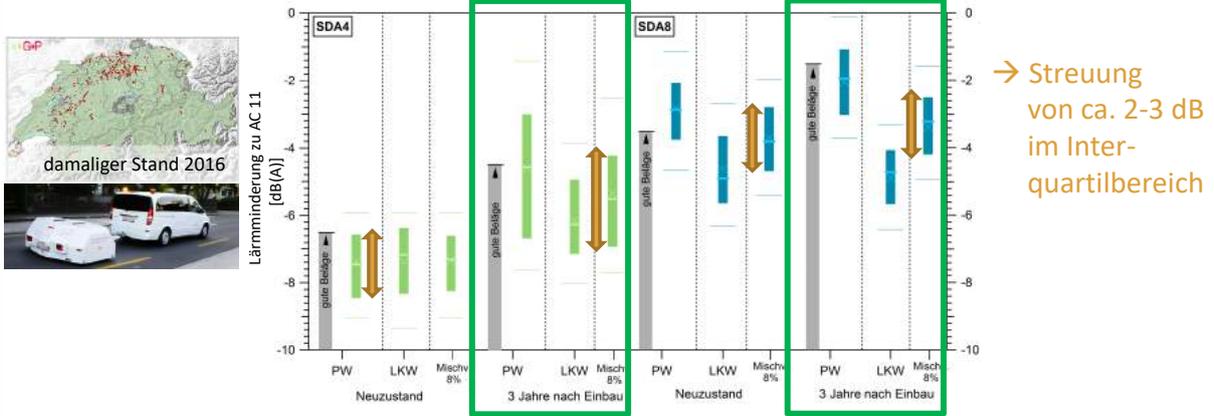
Aktuelle Norm VSS für semi-dichte Asphalte

- Für nationales Forschungsprojekt 2011-2015 testen grosse Bandbreite an SDA Rezepturen angestrebt: von praktisch **dicht** über **semi-dicht** zu **porös**



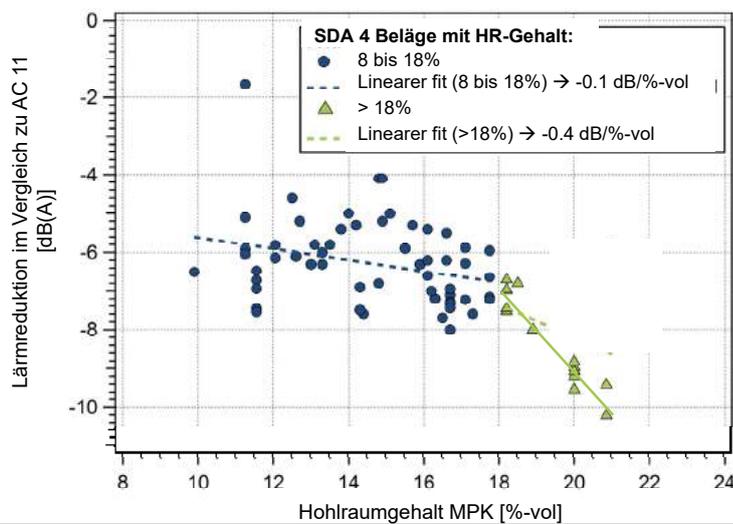
Erfahrungen 2016 aus praktischer Anwendung Norm

- Grosse Streuung der akustischen Leistung festgestellt



Grosse Streuung im Lärmschutz nicht annehmbar (Planungs- & Kostenunsicherheit)

Was semi-dichte Asphalte von PA unterscheidet!



Multivariate Analysen zur Bestimmung Einflussgrößen

Mischgutparameter	Materialparameter	Einbauparameter
Ausfüllungsgrad *	Wasserempfindlichkeit	Hohlraumgehalt (BK) *
Bindemittelanteil	Bindemittelart	Rohdichte (BK) *
Fließwert *	Füllertyp	Schichtdicke *
Hohlraumgehalt (MPK) *	Gesteinsherkunft	Verdichtungsgrad
Raumdichte (MPK) *		Luftfeuchte
Rohdichte (Mischgut) *		Windgeschwindigkeit *
Sieb 0.063 mm (Füller) *		Lufttemperatur *
Sieb 0.5 mm		Steigung
Sieb 2 mm (Sand) *		Bauunternehmung
Sieb 4 mm		
Sieb 8 mm		
Temperatur Mischgut *		
Fahrzeit *		

hoch signifikante Parameter

* signifikante Parameter

Füller- und Sandanteil erklären über 50% der Varianz der akustischen Wirkung

Wie beeinflussen Feinanteile akustische Langzeitwirkung?

Villnachern, Hauptstrasse, SDA 4-12 (2015)



Weniger Feinanteile

HR MPK 11.9%, HR BK 12.5%

Möhlín, Landstrasse, SDA 4-12 (2015)



Mehr Feinanteile

HR MPK 11.5%, HR BK 13%

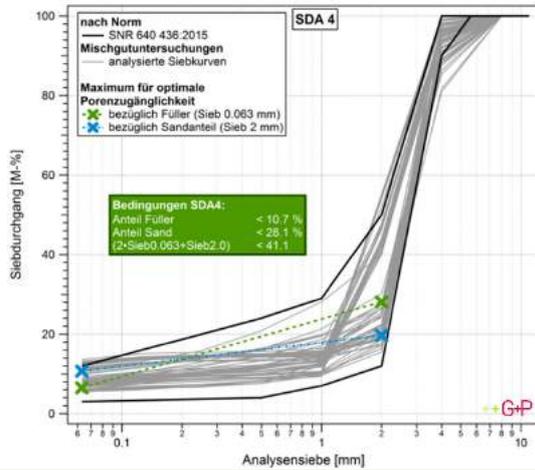
→ Hohlraumgehalt im semi-dichten Bereich nur sekundär

→ Füller und Sand können Zugang zu Hohlräumen dauerhaft blockieren

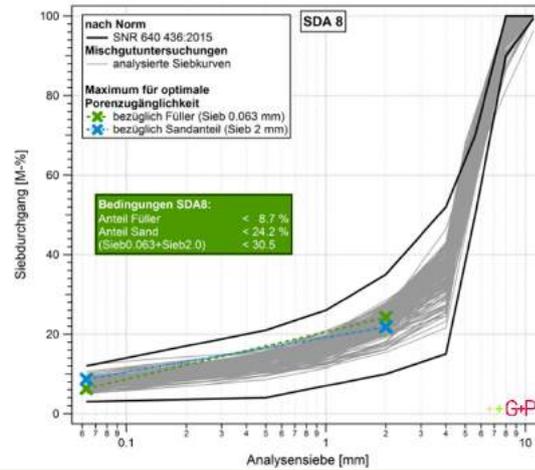
Zugängliche Hohlräume = wichtigste Eigenschaft für akustische Langzeitwirkung

Akustische Ausführungsbestimmungen z.H.

VSBK 3.9



HR MPK mind. ~12%



HR MPK mind. ~13%

Herausforderung: Werks- und Prozessoptimierung



Schlussfolgerungen

- Mess- und Analysemethoden sind vorhanden
 - Wichtigsten Optimierungsparameter für SDA (Feinanteile) sind bekannt → Normpräzisierung VSS SN 640 436 erforderlich
 - Herausforderung bleibt weiterhin beim Material, sowie im Herstellungs- und Einbauprozess
 - Positive und negative Erfahrungen mit leisen Strassenbelägen analysieren und daraus lernen
- Nun braucht es vom Strasseneigentümer eine Strategie, welche die Technologien über ganze Lebensdauer optimal unterstützt



Damien Pilet

Responsable Technique Chaussées, Lyon (F)

Damien Pilet

«Stand der Technik in Frankreich»

Angetrieben durch die Europäische Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EG) und die WHO-Veröffentlichungen über die Gesundheitsbelastungen durch Umgebungslärm (März 2011) werden sich die französischen Straßenbetreiber zunehmend der Auswirkungen des Straßenverkehrslärms auf die Gesundheit der Menschen, die in der Nähe großer Verkehrswege leben, und der dringenden Notwendigkeit, diese zu reduzieren, bewusst. Dass die technischen Möglichkeiten zur Straßenlärmminderung bei den Projekten derzeit nur wenig Berücksichtigung finden, ist meist dem Mangel an Wissen und Erfahrung seitens der Planer und dem Fehlen von Empfehlungen seitens der Behörden geschuldet. Um eine größere Verbreitung der von den Unternehmen vorgeschlagenen technischen Lösungen zu fördern, wird derzeit von der IDRRIM ein Empfehlungsleitfaden mit dem Titel *Bruit de Roulement (Rolllärm)* erarbeitet, der bis Ende 2020 veröffentlicht werden soll.

In Erwartung dieses Leitfadens werden wir bei diesem Vortrag zunächst die Wahrnehmung des Lärmproblems durch die Bauherren erörtern und anschließend die in Frankreich verwendeten Charakterisierungsmethoden vorstellen, bevor wir mit einem Überblick über die von den Straßenbauunternehmen vorgeschlagenen Techniken zur Reduzierung des Rolllärms enden. Dabei werden wir insbesondere auf die lärm-mindernden Eigenschaften eingehen und deren Dauerhaftigkeit über die Zeit verfolgen.

Damien Pilet

«Etat de la technique en France»

Portées par la directive européenne dite Bruit (2002/49/CE) et les parutions de l'OMS sur la charge de morbidité imputable au bruit environnemental (mars 2011), les gestionnaires routiers français prennent de plus en plus conscience des impacts du bruit routier sur la santé des riverains des grandes infrastructures de transport, et de l'impérieuse nécessité de les réduire. Si les techniques routières de réduction de bruit sont encore peu prises en compte par les maîtres d'ouvrages, c'est le plus souvent en raison de l'absence de maîtrise des concepteurs, et de l'absence de recommandations réglementaires. De manière à encourager plus largement la diffusion des solutions techniques proposées par les entreprises, un guide de recommandations intitulé Bruit de Roulement, édité par l'IDRRIM, est en cours de rédaction pour une parution espérée d'ici la fin 2020.

Dans l'attente de ce document, nous exposons dans cette présentation la perception des maîtres d'ouvrage sur la problématique du bruit, puis présenterons les méthodes de caractérisation retenues en France avant de terminer par un panorama des techniques de diminution du bruit de roulement proposées par les entreprises routières. Nous nous attacherons à mettre en évidence les performances de réduction du bruit avec une approche sur la durabilité de ces performances dans le temps.



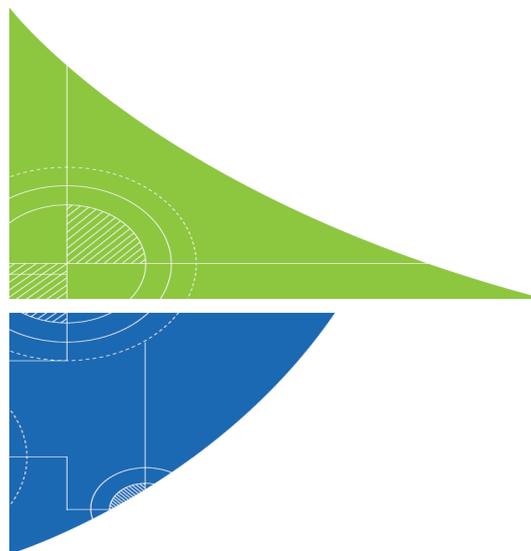
Revêtements routiers peu bruyants - Etat de l'art en France -

Damien PILET – Responsable Technique Chaussées
GINGER CEBTP – d.pilet@groupeginger.com

INGÉNIERIE DES SOLS, DES MATÉRIAUX ET DES OUVRAGES

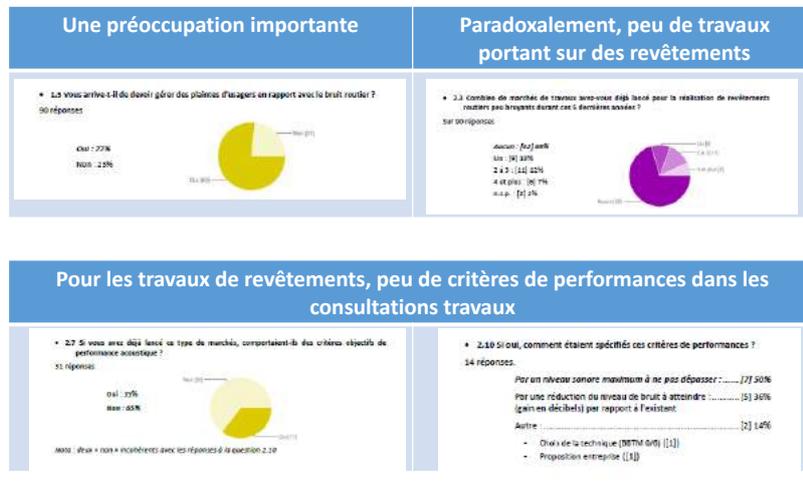
Sommaire de la présentation

- ✓ Les pratiques
- ✓ Le contexte normatif français
- ✓ Les acteurs
- ✓ Les mesures
- ✓ La base de données française
- ✓ Les différents produits



Les pratiques

- Enquête IDRRIM 2013 sur le critère bruit dans les marchés d'entretien ou de construction



Les pratiques

- En cause
 - Ecran acoustique : premier moyen de lutte contre le bruit routier
 - Enrobés :
 - Moyens de contrôles peu connus
 - Pas de spécifications normatives
 - Gestion des non-conformités qui fait peur
 - Peu de retours sur l'affaiblissement des performances dans le temps

Les pratiques

- Mais cela change :
 - Pression des riverains de plus en plus forte
 - Cout des solutions traditionnelles élevées
 - Impacts sur la santé

- Obligations règlementaires :
 - Prise en compte du bruit lors de la création de nouvelles infrastructures
 - Prise en compte du bruit lors de la création de nouveaux bâtiments le long d'infrastructures bruyantes
 - Etablissement de Cartes Stratégiques du Bruit et de Plans de Prévention du bruit et de l'Environnement (directive européenne 2002/49/CE)

Les pratiques

- L'Etat montre l'exemple : Plan de résorption des points noirs de bruit par l'Etat sur son réseau par la mise en œuvre d'enrobés phoniques
- La profession sort un guide d'Etat de l'art et de recommandations à destination des maîtres d'ouvrages pour la réduction du bruit de roulement (mai 2020)



Source : Le Parisien



Guide IDRRIM, mai 2020

Contexte normatif français

- Les produits :
 - Leurs caractéristiques phoniques : 3 catégories – LA_{max} VI à 90 km/h
- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| Revêtements peu bruyants R1 | < 76 dBa |
| Revêtements intermédiaires R2 | entre 76 et 79 dBa |
| Revêtements bruyants R3 | > 79 dBa |
- Leurs compositions : non normées, à l'exception des revêtements normés ayant des propriétés phoniques (ex. Béton Bitumineux Drainant)
 - La conception :
 - Aucune norme sur les prescriptions liées au bruit
 - Un guide de recommandations tout récent (mai 2020)



Les acteurs

- L'IDRRIM (L'institut Des Routes, Rues, Infrastructures pour la Mobilité)
Association regroupant les différents syndicats interprofessionnels des travaux publics, les maîtres d'ouvrage et l'ingénierie
- GNCDS (Groupe National Caractéristiques De Surfaces des chaussées) -> sous groupe bruit de roulement
- Acteurs reconnus sur la connaissance du bruit routier (exemple : Association Bruitparif – observatoire du bruit en Ile de France)

Les mesures

- Deux méthodes de mesure complémentaires :
 - Méthode de mesure au passage VI (véhicule isolé) (ISO 11819-1)
VL à 90km/h
TR à 80 km/h

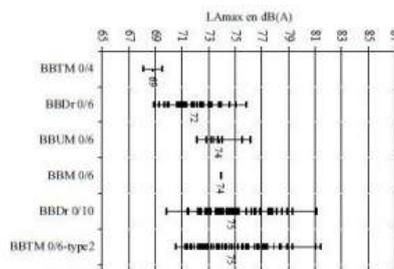


- Mesure en champ proche (ISO 11819-2)



Base de données française

- Existence d'une base de données permettant de comparer l'enveloppe des performances des différents produits. Fort recul sur les résultats pour les mesures au passage (1200 mesures)
 - Exemple pour des mesures au passage VI pour des VL



Source : BruitParif

Les différents produits

- Normalisés :
 - BBDr 0/6 ou 0/10 (Béton Bitumineux Drainant)
 - BBTM 0/6 ou 0/10 (Béton Bitumineux Très Mince)
 - Autre : BBM 0/10 (Béton Bitumineux Mince)
 - (pas de SMA, ni d'enrobés poro-élastiques, ni de béton bicouche, ni de drainant bicouche)
- Les produits d'entreprise non normalisés
 - BBM 0/6 ou BBTM 0/6 optimisés (formules « micro » / « rugo »)
 - BBTM 0/4 optimisés (formules « nano »)

Les produits normalisés

- BBTM 2 0/6 (NF EN 13108-2)



Texture



Exemple de courbe granulométrique

Source CEBTP

- Performances :
 - Jeune âge (- de 3ans) : $L_{A\max}$ VI moyen de 73 dB A (99 mesures à 90km/h VI – base nationale)
 - Durabilité : + 0.8 dB/an moyen entre 2 et 9 ans (5 planches – base nationale)

Les produits normalisés

- BBDr 0/10 (NF EN 13108-7)



Texture

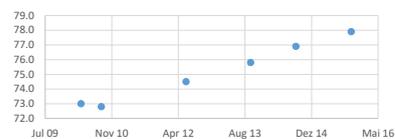
Exemple de courbe granulométrique
Source CEBTP

- Performances :

- Jeune âge (- de 3ans) : L_{Amax} VI moyen de 73.5 dB A (52 mesures à 90km/h VI – base nationale)
- Durabilité : + 0.5 dB/an moyen entre 1 et 10 ans (5 planches – base nationale)

Les produits d'entreprise

- Rugosoft (Colas) ~ BBM / BBTM 0/6

Exemple : 5 ans d'évolution de
Lveh VI - VL 90km/h, 20°C

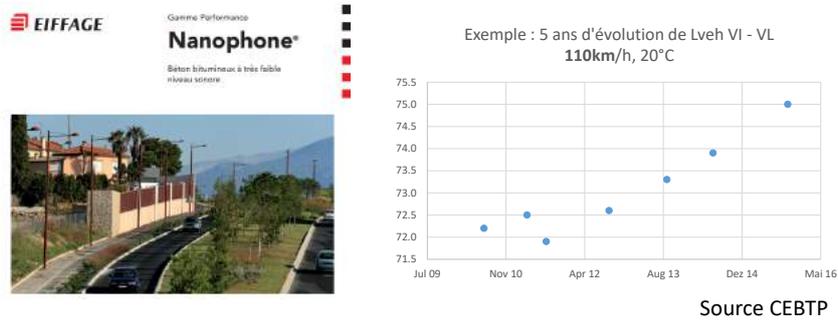
Source CEBTP

- Performances (source Colas) :

Mesures de bruit, in situ	Rugosoft® 0/6 mm	
Mesures en VI, NF EN ISO 118 19-1, à 20°C,	à 90 km/h	70,7 dB(A)
	à 50 km/h	64,8 dB(A)
Mesures en CPX, norme XP 531 145-1,	à 90 km/h	92,0 dB(A)
	à 50 km/h	84,0 dB(A)

Les produits d'entreprise

- Nanophone (Eiffage) ~ BBTM 0/4



- Performances (gamme des BBTM 0/4) :
 - Jeune âge (- de 3ans) : L_Amax moyen de 68 dB A
(4 mesures à 90km/h VI – base nationale)

BONNE ROUTE A TOUS
GUTE FAHRT ALLERSEITS

GINGER
CEBTP
www.groupe-cebtp.com



Hanspeter Gloor

dipl. Ing. FH, Fachspezialist Strassenlärmisierung, Aargau

Hanspeter Gloor

«Erhaltung der akustischen Leistungsfähigkeit»

Im Kanton Aargau wurden bereits im Jahre 2005 lärmarme Beläge eingebaut mit Grösstkorn 8 mm, einen Splittmastix SMA 8 mit 6-10 Vol-%. Kontinuierlich wurde der Hohlraumgehalt erhöht, jetzt mit einem Macrorugueux ACMR 8 jetzt auf 8-12 Vol%. In diesem Hohlraumbereich sind vielversprechende Lärmreduktionen feststellbar. Der Kanton Aargau hat sich im 2012 entschlossen die gemäss der VSS Vornorm 640 436 definierter lärmarmen Belag SDA 4 – 12 als Testbeläge einzubauen. Nach Abschluss der Testphase Ende 2014 konnte nach der überzeugenden Anfangswirkung von -7 Dezibel zum akustisch neutralen Modell der SDA 4 – 12 sowie auf den weniger lärmbelasteten Strecken der SDA 8 -12 als Standardbeläge festgesetzt werden.

Nach 5 Jahren konsequentem Anwenden sind 69 Strecken mit 37 km SDA 4 sowie 38 Strecken mit 28 km SDA 8 eingebaut worden. Mit jährlichen CPX-Lärmmessungen (Rollgeräusch-Messanhänger) wurden alle Beläge monitoriert und der Verlauf der akustischen Wirkung dokumentiert. Die meisten SDA 4-Beläge entwickeln sich erfreulich mit moderatem Abfall der akustischen Leistung, welche idealerweise von -7 Dezibel nach ca. 10 Jahren bis auf -3 Dezibel abnimmt. Bei einigen Belägen nimmt die akustischen Wirkung schneller ab wegen ungünstiger Mischgutverteilung oder stärkerem Schmutzeintrag. Einige 1 bis 3-jährige SDA 4 wurde gezielt mechanisch gereinigt mit 3 verschiedenen Methoden: Sprühbalken, Rotoplast mit einem und mit zwei Übergängen sowie jeweils starkes Saugen des Belages. Mit jeder Methode konnte nur eine minimale akustische Verbesserung von 0.2 bis 0.8 Dezibel erzielt werden. 2019 wurde das Microfräsen auf Testfeldern des ältesten, 7-jährigen SDA 4 mit teilweisen Verlust um 4 Dezibel mit 2 bis 6 mm Abtrag getestet. Bei 2 mm resultierte eine Wirkung von 1.2 Dezibel, bei 4 mm von 2 bis 2.5 Dezibel und bei 6 mm sogar 3 bis 3.5 Dezibel. Diese sehr überzeugende Verbesserung lässt Perspektiven zu für Beläge, welche akustisch schneller gealtert sind und somit nicht vorzeitig ersetzt werden müssen. Die Kosten belaufen sich ungefähr auf 1/3 eines Belagersatzes. Diese Methode funktioniert nur bis zu einer dichten Schmutzfronttiefe von ca. 6 mm, weil die seitlichen Wassersteine einen grössere Frästiefe nicht zulassen.

Bei einem anderen SDA 4 ist der dichte Schmutzeintrag von nassem, siltigem Ton einer angrenzenden Baustellenausfahrt bis in die Tiefe von 25 mm gedrungen. Die oben beschriebene Reinigung hat nur eine marginale Wirkung von 0.5 Dezibel ergeben. Das betroffene Strassenstück wird jährlich detailliert gemessen und dann der vollständige Ersatz des betroffenen Abschnittes in den nächsten Jahren geplant.

Zur akustischen Leistungsfähigkeit gehören weitere Einflüsse wie punktuelle Störungen und Lastwagenverkehr:

Bei einer Ausfahrt eines Logistikcenters mit bis zu 150 Sattelschleppern pro Werktag konnte trotz der der mechanischen Belastung nur unwesentlicher Kornverlust festgestellt werden. Die akustische Leistung auf ca. 20m durch die Torsionskräfte der 3 Lastwagennachsen ist ca. 2 Dezibel tiefer als die gesamte Strecke. Somit kann der SDA 4 – 12 bei Kreuzungen problemlos eingesetzt werden.

Bei Kernfahrbahnen wird für den Langsamverkehr eine abgesetzte Markierungslinie am Strassenrand aufgespritzt. Diese Markierung wird im Aargau wegen der abrupten störenden Pegelveränderung nicht in Struktur sondern in Farbe appliziert.

Weitere Einflüsse von abrupten störenden Pegelveränderungen sind Kontrollschachtdeckel sowie Fahrbahnhaltestellen in Beton. Die Anordnung der Kontrollschachtdeckel kann oft nicht beifusst werden. Im Aargau werden Fahrbahnhaltestellen nur noch mit dem SDA-Belag erstellt. Somit ist auch die Lage des Belagsübergangs zum alten lauten Schwarzbelag nach Möglichkeit mehr als 20 bis 30m vom nächsten Empfangspunkt zu planen.

Mit der konsequenten Verwendung der SDA-Beläge erhalten wir sehr positives Feedback aus der betroffenen Bevölkerung. Deshalb wollen wir konsequent die SDA-Beläge einsetzen.

Hanspeter Gloor

«Maintenance de performances acoustiques»

Dans le canton Aargau, les premiers revêtements phono-absorbants ont été posés dès 2005, à l'époque en utilisant un asphalte « Splittmastix » SMA 8 avec des grains de 8 mm maximum et 6-10% de vides. Depuis, la teneur en vides a été augmentée continuellement, jusqu'à utiliser un enrobé macrorugueux ACMR 8 avec 8-12% de vides. Dans cette plage de densité, on constate des réductions sonores prometteuses. En 2012, le canton Aargau a décidé de faire poser des revêtements tests avec l'asphalte semi-dense phonoabsorbant SDA 4-12, défini par la prénorme VVS 640 436. Après la phase d'essai fin 2014, deux enrobés se sont qualifiés comme standards : la formule SDA 4-12 au vu de sa performance sonore initiale convaincante de -7 décibels par rapport à la version acoustiquement neutre, ainsi que l'enrobé SDA 8-12 sur les routes moins sensibles à la gêne sonore.

Après 5 ans d'application rigoureuse, le SDA 4 est désormais posé sur 69 portions de route représentant un total de 37 km, et le SDA 8 sur 28 km en 38 portions. Tous les revêtements ont été surveillés à l'aide d'études de bruit annuelles en mode CPX (bruit de contact pneu/chaussée mesuré par remorque) documentant l'évolution de l'effet acoustique dans le temps. La plupart des revêtements SDA 4 présentent une dégradation modérée de leur performance acoustique, passant idéalement d'une absorption initiale de -7 décibels à -3 décibels après 10 ans, ce qui est réjouissant. La performance de certains revêtements se dégrade plus vite, en raison d'une répartition désavantageuse de l'enrobé ou d'un encrassement plus marqué. Certains SDA 4 âgés de 1 à 3 ans ont fait l'objet d'un nettoyage mécanique ciblé à l'aide de trois méthodes différentes : lavage à la rampe d'arrosage, ou Rotoplast en un ou deux passages, respectivement suivis par une aspiration puissante. Toutes ces méthodes n'ont permis d'obtenir qu'une amélioration acoustique minimale, située entre 0,2 et 0,8 décibels. En 2019, des tests de microfraisage ont été réalisés sur le revêtement le plus âgé, un SDA 4 de sept ans, avec une réduction atteignant par endroits les -4 décibels après enlèvement de 2 à 6 mm. À 2 mm l'effet était de 1,2 décibel, à 4 mm entre 2 et 2,5 décibels, et à 6 mm on gagnait même entre 3 et 3,5 décibels. Cette amélioration très convaincante ouvre des perspectives pour des revêtements ayant subi un vieillissement acoustique plus rapide, mais qui n'auront ainsi pas besoin d'être remplacés avant l'heure. Les coûts du microfraisage représentent

environ un tiers de ceux d'une réfection. Cette méthode ne fonctionne que jusqu'à une profondeur d'infiltration dense de l'encrassement d'environ 6 mm, puisque les pierres de bordure ne permettent pas de fraiser plus profond.

Sur un autre revêtement SDA 4, une argile silteuse mouillée provenant d'une sortie de chantier voisine s'était infiltrée à une profondeur de 25 mm. Le nettoyage décrit plus haut n'a produit qu'une amélioration marginale de 0,5 décibels. Après les mesures acoustiques annuelles, le remplacement complet du revêtement sur la portion de route concernée a été décidé et programmé pour les années à venir.

La performance acoustique dépend également d'autres facteurs d'influence, tels que les perturbations ponctuelles ou le trafic de poids-lourds : À la sortie d'un centre logistique, empruntée par 150 semi-remorques en jours de pointe, les analyses n'ont révélé qu'une perte granulométrique insignifiante malgré les sollicitations mécaniques importantes. La performance acoustique est amoindrie d'environ 2 décibels sur 20 m par rapport au reste de la portion, suite aux forces de torsion des trois essieux des camions à cet endroit. Ainsi, l'enrobé SDA 4-12 peut s'utiliser sans problème sur les carrefours.

Les chaussées à voie centrale banalisée présentent une ligne de marquage interrompue en bordure pour le trafic ralenti. Dans le canton Aargau, ces marquages ne sont pas appliqués en relief mais uniquement couleur, afin d'éviter les perturbations sonores abruptes.

D'autres sources de variations sonores abruptes ressenties comme perturbantes sont les couvercles de regards ainsi que les arrêts de transports publics sur chaussée en béton. Souvent, le positionnement des couvercles de regards ne peut pas être modifié. Dans l'Aargau, les arrêts sur chaussée sont désormais réalisés en revêtement SDA sans exception. Dans ce contexte, on veille à positionner la jonction avec l'asphalte bruyant en place autant que possible à plus de 20 ou 30 mètres du prochain arrêt.

L'utilisation rigoureuse des revêtements semi-denses SDA nous apporte un retour de commentaires très positif des populations touchées. Une bonne raison pour continuer à utiliser ces revêtements de façon systématique.



DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT

Erhaltung der akustischen Leistungsfähigkeit Lärmarme Beläge

2. September 2020 Forum Strasse Olten



Erhaltung der akustischen Leistungsfähigkeit

Auf unterschiedlichen neu eingebauten Belägen bei 50 km/h

$k_b = 0$ dB

SMA 8 / AC 8



$k_b = -1$ dB

SDA 8



$k_b = -3$ dB

SDA 4

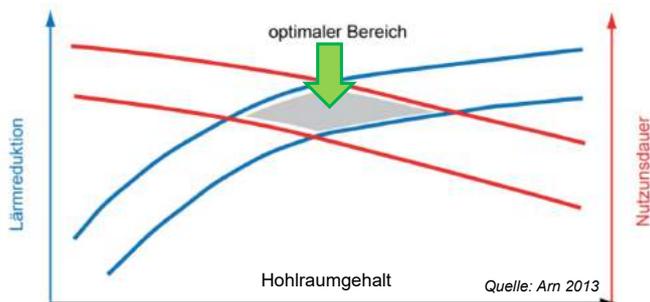


Agenda

- > Strategie
- > Akustische Erfahrungswerte
- > Konzeption der Strassenbeläge
- > Reduktion der akustischen Wirkung
 - > Verschmutzung / Reinigung
 - > Verlängerung der akustischen Wirksamkeit durch Microfräsen
- > Zusammenfassung

Strategie lärmarme Beläge CH

Ziel: Langlebiger lärmarmen Beläge mit grosser Lärmreduktion



Performance

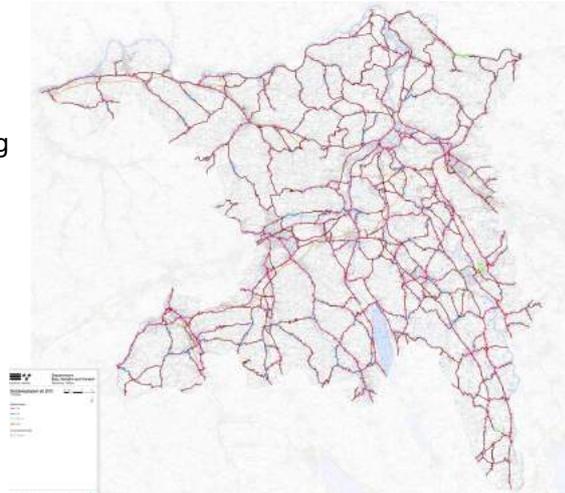
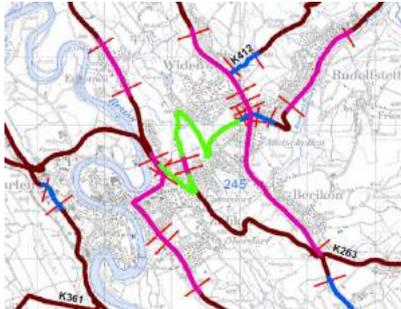
- UN-Eigenprodukte
- Leistung garantiert durch UN

Zusammensetzung

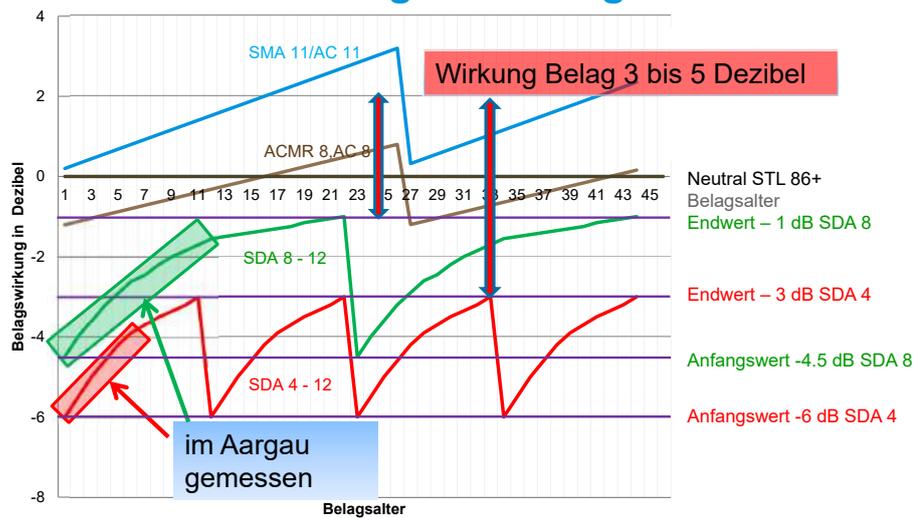
- Normen, VSS Reg Norm 40 436
- Forschungspaket LAB (Bund)

Deckbelagstypen seit 2015

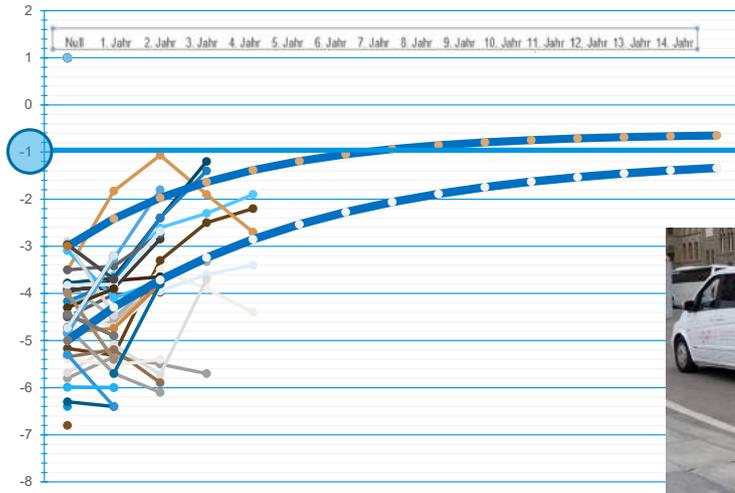
- > Netzweite Klassierung nach Lärmbelastung
- > Klasse A: SDA 4 bei hoher Lärmbelastung
- > Klasse B: SDA 8 bei tieferer Lärmbelastung



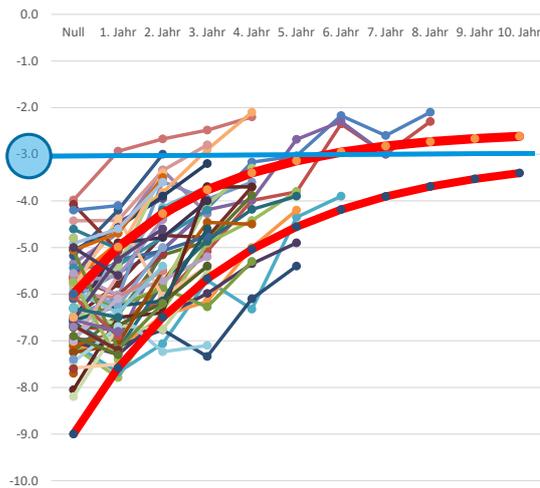
Akustische Wirkung und Belagsersatz



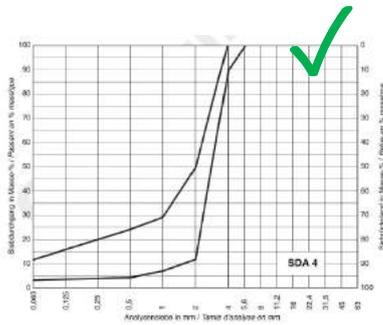
38 Beläge SDA 8 von 2014 bis 2019 auf 28 km



83 Beläge SDA 4 von 2012 bis 2019 auf 41 km



Variabilität akustische Leistung



Charakteristischer Hohlraumgehalt und Grenzwerte für den Hohlraumgehalt der Marshall-Prüfkörper Teneur en vides caractéristiques et valeurs limites de la teneur en vides des éprouvettes Marshall			
Sorte und Klasse Sorte et classe:	- 12	- 16	- 20
Grenzwerte für den Hohlraumgehalt der Marshall-Prüfkörper Valeurs limites de la teneur en vides des éprouvettes Marshall			
SDA 4	10...14	14...18	18...22
Grenzwerte der Hohlraumgehalte der eingebauten Schichten Valeurs limites des teneurs en vides des couches mises en œuvre			
Mittelwerte / Valeurs moyennes			
SDA 4	10,0...18,0	14,0...22,0	18,0...26,0

80 SDA 4 von 2012 -2019 Marshall / Bohrkern erfüllt	38	42	3
---	----	----	---

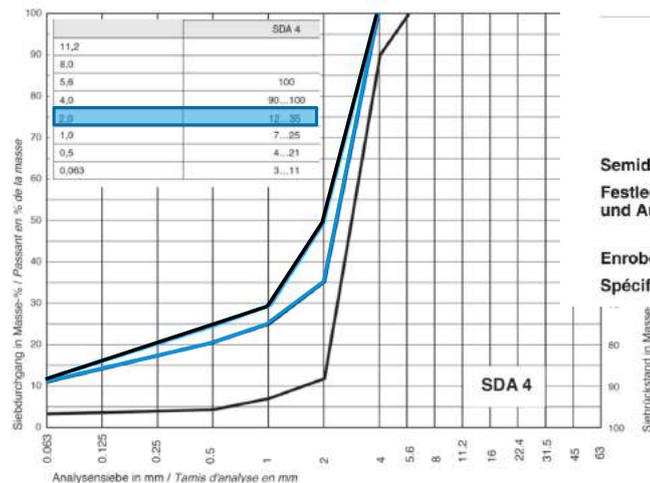
Aber: Akustische Leistung der "Norm-Beläge"

SDA 4 -12 und SDA 8 -12 variieren bis zu 3 dB!!!

Reg Norm 40 436, 03.2019

REG norm
Publiques Regardes zur Veröffentlichung von Normen, Standards und technischen Spezifikationen
Règles relatives aux publications de normes, standards et autres recommandations
Regole relative per la pubblicazione di norme, standard e altre raccomandazioni
Reguleringe for the publicatoin of standards and other regulatoin

V55
40 436
Norm
Norme
Standard



Semidichtes Mischgut und Deckschichten
Festlegungen, Anforderungen, Konzeption und Ausführung

Enrobés et couches de roulement semi-denses
Spécifications, exigences, conception et exécution

Störung/Reduktion der akustischen Wirkung

Verschmutzung/

Verstopfung der Hohlräume



Fahrbahn-Bushaltestellen und Kreisel in Beton



Strukturmarkierungen



Schachtabdeckungen



Belagswechsel SDA 4 zu altem Belag



LKW-Abbiegemanöver



Verschmutzung akustisch wirksamer Hohlräume

Computertomographie Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin

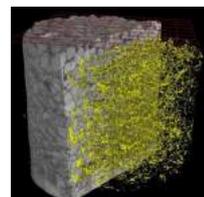
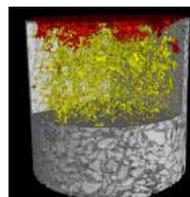
- | | |
|-------------|-----------------------------------|
| 1. Zofingen | SDA 4 C 2012 (Radspur) |
| 2. Zofingen | SDA 4 C 2012 (zwischen Radspuren) |
| 3. Safenwil | SDA 4 C 2013 |
| 4. Boswil | SDA 4 B 2016 |
| 5. Dintikon | SDA 4 C 2014 |
| 6. Dottikon | SDA 4 B 2015 |
| 7. Veltheim | SDA 8 B 2013 |
| 8. Bözberg | SDA 8 B 2015 |
| 9. Remigen | SDA 4 B 2016 ← |
| 10. Baden | SDA 4 B 2016 |



Abb. 1 Bohrkernproben

Akustisch wirksame, von der Oberfläche zugängliche Hohlräume > 1 mm²; Tiefe 10–20 mm (50 – 80 % des Porenvolumens)

Akustisch unwirksame, von der Oberfläche zugängliche Hohlräume < 1 mm² (85–98 % des Porenvolumens)



Präventive Reinigung, halbjährlich, öfter

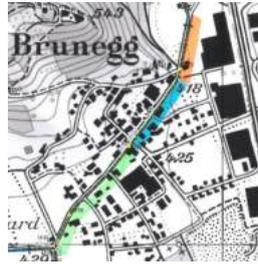
Reinigungsverfahren 8 Strecken

Grün: Schwemmbalken 110 bar

Blau: 2 mal Rotoplast 200 bar

Orange: 1 mal Rotoplast 200 bar

Saugen mit 32'000 m³/Std.



Ort (Belagstyp, Einbaujahr)

Beinwil am See (SDA4-16, 2013)

Dintikon (SDA4-12, 2014)

Dintikon (SDA4-16, 2014)

Aarau (SDA4-12, 2017)

Brunegg (SDA4-12, 2017)

Windisch (SDA4-16, 2014)

Remigen Villigerstr. (SDA4-12, 2016)

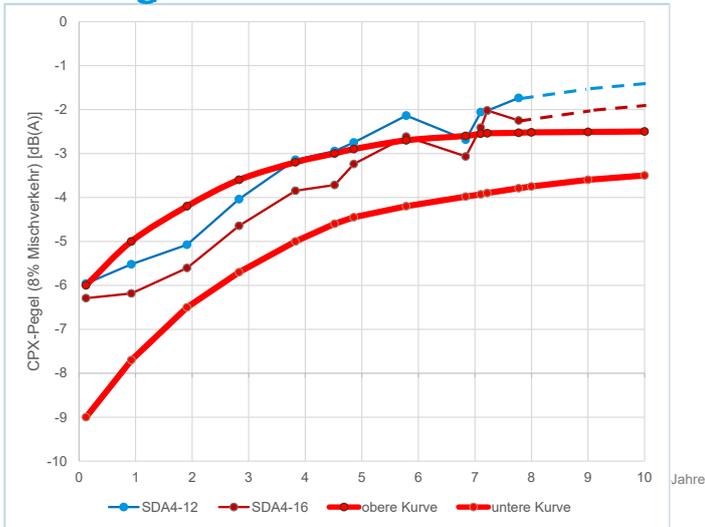
Remigen Rinikerstr. (SDA4-12, 2014)



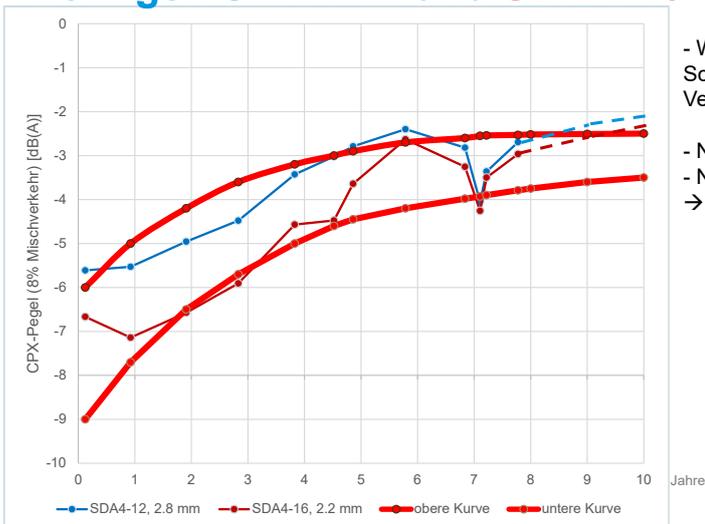
Microfräsen auf SDA 4 (2012) auf 300m' Teststrecke



Zofingen SDA 4-12 und SDA 4-16 unbehandelte Strecke



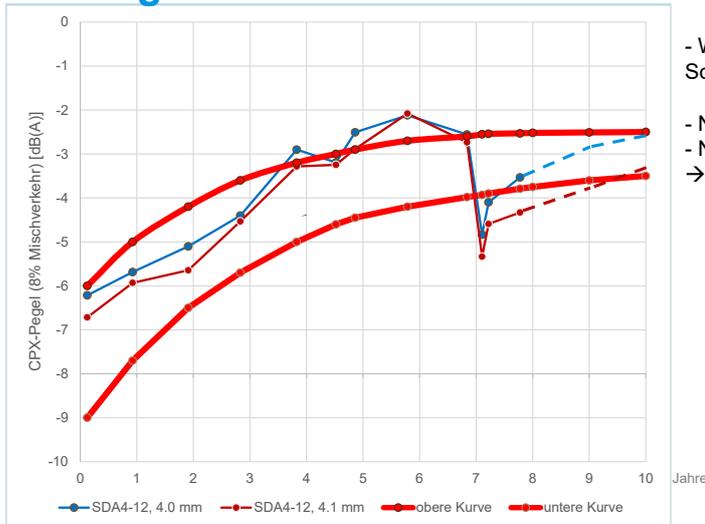
Zofingen SDA 4-12 und SDA 4-16 Microfräsen 2.5 mm



- Wirkung 0.8 bis 1.2 dB
Schmutzsperrschicht bleibt bestehen
Verbesserung Macro-Textur

- Nach 2 Mt: Verlust 0.7 dB
- Nach 9 Mt: Verlust 1.3 dB
→ Verlust Macro-Textur

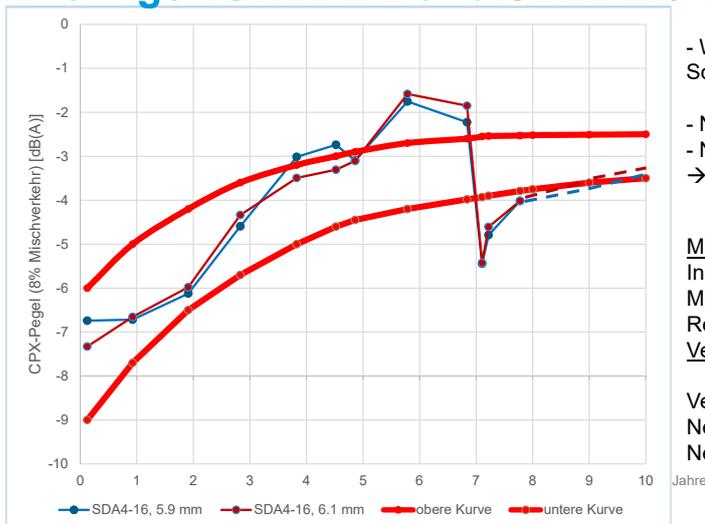
Zofingen SDA 4-12 und SDA 4-16 Microfräsen 4 mm



- Wirkung 2.3 bis 2.6 dB
Schmutzsperrschicht ist teilweise weg!

- Nach 2 Mt: Verlust 0.7 dB
- Nach 9 Mt: Verlust 1.0-1.3 dB
→ Verlust Macro-Textur und neue Verschmutzung

Zofingen SDA 4-12 und SDA 4-16 Microfräsen 6 mm



- Wirkung 3.2 bis 3.6 dB
Schmutzsperrschicht ist grösstenteils weg!

- Nach 2 Mt: Verlust 0.8 dB
- Nach 9 Mt: Verlust 1.4 dB
→ Verlust Macro-Textur und neue Verschmutzung

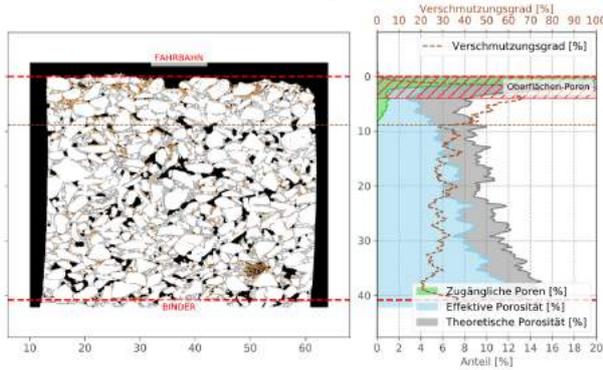
Microfräsen 6-8 cm	Fr./m2
Installation	2.-
Microfräsen 2-3 Übergänge	7.-
Reinigung, Entsorgung	5.-
Versuchsleitung	1.-
	15.-

Vergleich:

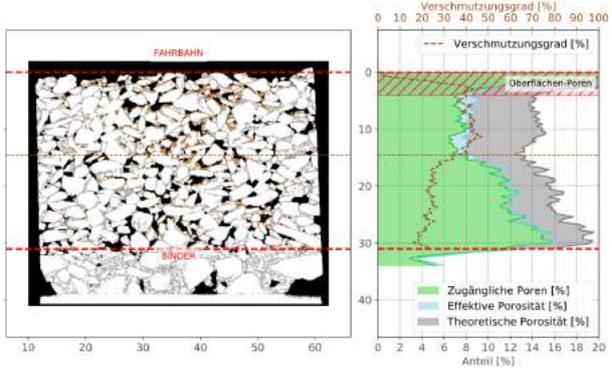
Neuer SDA 4-12 4 cm: 35.- bis 45.-
Neuer SDA 4-12 2 cm: 20.- bis 25.-

Computerscan-Analyse Bohrkerne mit Analysemethode von G+P (Acoustic void content analysis) (AVCA)

SDA 4-12 2.8 mm abgefräst



SDA 4-16 6.1 mm abgefräst



Störungen bei Markierungen auf SDA - Belägen

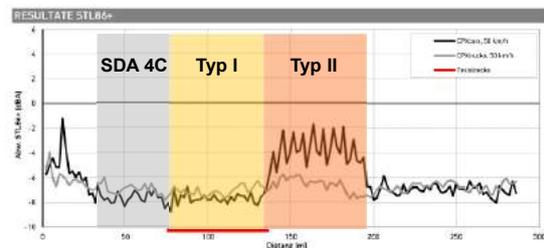
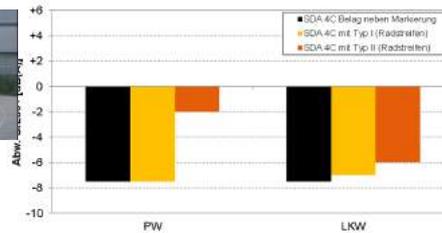
SDA 4



Farbmarkierung



Strukturmarkierung



Störungen beim Belagswechsel SDA 4 zu altem SMA 11

Pegeler Verlauf bei Vorbeifahrt

Belagsübergang SDA 4-16 zu altem Belag



Abbiegemanöver: ca. 120 Sattelschlepper pro Tag



- > 1: repräsentativer Abschnitt (unbeeinflusst durch Ausfahrt) +/- 0 Dezibel
- > 2: drehende Räder der LKWs (direkt bei Ausfahrt) + 2 Dezibel
- > 3: Geradestellung der Räder der LKWs (ca. 20 m nach Ausfahrt) + 1 Dezibel
- > 4: bei Beschleunigungsfahrt (ca. 100 m nördlich der Ausfahrt) + 0.5 Dezibel



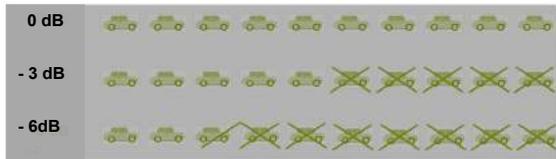
Störung/Reduktion der akustischen Wirkung

Verschmutzung/ Verstopfung der Hohlräume	Bei normaler Verschmutzung 0.0 - 0.8 dB. Bei starker oberflächlicher Verschmutzung: Reinigung gut wirksam Microfräsen 6-8 mm: Wirkung bis 3 Dezibel möglich	
Fahrbahn-Bushaltestellen und Kreisel in Beton		 vermeiden  Waschbeton 8mm
Strukturmarkierungen	Fussgängerstreifen Struktur, Kernfahrbahn Farbmarkierung	
Schachtabdeckungen	2-4 mm Einbautoleranz, ausserhalb Radspur, Konus drehen	 vermeiden 
Belagswechsel SDA 4 zu altem Belag		 gezielt festlegen
LKW-Abbiegemanöver	dynamisch marginaler Kornverlust akustisch +1 bis 2 dB	

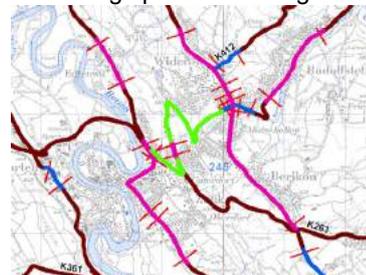
Strategie lärmarme Beläge Kanton Aargau

SDA = sehr effektive Massnahme an der Quelle:

4 Jahre nach Einbau **Lärmreduktion** zu Standardbelägen AC / SMA
bis zu 6 dB → entspricht **Reduktion um ¼ des ursprünglichen Verkehrs!!!**



Strategieplan SDA Aargau



Festlegung der Anwendung des SDA (Strategieplan):

SDA 4-12, wo grosse Lärmreduktionen notwendig

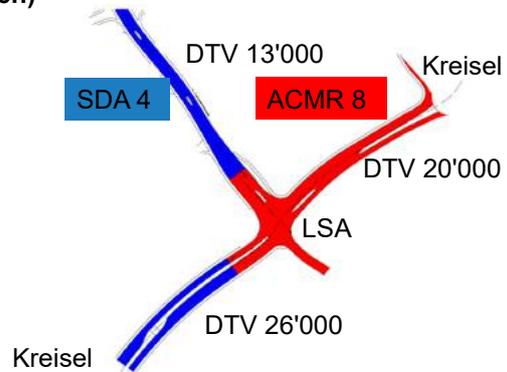
SDA 8-12, wo weniger grosse Lärmreduktionen notwendig

Fazit: Verzicht auf ca. 25 Lärmschutzwände dank vorgezogenem Einbau eines SDA 4 – 12

Voraussetzung ist die Anpassung des Sieblinienbereiches der VSS Reg Norm 40 436

Grenzen des SDA 4-12, wo eher AC MR 8

- > Steigungen > 7% bis 8% → bisher maximale Steigung bei 6.3%
- > Bei Gefahr von Lastwagenketten (Buslinien) > 600 bis 700 m ü.M.
- > Kreisel → in Waschbeton 8mm und nicht Besenstrich-Beton oder SDA
- > LSA-Knoten mit hohem Abbiegeverkehr oder hohem LKW-Verkehr → AC MR 8





Dr. Ing. Makram Zebian

Continental Reifen, Hannover (D)

Dr. Ing. Makram Zebian

«Leise Pneus»

Bei der Entwicklung neuer Reifen und Fahrzeuge müssen, neben Eigenschaften wie Sicherheit und Kraftstoffverbrauch, auch das Antriebs- und Reifen-Fahrbahn-Geräusch optimiert werden. Sowohl Reifen als auch Fahrzeuge werden bei einer gesetzlichen Freigabeprüfung unter anderem auf ihr Geräuschverhalten untersucht. Überschreiten sie die maximal zulässigen Geräuschpegel, dürfen sie innerhalb der EU nicht verkauft werden. Der auf dem EU-Reifenlabel angegebene Pegel für das Außengeräusch wird in einer Vorbeifahrtmessung (Ausrollversuch mit ausgeschaltetem Motor) ermittelt. Dies erfolgt nach einer festgelegten Prozedur auf einer gemäß ISO 10844:2014 zertifizierten Messstrecke. Für Fahrzeuge wird der für Stadtfahrten repräsentative Geräuschpegel ermittelt, wobei die Messungen hierbei auch unter Beschleunigung stattfinden.

Wie werden diese gesetzlichen Prüfungen durchgeführt und unter welchen Bedingungen wird ein Reifen oder ein Fahrzeug "freigegeben"? Wo liegen die Unterschiede zwischen einer Reifen- und einer Fahrzeugfreigabe und welchen Einfluss hat dabei die Oberflächenbeschaffenheit auf den Geräuschpegel? In diesem Beitrag werden die aktuellen EU-Richtlinien für die "akustische" Reifen- und Fahrzeugfreigabe vorgestellt und die geschwindigkeitsabhängigen Ausprägungen im Vorbeifahrgeräusch beim Freirollen und beim Beschleunigen aufgezeigt. Die Interaktion zwischen Reifen und Fahrbahn wird mittels Geräuschmessungen auf Fahrbahnoberflächen mit unterschiedlichen Rauheitsgraden (Makrotextur) verdeutlicht. Ferner werden die Anforderung an die Prüfstrecke gemäß ISO10844:2014 aufgezeigt und das Potential einer äquivalenten Indoor-Methode für die Reifenfreigabe diskutiert.

Die gesetzlichen Anforderungen für das Fahrzeug- und Reifen-Fahrbahn-Geräusch treiben die Lärminderung bei für den Stadtverkehr relevanten Geschwindigkeiten voran. Bei der steigenden Zunahme des Individual- und Lastverkehrs müssen allerdings alle Ursachen für die Entstehung von Verkehrslärm ins Augenmerk genommen werden, um den Anforderungen von Anwohnern und Verkehrsteilnehmern gleichermaßen gerecht zu werden. Es bleiben also weitere umfassendere Lösungen für eine nachhaltige Lärminderung notwendig, wie beispielsweise ein holistischer Ansatz unter Einbeziehung von maximal zulässigen Grenzwerten für Fahrbahnbeläge.

Dr. Ing. Makram Zebian

«Pneus silencieux»

Le développement de nouveaux pneus et véhicules implique une optimisation non seulement de propriétés telles que la sécurité et la consommation de carburant, mais aussi du bruit du moteur et du contact pneu-chaussée. Les pneus, tout comme les véhicules, font l'objet, entre autres, d'une étude du comportement sonore dans le cadre de l'homologation légale. S'ils dépassent le niveau d'émissions sonores maximum admissible, leur vente ne sera pas autorisée à l'intérieur de l'Union Européenne. Le niveau de bruit extérieur indiqué sur le label de pneus de l'UE est déterminé par des mesures du bruit de passage (essai en roues libres, moteur éteint) réalisées selon une procédure précise sur un parcours d'essai certifié conforme à la norme ISO 10844:2014. La valeur déterminée pour les véhicules est le niveau d'émission représentatif pour les trajets en milieu urbain, les tests comprenant également des phases d'accélération.

Comment se déroulent ces essais légaux et quelles sont les conditions débouchant sur une « validation » d'un pneu ou d'un véhicule ? Quelles sont les différences entre une homologation de pneu et de véhicule, et quelle est l'influence des propriétés de surface sur le niveau des émissions sonores ? La présentation fournira des informations sur les directives européennes actuelles en matière d'homologation « acoustique » de pneus et de véhicules, ainsi que sur les variations caractéristiques du bruit de passage, en roues libres et en accélération, en fonction de la vitesse. L'interaction entre le pneu et la chaussée sera illustrée à l'aide de mesures du bruit sur des surfaces de chaussée de différents degrés de rugosité (macrotecture). Elle montrera également les critères à remplir par le parcours d'essai conformément à la norme ISO10844:2014, et discutera le potentiel d'une méthode équivalente pour l'homologation de pneus en salle.

Les critères légaux à remplir en matière de bruits du véhicule et du contact pneu-chaussée visent à réduire le bruit à des vitesses spécifiques à la circulation en ville. Vu l'augmentation du trafic individuel et de poids-lourds, il convient toutefois de prendre en compte toutes les causes contribuant aux émissions de bruits de la circulation, afin de rendre justice aux attentes à la fois des riverains, des conducteurs et des usagers de transports. Il reste donc à rechercher des solutions plus globales pour une réduction durable du bruit, telles que par exemple une approche holistique intégrant des valeurs-limites maximum admissibles pour les revêtements routiers.



Leise Pneus: Einfluss der Fahrbahn auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch

Forum Leise Straßen
19 März 2020
Olten, Schweiz

Dr. Makram Zebian
Continental Reifen Deutschland GmbH

Agenda

- EU-Regularien für Reifen (R117.02) & Fahrzeug (R51.03)
 - Grenzwerte fürs Geräusch
 - Zielkonflikte R117.02 & R51.03
 - Reduktion Verkehrslärm: Potential der Fahrbahn?
- Ausblick
 - Holistischer Ansatz inkl. Fahrbahn
 - Indoor-Methoden



EU-Regularien fürs Außengeräusch



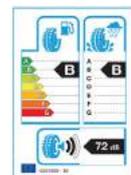
	Reifen	Fahrzeug
EU	661/2009	540/2014
UN	R117.02	R51.03
Geschwindigkeit	80 km/h Vorbeifahrtmessung	50 km/h beschleunigte Vorbeifahrt
Prüfstrecke	ISO 10844:2014	

Reifenaufbau und Funktion

- 1) Tread
- 2) Cap plies
- 3) Belt plies
- 4) Textile cord ply
- 5) Inner liner
- 6) Side wall
- 7) Bead apex
- 8) Bead core
- 9) Bead reinforcement

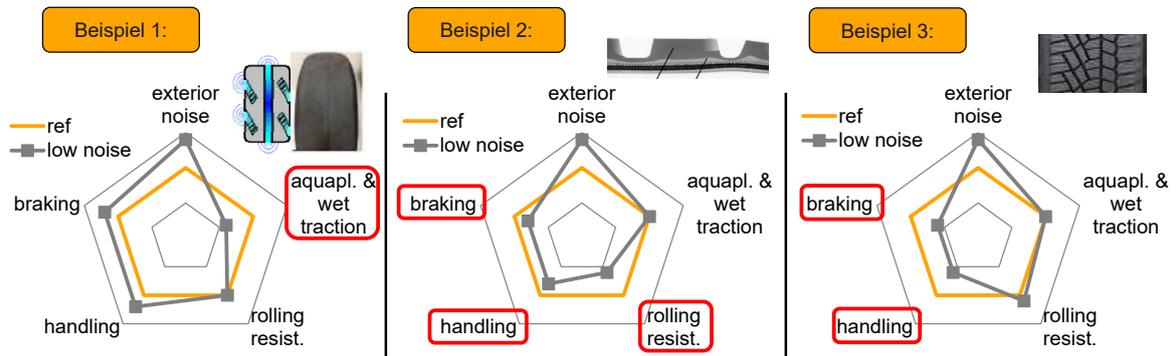


- Rollwiderstand ~ Treibstoffverbrauch
- Nassgriff ~ Bremsleistung auf nassen Straßen
- Außengeräusch ~ Geräuschemission



Regulation (EC)
No 1222/2009

Maßnahmen zur Reduktion des Außengeräusch: Beispiele möglicher Zielkonflikte



Messprozedur gemäß UN Reg. 117.02

The tyre-road rolling sound level L_R in dB(A) is determined by a regression analysis according to:

$$L_R = \bar{L} - a \cdot \bar{v}$$

where:

\bar{L} is the mean value of the rolling sound levels L_p measured in dB(A);

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i$$

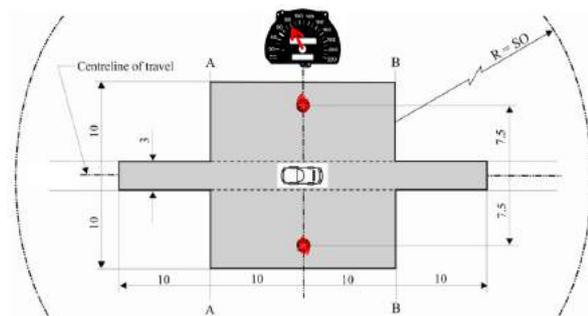
n is the measurement number ($n \geq 16$).

\bar{v} is the mean value of logarithms of speeds V_i :

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad \text{with} \quad v_i = \lg(V_i / V_{ref})$$

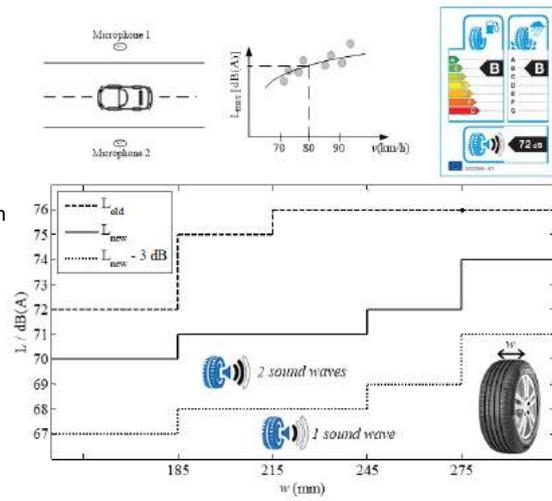
a is the slope of the regression line in dB(A):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})(L_i - \bar{L})}{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}$$

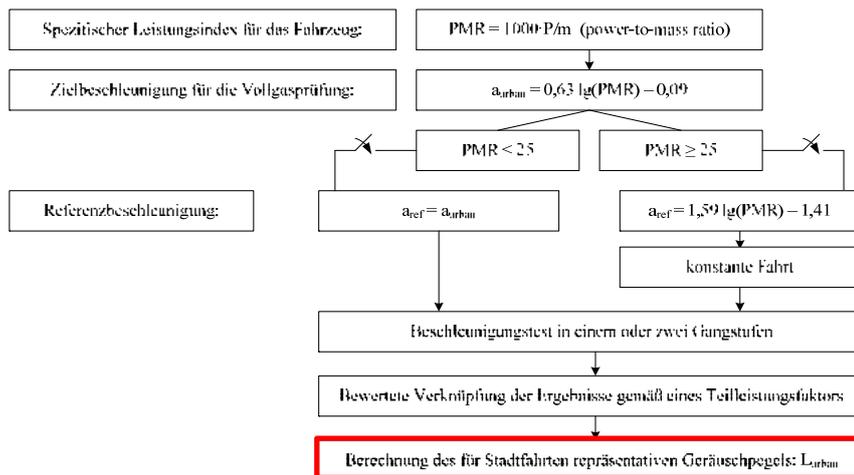


Grenzwerte für C1-Reifen

- Reg. (EC) No 661|2009
- Neue Grenzwerte in Kraft seit 2016
- 3 dB Unterschied zwischen Reifen mit 1 oder 2 Schallwellen
- C1-Reifen (A bis E, reifenbreitenabhängig)
- Winterreifen und/oder XL (reinforced) → +1 dB

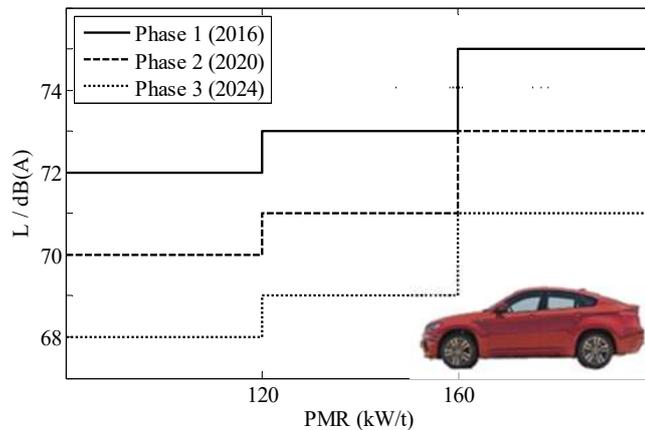


Prozedur zur Ermittlung des Fahrzeuggeräuschpegels



Grenzwerte für M1-Fahrzeuge (PMR-abhängig)

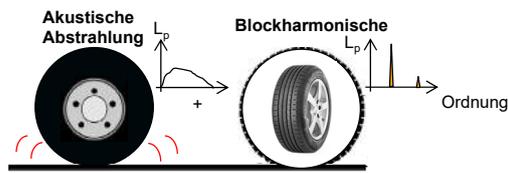
- Beispiel für M1-Fahrzeuge (zur Personenbeförderung mit ≤ 9 Sitzplätzen)
- Unterscheidung abhängig vom PMR des Fahrzeugs
- Nächste Verschärfung der Grenzwerte in 07/2024 geplant



Randbedingungen R117.02

- Lufttemperatur: $5^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{air}} \leq 40^{\circ}\text{C}$
- Windgeschwindigkeit: $v_{\text{wind}} \leq 5 \text{ m/s}$
- Oberflächentemperatur: $5^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{surface}} \leq 50^{\circ}\text{C}$
- Trockene & saubere Testoberfläche
- **Zertifizierte Teststrecke gemäß ISO10844:2014**

Zielkonflikte zw. R117.02 und R51.03



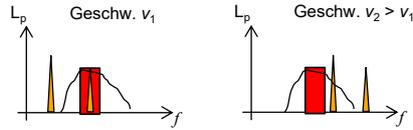
- Reifengeometrie (~Breite)
- Akustische Straßenimpedanz
- Blockanzahl
- Reifenumfang
- Geschwindigkeit



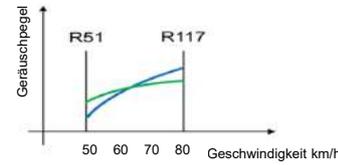
Akustische Abstrahlung eines profillosen Reifens auf einem definierten Straßenbelag



Profilanregung hervorgerufen durch laterale Profilnegativanteile



Mögliches Szenario:



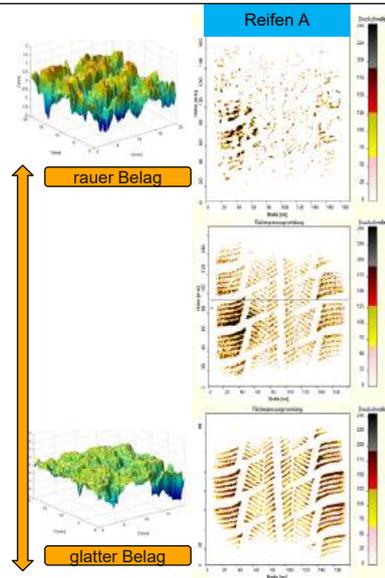
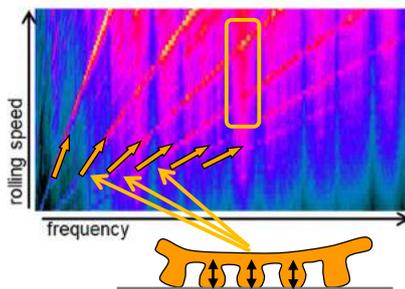
- Zielkonflikt zwischen R117.02 & R51.03
- Reifenoptimierung abhängig von Geschwindigkeit & Reifengröße
- Keine allgemeingültige Lösungen



Streckeneinfluss: Fahrbahn- und Profilanregung

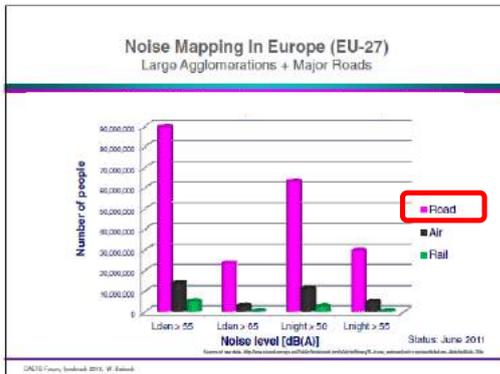
➤ Anregung durch:

- Profilklotze (Ordnungsanregung)
- Rauheit der Fahrbahn (Frequenzanregung)



Straßenverkehr als Hauptquelle von Verkehrslärm

Potential der Straße zur Reduzierung des Verkehrslärms



Continental Reifen Deutschland GmbH - NVH

19.03.2020
Dr. Makram Zebian © Continental AG

Interaktion Profil/Fahrbahnbelag am Monopitch-Reifen

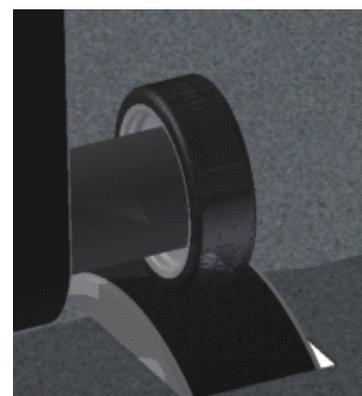
Ein Beispiel:

Profilloser Reifen

Geschnittte lat. Rillen



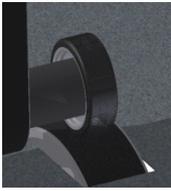
n = 0 40 56 90 145
n = Anzahl gleichgroßer Profilklotze



Continental Reifen Deutschland GmbH - NVH

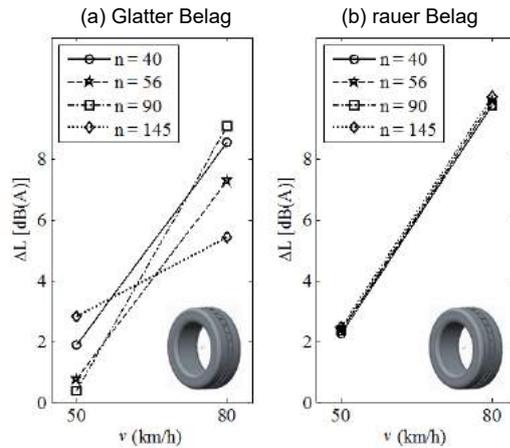
19.03.2020
Dr. Makram Zebian © Continental AG

Geräuschmessungen an unterschiedlichen Fahrbahnbelägen



➤ Trommelprüfstandsmessung: Gemessene Geräuschpegel bei 50 km/h und 80 km/h:

- Eine sehr glatte Oberfläche (a) weist eine größere Spreizung der Geräuschpegel auf. Dagegen werden die Unterschiede der gemessenen Geräuschpegel auf einer rauen Oberfläche (b) vernachlässigbar.



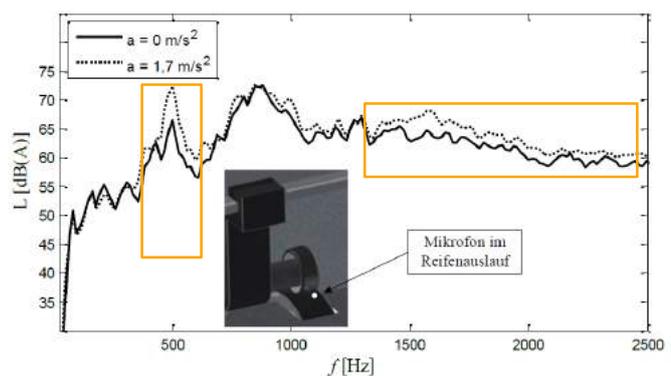
Einfluss des Drehmomentes auf den Geräuschpegel Spektralanalyse

➤ Versuch auf dem Trommelprüfstand:

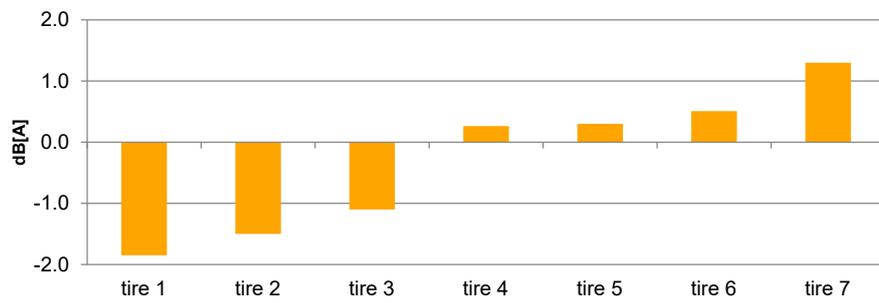
- Testreifen 205/55R16
- Mikrofon im Auslauf (zwischen Reifen und Belag)
- Eingesetztes Drehmoment entspricht einer Fahrzeugbeschleunigung (VW Polo) von $1,7 \text{ m/s}^2$

➤ Ergebnisse:

- Ausschneiden der Profilblöcke
- Vergleichbare Pegel im Hornbereich
- Anhebung des Spektrums im hochfrequenten Bereich



Vergleich von Messungen auf 2 Prüfstrecken



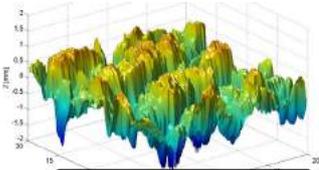
... kein Belag ist leise für alle Reifen → Angleichung möglich nur für einzelne Segmente

Interaktion: Profil/Fahrbahn



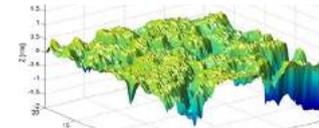
Variation von Prüfstrecken: Physikalischer Mechanismus

Prüfstrecke 1



Höhere Rauheit;
höhere akust. Absorption

Prüfstrecke 2



Niedrigere Rauheit;
niedrigere akust. Absorption

	Prüfstrecke 1	Prüfstrecke 2	Einfluss aufs Geräusch
Anregung durch die Oberflächenrauheit	↗	↘	
Akust. Absorption Strecke	↗	↘	
Hauptmechanismus bei der Geräuschenstehung	Rauheit der Oberfläche	Profilnegativanteile	

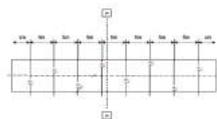


Anforderungen an die Prüfstrecke gemäß ISO10844:2014

- Geometrie: Gradient / Querneigung; Längs- und Querunebenheit → Ermittlung mittels einer geeigneten Richtlatte



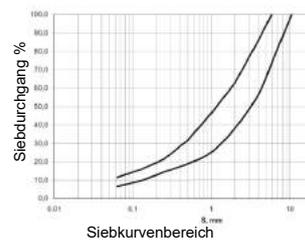
- Textur: Profilmessung (MPD); abschnittsweise oder kontinuierlich



- Schallabsorption: Impedanzrohrmessungen



- Sieblinie:



- Mischgut-Eignungsprüfung
- Prüfung an gezogenen Bohrkernen



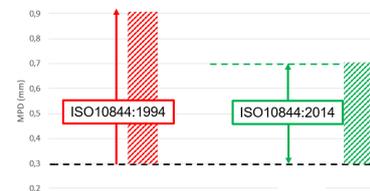
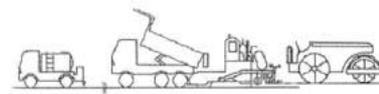
ISO10844:2014

➤ Vorteile:

- Vorgabe einer standardisierten Bauweise (Sieblinie, Ebenheit, Neigung, ...)
- Vergleichbare Textur unterschiedlicher Prüfstrecken mit einem MPD-Wert von $(0,5 \pm 0,2)$ mm und einem Absorptionskoeffizienten $< 8\%$ (Fahrstreifen) bzw. $< 10\%$ (Ausbreitungsfläche)

➤ Nachteile:

- Alterungseffekte (material- und witterungsbedingt): Einfluss auf die Reproduzierbarkeit, erhöhte Unsicherheitsbeiträge
- Unterschiede von ca. 4 dB noch vorhanden



Ausblick

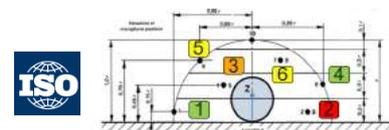
➤ Holistischer Ansatz, um den Verkehrslärm weiter zu reduzieren:

- Kombinierte Maßnahmen mittels eines holistischen Ansatzes unter Einbeziehung aller wesentlichen Faktoren (inkl. Fahrbahn)



➤ Äquivalente Indoor-Methoden für Reifen-Fahrbahn-Geräusch:

- Umgebungsbedingungen einfacher festzulegen bzw. zu kontrollieren
- Standardisierte Trommelbeläge möglich



Thank you
for your attention!

