



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

ASTRA Fachtagung

Akustisches Belagsmonitoring

22. November 2023

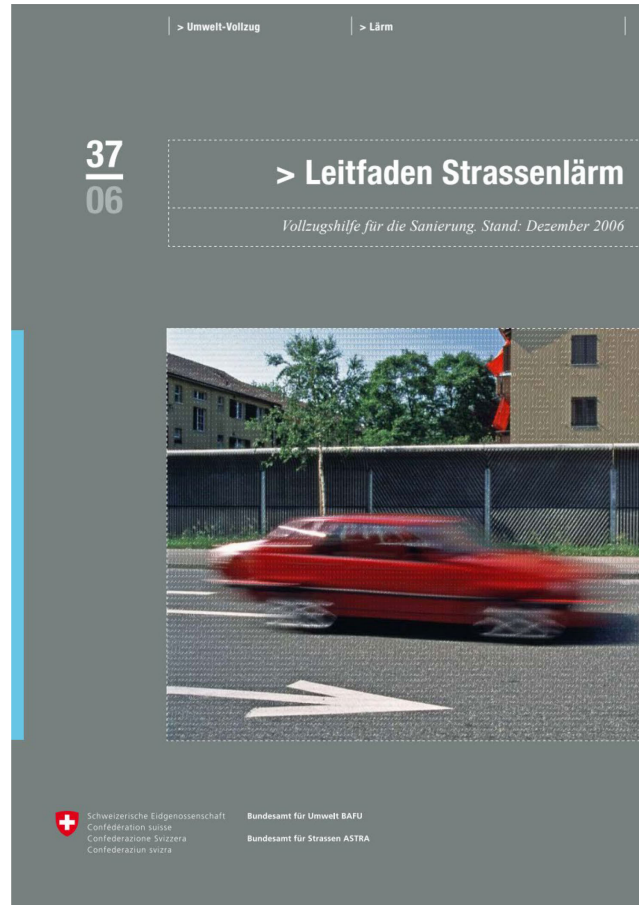


Inhalt der Präsentation

- Hintergrund und Ziele des Belagsmonitorings
- Grundlagen zu lärmarmen Belägen
- Messverfahren und Datengrundlage
- Datenauswertung und Ergebnisse
- Schlussfolgerungen und Ausblick



Projekthintergrund & Ziele



BAFU und ASTRA, 2006

Wichtigsten Eckpunkte:

- Lärmarme Beläge (LAB): Massnahme an der Quelle
- Belagskennwerte und Monitoring basieren auf Leitfaden Strassenlärm
- Akustische Wirkung lärmarmen Beläge verändert sich mit der Zeit
- Belagskennwert k_B = Wert am Ende der Lebensdauer
- Vollzug: Lärmberechnung und Festlegung der maximal zulässigen Lärmbelastung basiert auf k_B

Auftrag:

Monitoring und Dokumentation der Wirkung von LAB
=> Überprüfung der Belagskennwerte k_B



Projekthintergrund & Ziele

- **2017 Publikation "Akustische Auswertung der lärmarmen Strassenbeläge"**
(Datenstand 2015, Auswertung basiert ausschliesslich auf akustischen Messwerten)
- **2022 neue Daten verfügbar** → Aktualisierung Publikation
- **Analyse der akustischen Wirkung und Entwicklung** von Belagstypen auf Nationalstrassen:
 - 1) in Funktion von Alter und Verkehrslast
 - 2) in Funktion bautechnischer Parameter
- **Überprüfung Belagskennwerte**
(ggf. Aktualisierung tech. Merkblätter und Anh. 4b Leitfaden)

Routes nationales

Programme partiel "Evaluation acoustique des revêtements routiers phonoabsorbants"
Bilan intermédiaire 2015



Auteurs:	Grolimund + Partenaires SA
Accompagnement	Yves Pillonel OFROU
Registre / nom du fichier	
Nombre de pages:	18 (sans annexes)
Version	V1.2, 31.03.2017



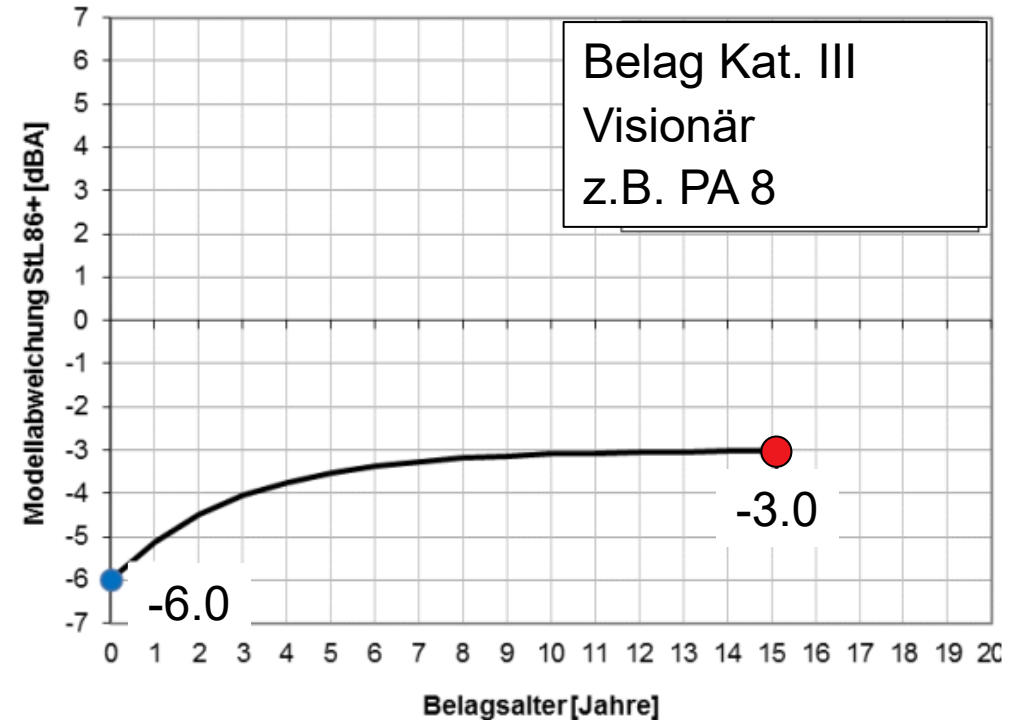
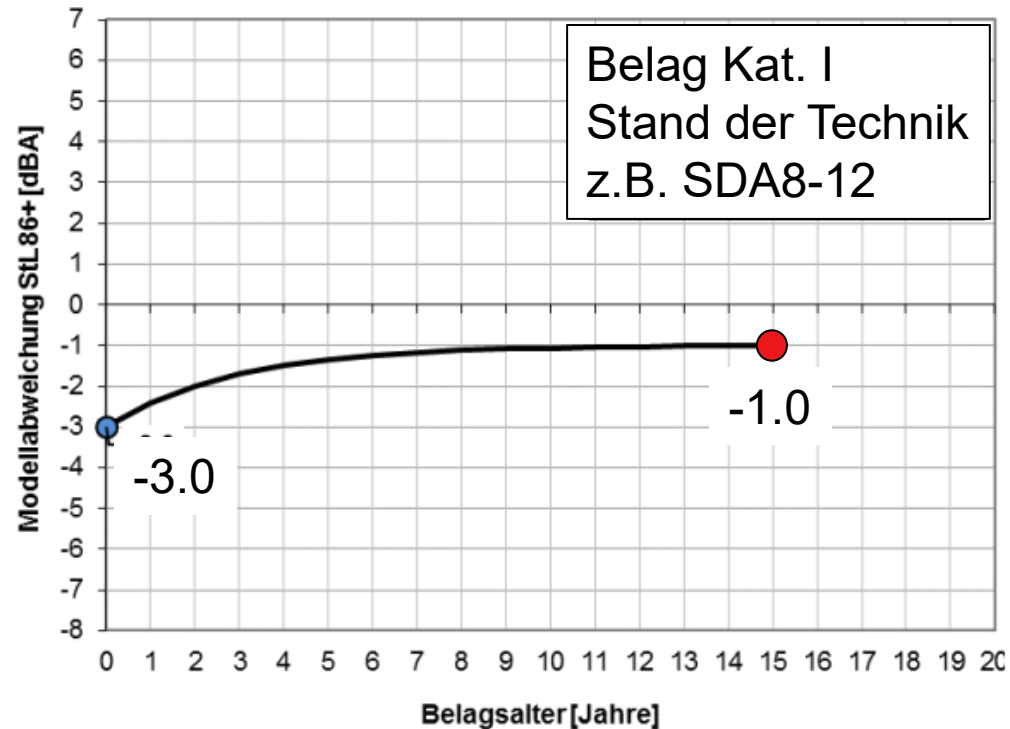
Notwendigkeit Belagsmonitoring

- Überprüfung der im Vollzug verwendeten Belagswirkungen
 - Erfüllen die lärmarmen Beläge die technischen und akustischen Anforderungen?
 - Ist die Vollzugspraxis weiterhin zielführend?
- Datensammlung für neue Erkenntnisse
 - Welche Beläge funktionieren besser/schlechter?
 - Welche Parameter beeinflussen die akustische Wirkung am stärksten?
- Belagsoptimierung
 - Wie können die Rezepturen lärmarmen Beläge optimiert werden?



Wann gilt ein Belag als lärmarm?

Der K_B ist definiert als quellnahe immissionsseitige Modellabweichung gegenüber einem theoretischen Null-Belag im Lärmberechnungsmodell StL86+ am Ende der Lebensdauer



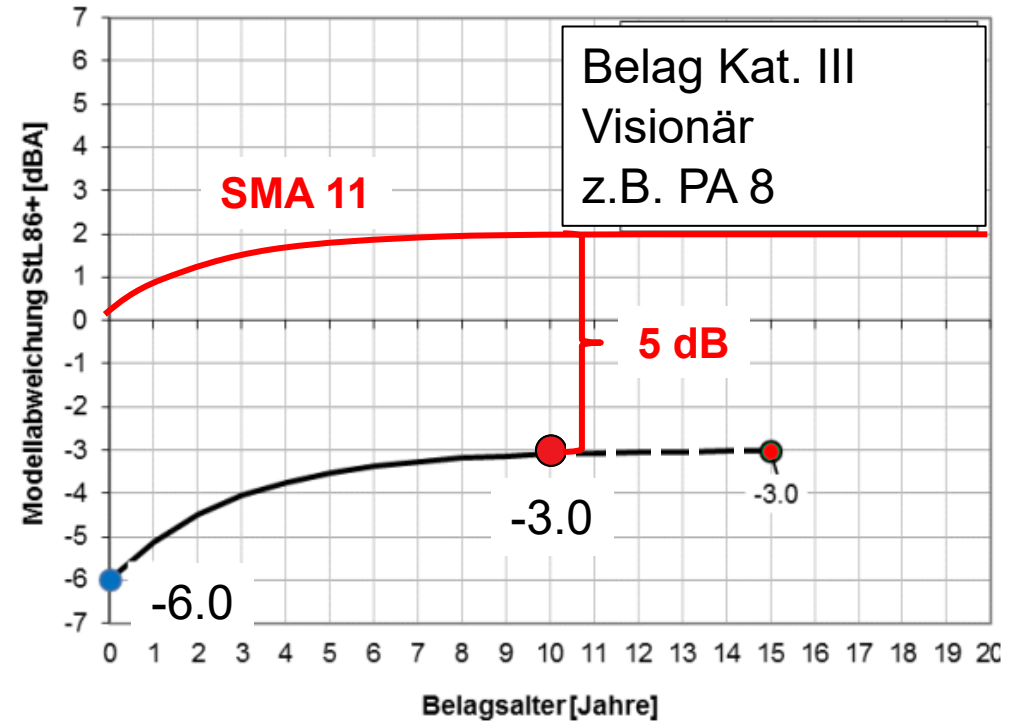
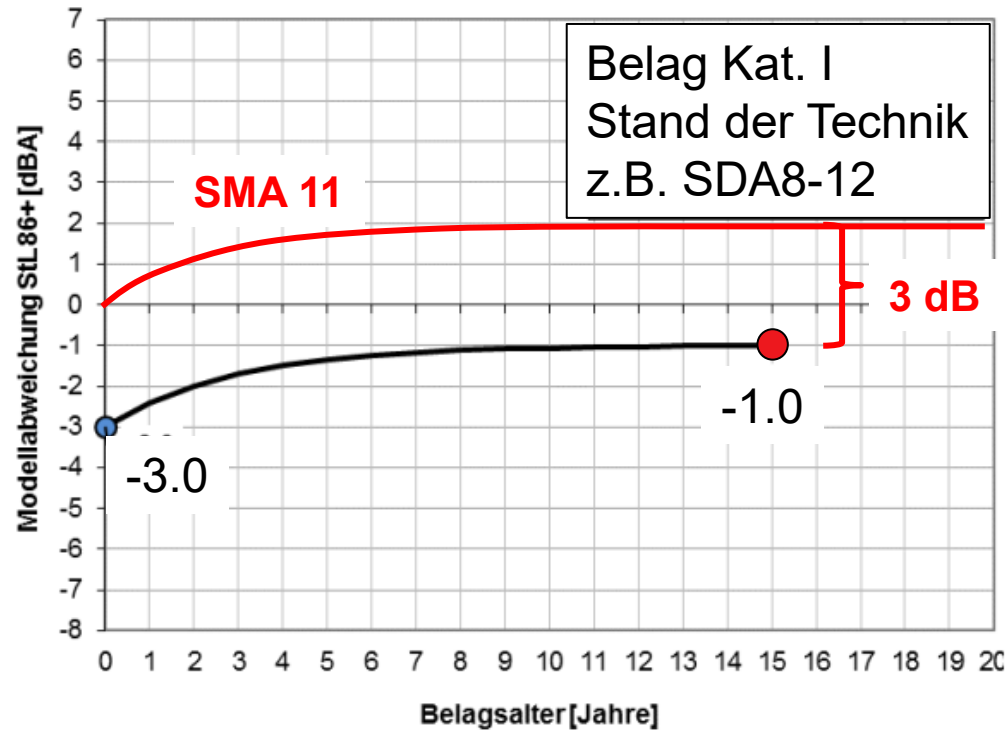
Quelle: basierend auf VSS-40425 Lärmmindernde Decken – Grundlagen; 2019

- erwarteter Anfangswert
- erwarteter Wert am Ende der Lebensdauer



Wann gilt ein Belag als lärmarm?

Wirkung in Bezug auf einen herkömmlichen Belag der NS (z.B. SMA 11)



Quelle: basierend auf VSS-40425 Lärmindernde Decken – Grundlagen; 2019

- erwarteter Anfangswert
- erwarteter Wert am Ende der Lebensdauer

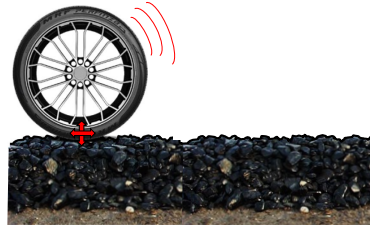


Grundlagen lärmarme Strassenbeläge

Lärmkomponenten:



Reifenrollgeräusche:



Vibrationsschall

Luftströmungsschall

Schallabsorption

Lärmarmen Belag

++ feine Oberflächentextur

++ Hohlräume
++ poröse Oberfläche

++ zugängliche Hohlräume
++ Schichtdicke

Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU, "Leise Strassen," 2012. adaptiert Grolimund + Partner AG)



Beispiele von Strassenbelägen

PA



«porous asphalt»

Grösstkorn **8 od. 11 mm**

Nur Autobahnen

Wasserdurchlässig,
Selbstreinigung nur bei
hoher Geschwindigkeit

ACMR 8



«asphalt concrete macro rough»

Grösstkorn **8 mm**

Alle Strassentypen

2006-2013 mit erhöhtem
Holraumgehalt lärmarm
(ACMR8 Typ ASTRA)

SDA 8



«semi dense asphalt»

Grösstkorn **8 mm**

Alle Strassentypen

Lärmarmer Standard-
belag des ASTRA

SDA 4



«semi dense asphalt»

Grösstkorn **4 mm**

Nur Hauptstrassen

Nur bei geringer Verkehrs-
last möglich

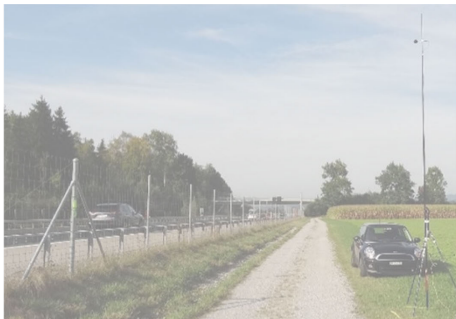


Messverfahren für das Belagsmonitoring



CPX (close proximity)
Messungen Reifen-Fahrbahngeräusch

SPB (statistical pass-by)
Messungen einzelner Fahrzeugvorbeifahrten

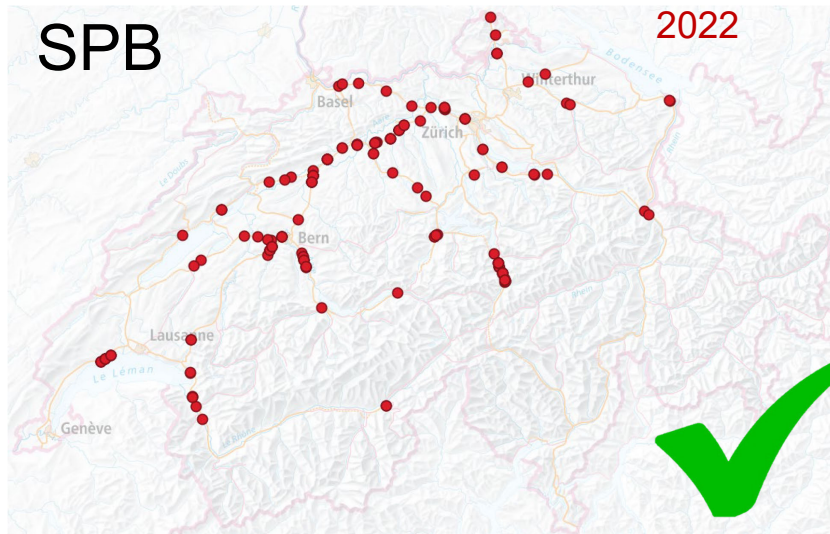


SEM (Stichproben-Emissionsmessung)
30 min Gesamtlärmmessung

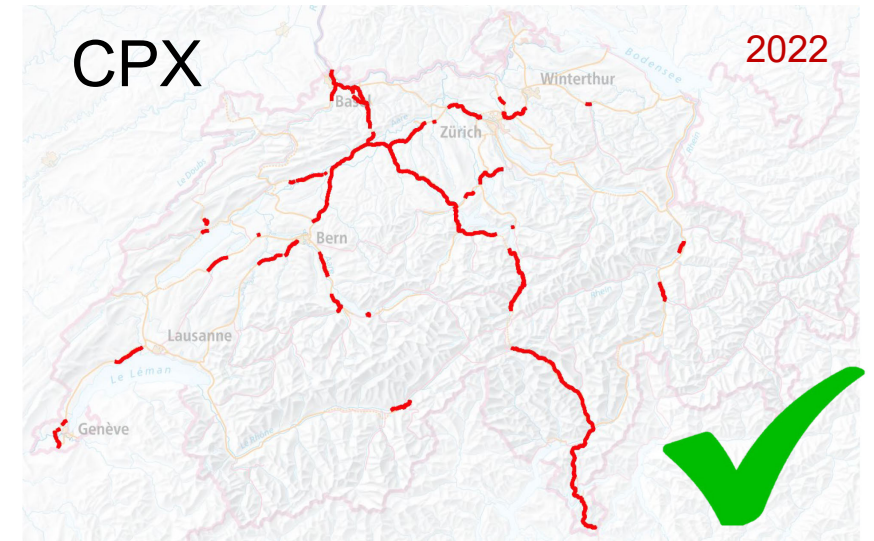


Datengrundlage 2022 – Akustische Messdaten

- Datenbasis für die vorliegende Auswertung bilden alle SPB- und CPX-Messungen, bei welchen sowohl der Belagstyp als auch das Einbaujahr bekannt ist
- D.h. ungefähr 1/3 der vorhandenen Messdaten konnte schon aus diesen Gründen nicht berücksichtigt werden



240 Messungen an rund 80 Standorten

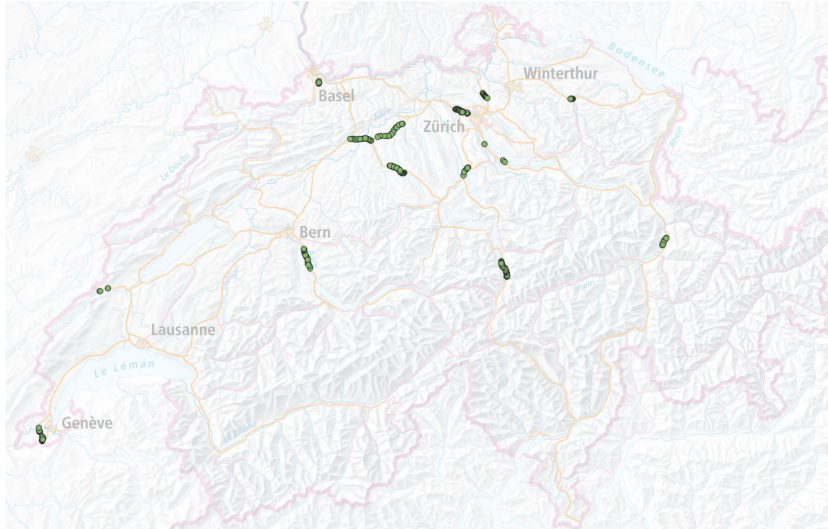


Ca. 2'900 km



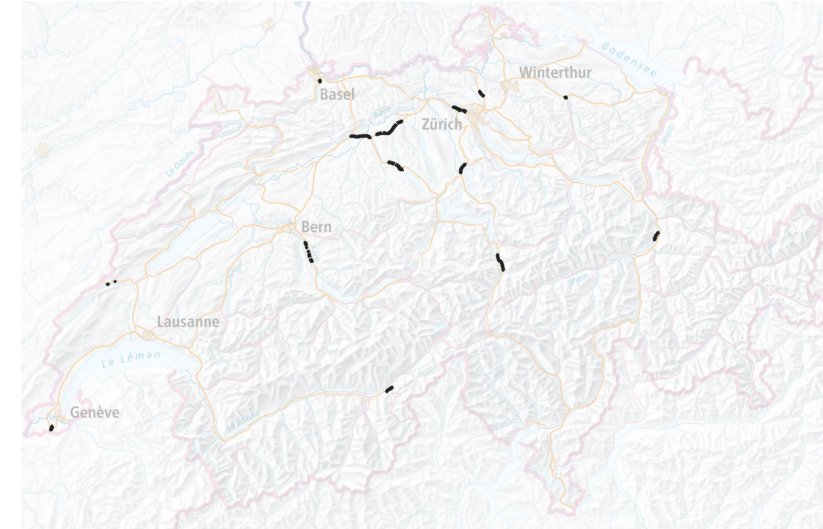
Datengrundlage 2022 – Bauparameter

588 Bohrkerne



- Schichtdicke
- Hohlraumgehalt (effektiv)
- Verdichtungsgrad

506 Mischgüter



- Siebdurchgang 0.063-80 mm
- Hohlraumgehalt (Marshall-Prüfkörper)

Kombination akustischer und bautechnischer Daten



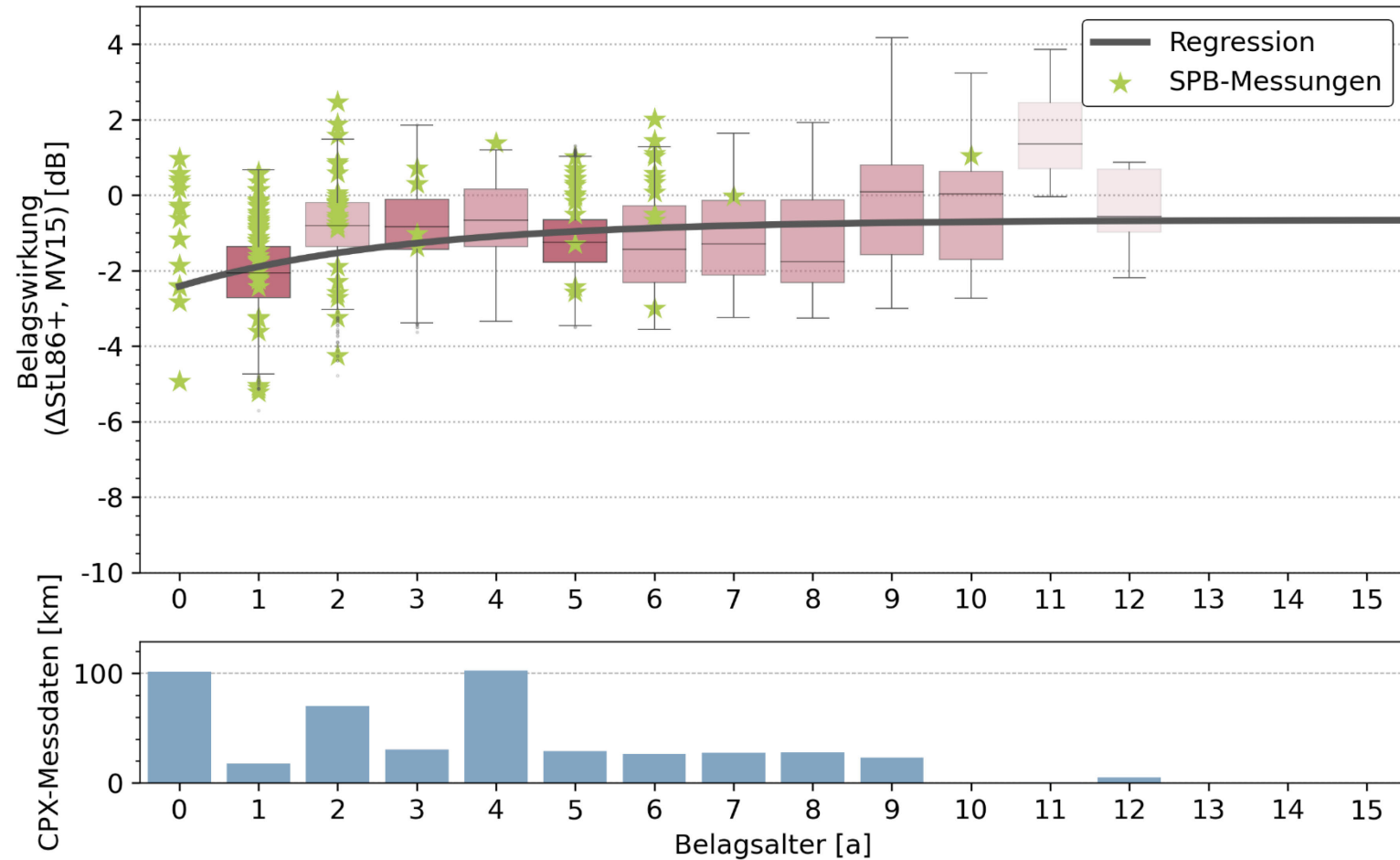
Monitoring 2015 vs. 2022

- 2015:
Auswertung hauptsächlich basierend auf SPB-Messdaten
 - «alle Daten in einen Topf»
 - bei der Auswertung war teilweise nicht klar, ob wirklich ein lärmarmes Belag eingebaut und in die Auswertung einbezogen war oder nicht
- 2022:
Berücksichtigung akustischer, betrieblicher und bautechnischer Daten (SPB und CPX-Messungen, Alter, Verkehrsdaten und Bauparameter)
 - Umfangreichere und spezifischere Auswertungen möglich
 - Erkenntnisse können für Belagsoptimierungen genutzt werden



Monitoring 2022 – Belagsalterung

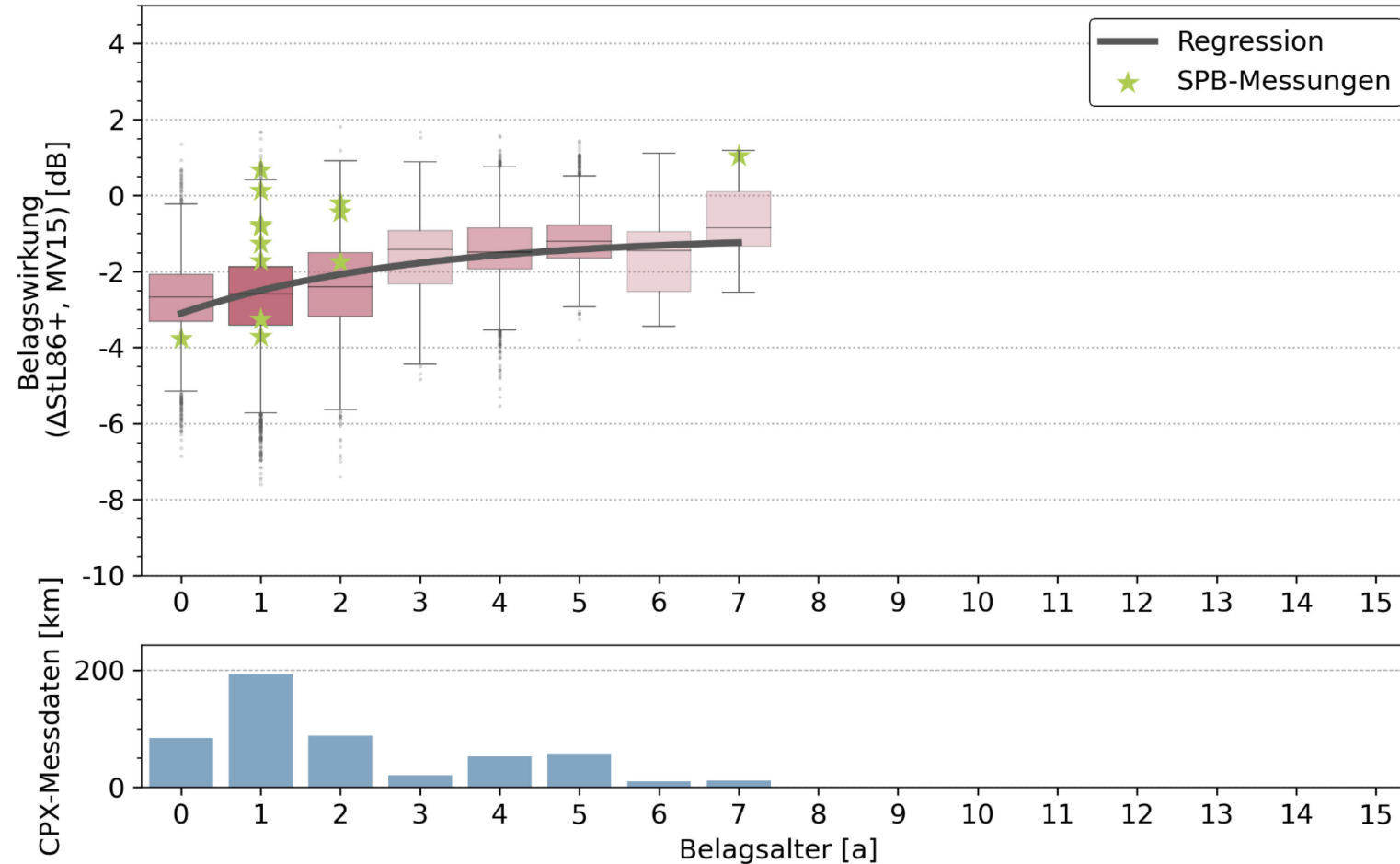
ACMR 8





Monitoring 2022 – Belagsalterung

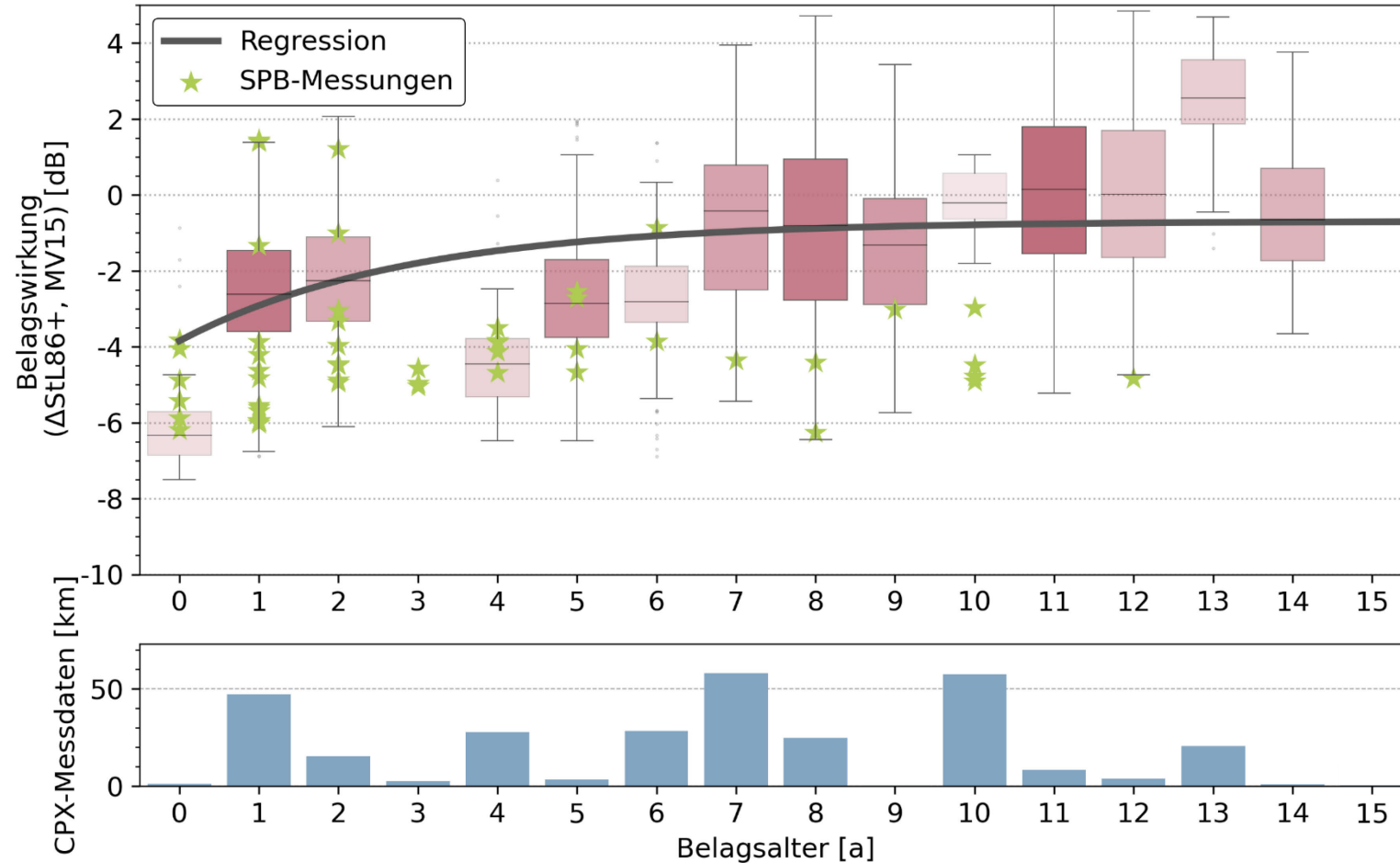
SDA 8





Monitoring 2022 – Belagsalterung

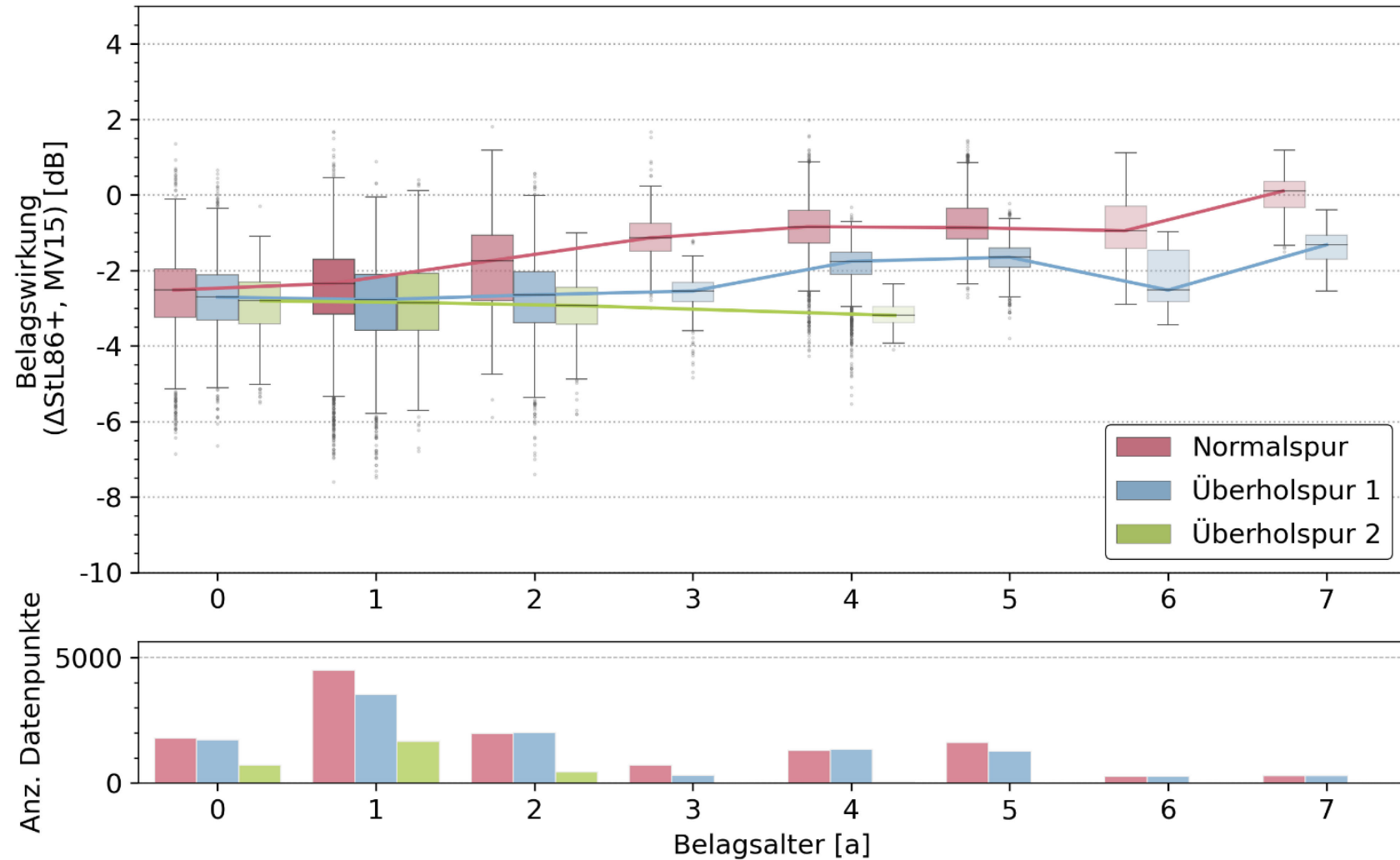
PA 11





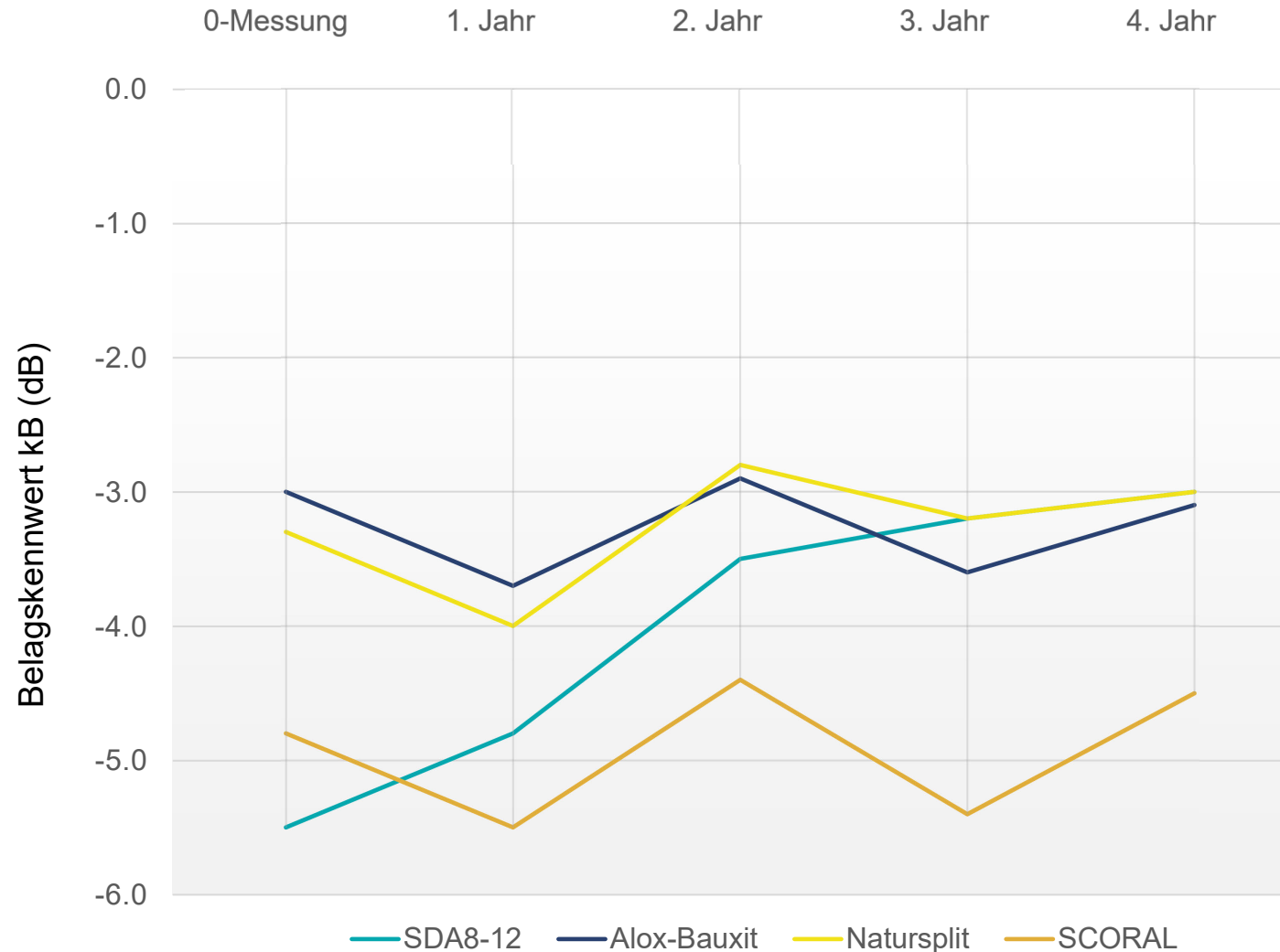
Monitoring 2022 – Belagsalterung pro Fahrspur

SDA 8





Pilotprojekt: lärmärmer Gussasphalt MA LA



Merkmale:

- dichter Belag
- feine Struktur
- teuer aber langlebig

Akustik:

- erste Messungen erfolgversprechend
- Langzeitverhalten, akustische Lebensdauer?



Schlussfolgerungen

Erkenntnisse und Analysen

- Monitoring bestätigt die bisherigen k_B
- Normalspur ist aufgrund der Belastung schon kurz nach dem Einbau um 1-2 dB lauter als die Überholspuren, wobei die 2. Überholspur am leisesten ist
- SPB-Messungen nur für Normalspur möglich, was Differenz zu CPX erklärt
- Diskrepanz SPB-Messungen vs. CPX-Messungen bei PA-Belägen:
Quellnahe CPX-Messung berücksichtigt absorbierenden Strassenkörper auf dem Ausbreitungsweg voraussichtlich zu wenig.
=> eigene Umrechnungsformel CPX zu k_B bei PA-Belägen notwendig?
=> Modellierung Strassenkörper als absorbierende Fläche?



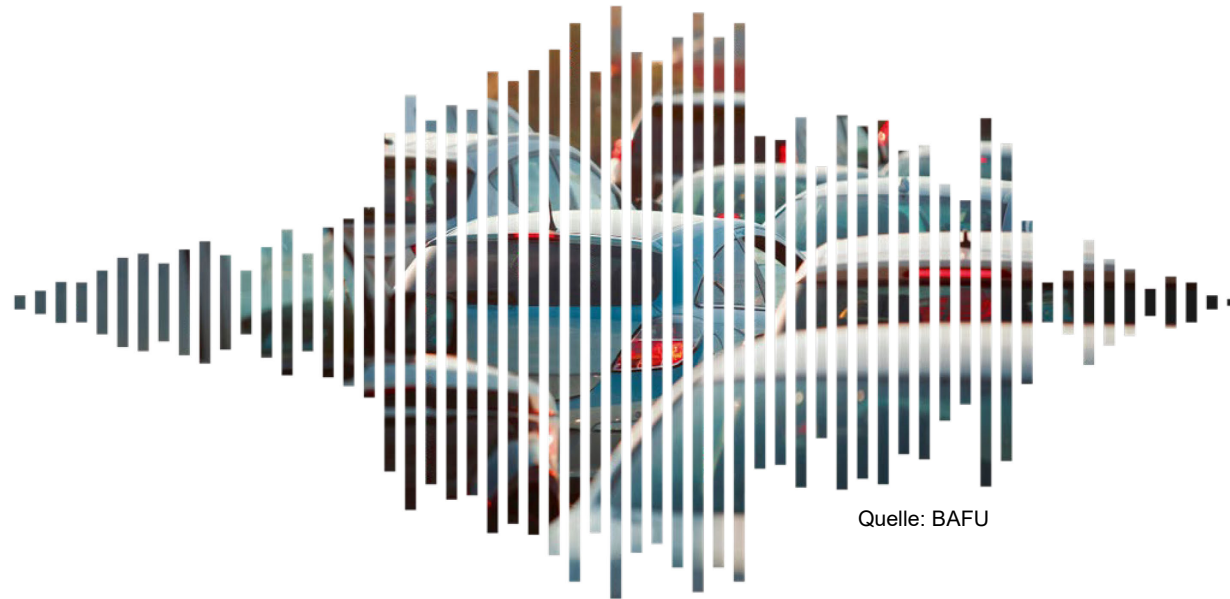
Schlussfolgerungen

Ausblick, weitere Schritte

- Def. Überprüfung und Festlegung der Belagskennwerte steht an
- Fertigstellung Bericht und bei Bedarf Überarbeitung Merkblätter (inkl. Leitfaden)
- Die Analyse akustischer & bautechnischer Parameter bringt einen Mehrwert
Dazu ist eine systematische digitale Erfassung von Belagsparametern (Mischgut & Bohrkerne) notwendig
- Erkenntnisse aus dem Monitoring dienen auch der Entwicklung und Verbesserung neuer lärmarmen Beläge
- Lärmarmen Gussasphalt als vielversprechende Option für die Zukunft



Diskussion/Fragen



Quelle: BAFU



Backup Folien



Vergleich Messverfahren

Messverfahren	Vorteile	Nachteile
CPX	<ul style="list-style-type: none">• Hochstandardisiertes Verfahren• Gute Wiederholbarkeit• Flächendeckende Erhebung• Erhebung über alle Spuren• Separate Erhebung der Fahrzeugkategorien PW und LKW• Berechnung Mischverkehr möglich• Unabhängig von Veränderungen des Fahrzeugmix• Lokale Belagseigenschaften identifizierbar• Verwendung in Projekten (LSP, etc.)	<ul style="list-style-type: none">• Mögliche Einschränkungen bei Prognose für Fahrzeugmix• PA Beläge in fortgeschrittenem Alter variieren die Belagseigenschaften lateral → Abhängigkeit der gemessenen Fahrspur• Begleitfahrzeug für Messungen auf Überholspuren notwendig• Aufwendige Messeinrichtung: Zugsfahrzeug, Messanhänger, Mehrkanaltechnik erforderlich sowie Messreifen notwendig



Vergleich Messverfahren

Messverfahren	Vorteile	Nachteile
SPB	<ul style="list-style-type: none">• Aussage Belagswirkung bezüglich aktuellem Fahrzeugmix möglich• Separate Erhebung der Fahrzeugkategorien PW und LKW• Berechnung Mischverkehr möglich	<ul style="list-style-type: none">• Nur punktuelle Erhebung der Normalspur• Abhängig vom momentanen und lokalen Fahrzeugmix → ≠ Monitoring• Beschreibung von Idealdurchfahrten• Messungen mit mehr Aufwand als bei SEM-Verfahren verbunden• Hohe Anforderungen an Messbedingungen• Einzelne Vorbeifahrten auf stark belasteten Abschnitt schwierig zu erheben• Genauigkeitseinschränkung aufgrund der Abmessung der Distanzen zur Quelle• Messung kann mit Gefahren verbunden sein (Aufhalten des Messingenieurs in kleinem Abstand zur Strasse)



Vergleich Messverfahren

Messverfahren	Vorteile	Nachteile
SEM	<ul style="list-style-type: none">• Abschätzung der Belagswirkung für momentane Situation• Erhebung der Gesamtlärmemission• Erhebung des gesamten Wagenparks• Erhebung akustischer Belagswirkung unter Berücksichtigung quellennaher Schallausbreitungseffekte• Einfache Durchführung• Kosteneffiziente Durchführung	<ul style="list-style-type: none">• Abhängig vom momentanen und lokalen Fahrzeugmix → ≠ Monitoring• Erhebung nur Mischverkehr über alle Fahrspuren• Standortspezifisch• Nicht geeignet für zur Bestimmung von Belagsgütwerten• Abhängigkeit von der Menge der lauten Fahrzeuge• Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit• Verkehrsnormalisierung funktioniert nur bedingt