

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



CPX-Messungen Strassenbeläge Messbericht 2023

BAFU
A6363
25. März 2024

Impressum

Auftragnehmer

Grolimund + Partner AG

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Projektteam

Tina Saurer

Lena Gafner

Version	Datum	Autoren	Beschrieb	Verteiler
V 1	25.03.2024	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.

V1_Bericht_BAFU_CPX_2023_Endfassung.docx

Inhalt

1. Ausgangslage	4
2. Belagsbezeichnungen	5
3. Durchführung der Messungen	6
3.1 CPX-Messungen.....	6
4. Messstrecken	8
4.1 Übersicht Messstrecken 2018 – 2023.....	8
4.2 Messstrecken 2023.....	10
5. Messresultate 2023.....	14
5.1 Langzeitwirkung SDA 4.....	14
5.2 Langzeitwirkung SDA 8.....	15
5.3 Einfluss Verkehrslast.....	15
5.4 AC und Übergangsbeläge.....	16
6. Übersicht Messresultate 2018-2023	17
7. Analyse der Messresultate 2023.....	20
7.1 Analyse Langzeitwirkung SDA 4 / SDA 6	20
7.2 Analyse SDA 4 Höhenlage.....	21
7.3 Analyse SDA 4 Verkehrslast.....	22
7.4 Analyse Langzeitwirkung SDA 8.....	23
7.5 Analyse SDA 8 Höhenlage.....	24
7.6 Analyse SDA 8 Verkehrslast.....	25
7.7 Analyse AC und Übergangsbeläge.....	26
8. Erkenntnisse Messjahre 2018-2023	27

Anhang

Separates Dokument

1. Ausgangslage

Um Lücken im Wissenstand zu Alterungsverhalten und Eignung von lärmarmen Strassenbelägen zu schliessen, werden im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) die akustische Wirkung von schweizweit bestehenden lärmarmen Belägen (LAB), konventionellen Asphaltbeton-Belägen (AC) und Übergangsbelägen untersucht. Ziel ist 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.

Die akustische Belagsgüte wird dabei mit dem normierten CPX-Verfahren (close proximity) bestimmt. Mit diesem Messverfahren wird die akustische Belagsgüte über die ganze Länge einer Strecke kontinuierlich erfasst. Mittels ergebnisorientierten Messkonzepten sollen verschiedene Fragestellungen beantwortet werden.

Folgende **Fragestellungen** standen im vorliegenden Projekt im Fokus:

- Wie verhält sich die akustische Langzeitwirkung von SDA 4 Belägen?
- Wie verhält sich die akustische Langzeitwirkung von SDA 8 Belägen?
- Wie verhält sich die akustische Wirkung von SDA 4 und SDA 8 Belägen in Abhängigkeit der Beanspruchung durch hohe Verkehrslasten?
- Wie verhält sich die akustische Wirkung von SDA 4 und SDA 8 Belägen in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen (Höhenlage)?
- Wie verhält sich die akustische Langzeitwirkung von AC-Belägen und Übergangsbelägen?

Das Messkonzept und die damit verbundene Auswahl der Messstrecken zur Beantwortung der oben beschriebenen Fragestellungen wurde in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitet. Dabei wurde hauptsächlich auf der bei G+P AG vorhandenen Daten zurückgegriffen.

Im Jahr 2023 wurde auf Messungen auf Belägen in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen (Höhenlage) verzichtet.

Im vorliegenden Berichtsteil werden insbesondere die Ergebnisse der Messungen 2023 präsentiert, sowie ein Fazit über die gesamte Projektdauer gezogen. Die Ergebnisse der Messungen aus den Jahren 2018 bis 2022 sind in den Auswertungen integriert und im Detail dem Anhang zu entnehmen.

2. Belagsbezeichnungen

In den folgenden Tabellen 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
ACMR	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

Tabelle 2: SDA - Charakteristischer Hohlraumgehalt und Grenzwerte der Marshall-Prüfkörper gemäss VSS 40 436:2022

SDA	-12 (B*)	-16 (C*)	-20 (D*)
	[Volumen-%]		
SDA 4	12	16	20
SDA 8	12	16	-
Grenzwerte für den Hohlraumgehalt der Marshallprüfkörper			
SDA 4	10...14	14...18	18...22
SDA 8	10...14	14...18	-

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

3. Durchführung der Messungen

3.1 CPX-Messungen

Die Messungen wurden mit einer Referenzgeschwindigkeit von 50 km/h durchgeführt. Pro Reifentyp wurden mindestens zwei Messfahrten vorgenommen. Bei zwei Reifentypen (PW und LKW) entspricht dies mindestens vier Messfahrten pro Fahrspur.

3.1.1 Zeitpunkt der Messungen

Die Messfahrten wurden von Frühling bis Herbst 2023 durchgeführt. Strecken mit hohem Verkehrsaufkommen wurden nachts gemessen.

3.1.2 Witterung

Zum Zeitpunkt der Messungen war es im Bereich der Messstrecken windstill und niederschlagsfrei. Die Fahrbahnen waren trocken.

3.1.3 Störgeräusche

Besondere Störgeräusche, beispielsweise durch besonders laute Vorbeifahrten von LKWs, Traktoren oder durch verkehrende Flugzeuge etc., traten während den Messungen nicht auf oder wurden in der Beurteilung nicht berücksichtigt.

3.1.4 Kalibrierung

Die akustischen Messgeräte wurden vor Beginn der Messungen mit einem Akustikkalibrator kalibriert. Die Kalibrierung wurde während Messpausen wie auch am Ende einer Messungen wiederholt und überprüft. Dabei ergaben sich keine Abweichungen.

3.1.5 Besonderheiten

Kurven

Es ist zu beachten, dass Kurvenfahrten gegenüber der Geradeausfahrt zu einer Verfälschung der Messergebnisse führen können. Der Einfluss von Kurven mit grossen Radien auf die Mittelwerte der einzelnen Belagsabschnitte ist in der Regel gering. Messsegmente, bei denen Kurveneinflüsse deutlich erkennbar sind, wurden bei der akustischen Beurteilung der Belagsabschnitte nicht berücksichtigt.

Geschwindigkeitsabweichungen

Im Nahbereich von Kreiseln und Streckenabschnitten mit Lichtsignalanlagen, Baustellen und Schwellen zur Temporeduktion waren gültige Messfahrten unter Einhaltung der Referenzgeschwindigkeit teilweise nicht möglich. Betroffene Streckenabschnitte, auf denen der normseitig vorgegebene Toleranzbereich für Geschwindigkeitsabweichungen nicht eingehalten werden konnte, wurden von der Beurteilung ausgeschlossen.

Belagsfremde Elemente

Fahrbahnsegmente auf denen Störeinflüsse durch das Überrollen von Schachtdeckeln, Fahrbahnunebenheiten, Bahngleisen, Fussgängerstreifen und andere Fahrbahnmarkierungen auftreten, wurden von der Belagsbeurteilung ausgeschlossen.

Verschmutzung

Starke Verschmutzungen wurden während den Messungen gekennzeichnet. Texturverändernde Verschmutzungen können die lärmreduzierende Wirkung eines Belags massgebend beeinflussen. Abschnitte, die besonders von Verschmutzung betroffen waren, wurden von der Beurteilung ausgeschlossen.

25. März 2024

4. Messstrecken

4.1 Übersicht Messstrecken 2018 – 2023

In Abbildung 1 sind alle CPX-Messstrecken von 2018 bis 2023 dargestellt. Diejenigen Strecken, welche seit 2018 bereits mehrmals gemessen wurden, sind schwarz umrandet und in den Tabellen 3 bis 6 mit einem Stern gekennzeichnet.

Weiter sind der Abbildung 2 die Anzahl Messungen pro Fragestellung in den Jahren 2018 bis 2023 zu entnehmen. Bis anhin wurden insgesamt 275 Beläge untersucht.

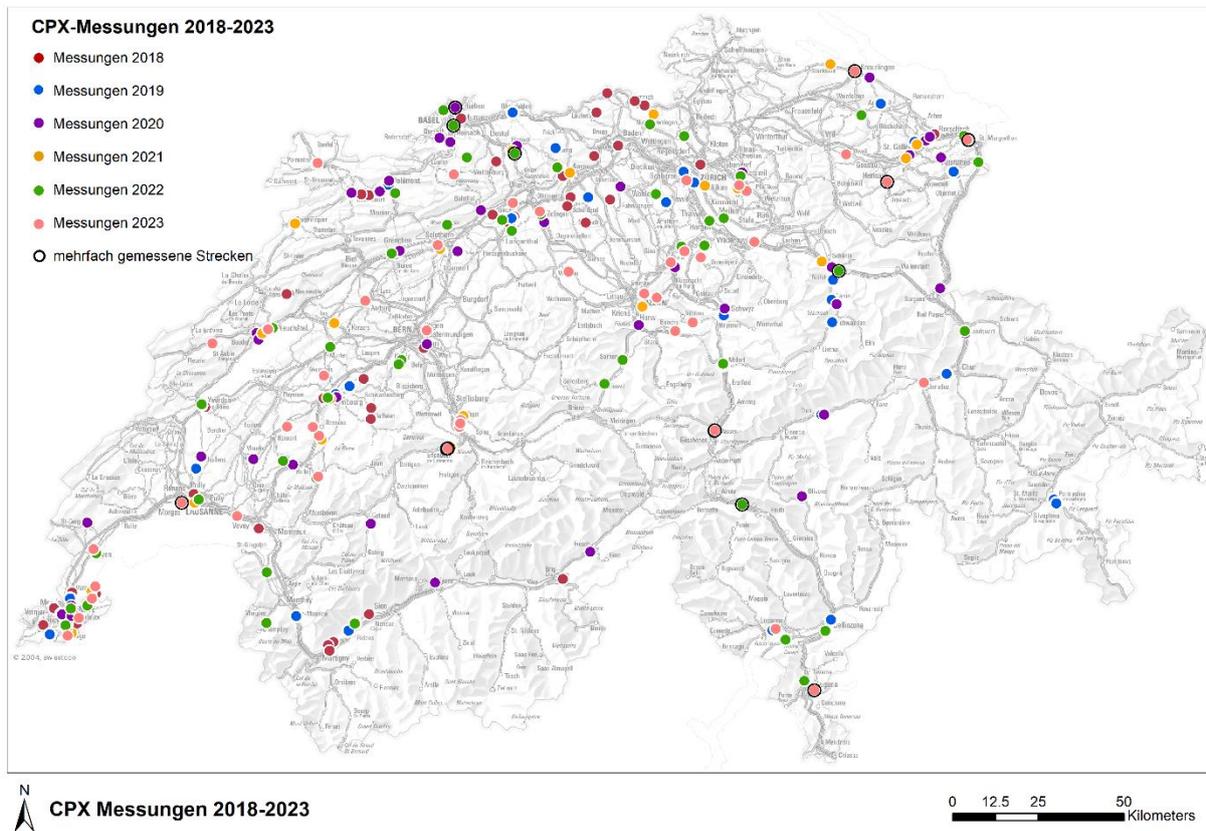


Abbildung 1: Übersichtskarte mit allen CPX-Messungen von 2018 bis 2023.

25. März 2024

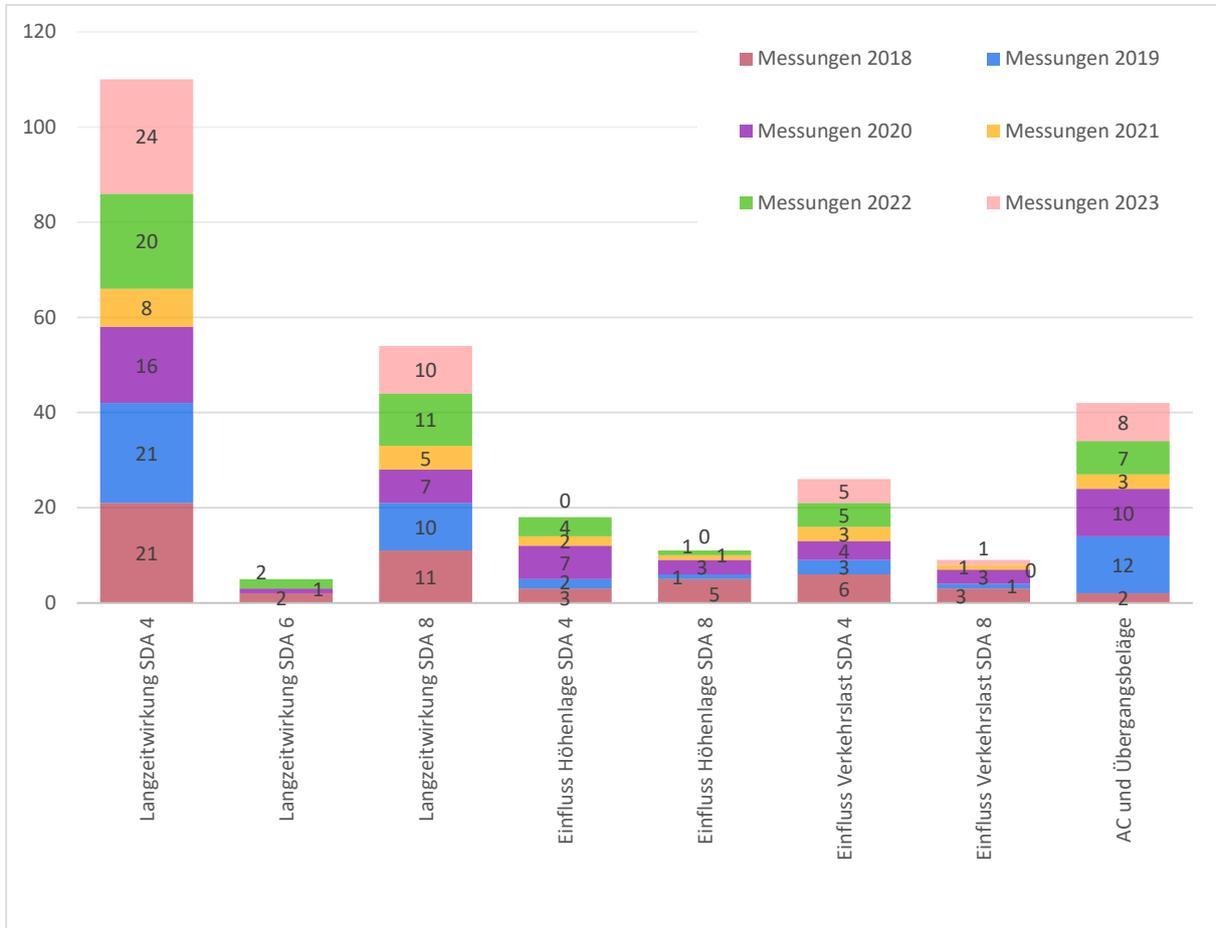


Abbildung 2: Übersicht der Anzahl CPX-Messungen pro Fragestellung von 2018 bis 2023.

4.2 Messstrecken 2023

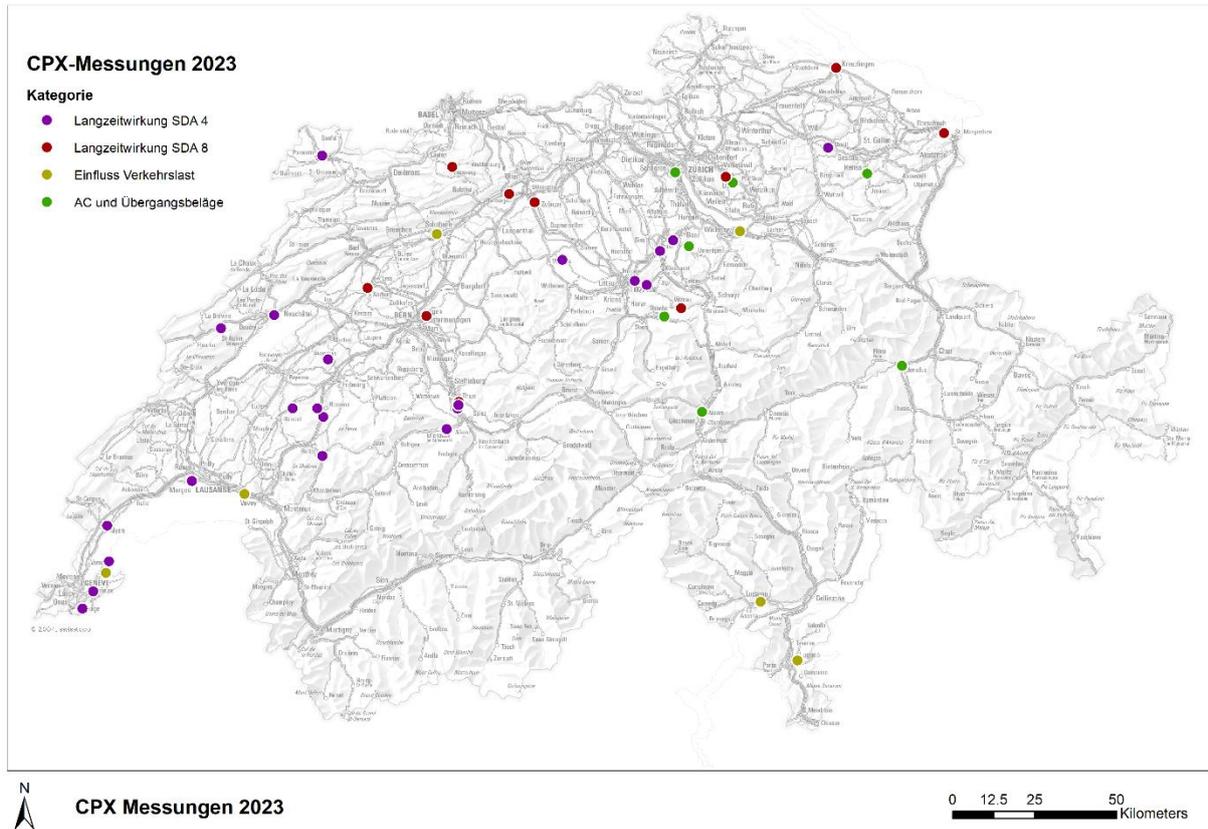


Abbildung 3: Übersichtskarte der CPX-Messstrecken im Jahr 2023.

25. März 2024

Tabelle 3: Messstrecken 2023 – Langzeitwirkung SDA 4

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Ein- bau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
BE	Latterbach*	Hauptstrasse (Ost)	SDA 4-12 mit Fasern	2018	5	610580	168057	610845	168220
BE	Latterbach*	Hauptstrasse (west)	SDA 4-12	2018	5	610478	167919	610580	168057
BE	Thun	Gwattstrasse	SDA 4-12	2019	4	614121	174692	614315	174237
BE	Thun	Gwattstrasse	SDA 4-16	2019	4	614126	174690	614433	176299
FR	Cournillens	Route de Courtepin	SDA 4	2017	6	574609	189638	574419	189577
FR	Gibloux, Farvagny	Route de Grenilles	Sapaphone 4	2014	9	571076	174425	571394	174471
FR	Gruyères	Traversée d'Epagny	Tanaphone 4	2019	4	572870	159747	572829	160017
FR	Pont-en-Ogoz/ Le Bry	Route Principale	Famsiphonogrip	2021	2	572984	171702	573159	172007
FR	Villaz-St-Pierre	Route de Fribourg	Famsiphonogrip	2021	2	563452	174285	563894	174792
GE	Cologne	Route de Vandoeuvres	Sapaphone 4	2018	5	502982	118394	502838	117996
GE	Hermance	Route d'Hermance	Sapaphone 4	2013	10	507573	127351	507819	127691
GE	Plan-les-Ouates	Rtde d'Anncey	Nanosoft 4	2008	15	499577	112907	499602	113106
JU	Porrentruy	Route Auguste Cuenin	SDA 4-12	2019	4	572552	252008	572852	252330
JU	Porrentruy	Route de Bure	SDA 4-12	2018	5	572115	251937	572333	251969
LU	Ebikon	Aldigenswilerstrasse Ost	SDA 4-16	2017	6	668521	213705	667922	213736
LU	Grosswangen	Feldstrasse	SDA 4-12	2018	5	646011	219766	646201	220493
LU	Meggen	Adligenswilerstrasse	SDA 4-12	2020	3	671792	212225	671970	212711
NE	Neuenburg	Auvernier -Giratoire Ruau	Facchiphone	2015	8	558391	203287	557872	203136
NE	Travers	H10, Rue des Moulins	SDA 4-16	2017	6	541280	198752	542286	199322
SG	Oberuzwil	Wiesentalstrasse	SDA 4-12	2018	5	727124	254591	727370	254722
VD	Ecublens/ St. Sulpice*	RC1, Route Cantonale	Nanosoft 4	2012	11	532651	151958	533316	152176
VD	Nyon	Route de St-Cergue	SDA 4-12	2017	6	507171	138385	507138	138582
ZG	Risch	Holzhäuserstrasse	SDA 4-16	2020	3	675983	222651	675925	223181
ZG	Zug	Steinhauserstrasse	SDA 4-16	2021	2	680004	226459	679793	225897

* Belag im Rahmen des vorliegenden Projektes mehrmals gemessen

- Die vorgesehenen Messungen auf dem SDA 4-16 Belag (2018) in Rochefort konnten aufgrund einer Baustelle nicht durchgeführt werden.

25. März 2024

Tabelle 4: Messstrecken 2023 – Langzeitwirkung SDA 8

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Ein- bau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
AG	Zofingen	Mühlemattstrasse	SDA 8-12	2018	5	637964	237237	637288	238496
BE	Aarberg/Kappelen	Bielstrasse	SDA 8-12 mit Fasern, ohne Binderersatz	2018	5	586685	211417	586553	211687
BE	Bolligen	Bolligenstrasse	SDA 8-12	2019	4	604438	202308	605074	203515
BE	Thun	Gwattstrasse	SDA 8-12	2019	4	614455	176678	614428	176299
SG	St. Margrethen	Abzweiger Gaissau- Cabletrain	SDA 8	2019	4	762689	259003	762490	259155
SO	Gunzgen	Härkingenstrasse/ Allmendstrasse	SDA 8-12	2017	6	630118	240206	629563	240624
SO	Zullwil	Hauptstrasse	SDA 8-12	2018	5	612286	248784	612587	248807
SZ	Gersau	Seestrasse 2. Etappe	SDA 8-16	2020	3	682271	205273	682495	205189
TG	Kreuzlingen*	Konstanzerstrasse	SDA 8-12	2016	7	729548	278944	729823	279434
ZH	Uster	Gschwanderstrasse	SDA 8	2018	5	696004	245762	695901	245548

* Belag im Rahmen des vorliegenden Projektes mehrmals gemessen

Tabelle 5: Messstrecken 2023 – Einfluss Verkehrslast

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	DTV	Start		Ende	
						x	y	x	y
GE	Corsier	Route de Thonon	Nanosoft 4	2017	15'300	506838	124051	506660	123835
SO	Solothurn	Zuchwilerstrasse	SDA 8-12	2017	19'590	607657	227999	607948	227995
SZ	Freienbach	Seestrasse	SDA 4-14	2020	24'700	700217	229011	700541	228912
TI	Lugano*	Via Ciani	SDA 4-12	2012	15'300	717859	96315	717994	97519
TI	Minusio	Via S. Gottardo	SDA 4-12	2018	23'570	705950	114693	707347	115247
VD	Chexbres	RC758, Route du Genevrez	Griphone 4	2013	16'780	549279	148034	548837	148483

* Belag im Rahmen des vorliegenden Projektes mehrmals gemessen

Tabelle 6: Messstrecken 2023 - AC und Übergangseläge

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Ein- bau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
AR	Waldstatt*	Dorfstrasse	AC 8	2014	9	739104	246566	739222	246642
GR	Bonaduz	Hauptstrasse	AC 8	2013	10	749801	187387	749986	187560
NW	Beckenried	Buocherstrasse	AC 8 S	2013	10	677052	202740	677208	202705
SG	St. Margrethen*	Brücke Gaissau - Ruederbach	DSAK 4	2017	6	763238	258836	762689	259003
UR	Wassen*	Gotthardstrasse	AC 8	2016	7	688786	173494	688746	173380
ZG	Allenwinden	Dorfstrasse	AC 8	2017	6	684643	224326	684811	224282
ZH	Uster	Sulzbacherstrasse	AC 8	2021	2	698058	243909	697890	244429
ZH	Zürich	Birmensdorferstrasse	AC 8	2015	8	681250	247162	679905	246904

* Belag im Rahmen des vorliegenden Projektes mehrmals gemessen

25. März 2024

5. Messresultate 2023

Das nachfolgende Kapitel beinhaltet die ermittelten akustischen Belagsgütwerte. Die Tabellen enthalten die mittels Regressionsmodell umgerechneten Belagsgütwerte in Abweichung zum Modell StL-86+. Es handelt sich hierbei um arithmetische Mittelwerte der Belagswirkungen, welche über alle Messwerte in beiden Fahrtrichtungen ermittelt wurden.

5.1 Langzeitwirkung SDA 4

Tabelle 7: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+ - Langzeitwirkung SDA 4

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
					PW (N1)	LKW (N2)	
BE	Latterbach	Hauptstrasse (Ost)	SDA 4-12 mit Fasern	2018	-0.6	-4.0	-2.1
BE	Latterbach	Hauptstrasse (west)	SDA 4-12	2018	-0.7	-3.9	-2.2
BE	Thun	Gwattstrasse	SDA 4-12	2019	-2.4	-5.6	-3.9
BE	Thun	Gwattstrasse	SDA 4-16	2019	-4.9	-8.1	-6.4
FR	Cournillens	Route de Courtepin	SDA 4	2017	-1.6	-4.7	-3.1
FR	Gibloux, Farvagny	Route de Grenilles	Sapaphone 4	2014	-1.2	-5.3	-3.0
FR	Gruyères	Traversée d'Epagny	Tanaphone 4	2019	-0.4	-4.5	-2.1
FR	Pont-en-Ogoz/Le Bry	Route Principale	Famsiphonogrip	2021	-4.8	-8.2	-6.3
FR	Villaz-St-Pierre	Route de Fribourg	Famsiphonogrip	2021	-4.9	-8.3	-6.5
GE	Cologny	Route de Vandoeuvres	Sapaphone 4	2018	0.0	-4.2	-1.9
GE	Hermance	Route d'Hermance	Sapaphone 4	2013	-1.1	-5.6	-3.0
GE	Plan-les-Ouates	Rtde d'Anncey	Nanosoft 4	2008	-1.6	-5.1	-3.2
JU	Porrentruy	Route Auguste Cuenin	SDA 4-12	2019	-2.8	-5.5	-4.1
JU	Porrentruy	Route de Bure	SDA 4-12	2018	-3.2	-5.5	-4.3
LU	Ebikon	Aldigenswilerstrasse Ost	SDA 4-16	2017	-1.6	-4.6	-3.0
LU	Grosswangen	Feldstrasse	SDA 4-12	2018	-1.2	-5.0	-2.9
LU	Meggen	Adligenswilerstrasse	SDA 4-12	2020	-3.5	-6.1	-4.7
NE	Neuenburg	Auvernier-Giratoire Ruau	Facchiphone	2015	-5.1	-6.5	-5.8
NE	Travers	H10, Rue des Moulins	SDA 4-16	2017	-2.0	-5.6	-3.6
SG	Oberuzwil	Wiesentalstrasse	SDA 4-12	2018	-2.2	-5.0	-3.5
VD	Ecublens/St. Sulpice	RC1, Route Cantonale	Nanosoft 4	2012	-2.1	-5.0	-3.5
VD	Nyon	Route de St-Cergue	SDA 4-12	2017	-2.3	-5.4	-3.7
ZG	Risch	Holzhäuserstrasse	SDA 4-16	2020	-3.1	-5.9	-4.4
ZG	Zug	Steinhauserstrasse	SDA 4-16	2021	-4.5	-7.0	-5.7

5.2 Langzeitwirkung SDA 8

Tabelle 8: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+ - Langzeitwirkung SDA 8

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbaujahr	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
					PW (N1)	LKW (N2)	
AG	Zofingen	Mühlemattstrasse	SDA 8-12	2018	-0.7	-4.1	-2.3
BE	Aarberg/ Kappel	Bielstrasse	SDA 8-12 mit Fasern, ohne Binderersatz	2018	-1.4	-4.9	-3.0
BE	Bolligen	Bolligenstrasse	SDA 8-12	2019	0.1	-3.4	-1.5
BE	Thun	Gwattstrasse	SDA 8-12	2019	-0.6	-4.0	-2.2
SG	St. Margrethen	Abzweiger Gaissau-Cabletrain	SDA 8	2019	-0.7	-4.7	-2.5
SO	Gunzgen	Härkingenstrasse/ Allmendstrasse	SDA 8-12	2017	-0.9	-4.6	-2.6
SO	Zullwil	Hauptstrasse	SDA 8-12	2018	0.2	-3.4	-1.4
SZ	Gersau	Seestrasse 2. Etappe	SDA 8-16	2020	-0.9	-4.8	-2.6
TG	Kreuzlingen	Konstanzerstrasse	SDA 8-12	2016	-0.2	-3.6	-1.8
ZH	Uster	Gschwanderstr.	SDA 8	2018	-1.1	-4.2	-2.5

5.3 Einfluss Verkehrslast

Tabelle 9: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+ - Einfluss Verkehrslast

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	DTV	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
						PW (N1)	LKW (N2)	
GE	Corsier	Route de Thonon	Nanosoft 4	2017	15'300	-2.4	-4.6	-3.5
SO	Solothurn	Zuchwilerstrasse	SDA 8-12	2017	19'590	-0.9	-3.4	-2.1
SZ	Freienbach	Seestrasse	SDA 4-14	2020	24'700	-2.3	-5.2	-3.7
TI	Lugano	Via Ciani	SDA 4-12	2012	15'300	0.0	-3.9	-1.8
TI	Minusio	Via S. Gottardo	SDA 4-12	2018	23'570	-2.5	-5.1	-3.7
VD	Chexbres	RC758, Route du Genevrez	Griphone 4	2013	16'780	-0.2	-3.8	-1.8

5.4 AC und Übergangsbeläge

Tabelle 10: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+ - AC und Übergangsbeläge

Kanton	Ort	Strasse	Belag	Einbaujahr	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwerverkehr anteil [dB(A)]
					PW (N1)	LKW (N2)	
AR	Waldstatt	Dorfstrasse	AC 8	2014	-0.8	-3.2	-1.9
GR	Bonaduz	Hauptstrasse	AC 8	2013	-1.4	-3.5	-2.4
NW	Beckenried	Buocherstrasse	AC 8 S	2013	-0.9	-3.7	-2.3
SG	St. Margrethen	Brücke Gaissau - Ruederbach	DSAK 4	2017	-1.9	-5.7	-3.6
UR	Wassen	Gotthardstrasse	AC 8	2016	-0.7	-3.5	-2.0
ZG	Allenwinden	Dorfstrasse	AC 8	2017	-1.3	-4.0	-2.6
ZH	Uster	Sulzbacherstr.	AC 8	2021	-2.8	-4.4	-3.6
ZH	Zürich	Birmensdorferstr.	AC 8	2015	-1.4	-4.2	-2.7

25. März 2024

6. Übersicht Messresultate 2018-2023

Um die Messergebnisse einzuordnen, wurde der Gesamtdatensatz aus dem Projekt *Aktualisierung Belagskennwerte 2016* beigezogen (schwarze Punkte). Die vorliegenden Messergebnisse wurden zum bestehenden Gesamtdatensatz 2016 hinzugefügt und gemäss obiger Fragestellung unterschiedlich markiert. Es werden die Werte aus den Messjahren 2018-2022 und 2023 dargestellt. Die Messwerte aus den Jahren 2018-2022 sind etwas blasser dargestellt. Zur unterstützenden Einordnung und Interpretation der Messergebnisse, sind in den Grafiken die Zielkurven (schwarze Linien) für lärmarme Beläge (Endwert -1 dB) und lärmarme Beläge mit grosser Wirkung (Endwert -3 dB) dargestellt. In der Grafik für AC-Beläge und Übergangsbeläge wird keine Zielkurve dargestellt.

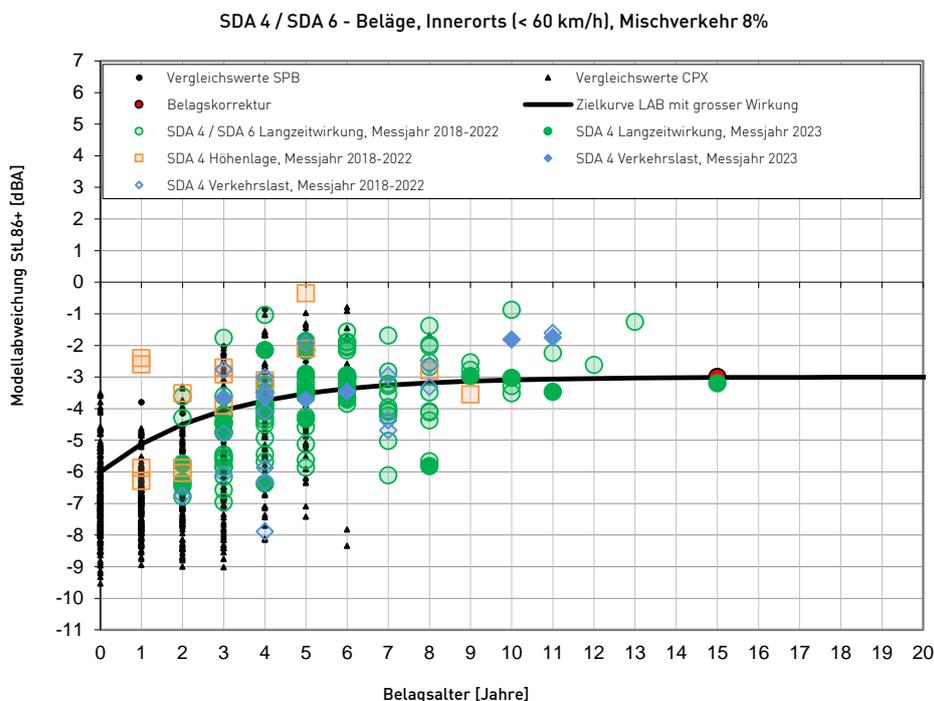


Abbildung 4: Übersicht aller untersuchten SDA 4 / SDA 6 Beläge während der Messkampagne 2018-2023 (Mischverkehr N2 = 8%).

Kommentar:

- Insgesamt wurden 159 lärmarme Beläge mit Grösstkorn 4 mm bzw. 6 mm mit unterschiedlichem Belagsalter auf ihre akustische Wirkung untersucht (32 Beläge im Jahr 2018, 26 Beläge im Jahr 2019, 28 Beläge im Jahr 2020, 13 Beläge im Jahr 2021, 31 Beläge im Jahr 2022 und 29 Beläge im Jahr 2023).
- Rund 67% (106 von 159 Belägen) der untersuchten Beläge entsprechen in Abhängigkeit des Belagsalters den Erwartungen und liegen auf oder unter der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

Die nach Fragestellung aufgeschlüsselten Messdaten sind in Kapitel 7 ersichtlich.

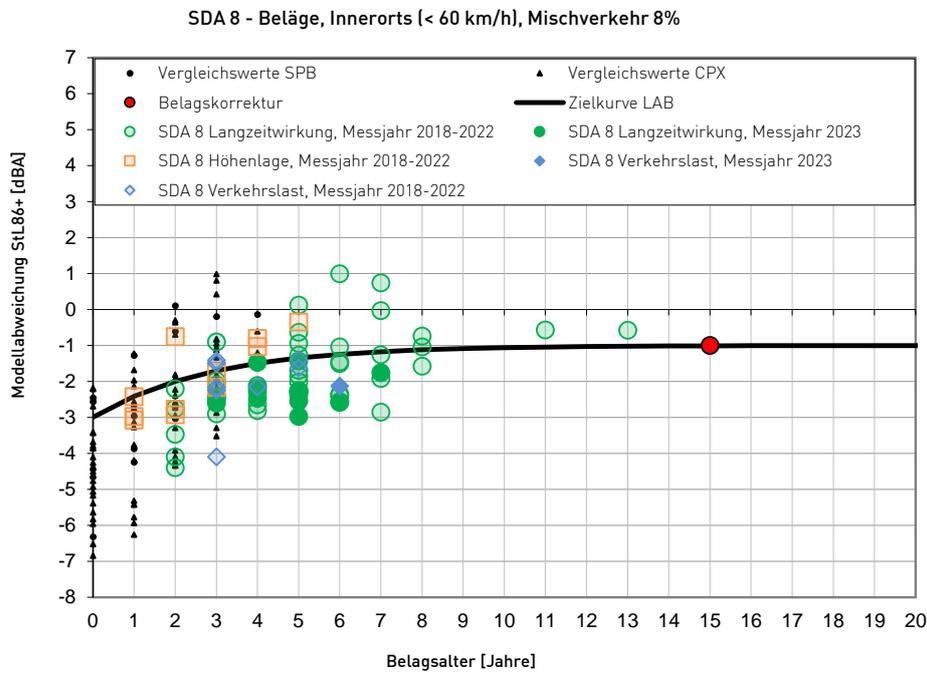


Abbildung 5: Übersicht aller untersuchten SDA 8 Beläge während der Messkampagne 2018–2023 (Mischverkehr N2 = 8%).

Kommentar:

- Insgesamt wurden 74 SDA 8 Beläge mit unterschiedlichem Belagsalter untersucht (19 Beläge im Jahr 2018, 12 im Jahr 2019, 13 Beläge im Jahr 2020, 7 Beläge im Jahr 2021, 12 Beläge im Jahr 2022 und 11 Beläge im Jahr 2023).
- Rund 75 % (56 von 74 Belägen) der gemessenen Beläge entsprechen in Abhängigkeit des Belagsalters den Erwartungen und liegen auf oder unter der Zielkurve LAB.

Die nach Fragestellung aufgeschlüsselten Messdaten sind in Kapitel 7 ersichtlich.

25. März 2024

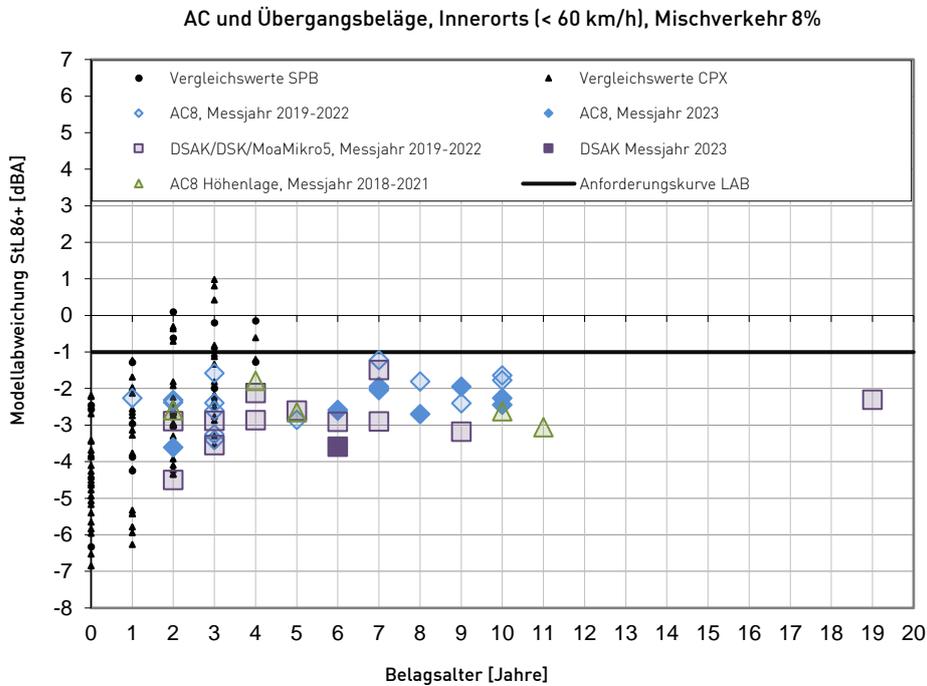


Abbildung 6: Übersicht aller AC- und Übergangsbeläge der Messkampagne 2018-2023 (Mischverkehr N2 = 8%).

Kommentar:

- Insgesamt wurden 42 AC- und Übergangsbeläge mit unterschiedlichem Belagsalter auf ihre akustische Wirkung untersucht (2 Beläge im Jahr 2018, 12 Beläge im Jahr 2019, 10 Beläge im Jahr 2020, 3 Beläge im Jahr 2021, 7 Beläge im Jahr 2022 und 8 Beläge im Jahr 2023).
- Das Belagsalter liegt zwischen 1 und 19 Jahren. Alle in diesem Projekt gemessenen Beläge erreichen in Abweichung zum Emissionsmodell StL-86+ im Streckenmittel akustische Belagsgütwerte kleiner als -1 dB(A) für Mischverkehr (N2 = 8 %).

25. März 2024

7. Analyse der Messresultate 2023

7.1 Analyse Langzeitwirkung SDA 4 / SDA 6

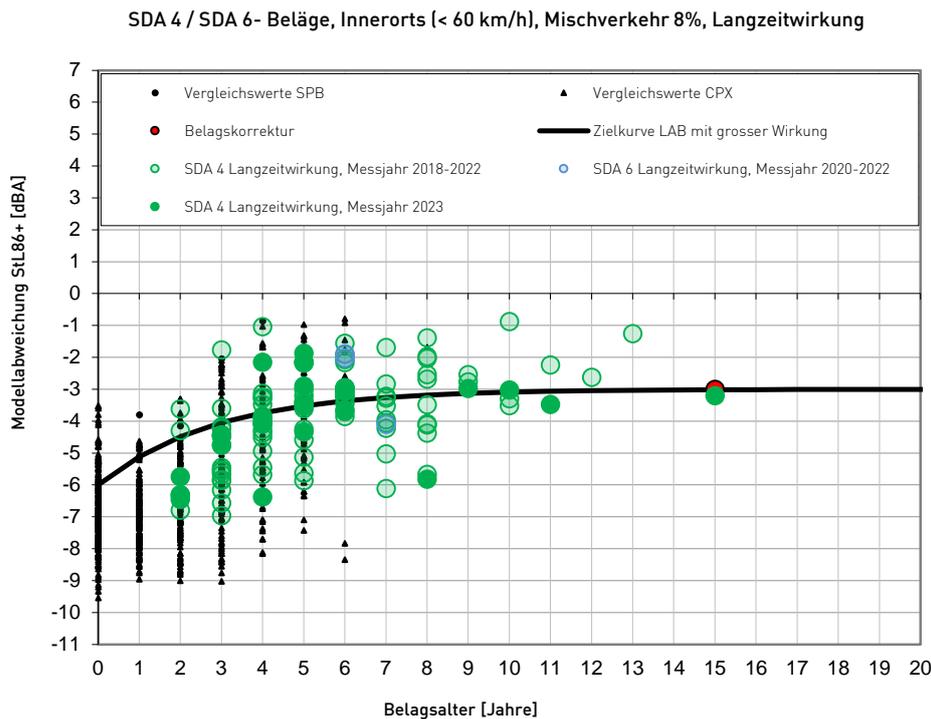


Abbildung 7: Übersicht aller SDA 4 / SDA 6 Beläge der Messkampagne 2018-2023 mit Langzeitwirkung (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentar:

Messungen 2023:

- Im Jahr 2023 wurden insgesamt 24 lärmarme Beläge mit 4 mm Grösstkorn für die Auswertung der Langzeitwirkung auf ihre akustische Wirkung in Abhängigkeit des Belagsalters untersucht.
- 19 Beläge entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb oder im Bereich der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.
- Auch die fünf älteren Beläge (8 bis 15 Jahre nach Einbau) erfüllen noch die Erwartungen und liegen im Bereich oder unterhalb der Zielkurve LAB.
- Der Facchiphone in Neuenburg, Auvernier-Giratorie Ruau liegt 8 Jahre nach Einbau mit einer Wirkung von -5.8 dB(A) immer noch deutlich unterhalb der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung.
- 4 der 2023 getesteten Beläge mit 4 mm Grösstkorn liegen 4 bzw. 5 Jahre nach Einbau bereits deutlich oberhalb der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung.

Messungen 2018-2023:

- 72 der 115 seit 2018 im Rahmen des vorliegenden Projekts gemessenen SDA 4 bzw. SDA 6 Beläge mit Langzeitwirkung entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb oder im Bereich der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

7.2 Analyse SDA 4 Höhenlage

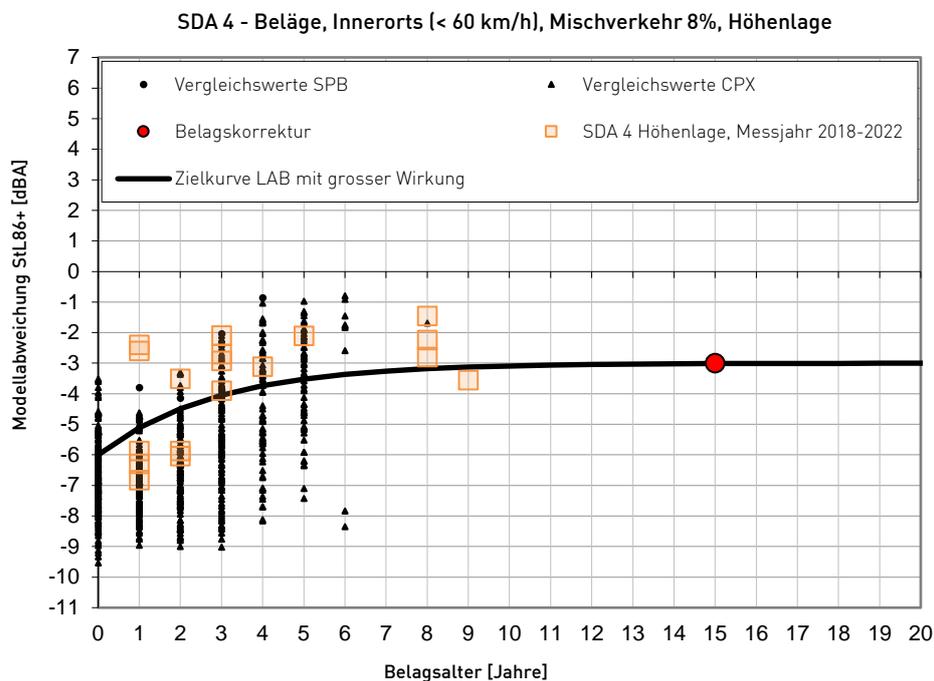


Abbildung 8: Übersicht aller SDA 4 Beläge der Messkampagne 2018-2023 mit einer Höhenlage >600 m ü. M. (Mischverkehr N2=8%)

Kommentar:

Messungen 2023:

- Im Messjahr 2023 wurden keine SDA 4 Beläge in Abhängigkeit der Höhenlage untersucht.

Messungen 2018-2023:

- 8 von 18 seit 2018 im Rahmen des vorliegenden Projekts gemessenen SDA 4 Beläge mit einer Höhenlage >600 m ü.M. entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb oder im Bereich der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

7.3 Analyse SDA 4 Verkehrslast

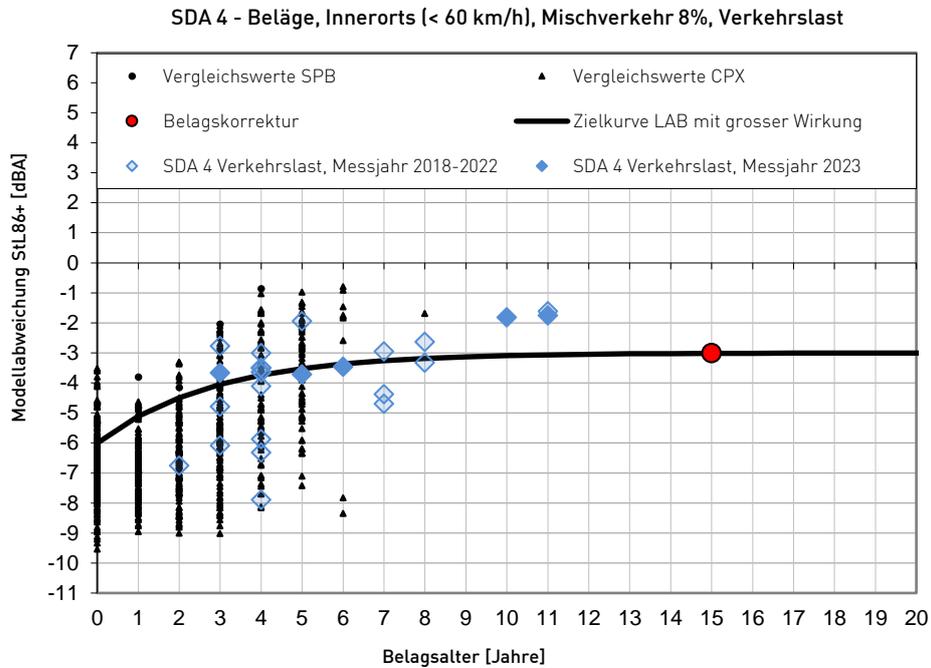


Abbildung 9: Übersicht aller SDA 4 Beläge der Messkampagne 2018-2023 mit hoher Verkehrslast (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentar:

Messungen 2023:

- 3 von 5 im Messjahr 2023 untersuchten Beläge mit 4 mm Grösskorn in Abhängigkeit der Verkehrslast befinden sich im Bereich der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung.

Messungen 2018-2023:

- 16 von 26 seit 2018 im Rahmen des vorliegenden Projekts gemessenen SDA 4 Beläge mit hoher Verkehrslast entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb oder im Bereich der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

7.4 Analyse Langzeitwirkung SDA 8

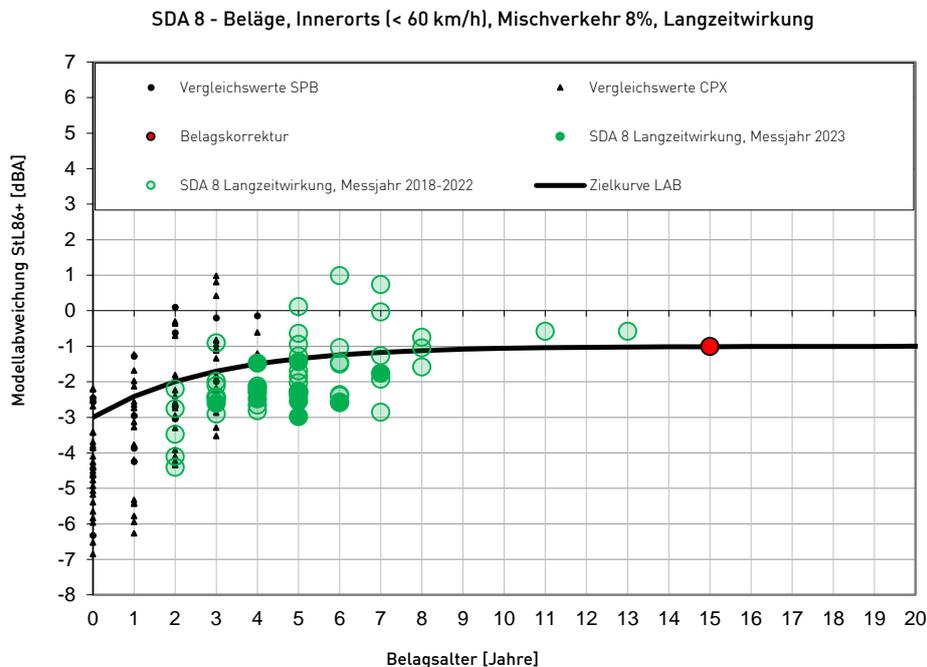


Abbildung 10: Übersicht aller SDA 8 Beläge der Messkampagne 2018-2023 mit Langzeitwirkung (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentar:

Messungen 2023:

- Alle 10 der im Messjahr 2023 untersuchten Beläge mit 8 mm Grösstkorn liegen unterhalb oder im Bereich der Zielkurve.
- Der SDA 8-12 Belag mit Fasern in Aarberg/Kappelen, Bielstrasse zeichnet sich auch 5 Jahre nach Einbau durch eine gute akustische Belagswirkung aus (-3.0 dB(A)).

Messungen 2018-2023:

- 44 von 54 seit 2018 im Rahmen des vorliegenden Projekts gemessenen SDA 8 Beläge mit Langzeitwirkung entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

7.5 Analyse SDA 8 Höhenlage

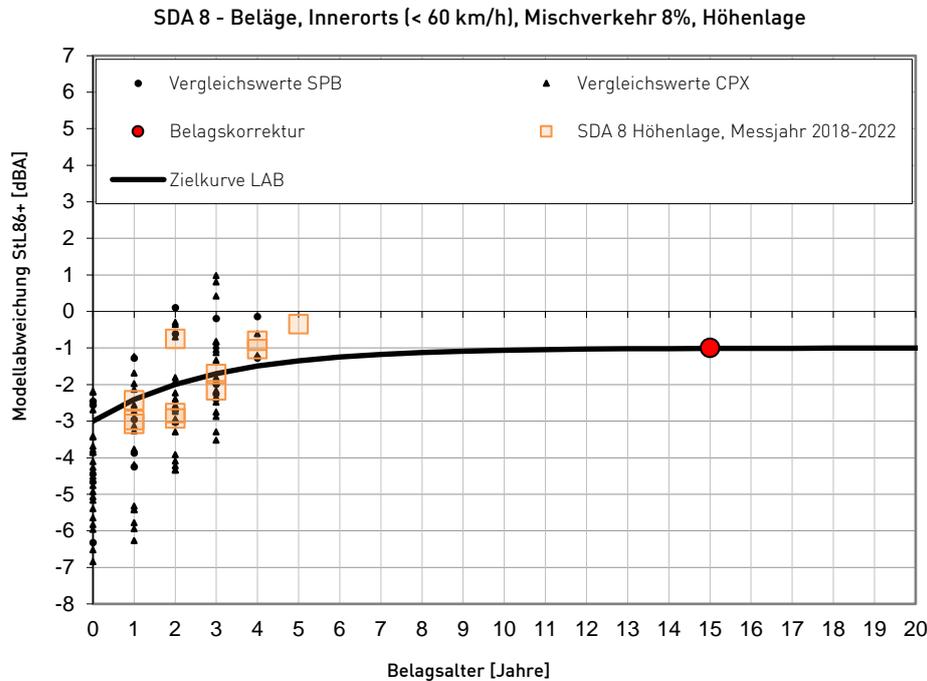


Abbildung 11: Übersicht aller SDA 8 Beläge der Messkampagne 2018-2022 mit einer Höhenlage >600 m ü. M. (Mischverkehr N2=8%)

Kommentar:

Messungen 2023:

- Im Messjahr 2023 wurden keine SDA 8 Beläge in Abhängigkeit der Höhenlage untersucht.

Messungen 2018-2023:

- 7 von 11 seit 2018 im Rahmen des vorliegenden Projekts gemessenen SDA 8 Beläge mit einer Höhenlage >600 m ü.M. entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

25. März 2024

7.6 Analyse SDA 8 Verkehrslast

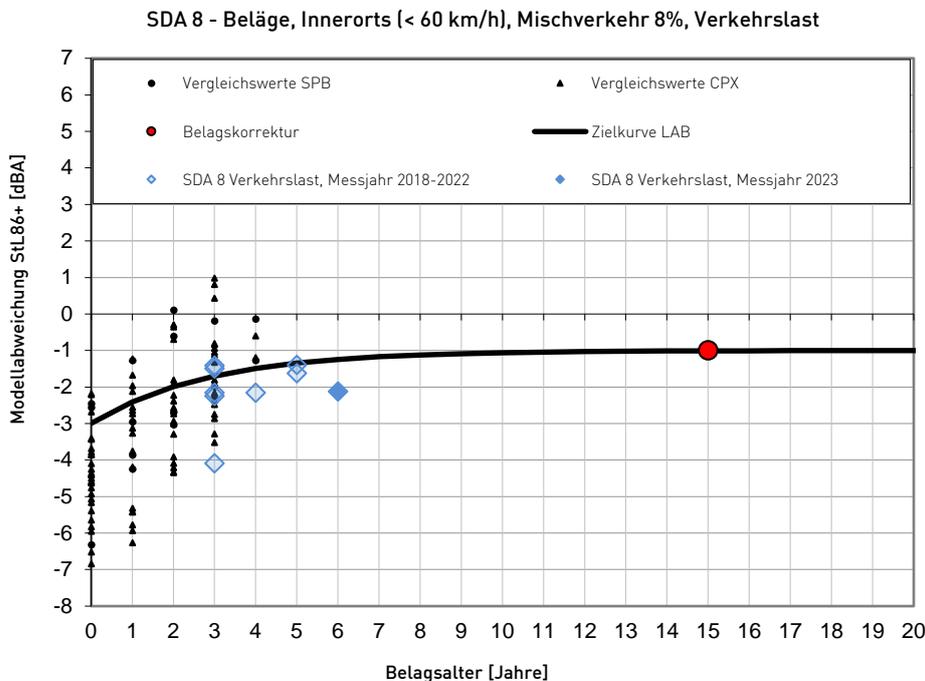


Abbildung 12: Übersicht aller SDA 8 Beläge der Messkampagne 2018-2023 mit hoher Verkehrslast (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentar:

Messungen 2023:

- Der einzige im Jahr 2023 untersuchte SDA 8 Belag in Abhängigkeit der Verkehrslast (Solothurn, Zuchwilerstrasse) befindet sich 6 Jahre nach Einbau mit einer akustischen Belagswirkung für Mischverkehr von -2.1 dB(A) unterhalb der Zielkurve für LAB.

Messungen 2018-2023:

- Alle seit 2018 im Rahmen des vorliegenden Projekts gemessenen SDA 8 Beläge mit hoher Verkehrslast entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb oder knapp oberhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

7.7 Analyse AC und Übergangsbeläge

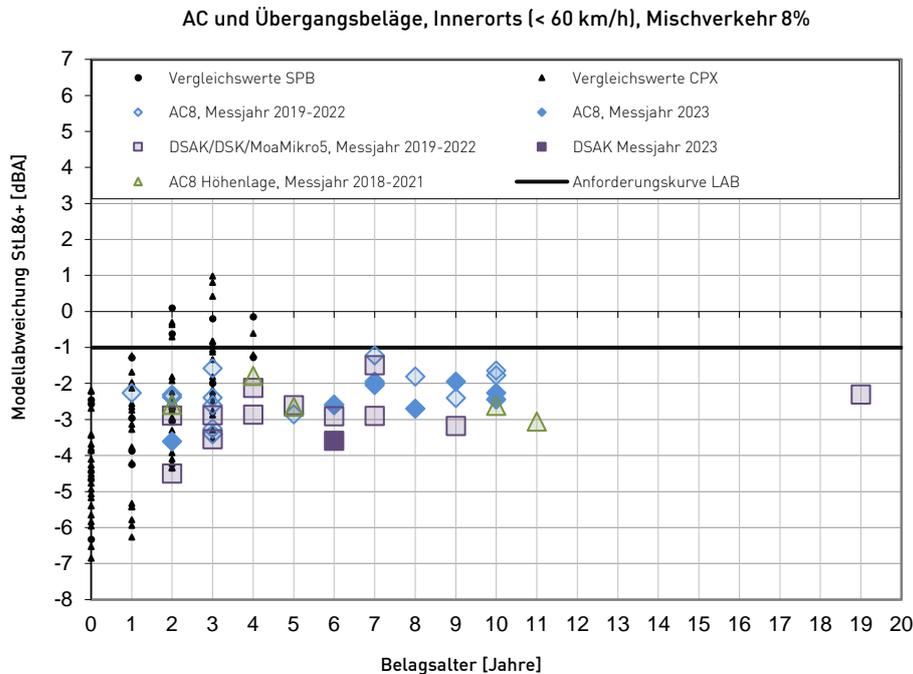


Abbildung 13: Übersicht aller AC- und Übergangsbeläge der Messkampagne 2018-2023 (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentar:

Messungen 2023:

- Alle der im Messjahr 2023 untersuchten AC- und Übergangsbeläge weisen unabhängig des Belagsalters einen Belagsgütewert in Abweichung zum Modell StL-86+ um -2 dB(A) oder kleiner auf.
- Der DSAK Belag in St. Margrethen zeigt auch 6 Jahre nach Einbau einen guten akustischen Belagsgütewert von -3.6 dB(A) auf.

Messungen 2018-2023:

- Alle seit 2018 im Rahmen des vorliegenden Projekts gemessenen AC- und Übergangsbeläge weisen einen Belagsgütewert in Abweichung zum Modell StL-86+ kleiner -1 dB(A) auf.

8. Erkenntnisse Messjahre 2018-2023

Um Lücken im Wissenstand betreffend die langfristige akustische Wirkung von lärmarmen Belägen im Innerortsbereich zu schliessen, wurden in den vergangenen Jahren hauptsächlich Strecken mit SDA 4 und SDA 8 Belägen ausgewählt. Um zudem Aufschlüsse über spezifische Gegebenheiten, wie der Einfluss der Höhenlage und der Verkehrslast zu erhalten, wurden diese Kriterien bei der Messstreckenauswahl mitberücksichtigt. Zusätzlich wurden vielversprechende AC-Beläge und lärmoptimierte Übergangsbeläge herbeigezogen.

Die bestehenden Tendenzen, die sich aus den vorangegangenen Messungen der Jahre 2018-2022 ableiten liessen, konnten mit den aktuellen Messungen bestätigt werden. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick der erzielten Erkenntnisse unter Berücksichtigung der unter Kapitel 1 beschriebenen Fragestellungen gegeben:

SDA Beläge mit Grösstkorn 4 mm / 6 mm – Langzeitwirkung

Ca. 60% der getesteten 4er Beläge erfüllen die Erwartungen der langfristigen akustischen Wirkung.

Da im Messjahr 2023 keine SDA 6 Beläge gemessen wurden, lässt sich zur Wirkung der untersuchten 6er Beläge im Vergleich zu den 4er Belägen aufgrund der geringen Datenmenge wie 2022 keine Aussage machen.

SDA Beläge mit Grösstkorn 8 mm – Langzeitwirkung

Der Grossteil der gemessenen 8er Beläge (2 bis 13 Jahre nach Einbau) weist eine gute Langzeitwirkung auf.

Einfluss Höhenlage

Da im Messjahr 2023 keine Beläge mit der Fragestellung « Höhenlage » gemessen wurden, haben sich die Erkenntnisse seit 2022 nicht verändert.

Ca. 30 % der untersuchten SDA 4 Beläge mit Lage >600 m ü. M. erfüllen die Erwartungen an die Belagswirkung. Vor allem die älteren Beläge erreichen die Erwartungen knapp nicht.

Tendenziell liegen die 8er Beläge mit Lage >600 m ü. M. im Bereich der Erwartungen. Weitere Untersuchungen werden zeigen, ob sich diese Tendenz bestätigen lässt.

Einfluss Verkehrslast

Bis zu einem Belagsalter von ca. 8 Jahren, mögen die gemessenen 4er Beläge mit hoher Verkehrslast die Erwartungen zu erfüllen. Untersuchte Beläge mit höherem Belagsalter liegen deutlich oberhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.

Bei allen gemessenen 8er Belägen (3 bis 6 Jahre nach Einbau) mit hoher Verkehrslast liegen die Belagswirkungen im Bereich oder unterhalb der Zielkurve.

AC- und Übergangsbeläge

Die AC- und Übergangsbeläge haben zu Beginn im Verhältnis zu neu eingebauten SDA 8 Belägen eine deutlich schlechtere akustische Wirkung. Die Messergebnisse der letzten vier Jahre zeigen jedoch, dass die anfängliche Belagswirkung dieser Beläge im Verlauf der Jahre nur geringfügig nachlässt und gegenüber den älteren SDA 8 Belägen stabilere akustische Werte aufweisen.

Hinweis: Damit ein Belag als lärmarm bezeichnet werden darf, muss er für Mischverkehr einen akustischen Anfangswert von mindestens -3 dB(A) und einen Endwert (nach 15 Jahren) von mindestens -1 dB(A) erreichen. Wie in der Abbildung 6 zu sehen ist, werden vor allem bei den AC 8 Belägen die Vorgaben für den Mindestanfangswert nicht erreicht. Der Endwert von -1 dB(A) scheint bei allen im Rahmen des vorliegenden Projektes untersuchten AC- und Übergangsbelägen erreicht zu sein.

Durch sehr feine Oberflächentexturen von AC 8 Belägen können deutlich wahrnehmbare Pfeifgeräusche vor allem bei Bus- bzw. LKW-Bereifung mit aufgummierten Profilen auftreten, da kaum Negativtexturen für eine ausreichende Entlüftung der Kontaktzone Reifen-Fahrbahn vorhanden sind.

Kommentare

Die Datenanalysen zeigen auch innerhalb der jeweiligen Fragestellung bei Belägen gleichen Alters teilweise eine grosse 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.

Zur weiteren Vertiefung der aus den Messjahren 2018 bis 2023 erhaltenen Erkenntnisse zur langfristigen akustischen Wirkung von SDA Belägen und Übergangsbelägen, wird das Messkonzept in ähnlicher Weise fortgeführt. Weitere Messungen müssen zeigen, ob sich die oben festgestellten Tendenzen bestätigen lassen.

In der Schweiz haben sich lärmarme Beläge (LAB) vielerorts als Lärmschutzmassnahme etabliert. Wie die Messungen zeigen, stellen LAB eine effektive Lärmschutzmassnahme an der Quelle dar, um die Bevölkerung dauerhaft von 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.

Grolimund + Partner AG



Tina Saurer



Lena Gafner