

Grolimund + Partner AG
Waldeggstrasse 42a, 3097 Liebefeld-Bern, T 031 356 20 00
www.grolimund-partner.ch



CPX-Messungen lärmarme Strassenbeläge innerorts Schlussbericht 2025

BAFU
A6950
13. April 2026

Impressum

Auftragnehmer

Grolimund + Partner AG

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Projektteam

Tina Saurer

Lena Gafner

Felix Schlatter

Version	Datum	Autoren	Beschrieb	Verteiler
V 1.0	13.04.2026	L. Gafner / T. Saurer	Endfassung	BAFU: D. Schneuwly, S. Steiner

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

A6950_BAFU_CPX_Bericht_2025_V1.0_20260413.docx

13. April 2026

Inhalt

1. Ausgangslage und Ziele	4
2. Belagsbezeichnungen	6
3. Messstrecken und Datengrundlage	8
3.1 Übersicht Messstrecken 2018 – 2025.....	8
3.2 Datengrundlage.....	10
4. Methodik	12
4.1 Messmethode.....	12
4.2 Durchführung der Messungen	12
4.3 Methodik der Datenanalyse.....	12
5. Analysen Fragestellungen.....	14
5.1 LAB 4	15
5.2 LAB 8	16
5.3 AC 8 und Übergangsbeläge	18
6. Multivariate Analyse	20
7. AC MR 4, AC MR 8, LAB 6 und PA 4 im Vergleich zu LAB 4 und LAB 8.....	24
8. Schlussfolgerungen & Erkenntnisse.....	25
9. Empfehlungen	27
10. Ausblick	28
11. Normen- & Quellenverzeichnis	29

Anhang

Separates Dokument: CPX-Messungen lärmarme Strassenbeläge innerorts, Schlussbericht 2025
- Anhang

13. April 2026

1. Ausgangslage und Ziele

Um Lücken im Wissenstand zum Alterungsverhalten und der Eignung von lärmarmen Strassenbelägen zu schliessen, wurden im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) die akustische Wirkung von schweizweit bestehenden lärmarmen Belägen (LAB), konventionellen Asphaltbeton-Belägen (AC) und Übergangsbelägen untersucht. Die akustische Belagsgüte wurde dabei mit dem normierten CPX-Verfahren (close proximity) gemäss SN EN ISO 11819-2:2021 [1] bzw. EN ISO 11819-2:2017 [2] bestimmt. Mit diesem Messverfahren wird die akustische Belagsgüte über die ganze Länge einer Strecke kontinuierlich erfasst. Mittels ergebnisorientierten Messkonzepten sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden.

- Wie verhält sich die akustische Langzeitwirkung von
 - Lärmarmen Belägen mit Grösstkorn 4mm → LAB 4,
 - Lärmarmen Belägen mit Grösstkorn 8mm → LAB 8,
 - AC 8 und Übergangsbelägen?
- Wie verhält sich die akustische Wirkung von LAB 4, LAB 8 sowie AC 8 und Übergangsbelägen in Abhängigkeit
 - der Beanspruchung durch hohe Verkehrslasten?
 - von klimatischen Bedingungen (Höhenlage)?

Ziel war es, mit Hilfe der Erfahrung aus vorangegangener Belagsgütemessungen sowie den akustischen Daten der aktuellen Messkampagne Grundlagen für eine Entscheidungshilfe zu erarbeiten, welche es erlaubt, auf einem spezifischen Strassenabschnitt eine geeignete Bauweise auszuwählen.

Zusammen mit dem BAFU hat die Grolimund + Partner AG im Rahmen eines separaten Auftrages das Tool «QuietPave Check» entwickelt. QuietPave Check ist eine Web-Applikation, die mithilfe umfangreicher Messdaten und KI-gestützter Analysen bestimmt, welche Strassenbeläge auf einem spezifischen Strassenabschnitt langfristig die höchste Lärminderung und Lebensdauer erzielen. Dabei werden Faktoren wie Verkehrsaufkommen, klimatische Bedingungen und Belastungen berücksichtigt. QuietPave Check soll Kantonen und Gemeinden dabei unterstützen, fundierte Entscheidungen zu treffen. Das Tool ist bereits für alle Kantone und Gemeinden zugänglich.

Von 2018 bis 2025 wurden jährlich durchschnittlich 44 Beläge messtechnisch erfasst. Für die Jahre 2018 bis 2024 wurden die Messergebnisse jeweils in einem separaten Jahresbericht diskutiert sowie ein Fazit über die gesamte Projektdauer gezogen. Für den Schlussbericht und die darin enthaltenen Analysen wurde alle 358 Messresultate neu strukturiert und kategorisiert. Der Fokus in diesem Schlussbericht liegt vor allem auf der Beantwortung der oben definierten Fragestellungen. Zur Veranschaulichung und zum besseren Verständnis der im Projekt erlangten Erkenntnisse, wird folgende Darstellung verwendet.

13. April 2026









358 Messergebnisse	Tief gelegen z < 800 m.ü.M 	Hoch gelegen z > 800 m.ü.M   
Wenig Verkehr DTV < 10'000 	LAB 4: LAB 8: AC 8:	LAB 4: LAB 8: AC 8:
Viel Verkehr DTV > 10'000   	LAB 4: LAB 8: AC 8:	keine Messdaten vorhanden

Abbildung 1: Grundgerüst für die Zusammenfassung der im Auftrag aus 358 Messresultaten erlangten Erkenntnisse

Das Ziel ist es, aufgrund des Einflusses der Höhenlage und der Verkehrslast für jede Belagsgruppe eine Empfehlung zum Einsatzgebiet abzugeben. Die im vorliegenden Bericht aufgezeigten Ergebnisse basieren ausschliesslich auf den im Auftrag spezifisch ausgewählten Belägen und den daraus gewonnenen Daten. Die Ergebnisse eignen sich nicht für Aussagen über die allgemeinen Belagskennwerte oder feiner aufgelöste Fragestellungen.

13. April 2026

2. Belagsbezeichnungen

In der folgenden Tabelle sind die in der Schweiz meistverbreiteten lärmarmen und konventionellen Belagstypen und deren Bezeichnungen aufgelistet.

Tabelle 1: Übersicht Belagsbezeichnungen

Belagstyp	Bezeichnung	Bemerkung
SDA	Semi-dichter Asphalt	SDA 4 innerorts, SDA 8 alle Strassentypen
AC MR	Rauasphalt	Alle Strassentypen (wurde durch SDA abgelöst)
PA	Offenporiger Asphalt	Nur bei >80 km/h
Firmenprodukte	Nanosoft, Sapaphone, Famsiphonogrip, etc.	innerorts
AC	Asphaltbeton	Alle Strassentypen
SMA	Splittmastix Asphalt	Alle Strassentypen
GA	Gussasphalt	Alle Strassentypen
DSK	Kaltmikro	Übergangsbelaag
OB	Oberflächenbehandlung	Übergangsbelaag

Die in Abbildung 2 dargestellten Zielkurven LAB beschreiben die erwartete Lärmreduktion von SDA 4 und SDA 8 über die Lebensdauer.

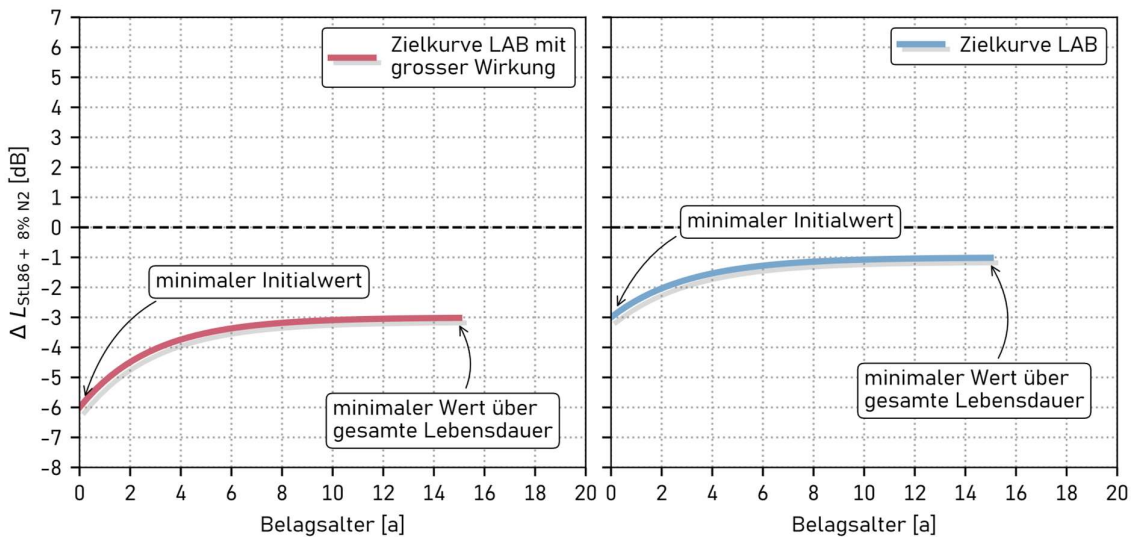


Abbildung 2: Erwartetes akustisches Langzeitverhalten SDA 4 (links rot) und SDA 8 (rechts blau)

13. April 2026

In der folgenden Tabelle sind für SDA 4 und SDA 8 Beläge die gemäss den Normen VSS 40 436:2022 [3] und VSS 40 430:2022 [4] geltenden Grenzwerte der Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper und der eingebauten Schichten dargestellt.

Tabelle 2: SDA - Charakteristischer Hohlraumgehalt und Grenzwerte der Marshall-Prüfkörper gemäss VSS 40 436:2022 [3] und der Hohlraumgehalte der Schichten gemäss VSS 40 430:2022 [4]

SDA	-12 (B*)	-16 (C*)	-20 (D*)
	[Volumen-%]		
Charakteristischer Hohlraumgehalt der Marshall-Prüfkörper			
SDA 4	12	16	20
SDA 8	12	16	-
Grenzwerte für den Hohlraumgehalt der Marshall Prüfkörper			
SDA 4	10...14	14...18	18...22
SDA 8	10...14	14...18	-
Grenzwerte der Hohlraumgehalte der Schichten (Mittelwert)			
SDA 4	10...16	14...20	18...24
SDA 8	10...16	14...20	-

*alte Bezeichnung gemäss Norm Version 2013. A = Volumen<10%

13. April 2026

3. Messstrecken und Datengrundlage

Zwischen 2018 und 2025 wurden jährlich durchschnittlich auf 44 Belägen CPX-Messungen durchgeführt. Das Messkonzept und die damit verbundene Auswahl der Messstrecken wurde in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitet. Bei der Auswahl der Strecken wurde darauf geachtet, dass ein grosser Teil der Kantone abgedeckt ist und einzelne Beläge nach Möglichkeit nicht mehrfach gemessen wurden. Für die Kategorie „Einfluss der Höhenlage“ wurde für die Streckenauswahl ein Schwellenwert von über 600 m ü. M. festgelegt, während für die Kategorie „Einfluss der Verkehrslast“ ein durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV) von mehr als 10'000 Fahrzeugen pro Tag definiert wurde. Zur Untersuchung der Langzeitwirkung wurden Beläge unterschiedlichen Alters ausgewählt, um ein möglichst breites Altersspektrum abzudecken. Die untersuchten Beläge sollten zudem eine noch vorhandene akustische Wirkung aufweisen. Dabei wurde hauptsächlich auf die Datenbank der Grolimund + Partner AG und auf die dort vorhandenen Datensätze zurückgegriffen.

3.1 Übersicht Messstrecken 2018 – 2025

In Abbildung 3 sind alle projektspezifischen CPX-Messstrecken von 2018 bis 2025 grafisch dargestellt. Insgesamt wurden 358 Messungen durchgeführt. Diejenigen Strecken, welche seit 2018 mehrmals gemessen wurden, sind schwarz umrandet.

Weiter sind der Abbildung 4 pro Messjahr die Anzahl Messungen pro Fragestellung zu entnehmen. Im Anhang sind die Ergebnisse sämtlicher Messungen tabellarisch aufgeführt, einschliesslich Angaben zu Standort, Belagsbezeichnung, Einbaujahr, Koordinaten sowie weiteren relevanten Informationen.

13. April 2026

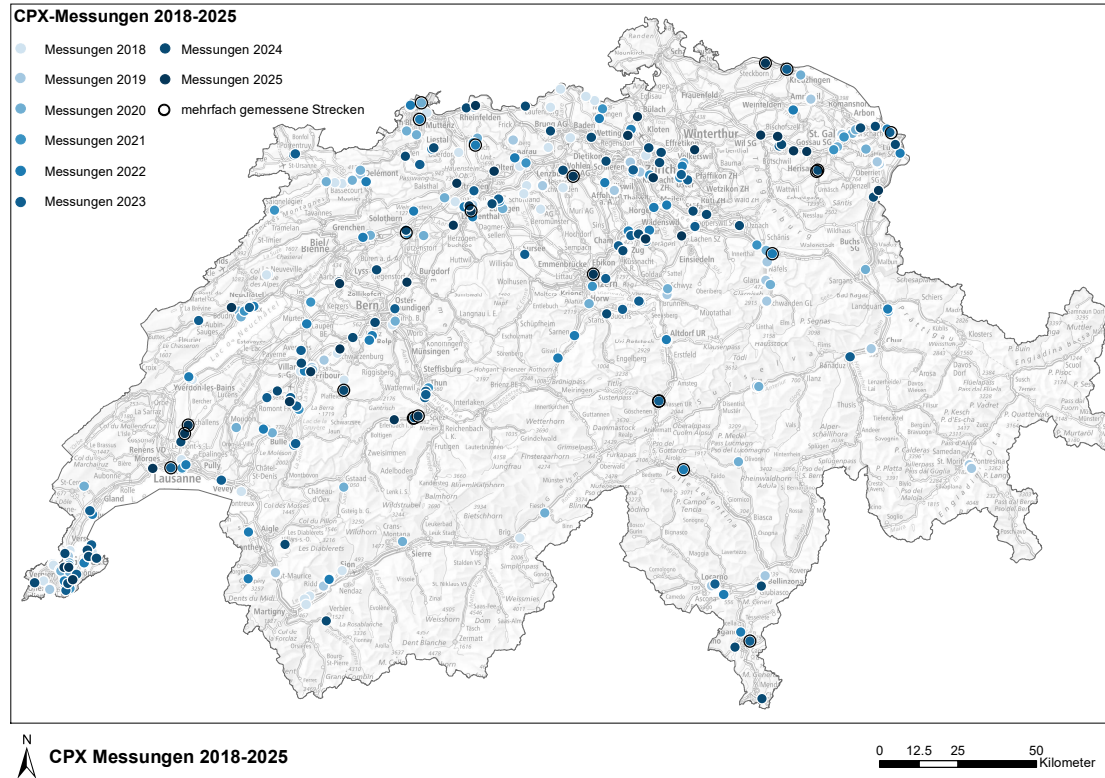


Abbildung 3: Übersichtskarte mit allen CPX-Messungen von 2018 bis 2025.

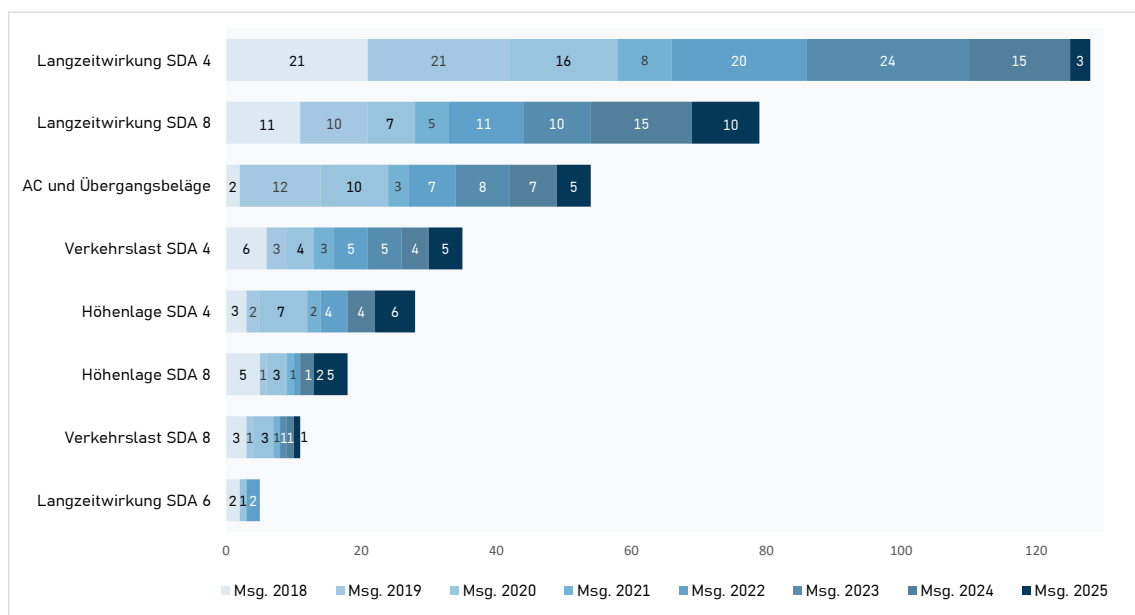


Abbildung 4: Übersicht der Anzahl CPX-Messungen pro Fragestellung von 2018 bis 2025.

13. April 2026

3.2 Datengrundlage

Für den vorliegenden Schlussbericht und den ab Kapitel 5 folgenden Analysen wurden alle im Projekt erhobenen Messdaten neu strukturiert. Jeder Messstrecke wurde der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV) sowie die Höhenlage zugewiesen.

Für die Klassifikation in die Kategorien wenig Verkehr (< 10'000 Fz/Tag) und viel Verkehr (> 10'000 Fz/Tag) wurden die Verkehrszahlen vom Nationalen Personenverkehrsmodell NPVM 2017 [5] verwendet.

Auf dieser Grundlage wurden die Analysen durchgeführt. Für die Analysen wurden die Belagstypen zu den in Tabelle 3 definierten Belagsgruppen zusammengefasst. Die Belagstypen AC MR 4, AC MR 8, LAB 6, PA 4 werden in den Analysen nicht berücksichtigt, sondern in Kapitel 7 separat mit den Belagsgruppen LAB 4 und LAB 8 verglichen.












Tabelle 3: Belagsgruppen und ihre enthaltenen Belagstypen im Überblick

Belagsgruppe	Belagstypen
LAB 4	SDA 4, SDA 4-12, SDA 4-16, SDA 4-20, SDA 4A, Famsiphonogrip, Nanosoft 4, Sapaphone 4, Camaphone 4, Griphone 4, Mobiphone 4, Perrphone 4, Tanaphone 4,
LAB 8	SDA 8, SDA 8A, SDA 8-12, SDA 8-16
AC 8- & Übergangsbeläge	AC 8*, DSAK 4, DSAK, DSAK 6, MoaMikro, Kaltmikrosil

*Bei den im vorliegenden Auftrag untersuchten AC 8 Belägen handelt es sich um nicht lärmoptimierte Varianten.

In den Analysen wird beim Einfluss der Verkehrslast zwischen «viel Verkehr» und «wenig Verkehr» unterschieden. Dabei liegt die Grenze bei einem DTV von 10'000 Fz/Tag. Datenanalysen haben gezeigt, dass sich Beläge unter 600 m ü. M. und solche zwischen 600 und 800 m ü. M. akustisch ähnlich verhalten. Deshalb wurde für den Einfluss der Höhenlage die Grenze zwischen «tief gelegen» und «hoch gelegen» bei einer Höhe von 800 m ü. M. gesetzt. Die Analysen für tief gelegene Beläge haben eine Gültigkeit für Beläge bis 800 m ü. M.

Zur Abschätzung der Langzeitwirkung und der Einflussgrössen «Verkehrslast» und «Höhenlage», wurde jeder Messpunkt aufgrund der effektiven Verkehrslast und Höhenlage einer der drei folgenden Kategorien zugeordnet.

-    wenig Verkehr (< 10'000 Fahrzeuge/Tag) & tiefe Lage (< 800 m ü. M.)
-     wenig Verkehr (< 10'000 Fahrzeuge/Tag) & hohe Lage (>= 800 m ü. M.)
-     viel Verkehr (>= 10'000 Fahrzeuge/Tag) & tiefe Lage (< 800 m ü. M.)

Für den vorliegenden Auftrag liegen keine Messdaten zu Belägen vor, die sowohl hoch gelegen als auch einer hohen Verkehrslast ausgesetzt sind.

Der folgenden Abbildung ist zu entnehmen, wie viele Messwerte in die Analysen der obigen drei Kategorien miteingeflossen sind.

13. April 2026


















358 Messergebnisse	Tief gelegen z < 800 m.ü.M 	Hoch gelegen z > 800 m.ü.M   
Wenig Verkehr DTV < 10'000 	LAB 4:  139 LAB 8:  73 AC 8:  38	LAB 4:  15 LAB 8:  7 AC 8:  10
Viel Verkehr DTV > 10'000   	LAB 4:  37 LAB 8:  16 AC 8:  6	keine Messdaten vorhanden

Abbildung 5: Übersicht der Anzahl Messwerte, welche in die Analysen der jeweiligen Kategorien miteingeflossen sind.

4. Methodik

4.1 Messmethode

Im Rahmen des Projektes wurden ausschliesslich Daten aus den akustischen Messungen mit dem normierten CPX (Close-Proximity-Verfahren) gemäss [2] bzw. [1] analysiert. Bei dieser Methode werden die akustischen Eigenschaften von Strassenbelägen durch eine kontinuierliche und direkte Messung der Reifen-Fahrbahngeräusche mit einem Messanhänger ermittelt.

Weitere Erläuterung zur Messmethode sind dem Anhang zu entnehmen.

4.2 Durchführung der Messungen

Die Messungen wurden mit einer Referenzgeschwindigkeit von 50 km/h durchgeführt. In einzelnen Fällen mussten die Messungen bei reduzierter Fahrgeschwindigkeit (signalisierte Geschwindigkeit = 30 km/h) durchgeführt werden. Es wurden neueste Studienergebnisse des BAFU [6] verwendet, um auch ausserhalb der Referenzgeschwindigkeit Ergebnisse ausweisen zu können. Durch die abweichenden Messbedingungen ist allerdings mit einer erhöhten Unsicherheit zu rechnen. Pro Reifentyp wurden mindestens zwei Messfahrten vorgenommen. Bei zwei Reifentypen (PW und LKW) entspricht dies mindestens vier Messfahrten pro Fahrspur.

4.3 Methodik der Datenanalyse

Ist im aktuellen Bericht von einer akustischen Belagswirkung von z.B. -2.5 dB(A) die Rede, ist damit die Abweichung zum Referenzmodell StL-86+ gemeint. Ein detaillierter Beschrieb zur Auswertung von Strassenbelagsmessungen ist im Leitfaden Strassenlärm [7], sowie im Anhang 1c des Leitfadens [8] enthalten. Sofern nicht anders beschrieben, werden im vorliegenden Bericht die CPX-Werte für Mischverkehr mit einem LKW-Anteil von 8 % angegeben und verwendet. Das Strassenlärmemissionsmodell StL-86+ wird abgelöst. Derzeit ist das Nachfolgemodell Son-Road18 empfohlen. Bis eine neue gültige Methodik zur Angabe der Belagswirkung vorhanden ist, werden die Belagswirkungen weiterhin gegenüber StL-86+ angegeben.

4.3.1 Modellierungen

Alterungs- / Regressionskurve

Die in den Analysen dargestellten Regressionskurven basieren auf einer linearen Regression, die einen exponentiellen Zerfall der abhängigen Variable in Abhängigkeit von den x -Werten modelliert.

Die Regressionsgleichung lautet:

$$y = a * \exp(-b * x) + c$$

- x : Belagsalter
- y : CPX-Wert für Mischverkehr mit einem LKW-Anteil von 8% (MV8) in Abweichung zum Referenzmodell StL-86+
- a : Anfangswert

13. April 2026

- b: Steigung (Steilheit des exponentiellen Verlaufs)
- c: Asymptotischer Endwert

Die Parameter a , b und c werden mit der Methode der **Kleinsten Quadrate (Ordinary Least Squares, OLS)** bestimmt. Dabei werden die Koeffizienten so gewählt, dass die Summe der quadrierten Abweichungen zwischen beobachteten und vorhergesagten Werten minimal ist.

Durch den exponentiellen Term lassen sich nichtlineare Zusammenhänge, wie eine abnehmende Wirkung mit zunehmendem Alter, besser darstellen.

Multivariate Analyse

Zur umfassenden Analyse der Einflüsse von DTV, Höhenlage und Belagsalter wurde für jede Belagsgruppe das folgende Modell erarbeitet (siehe Kapitel 6). Das Modell basiert auf einem exponentiellen Zerfall mit zusätzlichem Einfluss von Verkehrsbelastung (DTV) und Höhenlage (Alti):

$$MV8 = a \cdot e^{-b \cdot \text{Belagsalter}} + d \cdot \ln(DTV) + e \cdot \text{Alti} + f$$

Die Gleichung wurde so gewählt, dass die Anfangshypothesen damit beantwortet werden können. Namentlich wurde der exponentiell abfallende Zusammenhang mit einer Linearkombination der Parameter Verkehr und Höhenlage ergänzt. Die Modellgleichung unterliegt dem Ansatz, dass zunehmender Verkehr, sowie die Höhenlage einen negativen Einfluss auf die akustische Belagsalterung aufweisen. Für den Verkehr wurde die Variable zusätzlich logarithmiert, um den Einfluss hoher Verkehrslasten etwas abzumindern.

13. April 2026

5. Analysen Fragestellungen

In den Abbildungen 6 bis 8 werden für jede Belagsgruppe die einzelnen Messergebnisse mit den in Kapitel 3.2 definierten Farben pro Kategorie dargestellt. Zusätzlich werden pro Kategorie die gemäss Kapitel 4.3.1 ermittelte Alterungskurve und die Standardunsicherheit des Modells (1σ) dargestellt. Die statistisch ermittelten Ausreisser in Abhängigkeit des Belagsalter werden in den Abbildungen jeweils rot umkreist.

Für die Berechnung der in den Abbildungen 6 bis 8 dargestellten schwarzen Alterungskurve wurden alle pro Belagsgruppe, unabhängig von der Kategorie, gemessenen Beläge verwendet.

Zur Einordnung der ermittelten Alterungskurven werden zusätzlich die Zielkurve LAB mit grosser Wirkung (LAB 4) bzw. die Zielkurve LAB (LAB 8 & AC 8 und Übergangsbeläge) dargestellt. Erläuterungen dazu befinden sich in Kapitel 2.

Unterhalb der Diagramme zeigen Säulen für jedes Belagsalter den Anteil an Messpunkten, die unterhalb der Zielkurve für LAB, resp. LAB mit grosser Wirkung liegen.

Die standortspezifischen Aussagen im vorliegenden Kapitel beziehen sich auf die Messungen, welche im Rahmen des vorliegenden Projektes durchgeführt wurden, was nicht zwingend den aktuellsten Messungen entspricht.

13. April 2026

5.1 LAB 4

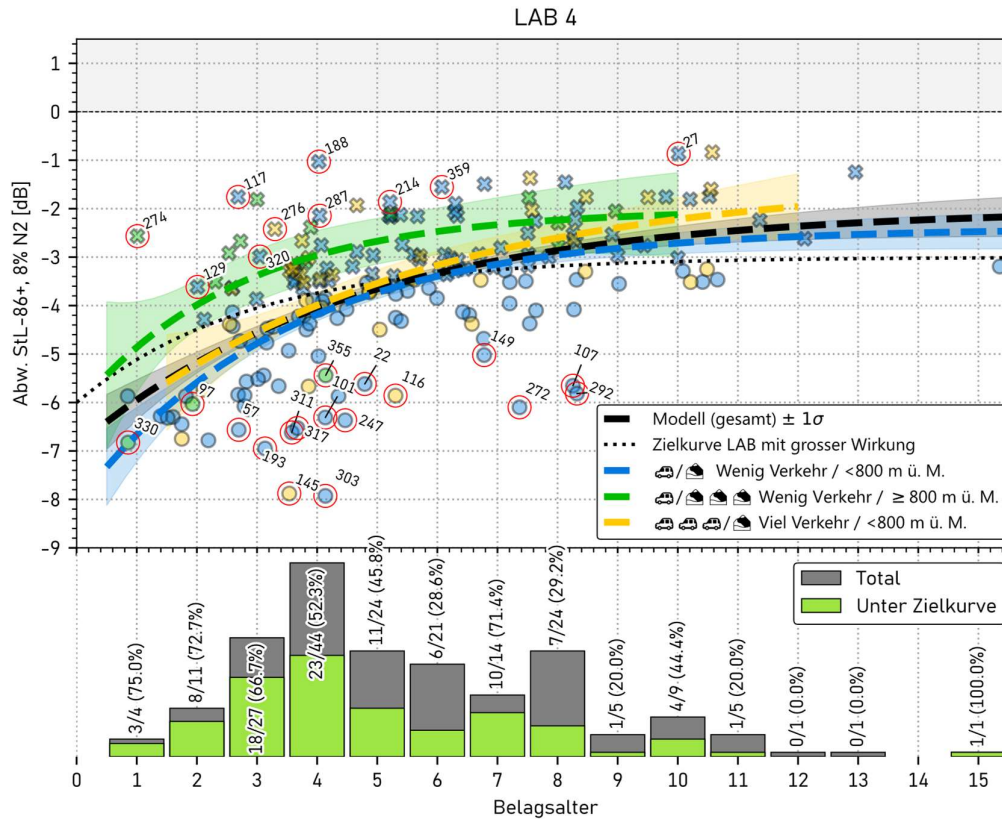


Abbildung 6: Gemessene akustische Belagsgütwerte für Mischverkehr mit 8% Schwerververkehrsanteil (Abw. StL-86+, 8% N2) für LAB 4 Beläge (verschiedene Hohlräumklassen). Gruppierung der Messwerte anhand der kombinierten Angaben zur effektiven Verkehrslast und Höhenlage (3 Kategorien). Für jede Kurve wurde eine exponentielle Modellierung gewählt.

Alterungskurven

- Die Alterungskurve aller untersuchten LAB 4 (schwarze Kurve) liegt bis zu einem Belagsalter von 6 Jahren unterhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung und erreicht 10 Jahre nach Einbau immer noch eine akustische Belagswirkung von ca. -2.5 dB(A).
- Die Alterungskurve der LAB 4 in Höhenlagen über 800 m ü. M. (grüne Kurve) liegt von Belags-einbau bis 10 Jahren nach Einbau oberhalb der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung und auch deutlich über der Alterungskurve aller im Projekt gemessenen Belägen (schwarze Kurve).
- Die Alterungskurve von LAB 4 mit einer Verkehrslast grösser als 10'000 Fz/Tag (gelbe Kurve) kommt um max. 0.5 dB(A) über der Alterungskurve aller im Projekt untersuchten LAB 4 zu liegen.
- Im Vergleich zur Alterungskurve aller im Projekt gemessenen LAB 4 (schwarze Kurve), liegt die Kurve der LAB 4 in tiefen Lagen mit geringer Verkehrslast (blaue Kurve) immer knapp darunter.

13. April 2026

Beobachtungen

- Die Hälfte aller im vorliegenden Projekt getesteten LAB 4 kommen unterhalb der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung zu liegen.
- In der Abbildung 6 ist ersichtlich, dass ein LAB 4 nach 7 bis 8 Jahren eine akustische Belagswirkung von ca. -5.5 bis -6 dB(A) (ID 107, 272, 292) und nach 15 Jahren eine Wirkung von -3 dB(A) erreichen kann. Diese bemerkenswerten Werte wurden in tiefen Höhenlagen (< 450 m ü. M.) und auf Streckenabschnitten mit sehr unterschiedlichen DTV (1'500 - 9'500 Fz/Tag) erreicht.
- Die untersuchten LAB 4, welche höher als 800 m ü. M. liegen, kommen mit drei Ausnahmen oberhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung zu liegen. Bei den drei Ausnahmen handelt es sich jeweils um LAB 4 in der Westschweiz (ID 97, 330, 355).
- Trotz einem DTV über 20'000 Fz/Tag erreichen die beiden SDA 4 in Anières (ID 145) und Auvernier (ID 116) grosse Reduktionen der Reifen-Fahrbahn-Geräusche von ca. -8 dB(A) nach 4 und ca. -6 dB(A) nach 5 Jahren.

5.2 LAB 8

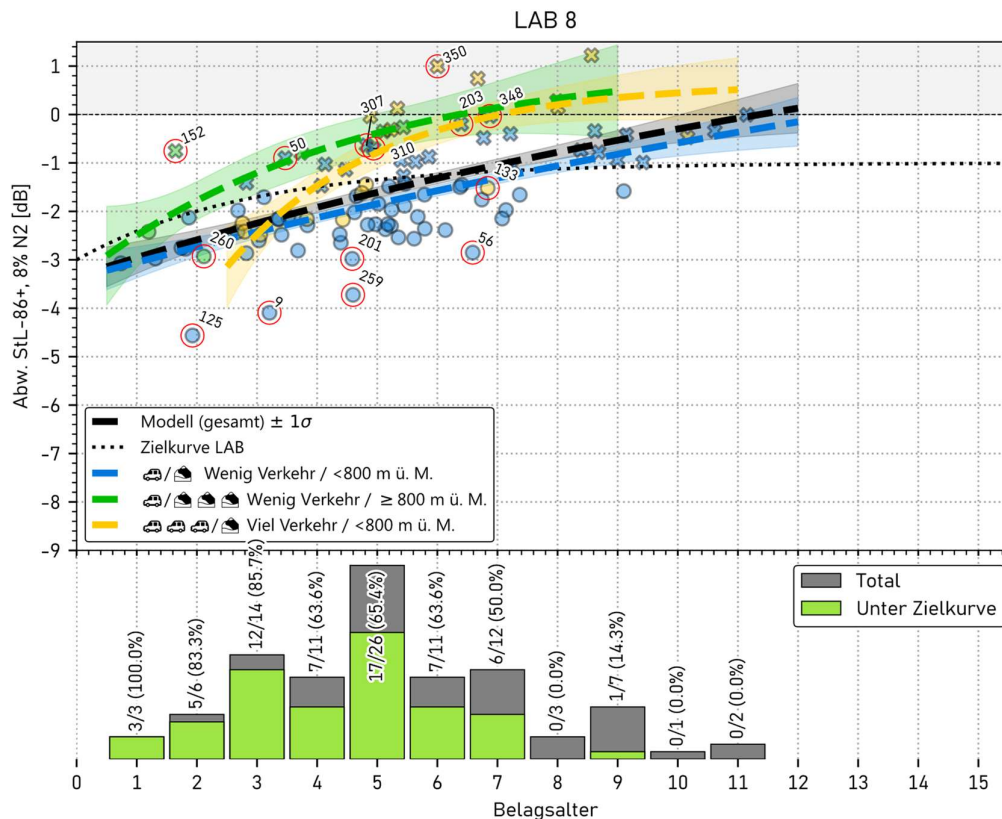


Abbildung 7: Gemessene akustische Belagsgütwerte für Mischverkehr mit 8% Schwerververkehrsanteil (Abw. StL-86+, 8% N2) für LAB 8 Beläge (verschiedene Hohraumklassen). Gruppierung der Messwerte anhand der kombinierten Angaben zur effektiven Verkehrslast und Höhenlage (3 Kategorien). Für jede Kurve wurde eine exponentielle Modellierung gewählt.

13. April 2026

Alterungskurven

- Nach ca. 7 Jahren schneidet die Alterungskurve aller im vorliegenden Auftrag untersuchten LAB 8 (schwarze Kurve) die Zielkurve für LAB. Bis zum Belagsalter von 12 Jahren kann der LAB 8 gemäss Alterungskurve die Reifen-Fahrbahn-Geräusche gegenüber einem konventionellen Belag reduzieren.
- Die Alterungskurve der LAB 8 in hohen Lagen (grüne Kurve) kommt ca. 1 dB(A) über der Alterungskurve aller im Projekt untersuchten LAB 8 (schwarze Kurve) zu liegen.
- Ab einem Belagsalter von ca. 5 Jahren liegt auch die Alterungskurve der LAB 8 mit hoher Verkehrslast (gelbe Kurve) ca. 1.0 dB(A) über der Alterungskurve aller im Projekt untersuchten LAB 8 (schwarze Kurve).
- In den ersten 5 Jahren liegt die Alterungskurve der LAB 8 in hohen Lagen (grüne Kurve) jedoch deutlich über der Alterungskurve der LAB 8 mit hoher Verkehrslast (gelbe Kurve).
- Die Alterungskurve der Beläge in tiefen Lagen mit geringer Verkehrslast (blaue Kurve) liegt über alle Altersklassen knapp unterhalb der Kurve aller gemessenen LAB 8 (schwarze Kurve).

Beobachtungen:

- Rund die Hälfte der getesteten LAB 8 erfüllen die Erwartungen der langfristig akustischen Wirkung für LAB.
- Von den untersuchten LAB 8 mit einem Belagsalter grösser als 8 Jahren, gelingt es nur einem Belag, unterhalb der Zielkurve für LAB zu liegen kommen. Dabei handelt es sich um den SDA 8-12 Belag in Unterbözberg, welcher tief gelegen ist (504 m ü. M.) und sehr wenig Verkehr ausgesetzt ist (700 Fz/Tag).
- Fünf Messwerte heben sich mit ihren guten Belagsgütwerten von den anderen gemessenen LAB 8 ab. Diese Beläge mit den IDs 9, 56, 125, 201 und 259 liegen in tiefen Lagen auf Abschnitten mit wenig Verkehr. Es handelt sich dabei um SDA 8 in den Kantonen Aargau, Glarus, Bern und Genf.
- Mit einer Ausnahme in Venthône (ID 260) befinden sich alle untersuchten LAB 8, welche über 800 m ü. M. liegen, über der Zielkurve für LAB.
- 5 Jahre nach Einbau gelingt es nur einem untersuchten LAB 8 mit hoher Verkehrslast akustische Belagsgütwerte unterhalb der Zielkurve für LAB zu erreichen (ID 133).

13. April 2026

5.3 AC 8 und Übergangsbeläge

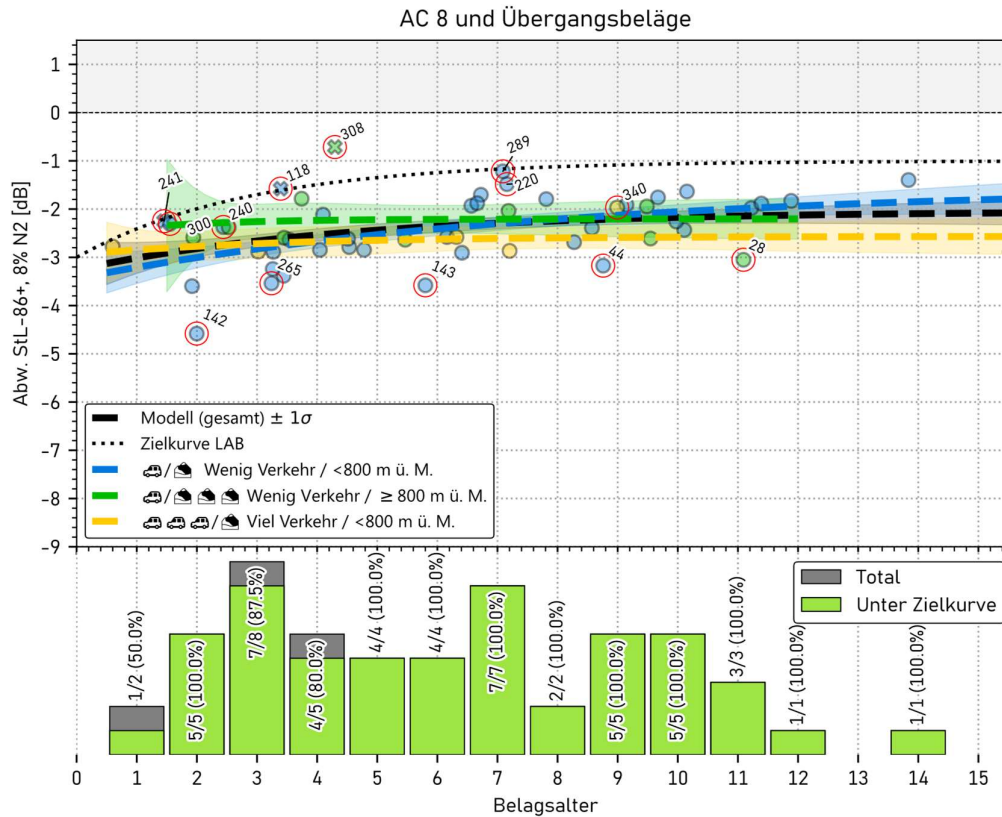


Abbildung 8: Gemessene Belagsgütwerte für Mischverkehr mit 8% Schwerverkehrsanteil (Abw. StL-86+, 8% N2) für AC 8 und Übergangsbeläge. Gruppierung der Messwerte anhand der kombinierten Angaben zur effektiven Verkehrslast und Höhenlage (3 Kategorien). Für jede Kurve wurde eine exponentielle Modellierung gewählt.

Alterungskurven

- Alle berechneten Alterungskurven der AC 8 und Übergangsbeläge liegen unabhängig der Verkehrslast und der Höhenlage 0.5 bis 1.5 dB(A) unterhalb der Zielkurve für LAB.
- Während die Alterungskurven zu Beginn knapp unterhalb der Anforderungskurve zu liegen kommt, nimmt der Abstand mit zunehmendem Alter zu.

Beobachtungen

- Mit einer Ausnahme liegen alle Messwerte unterhalb oder knapp auf der Anforderungskurve für LAB und weisen über die gesamte Lebensdauer eine geringere Streuung als bei den LAB 4 und LAB 8 auf. Bei AC 8 Belägen handelt es sich um dichte Beläge mit einer feinen Oberflächentextur. Daher ist die Variabilität der akustischen Wirkung sowohl aufgrund der Produktion als auch unter verschiedenen Beanspruchungen geringer.
- Bei den vier auffällig leisen AC 8 und Übergangsbeläge handelt es sich, mit einer Ausnahme (ID 28), um Beläge in tiefer Lage mit niedriger Verkehrslast. Dabei handelt es sich um DSAK Beläge im Kanton St. Gallen und Glarus (ID 44, 142, 143).

13. April 2026

- Bei den vier Belägen auf oder über der Anforderungskurve für LAB (ID 118, 241, 289, 308) handelt es sich um AC 8 in den Kantonen Glarus, Uri, Schwyz und Waadt.

Beobachtungen Höhenlage

- Der AC 8 in Pontresina (ID 28) weist 11 Jahre nach Einbau noch eine akustische Belagswirkung für Mischverkehr von -3.1 dB(A) auf. Besonders beachtlich ist diese akustische Belagswirkung, da der Belag auf 1'750 m ü. M. liegt und somit unter klimatisch herausfordernden Bedingungen seine akustische Leistungsfähigkeit beibehält.
- Ein weiterer AC 8, welcher ähnlichen klimatischen Bedingungen ausgesetzt ist (1'183 m ü. M), ist der AC 8 in Ollon (ID 308). Er weist jedoch 4 Jahre nach Einbau mit einer akustischen Belagsgüte von -0.7 dB(A), eine eher schlechte akustische Belagswirkung auf und liegt bereits nach 4 Jahren über der Zielkurve für LAB. Ein Beispiel dafür, dass die klimatischen Bedingungen in höheren Lagen zu Kornausbrüchen führen und somit die akustische Wirkung von AC Belägen beeinflussen können. Bereits 2 Jahre nach Einbau waren bei diesem Belag Kornausbrüche und eine starke Abnahme der akustischen Belagswirkung auszumachen.

Beobachtungen Verkehrslast

- Aufgrund der geringen Anzahl an Messwerten auf AC 8 und Übergangsbelägen mit hoher Verkehrslast, kann keine generelle Aussage über den Einfluss der Verkehrslast auf das Alterungsverhalten von AC 8 und Übergangsbelägen formuliert werden.
- Bei denjenigen Belägen, welche einer hohen Verkehrslast ausgesetzt sind, handelt es sich um drei AC 8, zwei DSAK 4 und einen MoaMikro 5 Belag. Keiner dieser sechs Beläge zeigt im Vergleich zu Belägen mit einem DTV unter 10'000 auffällige positive oder negative Abweichungen der akustischen Belagswirkung.

6. Multivariate Analyse

Zur umfassenden Analyse der Einflüsse von DTV, Höhenlage und Belagsalter wurde für jede Belagsgruppe je eine multivariate Analyse durchgeführt.

Zur Visualisierung wurden Flächenplots erstellt:

- **X-Achse:** DTV (Verkehrsmenge)
- **Y-Achse:** Höhenlage (Alti)
- **Farbe:** Modellwert *MV8*
- Es werden **9 Grafiken für verschiedene Belagsalter** gezeigt. Liegen für eine Belagsgruppe für ein Belagsalter keine Daten vor, wurde kein Plot erstellt.

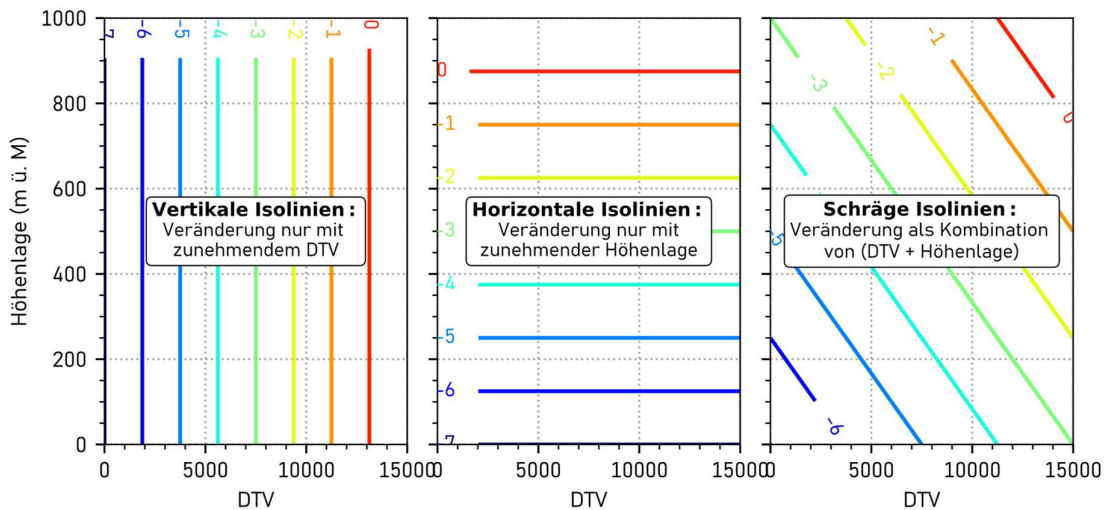


Abbildung 9: Darstellung zur Interpretation des Farbverlaufes in den Flächenplots

Die in Kapitel 6 dargestellten Flächenplots und Isolinien sind folgendermassen zu interpretieren:

Vertikale Isolinien (parallel zur Y-Achse):

- Die *MV8*-Werte ändern sich nicht in Y-Richtung → also kein Einfluss der Höhenlage (Höhenlage), nur DTV wirkt.

Horizontale Isolinien (parallel zur X-Achse):

- Die *MV8*-Werte ändern sich nicht in X-Richtung → also kein Einfluss des DTV, nur Höhenlage wirkt.

Schräg verlaufende Isolinien:

- Sowohl DTV als auch Höhenlage beeinflussen *MV8* gleichzeitig; die Steigung der Linien zeigt das relative Verhältnis der Effekte.

Abstand der Isolinien:

- Enge Abstände = starker Einfluss, weite Abstände = schwacher Einfluss.

13. April 2026

LAB 4

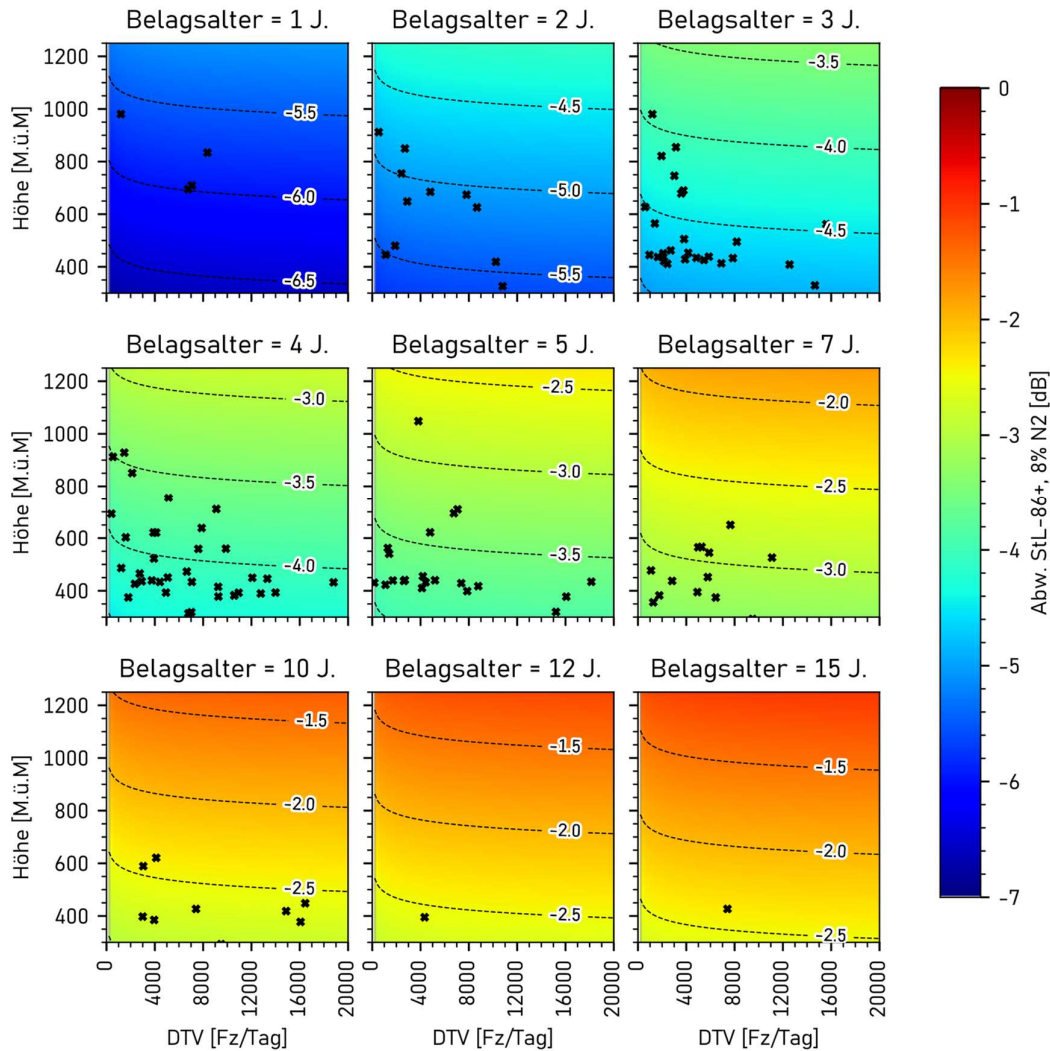


Abbildung 10: Flächenplot für die Multiple-Regression der Messdaten für LAB 4 – Beläge. Die Darstellungen zeigen die Isolinien für verschiedene Belagsalter (Einzelne Kacheln). X-Achse: Zunehmender DTV, Y-Achse: Zunehmende Höhenlage. Farbcode: Erwarteter Belagsgütwerte für Mischverkehr (N2=8%). Die Punkte widerspiegeln die Messdaten.

Kommentar:

- Bei LAB 4 scheint der Einfluss der Höhenlage deutlich grösser zu sein als die Verkehrslast. Dies lässt sich aus den fast horizontalen Isolinien schliessen.

LAB 8

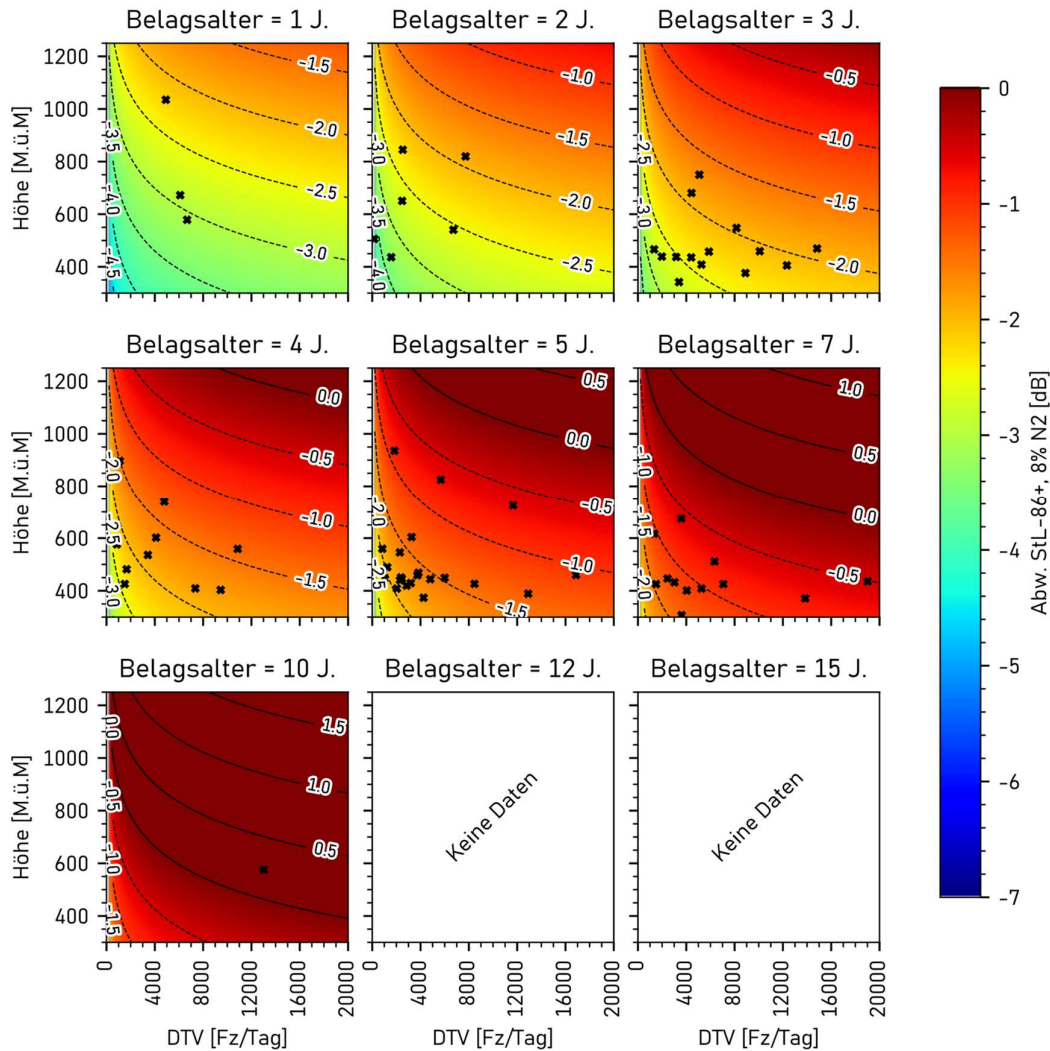


Abbildung 11: Flächenplot für die Multiple-Regression der Messdaten für LAB 8 – Beläge. Die Darstellungen zeigen die Isolinien für verschiedene Belagsalter (Einzelne Kacheln). X-Achse: Zunehmender DTV, Y-Achse: Zunehmende Höhenlage. Farbcode: Erwarteter Belagsgütwerte für Mischverkehr (N2=8%). Die Punkte widerspiegeln die Messdaten.

Kommentar:

- Bei LAB 8 dominiert der Einfluss der Verkehrslast im Vergleich zum Einfluss der Höhenlage bis zu einem DTV von 4'000. Mit zunehmender Verkehrslast, wird der Einfluss der Höhenlage grösser und immer dominanter als der Einfluss der Verkehrslast.
- Die engeren und weniger horizontalen Isolinien beim LAB 8 deuten darauf hin, dass der Einfluss der Höhenlage sowie der Verkehrslast auf die akustische Alterung bei LAB 8 grösser ist als bei LAB 4.

13. April 2026

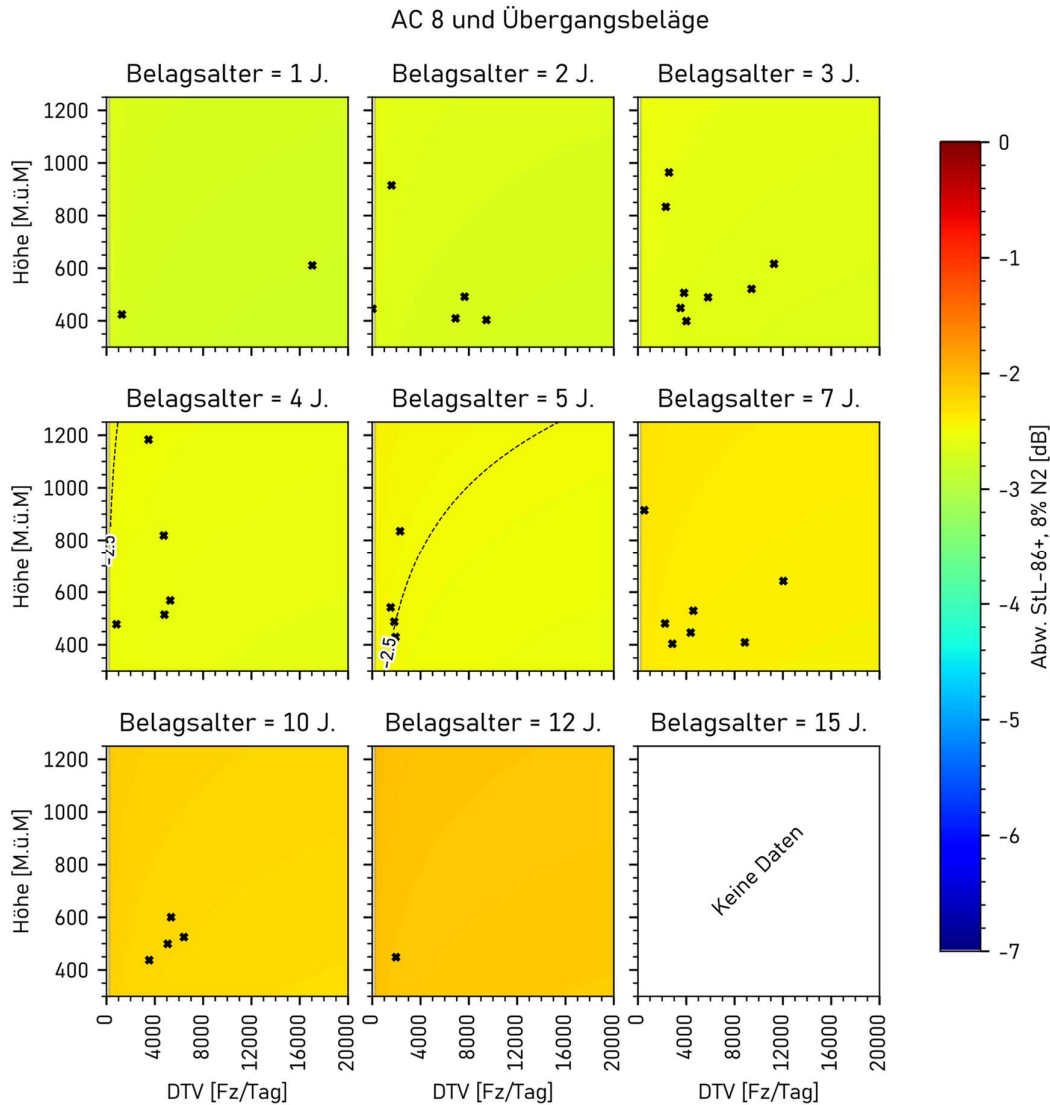


Abbildung 12: Flächenplot für die Multiple-Regression der Messdaten für AC 8 und Übergangsbeläge – Beläge. Die Darstellungen zeigen die Isolinien für verschiedene Belagsalter (Einzelne Kacheln). X-Achse: Zunehmender DTV, Y-Achse: Zunehmende Höhenlage. Farbcode: Erwarteter Belagsgütwerte für Mischverkehr (N2=8%). Die Punkte widerspiegeln die Messdaten.

Kommentar:

- Wie bereits in Kapitel 5.3 ersichtlich, haben weder die Verkehrslast noch die Höhenlage einen entscheidenden Einfluss auf die akustische Alterung von AC 8 und Übergangsbelägen (weite, kaum sichtbare Abstände der Isolinien).
- Dabei ist zu berücksichtigen, dass für AC 8 und Übergangsbeläge in Höhenlagen über 800 m ü. M. sowie bei hohem DTV eine geringe Datengrundlage vorliegt.

13. April 2026

7. AC MR 4, AC MR 8, LAB 6 und PA 4 im Vergleich zu LAB 4 und LAB 8

Da nicht alle im Projekt gemessenen Beläge einer Belagsgruppe zugeordnet werden konnte, werden diese übrigen Beläge in folgendem Kapitel separat behandelt und mit den Belagsgruppen LAB 4 und LAB 8 verglichen.

Folgende Grafik zeigt die Messergebnisse der im Projekt weniger typischen Belagstypen (AC MR 4, AC MR 8, LAB 6 und PA 4). Ergänzend und zur besseren Einordnung sind die Alterungskurven der Mittelwerte aller im vorliegenden Projekt gemessenen LAB 8 und LAB 4 dargestellt.

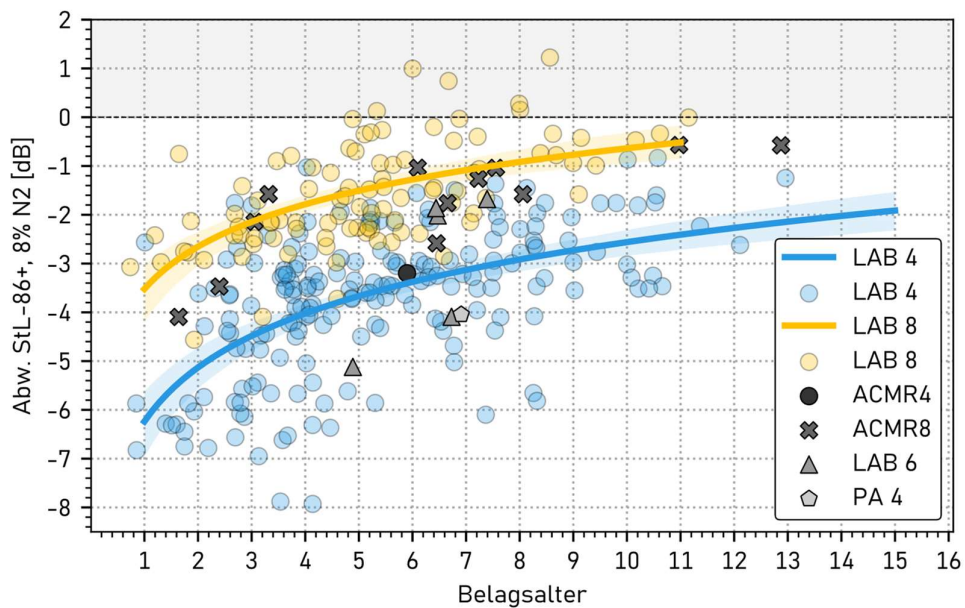


Abbildung 13: Gemessene akustische Belagsgütwerte für Mischverkehr mit 8% Schwerverkehrsanteil (Abw. StL-86+, 8% N2) für AC MR 4, AC MR 8, LAB 6 und PA 4 Beläge im Vergleich zu den Alterungskurven der im vorliegenden Projekt gemessenen LAB 4 und LAB 8.

Kommentar:

- Der AC MR 4, 6 Jahre nach Einbau gemessen, liegt ziemlich nahe an der Alterungskurve der untersuchten LAB 4.
- Von 2018 bis 2025 wurden im Rahmen des vorliegenden Projektes 12 AC MR 8 Beläge messtechnisch erfasst. Die Messwerte können mit denjenigen der LAB 8 mithalten und liegen im Bereich dessen Alterungskurve.
- Die Messergebnisse der untersuchten LAB 6 weisen eine grosse Bandbreite auf. Drei der fünf untersuchten LAB 6 liegen sechs bzw. sieben Jahre nach dem Einbau zwischen den Alterungskurven der untersuchten LAB 8 und LAB 4 (SDA 6-12 in den Kantonen Jura, Solothurn und Bern) Die beiden übrigen Messwerte weisen im Vergleich zur Alterungskurve von LAB 4 um 1 bis 1,5 dB(A) bessere akustischen Belagsgütwerte auf (Basel, Riehenstrasse, SDA 6-16, 2013; Messungen 2018 & 2020).
- Der im Jahr 2018 gemessene PA 4 Belag in Hölstein weist 7 Jahre nach Einbau im Vergleich zur Alterungskurve der gemessenen LAB 4 eine um ca. 1 dB(A) leisere akustische Belagswirkung auf.

8. Schlussfolgerungen & Erkenntnisse

Um Lücken im Wissenstand betreffend die langfristige akustische Wirkung von lärmarmen Belägen im Innerortsbereich zu schliessen, wurden in den vergangenen Jahren hauptsächlich Strecken mit LAB 4, LAB 8 sowie AC 8 und Übergangsbeläge bezüglich ihrer akustischen Eigenschaften untersucht. Um zudem Aufschlüsse über den Einfluss der Höhenlage und der Verkehrslast zu erhalten, wurden diese Kriterien bei der Messstreckenauswahl und der Analysen mitberücksichtigt.

Im Folgenden wird ein Überblick der erzielten Erkenntnisse gegeben.

Abgrenzung: Die im vorliegenden Bericht aufgezeigten Ergebnisse basieren ausschliesslich auf den im Auftrag erhobenen Daten. Die Erkenntnisse sind nicht für allgemeine Aussage hinsichtlich Belagskennwerte geeignet. Wichtig zu beachten ist, dass neben Höhenlage und Verkehrslast auch noch andere Grössen wie die Mischgutzusammensetzung, Belagseinbau, Schwerverkehrsanteil, Einsatz von Spikes/Schneeketten und die Anzahl Frostzyklen usw. einen Einfluss auf die akustische Wirkung und Alterung einzelner Beläge haben können. Diese Einflussgrössen wurden im vorliegenden Auftrag nicht direkt berücksichtigt.

Wie verhält sich die akustische Langzeitwirkung von LAB 4?

- Die Alterungskurve aller im vorliegenden Projekt untersuchten LAB 4 liegt bis zu einem Belagsalter von 6 Jahren unterhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung und erreicht 10 Jahre nach Einbau (Ende der Lebensdauer [9]) immer noch eine akustische Belagswirkung von ca. -2.5 dB(A).

Wie verhält sich die akustische Langzeitwirkung von LAB 8?

- Die Alterungskurve aller im vorliegenden Auftrag untersuchten LAB 8 liegt bis zu 7 Jahren unterhalb der Zielkurve für LAB.
- Da keine Messdaten von LAB 8 älter als 11 Jahren vorliegen, kann keine eindeutige Aussage über das Alterungsverhalten von LAB 8 nach 10 Jahren getroffen werden. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass ca. 15 Jahre nach Einbau die akustische Wirkung für alle im vorliegenden Auftrag untersuchte LAB 8 im Bereich von 0 dB(A) zu liegen kommt.

Wie verhält sich die akustische Wirkung von LAB 4 und LAB 8 in Abhängigkeit der Beanspruchung durch hohe Verkehrslasten?

- Die Verkehrslast hat einen nahezu vernachlässigbaren Einfluss auf die akustische Wirkung und Alterung von LAB 4. Bei einem Belagsalter von 10 Jahren liegt die Alterungskurve der LAB 4 mit hoher Verkehrslast ca. 0.5 dB(A) über der Alterungskurve für LAB mit wenig Verkehr. Eine ähnliche Erkenntnis wurde bereits im EuroNoise-Paper «Influence of environment- and traffic-related factors on acoustic ageing of low-noise road surfaces in Switzerland» aus dem Jahr 2015 [10] beschrieben.
- Mehrere untersuchte LAB 4 mit hoher Verkehrslast liegen auch 8 bis 10 Jahre nach Einbau unterhalb der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung.
- Die Verkehrslast hat einen entscheidenden Einfluss auf die akustische Alterung von LAB 8. LAB 8 Beläge scheinen stärker auf hohe Verkehrslasten zu reagieren als LAB 4 Beläge.

13. April 2026

Wie verhält sich die akustische Wirkung von LAB 4 und LAB 8 in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen (Höhenlage > 800 m ü. M.)?

- Grundsätzlich können LAB 4 in tiefen Lagen die akustische Wirkung bis mindestens 10 Jahre nach Einbau aufrechterhalten. Je höher der Belag liegt, desto schneller erreicht er einen Belagsgütwert von -2 dB(A).
- Auch oberhalb von 800 m ü. M. ist für LAB 4 grundsätzlich eine langfristige Reduktion möglich. Eine allfällig geforderte Langzeitwirkung von -3 dB(A) scheint jedoch schwieriger zu erfüllen.
- In Höhenlagen > 800 m ü. M. ist bei LAB 4 im Vergleich zu tief gelegenen LAB 4 mit einer um ca. 1-2 dB(A) reduzierten akustischen Wirkung zu rechnen. Der Unterschied ist vor allem in den ersten 5 Jahren gross. Mit zunehmendem Alter gleichen sich die Kurven an.
- Die Höhenlage hat demnach einen nachweisbaren Einfluss auf die akustische Alterung von LAB 4. Jedoch ist sie kein Ausschlusskriterium für den Einbau von LAB 4, da die Alterungskurve für LAB 4 in Höhenlagen nach 10 Jahren immer noch bei -2 dB(A) liegt.
- Vor allem Firmenlösungen und LAB 4 in der Westschweiz schaffen es, über die gesamte Lebensdauer unterhalb der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung zu bleiben.
- Die Höhenlage und die damit verbundenen klimatischen und mechanischen Bedingungen haben einen entscheidenden Einfluss auf das Alterungsverhalten von LAB 8. Während die Alterungskurve für LAB 8 in hohen Lagen nach Belagseinbau nur knapp über derjenigen der LAB 8 in tiefen Lagen liegt, weist sie 9 Jahre nach Einbau bereits ca. 1.5 dB(A) lautere akustische Belagsgütwerte auf.
- Rund 1/3 der untersuchten LAB 8 in hohen Lagen weisen akustische Belagsgütwerte grösser als 0 dB(A) auf.

Wie verhält sich die akustische Langzeitwirkung von AC 8 und Übergangsbelägen?

Die AC 8 und Übergangsbeläge haben zu Beginn im Verhältnis zu neu eingebauten LAB 8 eine ähnliche akustische Wirkung. Die Messergebnisse der letzten acht Jahre zeigen jedoch, dass die anfängliche Belagswirkung dieser Beläge im Verlauf der Jahre nur geringfügig nachlässt und gegenüber den untersuchten LAB 8 stabilere akustische Werte aufweisen. Die Verkehrslast sowie die Höhenlage haben einen marginalen Einfluss auf die akustische Alterung von AC- und Übergangsbelägen.

Im direkten Vergleich wird jedoch deutlich, dass AC 8 und Übergangsbeläge nicht mit der akustischen Wirkung von LAB 4 mithalten können.


















Damit ein Belag als lärmarm bezeichnet werden darf, muss er für Mischverkehr mit einem Schwerverkehrsanteil von 8% einen akustischen Anfangswert von mindestens -3 dB(A) sowie einen Endwert (nach 15 Jahren) von mindestens -1 dB(A) erreichen. Da im Rahmen des vorliegenden Projektes kaum Messungen auf AC- und Übergangsbelägen im Neuzustand durchgeführt wurden, lässt sich keine Aussage über deren Anfangswirkung treffen. Der Endwert von -1 dB(A) scheint für AC- und Übergangsbelägen jedoch problemlos erreichbar.

Durch die sehr feine Oberflächentextur der AC 8 (einschliesslich AC 8 LA) Beläge können, insbesondere bei Bussen und LKWs aufgummierten Reifenprofilen, deutlich wahrnehmbare und störende Pfeifgeräusche auftreten. Ursache hierfür ist die nahezu fehlende Negativtextur der Belagsoberfläche, die jedoch für eine ausreichende Entlüftung der Kontaktzone zwischen Reifen und Fahrbahn erforderlich ist.

13. April 2026

9. Empfehlungen

Folgende Abbildung zeigt auf, in welchen Situationen in Bezug auf Höhenlage und Verkehrsaufkommen der Einsatz der drei definierte Belagsgruppen LAB 4, LAB 8 und AC 8- & Übergangsbeläge empfohlen oder davon abgeraten wird.

358 Messergebnisse	Tief gelegen z < 800 m.ü.M 	Hoch gelegen z > 800 m.ü.M   
Wenig Verkehr DTV < 10'000 	LAB 4: 	LAB 4: 
	LAB 8: 	LAB 8: 
	AC 8: 	AC 8: 
Viel Verkehr DTV > 10'000   	LAB 4: 	keine Messdaten vorhanden
	LAB 8: 	
	AC 8: 	




 geeignet
  bedingt geeignet
  nicht geeignet

Abbildung 14: Empfehlung für den Einsatz von LAB 4, LAB 8 und AC 8 & Übergangsbelägen in Abhängigkeit der Höhenlage und der Verkehrslast

- LAB 4 können sowohl in hohen Lagen wie auch bei hohem Verkehrsaufkommen eingesetzt werden. Obwohl die Höhenlage einen Einfluss auf die akustische Alterung der LAB aufweist, kann er im Vergleich zu anderen LAB die Reifen-Fahrbahn-Geräusche langfristig betrachtet immer noch am stärksten reduzieren. Da eine hohe Verkehrslast die akustische Anfangswirkung und das Alterungsverhalten von LAB 4 nur minim beeinflusst, können sie auch bei hohem Verkehrsaufkommen eingesetzt werden.
- Obwohl die Stichprobe der LAB 8 in hohen Lagen und auf Abschnitten mit einem hohen DTV eher klein ist, ist zu erkennen, dass die steigende Höhe und die zunehmende Verkehrslast einen negativen Einfluss auf das akustische Alterungsverhalten von LAB 8 haben.
- Es empfiehlt sich somit, LAB 8 im Innerortsbereich eher in tiefen Lagen und bei niedrigem DTV einzusetzen. Sprechen Einflüsse wie ein hoher Schwerverkehrsanteil oder Knotenpunkte trotzdem für den Einsatz von LAB 8, sind die Vor- und Nachteile und die ortsspezifischen Gegebenheiten z.B. mittels QuietPave Check genauer zu untersuchen.
- AC - und Übergangsbeläge scheinen resistent gegen hohe Verkehrslast zu sein und weist sowohl in höheren Lagen als auch bei einem hohen Verkehrsaufkommen gute akustische Belagswirkungen auf.
- Auf stark befahrenen Strassen und in Höhenlage >800 m ü. M. sollen AC 8 und LAB 4 dem LAB 8 vorgezogen werden.

Dieses Kapitel stellt eine allgemeine Empfehlung dar. Lokale Gegebenheiten und weitere Einflussfaktoren können jedoch abweichende Beurteilungen erfordern. Daher wird empfohlen, die Eignung eines LAB für den spezifischen Standort soweit möglich vertieft abzuklären, beispielsweise mit dem Tool QuietPave Check [11].

13. April 2026

10. Ausblick

In der Schweiz haben sich lärmarme Beläge vielerorts als Lärmschutzmassnahme etabliert. Wie die Messungen zeigen, stellen LAB eine effektive Lärmschutzmassnahme an der Quelle dar, um die Bevölkerung dauerhaft vor übermässigen Lärmbelastungen zu schützen. Die zahlreichen schweizweit eingebauten LAB vermögen den Strassenlärm auch mit zunehmendem Alter deutlich zu reduzieren. Weiterhin gilt es, Erfahrungen zu sammeln und zu analysieren, um weitere situations- und technologieabhängige Optimierungen zu erzielen.

Die Datenanalysen zeigen auch innerhalb der jeweiligen Fragestellung bei Belägen gleichen Alters teilweise eine beträchtliche Variabilität in der Belagswirkung. Ob dies auf bautechnische Hintergründe (Zusammensetzung des Mischgutes, Verdichtung, etc.), auf unterschiedliche mechanische Belastungen (DTV, Schwerverkehr) oder auf die Anzahl Frostzyklen in den Höhenlagen zurückzuführen ist, ist nicht Bestandteil der vorliegenden Studie und muss weiter abgeklärt werden.

Folgende weiterführenden Untersuchungen können Aufschluss auf Optimierungsmöglichkeiten von LAB in Abhängigkeit der ortsspezifischen Bedingungen geben:

1. Einfluss der **Höhenlage und des Verkehrsaufkommens** bei **unterschiedlichem Hohlraumgehalt** (SDA 4-12/SDA 4-16, SDA 8-12/SDA 8-16)
2. Untersuchen von LAB 8 und LAB 4 bei **hoher mechanischer Belastung** (Kreuzungsbereiche, enge Kurvenradien, Steigung)
3. **Gut funktionierende Beläge** pro Belagsgruppe in unterschiedlichen Höhenlagen und bei unterschiedlichem Verkehrsaufkommen näher untersuchen

11. Normen- & Quellenverzeichnis

- [1] SN EN ISO 11819-2:2021 Akustik - Messung des Einflusses von Strassenoberflächen auf Verkehrsgeräusche - Teil 2: Nahfeldmessverfahren (ISO 11819-2:2017).
- [2] ISO - International Organization for Standardization, EN ISO 11819-2, Akustik - Messung des Einflusses von Strassenoberflächen auf Verkehrsgeräusche - Teil 2: Nahfeldmessverfahren (ISO 11819-2:2017), 11819-2, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org>
- [3] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, VSS 40 436, Semidichtes Mischgut; Festlegungen und Anforderungen, VSS 40 436, 2022.
- [4] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, VSS 40 430: Walzasphalt; Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten, VSS 40 430, 2022.
- [5] „Nationales Personenverkehrsmodell NPVM 2017“, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, 2017. Zugegriffen: 17. März 2026. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.are.admin.ch/dam/de/sd-web/4wxv-7k5YbPh/npvm2017.pdf>
- [6] T. Saurer, F. Schlatter, und E. Bühlmann, „Untersuchung zur Entwicklung einer Methodik zur Auswertung von CPX-Messungen bei Tempo 30 und 40“, A5409, 2020.
- [7] G. Schguanin und T. Ziegler, Leitfaden Strassenlärm. Vollzugshilfe für die Sanierung. Stand: Dezember 2006. Umwelt-Vollzug Nr. 0637, Bern., 2006. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/publikationen-studien/publikationen/leitfaden-strassenlaerm.html>
- [8] Bundesamt für Strassen (ASTRA) und Bundesamt für Umwelt (BAFU), Leitfaden Strassenlärm Anhang 1c : Technisches Merkblatt für akustische Belagsgütemessungen an Strassen, 2013. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/fachleute/dokumentation-nationalstrassen/standards/umwelt.html>
- [9] ASTRA und BAFU, Leitfaden Strassenlärm Anhang 1b: Belagskennwerte - Anwendungshilfe für die Belagsakustik.pdf, 10. März 2022.
- [10] E. Bühlmann, M. Dias, und S. Steiner, „Influence of environment- and traffic-related factors on acoustic ageing of low-noise road surfaces in Switzerland“, in Proceedings of Euronoise 2015, Maastricht, 2015, S. 1321–1326.
- [11] Grolimund + Partner AG, „QuietPave Check“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.quietpave-check.ch/>

Grolimund + Partner AG



Lena Gafner



Tina Saurer