

Lärmschutz an Strassen; Massnahmen an der Oberfläche innerorts

Dr. Ch. Angst; dipl. Ing. ETH; IMP Bautest AG Oberbuchsitzen

Dieser Fachartikel betrachtet ausschliesslich lärmarme Beläge im niedrigen Geschwindigkeitsbereich; d.h. innerorts. Im Gegensatz zum Strassenlärm auf Autobahnen sind bei tiefen Geschwindigkeiten andere lärmbestimmende Parameter massgebend.

Der vorliegende Fachartikel stützt sich im Wesentlichen auf eine gemeinsam von ASTRA und BUWAL in auftraggegebene Arbeit in welcher die bisherigen Erfahrungen gesammelt und ausgewertet wurden [1]. In dieser Arbeit wurden auch belagstechnische Kenndaten erhoben und den akustischen Eigenschaften gegenübergestellt. Die Erfahrungen mit lärmindernden Belägen in der Schweiz und dem angrenzenden Ausland wurden verwendet um Empfehlungen für den Bau lärmarmen Beläge zu formulieren.

Cet article technique prend en considération uniquement les enrobés pauvres en bruit dans les domaines de vitesses faibles ; c'est-à-dire dans les localités. En opposition au bruit routier émanant des autoroutes, les paramètres déterminants pour les domaines de vitesses faibles sont différents.

L'article présent se soutient substantiellement sur un travail commun de l'ASTRA et l'OFEFP dans lequel les expériences effectuées jusqu'à aujourd'hui ont été recueillies et exploitées [1]. Dans ce travail, les particularités techniques des enrobés ont été soulevées et mises en relation avec les caractéristiques acoustiques. Les expériences faites en Suisse et dans les pays avoisinants concernant les enrobés réducteurs de bruit ont été utilisées afin de formuler des recommandations pour la mise en place d'enrobés pauvres en bruit.

1. Bedeutung lärmarmen Beläge innerorts

Zur Reduktion des Lärmpegels sind Massnahmen an der Quelle mit Abstand die wirksamste Methode. Gemäss dem Schweizerischen Umweltschutzgesetz kommen emissionsbegrenzenden Massnahmen erste Priorität zu. Im Vergleich zu anderen Massnahmen haben lärmarme Beläge folgende Vorteile:

- sie beeinträchtigen das Ortsbild nicht
- sie sind überall einsetzbar
- sie verhindern die Entstehung des Lärms anstatt bereits vorhandenen Lärm zu dämpfen; sie packen das Problem an den Wurzeln
- innerorts lässt sich Lärmschutz oft nicht realisieren

Das Potential der Lärmreduktion durch Reifen (Profil, Gummimischung etc.) wird auf 1 bis 3 dBA geschätzt. Verschiedene Publikationen [2, 3, 4, 5] weisen darauf hin, dass das Potential der Lärmpegelreduktion der Strassenoberfläche bis zu 10 dBA beträgt. Persönlich beurteile ich diese Schätzungen als eher optimistisch ein; immerhin werden jedoch mit Drainbelägen routinemässig Pegelreduktionen von 5 bis 6 dBA erreicht.

Das Umweltschutzgesetz (USG) und die Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) verpflichten Kantone und Gemeinden bestehende Strassen zu sanieren, wenn sie wesentlich zur Überschreitung der Immissionswerte beitragen.

Aufgrund von Strassenlärmkatastern und bereits bewilligten Sanierungsprogrammen werden die Kosten dieser Sanierungen auf 3 bis 3,5 Mia. Fr. geschätzt.

Die Studie des BUWAL zeigt auf, dass mit einer Pegelreduktion an der Quelle von 3 dBA die Kosten um ca. die Hälfte gesenkt werden könnten.

Das Sparpotential lärmarmen Beläge liegt in der Grössenordnung von 1,5 Mia. Fr. !

Beim Einsatz von lediglich 1 % dieses Betrages in die Forschung und Entwicklung lärmarmen Beläge könnte mit Sicherheit das Sparpotential ausgeschöpft werden.

Einen ersten Schritt in diese Richtung haben das BUWAL und ASTRA gemeinsam getan, indem eine Studie in Auftrag gegeben wurde, um die Grundlagen für den Bau lärmarmen Beläge zu erarbeiten [1]. Das Hauptziel bestand darin, verlässliche akustische Kennwerte für die Planung von Lärmsanierungen zu formulieren und einen technischen Beschrieb für Aufbereitung und Einbau lärmarmen Beläge zu erarbeiten.

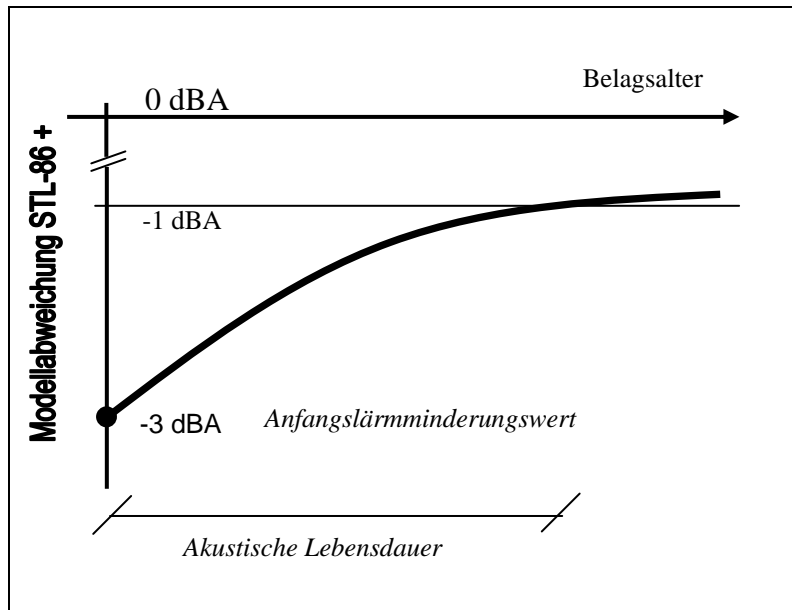
2. Anforderungen an die Belagsoberfläche

Die bisherigen Anforderungen an die Oberfläche von Strassenbelägen "sicher" und "komfortabel" zu sein, werden nun mit dem Anspruch der Lärmreduktion ergänzt. Sicherheit und Komfort werden mit den Eigenschaften Griffigkeit und Ebenheit sichergestellt.

Wesentlich ist auch, dass die gestellten Anforderungen nicht nur in den ersten Jahren erfüllt werden, sondern möglichst dauerhaft über einen Zeitraum von 15 bis 30 Jahren, je nach Verkehrsbelastung. Das Ende der Nutzungsdauer ist dann erreicht, wenn die geforderten Eigenschaften nicht mehr gewährleistet sind. Dabei wird unterschieden zwischen verkehrstechnischer Nutzungsdauer (Kriterien Sicherheit und Komfort) und akustischer Nutzungsdauer (Kriterium Lärm). Die akustische Nutzungsdauer aller bisher bekannter Beläge ist kürzer als die verkehrstechnische Nutzungsdauer.

Gemäss [1] muss der Anfangslärminderungswert unmittelbar nach dem Einbau mindestens -3dBA betragen. Das Ende der akustischen Lebensdauer wird dann als erreicht betrachtet, wenn die Lärminderung kleiner als -1 dBA im Vergleich zum Modell STL 86+ beträgt.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der akustischen Anforderungen an einen lärmarmen Belag

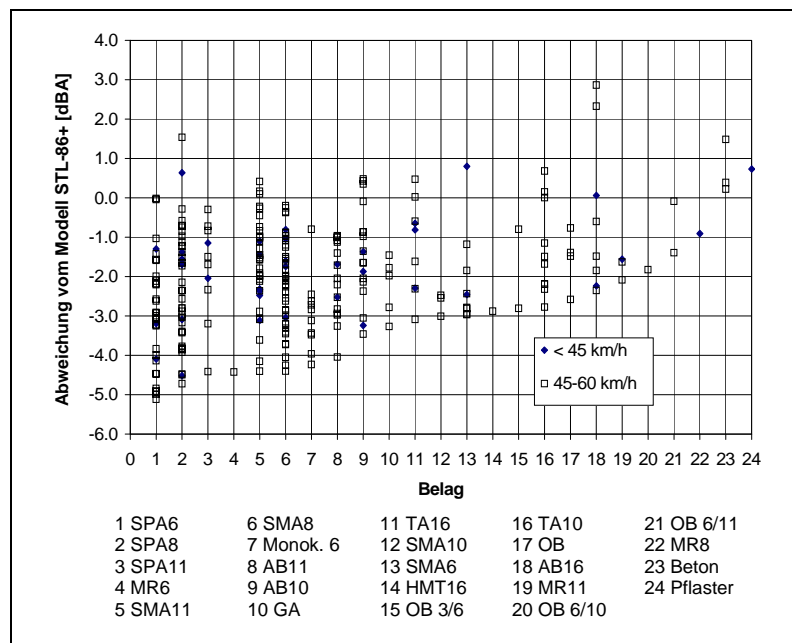


Trotz der grossen Bedeutung des Lärmschutzes muss jedoch die Verkehrssicherheit erste Priorität geniessen. Unter keinen Umständen dürfen aus Gründen des Lärmschutzes Abstriche an die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer gemacht werden. Auch im Strassenverkehr gilt: Safety first!

3. Bisherige Erfahrungen

Akustische Belagsmessungen aus dem In- und Ausland zeigen, dass die Streubreite der akustischen Werte desselben Belagstyps in der Grössenordnung von 5...6 dBA liegt. Die Parameter welche diese Streubreite verursachen sind leider zu wenig bekannt.

Abbildung 2: Resultate von 277 akustischen Messungen an 24 verschiedenen Belagssorten im Geschwindigkeitsbereich unter 60 km/h [1]



Aus diesen Messergebnissen lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- Es gibt grosse Unterschiede in den akustischen Eigenschaften der verschiedenen Belagstypen. Die Werte streuen von -5dBA beim leisesten bis +3 dBA bei lautesten Belag. Der leiseste Belag ist somit um 8 dBA leiser als der lauteste!
- Auch innerhalb desselben Belagstyps sind grosse Unterschiede feststellbar; sie betragen bis zu 5 dBA. Mehrere Belagstypen weisen für den Innerortsbereich ein Lärmmin-derungspotential von mehr als 3 dBA gegenüber dem durchschnittlichen schweizerischen Asphaltbelag auf.

4. Evaluation der Belagssorten

Im Auftrag des BUWAL und ASTRA wurden Belagssorten evaluiert, an denen weitergehende Untersuchungen Aufschluss über die entscheidenden Einflussparameter geben sollten:

Drainbelag
Splittmastixbelag
Rauhasphalt (Macrorugueux)
Dünnschichtbelag

Zur Beurteilung der oben aufgeführten Belagssorten wurden folgende Messungen durchgeführt und ausgewertet:

- **Lärmmessungen:**
Zur Charakterisierung des Lärmes wurden Vorbeifahrpegel einzelner Fahrzeuge des normalen Verkehrskollektiv strassennah gemessen und statistisch ausgewertet.
- **Texturmessung mittels Sandfleckmethode:**
Die mittlere Texturtiefe wird gemessen, indem eine bestimmte Menge eines Standard-Sandes kreisförmig in die Rauigkeit der Oberfläche verteilt wird; je tiefer die Rauhtiefe, desto kleiner der Sandfleck.
- **Texturmessung mittels Ausflussmessung:**
Es wird die Zeit gemessen, die eine bestimmte Wassermenge benötigt, um aus einem Zylinder zwischen einem Gummiring und der Belagsoberfläche auszufließen.
- **Belagstechnische Kennwerte:**
Dabei handelt es sich um übliche Kennwerte, wie Hohlraumgehalt, Verdichtungsgrad und Schichtdicke.

Drainbelag

DRB wurden ursprünglich auf Militärflugplätzen eingebaut, um das Aquaplaning beim Landen zu verhindern. Erst später erkannte man auch deren lärmreduzierende Wirkung; sie wurden von Politikern und Marketingleuten nun auch Flüsterbeläge genannt. Die Baustoffe für die Herstellung von DRB werden derart gewählt, dass 20...25% Hohlräume im Belag entstehen. Seit einigen Jahren gelten DRB als normierte Beläge in der Schweiz [6].

DRB wurden trotz Warnungen der Fachleute, vor allem aus politischen Gründen, auch innerorts verwendet. Die negativen Erfahrungen haben die Befürchtungen der Fachleute bestätigt und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Verstopfung der Poren eines DRB erfolgt innerorts rascher, da die Verkehrsgeschwindigkeit zu tief ist, um bei Regen den Schmutz aus den Hohlräumen auszuwaschen (der sog. Selbstreinigungseffekt tritt erst bei höheren Geschwindigkeiten auf). Die akustische Nutzungsdauer hat sich als sehr kurz erwiesen.

Da der SMA einer der häufigsten eingebauten Belagssorten ist, wurde eine vertiefte Parameterstudie durchgeführt. Zusammenfassend können folgende Aussagen gemacht werden:

- **Hohlraumgehalt:**
Beim SMA liegt er zwischen 3 und 6 Vol.-%. Der Absorptionsgrad ist klein und beeinflusst die akustischen Eigenschaften nicht.
- **Texturmessungen (Sandfleck und Ausflusszeit):**
Es konnte keine Korrelation zu den akustischen Eigenschaften gefunden werden.
- **Verdichtungsgrad:**
Es konnte keine Korrelation zu den akustischen Eigenschaften gefunden werden.
- **Einbau, Walzenspiel:**
Die Art und Weise des Einbaus (Vorverdichtung durch den Fertiger; Art, Gewicht und Reihenfolge der eingesetzten Walzen; Witterung; Belagstemperatur; Schichtdicke) beeinflusst die Anfangstextur des Belages.
Leider können noch keine allgemeingültigen Hinweise angegeben werden, bei deren Einhaltung eine lärmindernde Oberflächentextur erfolgt.
- **Bindemittelgehalt:**
Es konnte keine Korrelation zu den akustischen Eigenschaften gefunden werden.

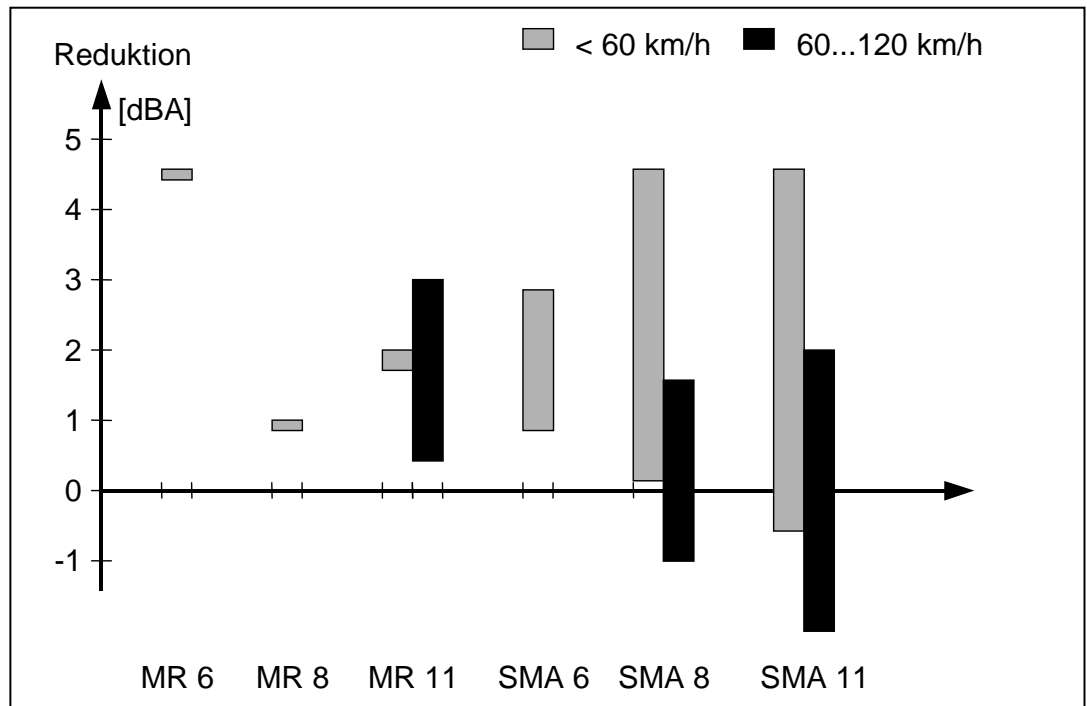
Rauhasphalt MR

MR-Beläge sind aufgrund des ausgeprägten Splittgerüsts sehr verformungs- und verschleissfest. Sie werden in der Westschweiz mit grossem Erfolg inner- und ausserorts eingesetzt [9].

Im Vergleich zu den SMA-Belägen sind die MR etwas offenerporiger; der Hohlraumgehalt liegt in der Grössenordnung von 5...8 Vol.-%.

In der Abbildung 4 sind die wenigen zur Zeit bekannten Lärmpegel-Messungen an MR-Belägen den Messungen an SMA-Belägen gegenübergestellt [8]. MR-Beläge scheinen lärmtechnisch günstiger zu sein als SMA-Beläge. Allerdings ist die Datenbasis noch sehr klein, um darüber eine gesicherte Aussage machen zu können. Ob der MR-Belag tatsächlich bessere akustische Eigenschaften hat bedarf weiterer Abklärungen.

Abbildung 4: Gegenüberstellung des Lärmpegels von MR- und SMA-Belägen bei verschiedenen Geschwindigkeiten [8]



Dünnschicht-Belag DSB

Dünnschicht-Beläge sind in der Schweiz nicht normiert, obwohl sie in den 80-iger Jahren mit grossem Erfolg eingesetzt wurden; der SMA hat den DSB etwas verdrängt.

Als DSB werden Beläge bezeichnet, die in einer Schichtdicke eingebaut werden, die ca. dem 1,5-fachen des Grösstkorns entspricht. Sie werden splittreich rezeptiert und mit polymermodifizierten Bitumen PmB aufbereitet.

Im angrenzenden Ausland werden sie als LDD (Österreich; Lärmindernde Dünnschichtdecke) oder BBUM (Frankreich; Bétons bitumineux ultra minces) bezeichnet.

Aufgrund der dünnen Schichtdicke ergeben sich relativ hohe Hohlraumgehalte von bis zu ca. 10...12 Vol.-%.

Die in der Schweiz eingebauten Beläge wurden nicht systematisch auf ihre akustischen Eigenschaften hin untersucht, da infolge der mangelnden Normierung eine Vielfalt an verschiedenen Varianten besteht.

In Frankreich werden sie in grossem Stil erst seit einigen Jahren verwendet. Die Beläge weisen im Neuzustand sehr gute akustische Eigenschaften auf. Das Langzeitverhalten ist jedoch bis heute noch nicht bekannt.

Österreichische Lärmmessungen beziehen sich ausschliesslich auf den Neuzustand; Zeitreihen sind kaum vorhanden [5]. Die Lärmpegelreduktion im Neuzustand liegt in der gleichen Grössenordnung wie beim DRB (5...6 dBA).

5. Empfehlungen für lärmarme Beläge innerorts

Wie oben aufgeführt eignen sich einschichtige, offenporige DRB innerorts nicht. Zweischichtige DRB könnten aufgrund entsprechender Berichte aus dem Ausland evtl. in Frage kommen; allerdings fehlen nicht nur die langjährigen Erfahrungen sondern die grundlegenden Vorbehalte bleiben bestehen:

- Bauliche Massnahmen im Randbereich erforderlich
- Ungenügender Selbstreinigungseffekt; dieser muss durch periodische Reinigungen ersetzt werden. In der Schweiz fehlen die entsprechenden Erfahrungen.

Da die DRB innerorts nicht in Frage kommen, müssen für den Bereich niedriger Geschwindigkeiten geschlossene Beläge mit einem Hohlraumgehalt in der Grössenordnung von max. 10 Vol.-% verwendet werden.

Das Anfangspotential geschlossenenporiger lärmindernder Beläge liegt bei ca. 3 bis 4 dBA.

Leider können zur Zeit für geschlossene, lärmindernde Beläge keine Patentrezepte angegeben werden. Immerhin zeichnen sich einige Entwicklungstendenzen auf, aus denen Empfehlungen für den Bau lärmarmen Beläge abgeleitet werden können:

- **Grösstkorn:**
Verschiedene unabhängige Studien zeigen, dass das Grösstkorn einen markanten Einfluss auf die Lärmentwicklung hat; je feinkörniger der Belag ist, desto leiser verhält er sich. Allerdings dürfen Beläge aus Gründen der Verkehrssicherheit (Griffigkeit) nicht allzu fein sein.
Beläge mit einer Korngrössenverteilung im Bereiche von **0/8 oder 0/6** sind zu empfehlen.
- **Eigenschaften des Mastix:**
Unter dem Begriff „Mastix“ ist das Gemisch Bindemittel + Filler + Feinsand zu verstehen. Im Rahmen der Untersuchung wurde verschiedentlich festgestellt, dass lärmarme Beläge ihre anfänglich guten Eigenschaften schon nach wenigen Jahren verlieren. Diese Feststellung lässt sich nur dadurch erklären, dass oberflächliche strukturelle Veränderungen stattfinden.
Obwohl diese Vermutung noch nicht belegt ist (entsprechende Langzeit Messreihen mit geeigneten Messverfahren fehlen), sollten lärmindernde Beläge meines Erachtens **nur noch mit polymermodifizierten Bindemitteln PmB und hochversteifenden Spezialfillern** (Anforderungen analog SMA) eingebaut werden.
- **Poröse Mineralstoffe** haben einen positiven Einfluss auf die Geräuschemission.
- **Polierresistenz PSV:**
Um die akustischen Eigenschaften über eine längere Zeitspanne aufrecht zu erhalten, dürfen nur polierresistente Mineralstoffe verwendet werden. An sich ist diese Anforderung in den geltenden SN-Normen geregelt; es empfiehlt sich die höheren Anforderungen an S-Beläge generell für alle lärmarmen Beläge anzuwenden (PSV > 50).

- **Gummizusätze:**

Der Ersatz eines Teils der feinen Mineralstoffe durch Gummigranulat vermindert die Steifigkeit des Belages und verbessert dessen akustische Eigenschaften. Ein ähnlicher Effekt kann auch durch die Verwendung eines Gummi-Bitumens (Rubberized Asphalt) erzielt werden.

Aus [10] ist bekannt, dass bituminöse Strassenbeläge bei höheren Temperaturen leiser sind als bei tieferen Temperaturen; dies lässt sich nur mit dem weicheren Asphalt im Sommer erklären. Generell weichere Asphalt zu bauen wäre jedoch im Hinblick auf eine langjährige Erhaltung einer gleichbleibenden Oberflächenstruktur falsch. Mit dem Einsatz von Gummizusätzen werden elastischere Beläge erreicht, bei denen die Struktur sich nicht plastisch verändert.
- **Einbautechnik:**

Es ist offensichtlich, dass das Walzenspiel einen Einfluss auf die anfängliche Textur der Belagsoberfläche hat. Es ist nicht gleichgültig ob eine Gummirad- oder Glattmantel-Walze den Belag verdichtet. Auch spielen Gewicht und Reihenfolge der eingesetzten Walzen eine Rolle. Leider ist zu diesem Thema sehr wenig bekannt; insbesondere können keine Hinweise gegeben werden, wie Beläge einzubauen sind.
- **Ebenheit:**

Schlaglöcher, Flickstellen, Schachtdeckel, Verkehrsberuhigungsmassnahmen (Schwellen), architektonische Gestaltungen (Pflästerungen, etc.), Fahrbahnübergänge bei Brücken haben einen grossen, negativen Einfluss auf die akustischen Eigenschaften. Oft werden neu eingebaute, konventionelle AB-Beläge als lärmarm empfunden, nur weil sie im Vergleich zur vorherigen Situation ebener sind.

Literatur

- [1] H.J. Grolimund
R. Attinger
A. Meister Lärmarme Strassenbeläge innerorts und ausserorts; ASTRA und BUWAL Bern; in Vorbereitung
- [2] P. Bar
Y. Delanne Réduire le bruit pneumatiques-chaussées. Les couches de roulement à faible émission sonore. Collection du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Paris, 1993.
- [3] R. Stenschke
M. Jäcker Einfluss von Reifen und Fahrbahnen auf das Reifen-/Fahrbahngeräusch von Kraftfahrzeugen und administrative Massnahmen zur Verminderung. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Heft 43, 1996, Seiten 153 bis 157.
- [4] J. Tonhauser Einfluss des Reifen-/Fahrbahngeräusches auf das Aussengeräusch von PKW – Stand der Technik; Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Heft 43, 1996, Seiten 158 bis 163.
- [5] S. Ullrich Akustische Erfahrungen mit lärm mindernden Texturen – Eine Zwischenbilanz; Strasse + Autobahn, Heft 8, 1996, Seiten 432 bis 435.
- [6] SN 640 433 Drainasphaltschichten; Konzeption, Anforderungen, Ausführung
- [7] SN 640 432 Splittmastixasphalt-Deckschichten; Konzeption, Anforderungen, Ausführung
- [8] Ch. Angst 20 Jahre Splittmastixasphalt in der Schweiz; Strasse und Verkehr; 01/01
- [9] SN 640 435 Rauhasphalt-Deckschichten; Konzeption, Anforderungen, Ausführung
- [10] M. Shojaati
A. Blötz
M. Horat
M. Caprez Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen; Schlussbericht Forschungsauftrag 16/92 ; ASTRA Bern November 2000