

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



CPX-Messungen Strassenbeläge Messbericht 2022

Ihre Kontaktperson: Tina Saurer
tina.saurer@grolimund-partner.ch, D 031 356 20 04

BAFU
A6363
13. März 2023

Impressum

Auftragnehmer

Grolimund + Partner AG

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Autoren

Erik Bühlmann

Tina Saurer

Björn Probst

Lena Gafner

Version	Datum	Autoren	Beschrieb	Verteiler
V 0	27.01.2023	L. Gafner/T. Saurer	Entwurf	BAFU: D. Schneuwly, S. Steiner
V 1	13.03.2023	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_A6363_CPX_2022_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, 2019, 2020, 2021 und 2022.....	8
4.2 Messstrecken 2022.....	10
5. Messresultate 2022.....	13
5.1 Langzeitwirkung SDA 4.....	13
5.2 Langzeitwirkung SDA 6.....	14
5.3 Langzeitwirkung SDA 8.....	14
5.4 Einfluss Höhenlagen.....	14
5.5 Einfluss Verkehrslast.....	15
5.6 AC und Übergangsbeläge.....	15
6. Übersicht Messresultate 2018-2022.....	16
7. Analyse der Messresultate 2022.....	19
7.1 Analyse Langzeitwirkung SDA 4 / SDA 6	19
7.2 Analyse SDA 4 Höhenlage	20
7.3 Analyse SDA 4 Verkehrslast	21
7.4 Analyse Langzeitwirkung SDA 8.....	22
7.5 Analyse SDA 8 Höhenlage	23
7.6 Analyse SDA 8 Verkehrslast	24
7.7 Analyse AC und Übergangsbeläge	25
8. Erkenntnisse Messjahre 2018-2022.....	26

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 eine Entscheidungsmatrix 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 Wirkung 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 die bestehende «Best Practice»-Liste des BAFU und der bei G+P AG vorhandenen Daten zurückgegriffen.

Im vorliegenden Berichtsteil werden insbesondere die Ergebnisse der Messungen 2022 präsentiert, sowie ein Fazit über die gesamte Projektdauer gezogen. Die Ergebnisse der Messungen aus den Jahren 2018 bis 2021 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-40436

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 2022 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.

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.

Kreisel

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 auftraten, 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.

4. Messstrecken

4.1 Übersicht Messstrecken 2018, 2019, 2020, 2021 und 2022

Im Jahr 2018 wurden auf 53 Strecken CPX-Messungen durchgeführt. 2019 und 2020 wurden 50 bzw. 51, im Jahr 2021 23 und im Jahr 2022 50 Strecken untersucht. In Abbildung 1 sind alle CPX-Messstrecken von 2018 bis 2022 dargestellt. Diejenigen Strecken, welche seit 2018 bereits zwei Mal gemessen wurden, sind in der Abbildung 1 schwarz umrandet.

Weiter sind der Abbildung 2 die Anzahl Messungen pro Fragestellung in den Jahren 2018 bis 2022 zu entnehmen. Bis anhin wurden insgesamt 227 Beläge untersucht.

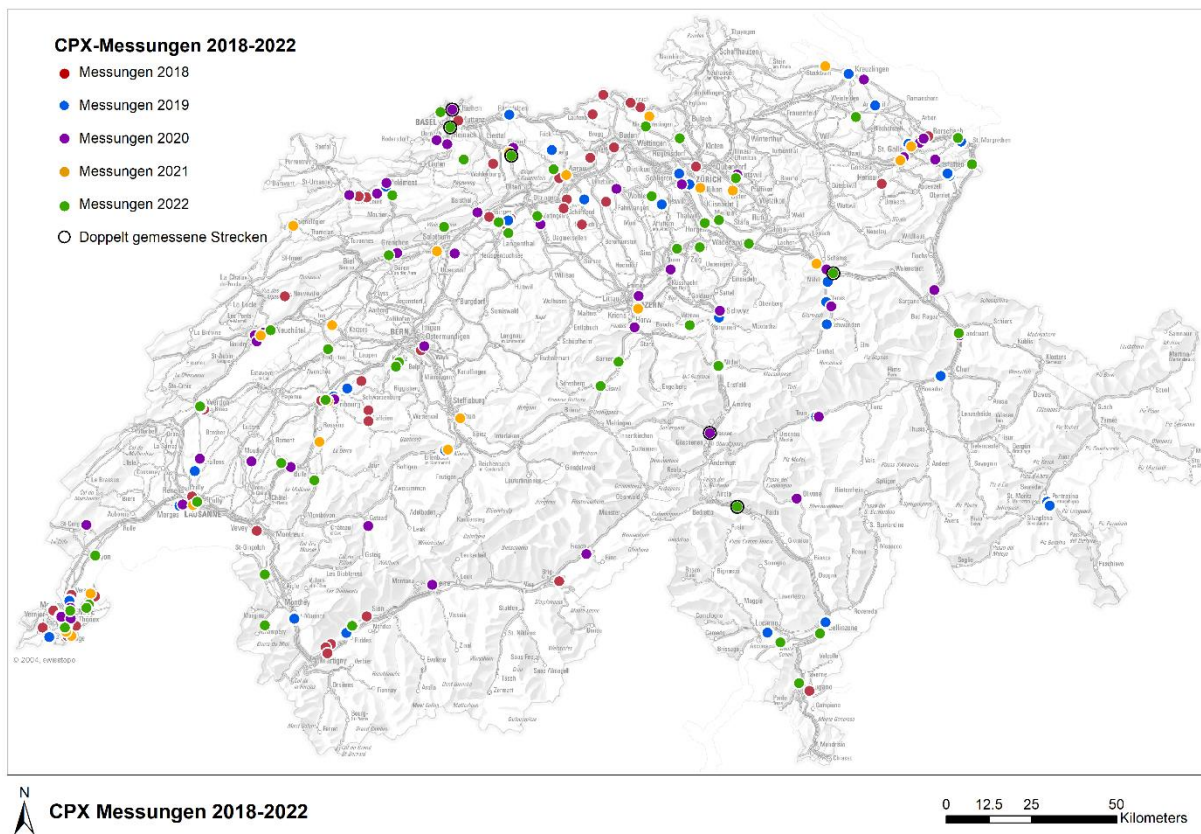


Abbildung 1: Übersichtskarte mit allen CPX-Messungen von 2018 bis 2022.

13. März 2023

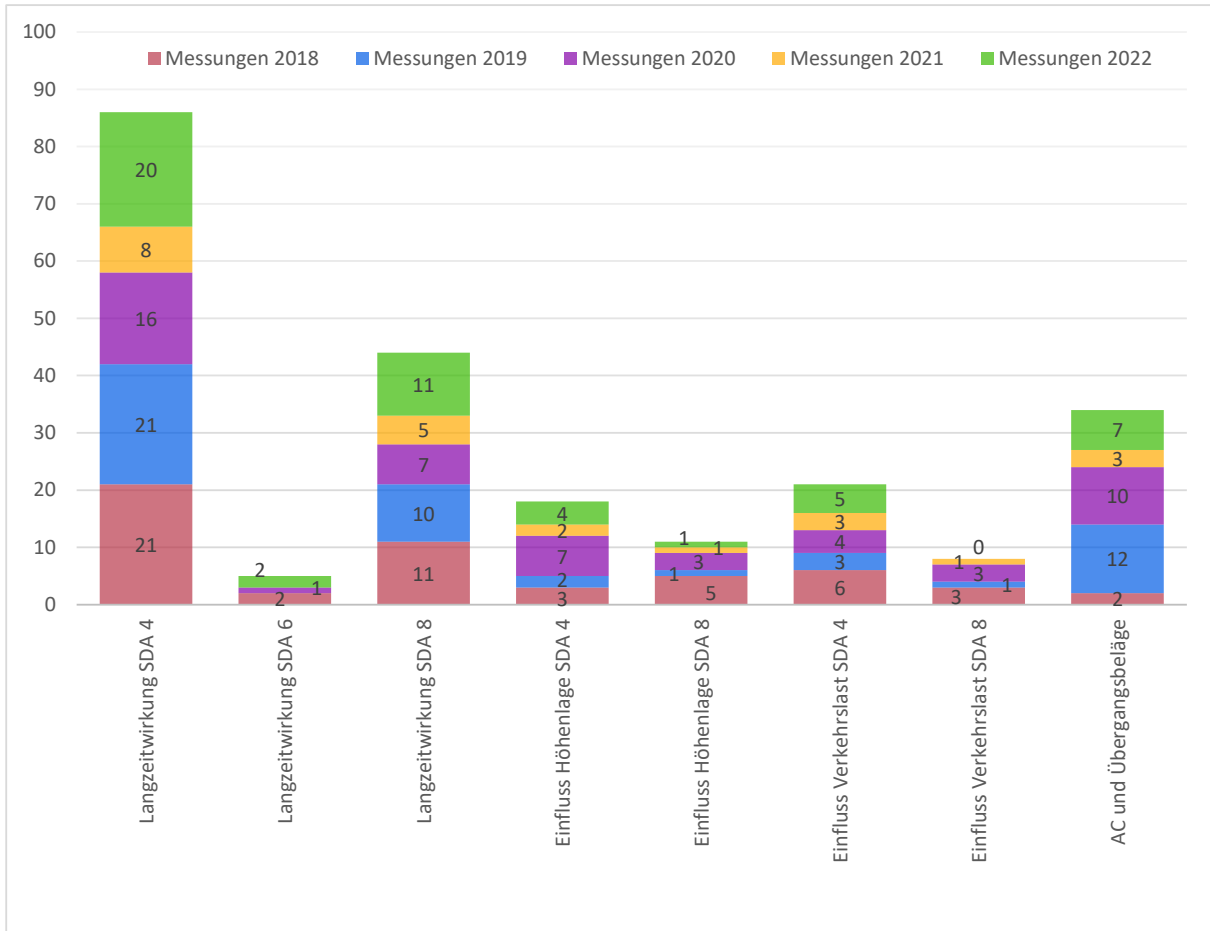


Abbildung 2: Übersicht der Anzahl CPX-Messungen pro Fragestellung von 2018 bis 2022.

4.2 Messstrecken 2022

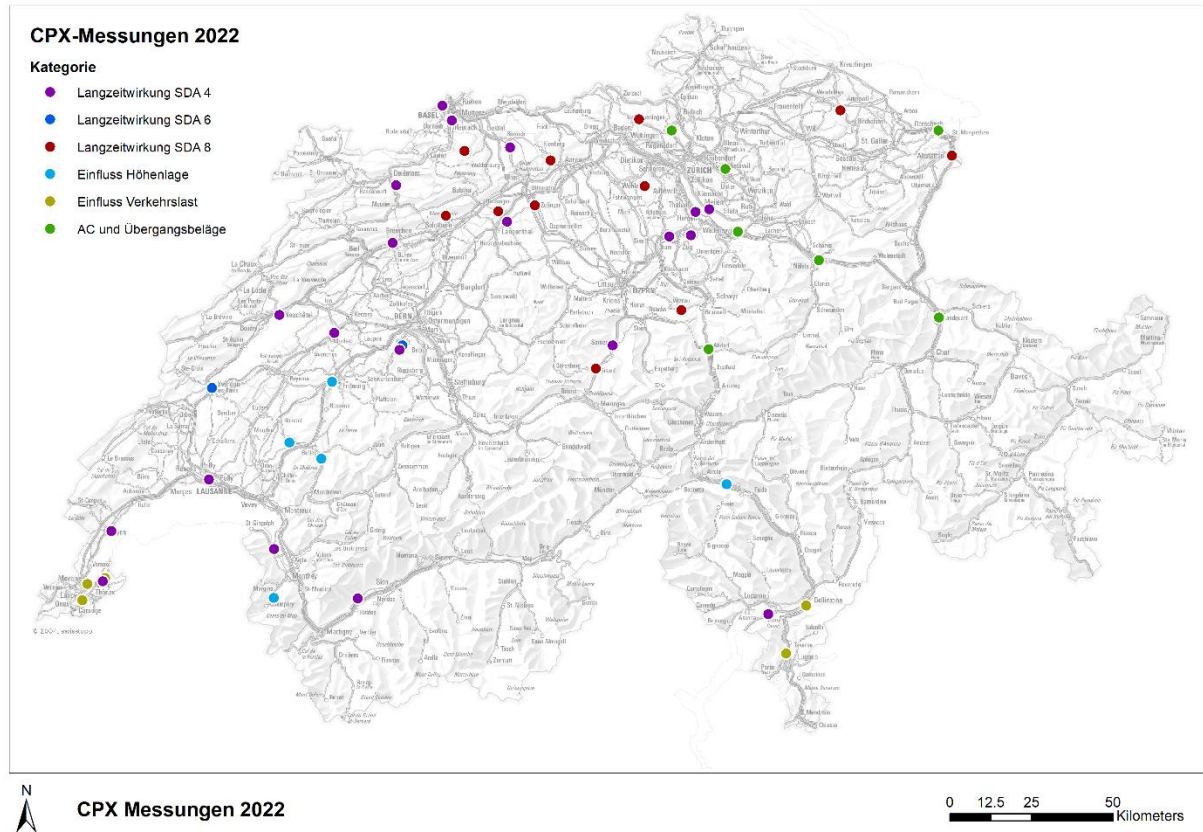


Abbildung 3: Übersichtskarte der CPX-Messstrecken im Jahr 2022.

Tabelle 3: Messstrecken 2022 – Langzeitwirkung SDA 4

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
BE	Roggwil	St.Urbanstrasse,	SDA 4-16	2016	6	629174	232249	629652	232060
BE	Lengnau	Bielstrasse	SDA 4-16	2014	8	594499	225647	594089	225460
BE	Niederscherti	Schwarzenburgstrasse	SDA 4-20	2011	11	596491	193025	596197	192671
BL	Diepflingen	Hauptstrasse	SDA 4-12	2016	6	630411	254818	630148	255031
BL	Münchenstein	Reinachstrasse	Nanosoft 4	2012	10	612405	263474	612400	262920
BS	Basel	Wasgenring	SDA 4-12	2014	8	609499	267482	609409	268065
FR	Murten	Burgunderstrasse	Nanosoft 4	2018	4	576020	197277	576785	198413
GE	Collonge-Bellerive	Route de la Capite (nord)	Nanosoft 4	2015	7	504819	121210	505781	122563
JU	Courrendlin	Rte de Vicques	SDA 4-12	2019	3	595529	243412	595094	243187
NE	Neuenburg	Serrières RC5	Famsiphono- grip	2014	8	559410	203489	559598	203617
OW	Sarnen	Kernserstrasse	SDA 4	2019	3	661658	194156	661977	194268
TI	Magadino	Via Cantonale	SDA 4-12	2018	4	709612	111748	709384	111618
VD	Nyon	Grand Rue	SDA 4-12	2018	4	507676	137066	508088	137587

13. März 2023

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
VD	Lausanne	Vinet	SDA 4-12	2018	4	537750	153176	538043	152914
VS	Chamoson	Int. Chamoson / centre	Sapaphone 4	2009	13	583452	116466	583595	116723
VS	Vouvry	Int. Vouvry, centre et sud	Mobiphone 4	2012	10	557821	131477	557887	131963
ZG	Steinhausen	Knonauerstrasse	SDA 4-16	2019	3	679156	227318	678977	227781
ZG	Neuheim	Hinterburgstrasse	SDA 4-12	2020	2	685889	227821	685662	228028
ZH	Horgen	Stockerstrasse	SDA 4	2017	5	687104	235147	687312	235080
ZH	Meilen	Seestrasse	SDA 4-12	2016	6	691687	235805	691035	235896

Tabelle 4: Messstrecken 2022 – Langzeitwirkung SDA 6

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
BE	Gasel	Schwarzenburgstr. (Var. 2)	SDA 6	2016	6	597181	194083	597193	194335
VD	Yverdon-les-Bains	Rue de Moulins	SDA 6	2016	6	538725	181064	538779	181172

Tabelle 5: Messstrecken 2022 – Langzeitwirkung SDA 8

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
AG	Oberwil-Lieli	Berikonerstrasse	SDA 8	2018	4	671647	243203	671543	242805
AG	Schneisingen		SDA 8-12	2017	5	669874	263788	669895	263251
AG	Zofingen	Mühlemattstrasse	SDA 8-12	2016	6	637959	237229	637897	237040
AG	Erlinsbach	Hauptstrasse,	SDA 8-12	2017	5	642714	250929	642775	250849
OW	Giswil	Panoramastrasse	SDA 8	2017	5	656436	187044	656678	187184
SG	Widnau	Poststrasse	SDA 8-12	2019	3	765928	252289	765809	252559
SO	Günsberg	Solothurnstrasse	SDA 8-12	2014	8	610614	233817	610463	234080
SO	Seewen	Dorf-/Grellingerstrasse	SDA 8-12	2017	5	616039	253776	616591	253815
SO	Wolfwil	Vordere Gasse	SDA 8-12	2016	6	626427	235357	626819	235355
SZ	Gersau	Seestrasse 1. Etappe,	SDA 8-16	2019	3	682719	204989	682916	204986
TG	Sulgen	Kradolfstrasse	SDA 8-12	2017	5	731538	266640	731957	265905

Tabelle 6: Messstrecken 2022 – Einfluss Höhenlage

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	m ü. M.	Start		Ende	
						x	y	x	y
FR	Gruyères	Epagny-Pringy	Famsiphonogrip	2014	743	572063	159137	572712	159554
FR	Les Carry	Route de Bulle	SDA 4	2021*	825	562737	164219	562518	164797
FR	Villars-sur-Glâne	Route de Moncor	Sapaphone 4	2014	709	575588	182991	575761	183039
TI	Ambri	Sopra	SDA 4-12	2019	973	697132	151472	696363	151715
VS	Val-d'Illiez,	amont giratoire	SDA 8-12	2017	937	557546	116528	557875	117024

13. März 2023

* Der SDA 4 Belag (2012) in Les Carry wurde 2021 durch einen neuen SDA 4 Belag ersetzt. 2022 wurde der neue (2021 eingebaute) Belag gemessen.

Die Kategorie „Höhenlage“ beinhaltet lärmarme Beläge, die mindestens auf 600 m ü. M liegen.

Tabelle 7: Messstrecken 2022 – Einfluss Verkehrslast

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	DTV	Start		Ende	
						x	y	x	y
GE	Collonge-Bellerive	Route de Thonon	Nanosoft 4	2011	15'300	505835	122648	506159	123152
GE	Geneve	Route des Acacias	Nanosoft 4	2018	24'030	498880	115989	499104	116156
GE	Pregny-Chambésy	Route de Lausanne (NS)	Sapaphone 4	2014	35'850	500496	120425	500543	121618
TI	Giubiasco-Camorino	Via Monte Ceneri	SDA 4-12	2018	25'600	720801	114124	721356	114606
TI	Gravesano	Grumo	SDA 4-12	2019	22'170	714984	99539	714938	99875

Die Kategorie „Verkehrslast“ beinhaltet lärmarme Beläge mit einem DTV höher als 15'000 Fahrzeuge.

Tabelle 8: Messstrecken 2022 - AC und Übergangsbeläge

Kan- ton	Ort	Strasse	Belag	Einbau- jahr	Alter	Start		Ende	
						x	y	x	y
GL	Mollis	Flechtsenstrasse	DSAK	2013	9	724654	220131	725297	220677
GR	Landquart	Kantonsstrasse	AC8	2012	10	761904	202654	761901	202774
SG	Rheineck	Rorschacherstrasse	MoaMikro5	2019	3	761928	259748	761343	260443
SZ	Freienbach	Seestrasse	AC8	2020	2	700091	229044	700167	229020
UR	Altdorf	Seedorfstrasse	AC8	2015	7	691019	192957	691388	193164
ZH	Niederglatt	Mandachstrasse	AC8	2017	5	680214	260513	679511	259560
ZH	Volketswil	Winterthurerstrasse	AC8	2012	10	696252	248126	696417	248490

5. Messresultate 2022

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

Kan- ton	Ort	Belag	Einbau- jahr	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
				PW (N1)	LKW (N2)	
BE	Roggwil, St. Urbanstrasse	SDA 4-16	2016	-1.2	-5.2	-2.9
BE	Lengnau, Bielstrasse	SDA 4-16	2014	-0.4	-3.9	-2.0
BE	Niederscherli, Schwarzenburgstr.	SDA 4-20	2011	-0.6	-4.2	-2.2
BL	Diepflingen, Hauptstrasse	SDA 4-12	2016	-2.1	-5.0	-3.4
BL	Münchenstein, Reinacherstrasse	Nanosoft 4	2012	-1.8	-5.6	-3.5
BS	Basel, Wasgenring	SDA 4-12	2014	-0.6	-3.7	-2.0
FR	Murten, Burgunderstrasse	Nanosoft 4	2018	-2.9	-5.2	-4.0
GE	Collogne-Bellerive, Route du La-Capite (nord)	Nanosoft 4	2015	-3.8	-6.3	-5.0
JU	Courrendlin, Rte de Vicques	SDA 4-12	2019	-4.6	-6.5	-5.5
NE	Neuenburg, Serrières RC5	Famsiphonogrip	2014	-3.0	-5.9	-4.4
OW	Sarnen, Kernserstrasse	SDA 4	2018	-3.0	-5.5	-4.2
TI	Magadino, Via Cantonale	SDA 4-12	2018	-2.2	-4.0	-3.1
VD	Nyon, Grand-Rue	SDA 4-12	2018	-2.1	-4.5	-3.2
VD	Lausanne, Vinet	SDA 4-12	2018	+0.5	-2.9	-1.0
VS	Chamoson, Int. Chamoson / centre	Sapaphone 4	2009	+0.4	-3.3	-1.3
VS	Vouvry, Int. Vouvry, centre et sud	Mobiphone 4	2012	+0.8	-3.0	-0.9
ZG	Steinhausen, Knonauerstrasse	SDA 4-16	2019	-4.9	-6.9	-5.9
ZG	Neuheim, Hinterburgstrasse	SDA 4-12	2020	-3.0	-5.6	-4.3
ZH	Horgen, Stockerstrasse	SDA 4-12	2017	-1.9	-5.1	-3.4
ZH	Meilen, Seestrasse	SDA 4-12	2016	-1.5	-4.7	-3.0

5.2 Langzeitwirkung SDA 6

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

Kan- ton	Ort	Belag	Einbaujahr	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
				PW (N1)	LKW (N2)	
BE	Gasel, Schwarzenburgstr. (Var. 2)	SDA 6	2016	-0.1	-4.2	-1.9
VD	Yverdon-les-Bains, Rue de Moulins	SDA 6	2016	-0.5	-3.9	-2.0

5.3 Langzeitwirkung SDA 8

Tabelle 11: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+

Kan- ton	Ort	Belag	Einbaujahr	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
				PW (N1)	LKW (N2)	
AG	Oberwil-Lieli, Berikonerstrasse	SDA 8	2018	-0.5	-4.5	-2.3
AG	Schneisingen, Landstrasse	SDA 8-12	2017	-0.5	-4.4	-2.3
AG	Zofingen, Mühlemattstrasse	SDA 8-12	2016	-0.8	-4.1	-2.4
AG	Erlinsbach, Hauptstrasse	SDA 8-12	2017	+0.7	-2.9	-0.9
OW	Giswil, Panoramastrasse	SDA 8	2017	+1.0	-2.7	-0.6
SG	Widnau, Poststrasse	SDA 8-12	2019	-1.0	-4.1	-2.4
SO	Günsberg, Solothurnstrasse	SDA 8-12	2014	+0.8	-2.6	-0.7
SO	Seewen, Dorf-/Grellingerstrasse	SDA 8-12	2017	+0.5	-3.5	-1.3
SO	Wolfwil, Vordere Gasse	SDA 8-12	2016	+0.1	-3.3	-1.5
SZ	Gersau, Seestrasse 1. Etappe	SDA 8-16	2019	-0.7	-4.6	-2.4
TG	Sulgen, Kradolfstrasse	SDA 8-12	2017	-0.3	-3.7	-1.8

5.4 Einfluss Höhenlagen

Tabelle 12: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+

Kan- ton	Ort	Belag	Einbau- jahr	m ü M.	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
					PW (N1)	LKW (N2)	
FR	Gruyères, Epagny-Prigny	Famsiphonogrip	2014	743	-0.6	-4.3	-2.2
FR	Les Carry, Route de Bulle	SDA 4	2021	825	-5.9	-7.7	-6.8
FR	Villars-sur-Glâne, Route de Moncor	Sapaphone 4	2014	709	+0.0	-3.2	-1.5
TI	Ambri, Sopra	SDA 4-12	2019	973	-0.5	-3.9	-2.1
VS	Val d'Illicz, amont giratoire	SDA 8-12	2017	937	+1.4	-2.6	-0.4

5.5 Einfluss Verkehrslast

Tabelle 13: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+

Kan- ton	Ort	Belag	Einbau- jahr	DTV	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
					PW (N1)	LKW (N2)	
GE	Collonge-Bellerive, Route de Thonon	Nanosoft 4	2011	15'300	-0.0	-3.5	-1.6
GE	Genève, Route des Acacias	Nanosoft 4	2018	24'030	-2.4	-4.7	-3.5
GE	Pregny-Chambésy, Route de Lausanne	Sapaphone 4	2014	35'850	-1.5	-5.7	-3.3
TI	Giubiasco-Camorino, Via Monte Ceneri	SDA 4-12	2018	25'600	-2.8	-4.4	-3.6
TI	Gravesano, Grumo	SDA 4-12	2019	22'170	-1.6	-4.1	-2.8

5.6 AC und Übergangsbeläge

Tabelle 14: CPX-Streckenmittelwerte pro Fahrzeugkategorie in Abweichung zum Modell StL-86+

Kan- ton	Ort	Belag	Einbaujahr	Belagsgütwerte Abw. StL-86+ [dB(A)]		Mischverkehr bei 8% Schwer- verkehrsanteil [dB(A)]
				PW (N1)	LKW (N2)	
GL	Mollis Flechsenstrasse	DSAK	2013	-1.6	-5.0	-3.2
GR	Landquart, Kantonsstrasse	AC8	2012	-0.8	-2.7	-1.8
SG	Rheineck, Rorschacherstrasse	MoaMikro5	2019	-2.8	-4.2	-3.5
SZ	Freienbach, Seestrasse	AC8	2020	-1.1	-3.5	-2.3
UR	Altdorf, Spital-/Seedorferstrasse	AC8	2015	+0.3	-3.0	-1.2
ZH	Niederglatt, Mandachstrasse	AC8	2017	-1.6	-4.2	-2.8
ZH	Volketswil, Winterthurerstrasse	AC8	2012	-0.0	-3.5	-1.6

6. Übersicht Messresultate 2018-2022

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 2018-2021 und 2022 dargestellt. Die Messwerte aus den Jahren 2018-2021 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.

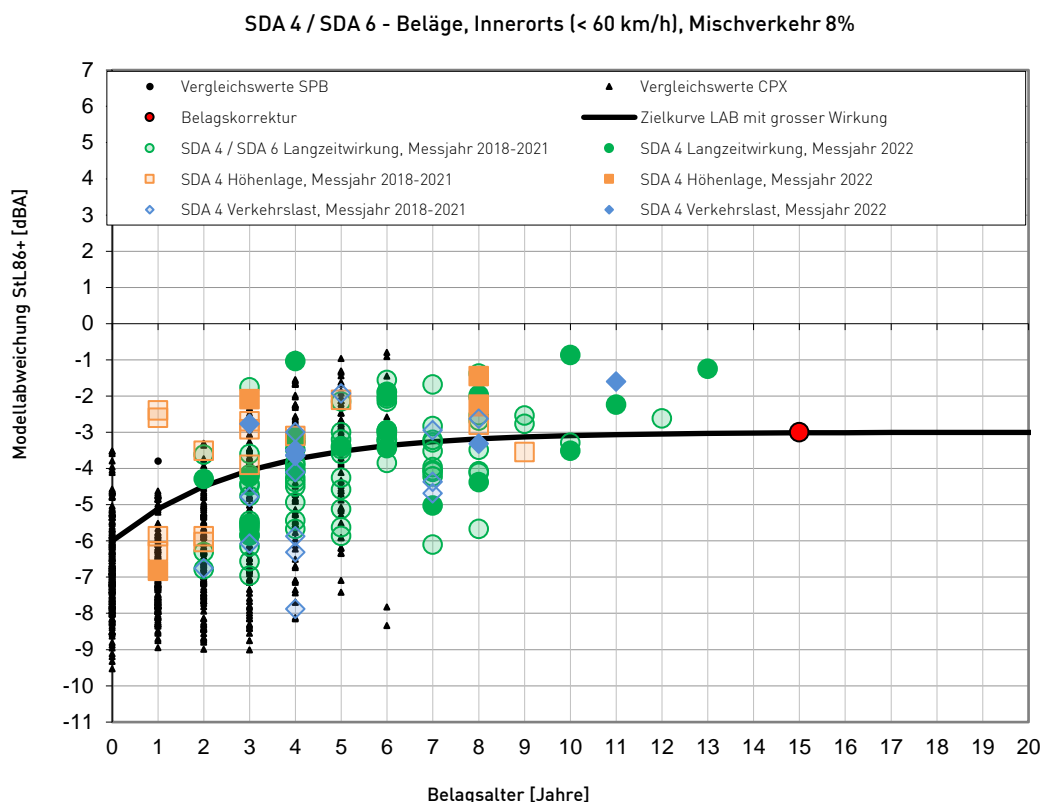


Abbildung 4: Übersicht aller untersuchten SDA 4 / SDA 6 Beläge während der Messkampagne 2018-2022.

Kommentare:

- Insgesamt wurden 130 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 und 31 Beläge im Jahr 2022).
- Rund zwei Drittel (84 von 130 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.

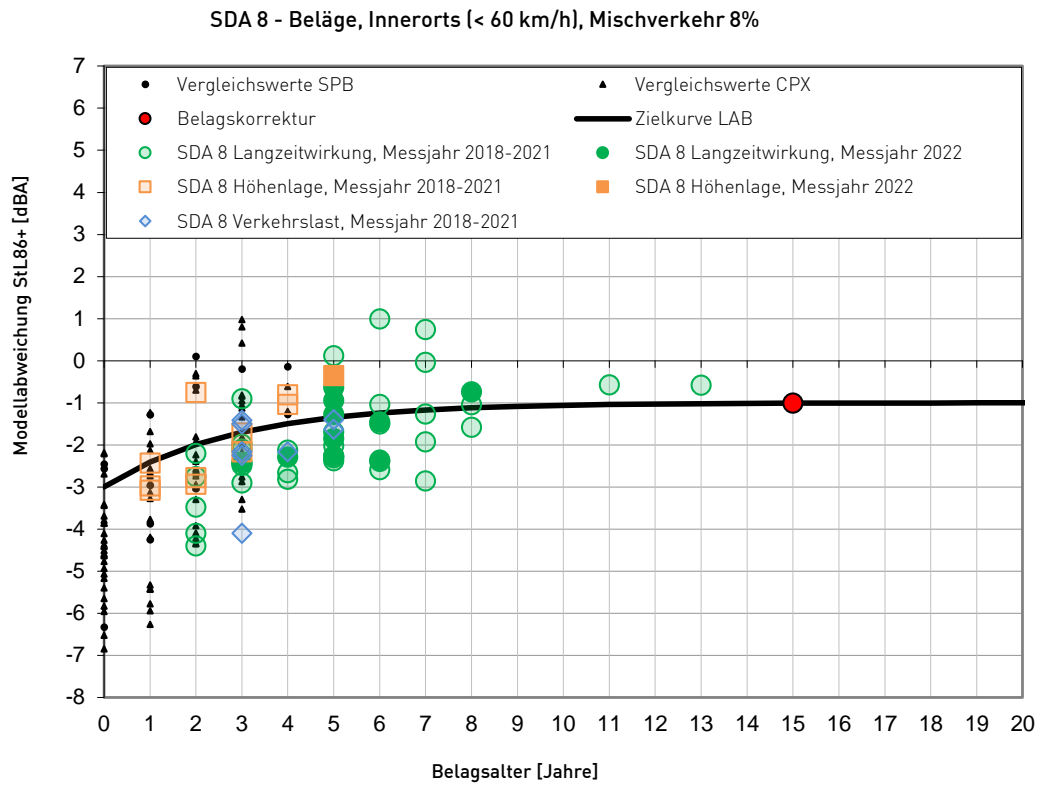


Abbildung 5: Übersicht aller untersuchten SDA 8 Beläge während der Messkampagne 2018-2022.

Kommentare:

- Insgesamt wurden 63 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 und 12 Beläge im Jahr 2022).
- Rund 70 % (45 von 63 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 ersichtllich.

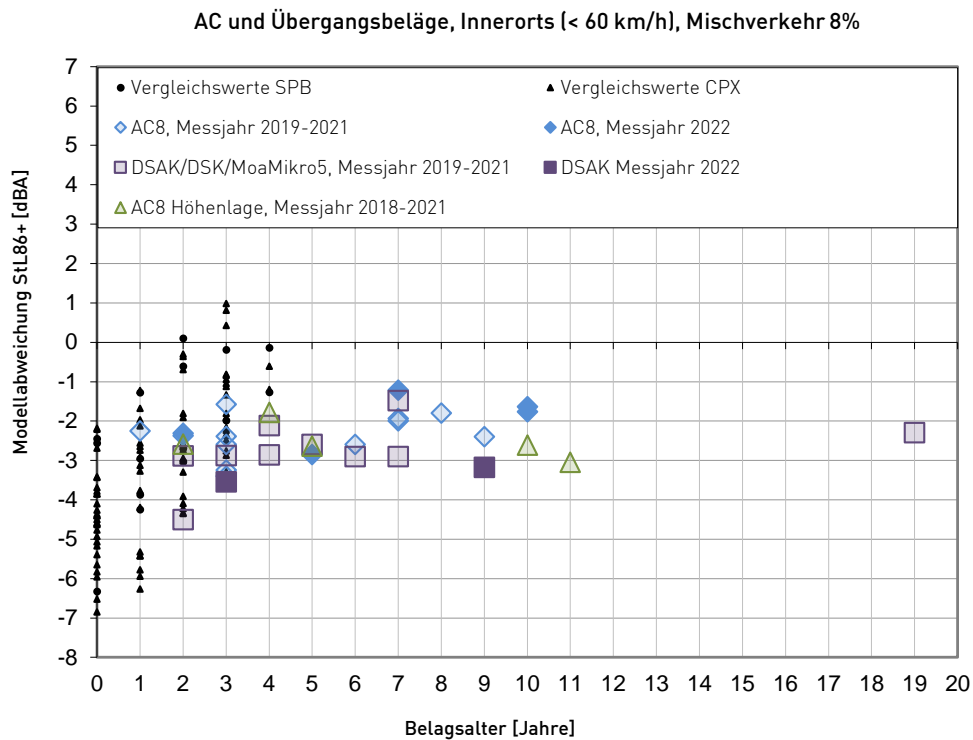


Abbildung 6: Übersicht aller untersuchten AC- und Übergangsbeläge während der Messkampagne 2018-2022.

Kommentare:

- Insgesamt wurden 34 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 und 7 Beläge im Jahr 2022).
- Das Belagsalter liegt zwischen 1 und 19 Jahren. Alle Beläge erreichen in Abweichung zum Emissionsmodell StL-86+ im Streckenmittel akustische Belagsgütwerte kleiner als -1 dB(A) für Mischverkehr (N2 = 8 %).

7. Analyse der Messresultate 2022

7.1 Analyse Langzeitwirkung SDA 4 / SDA 6

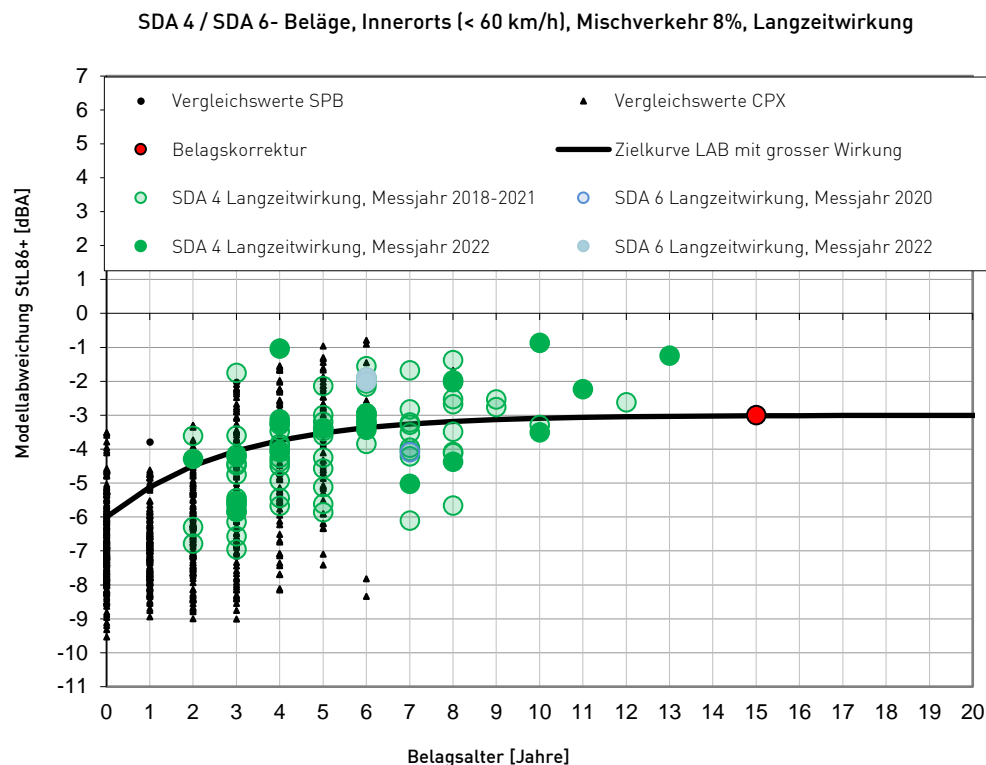


Abbildung 7: Übersicht aller SDA 4 / SDA 6 Beläge der Messkampagne 2018-2022 mit Langzeitwirkung (Mischverkehr $N_2 = 8\%$).

Kommentare:

Messungen 2022:

- Im Jahr 2022 wurden insgesamt 20 lärmarme Beläge mit 4 mm und 2 lärmarme Beläge mit 6 mm Grösstkorn für die Auswertung der Langzeitwirkung auf ihre akustische Wirkung in Abhängigkeit des Belagsalters untersucht.
- 10 Beläge entsprechen den Erwartungen und befinden sich unterhalb oder im Bereich der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung.
- Beide untersuchten SDA 6 Beläge befinden sich sechs Jahre nach Einbau deutlich (+1.5 dB(A)) oberhalb der Zielkurve LAB.
- 10 Jahre nach Einbau liegt der Nanosoft 4 in Münchenstein, Reinachstrasse mit -3.5 dB(A) immer noch knapp unterhalb der Zielkurve.
- Der SDA 4-12 in Lausanne, Vinet liegt 4 Jahre nach Einbau mit einer Wirkung von -1.0 dB(A) deutlich oberhalb der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung.

Messungen 2018-2022:

- 53 der 91 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

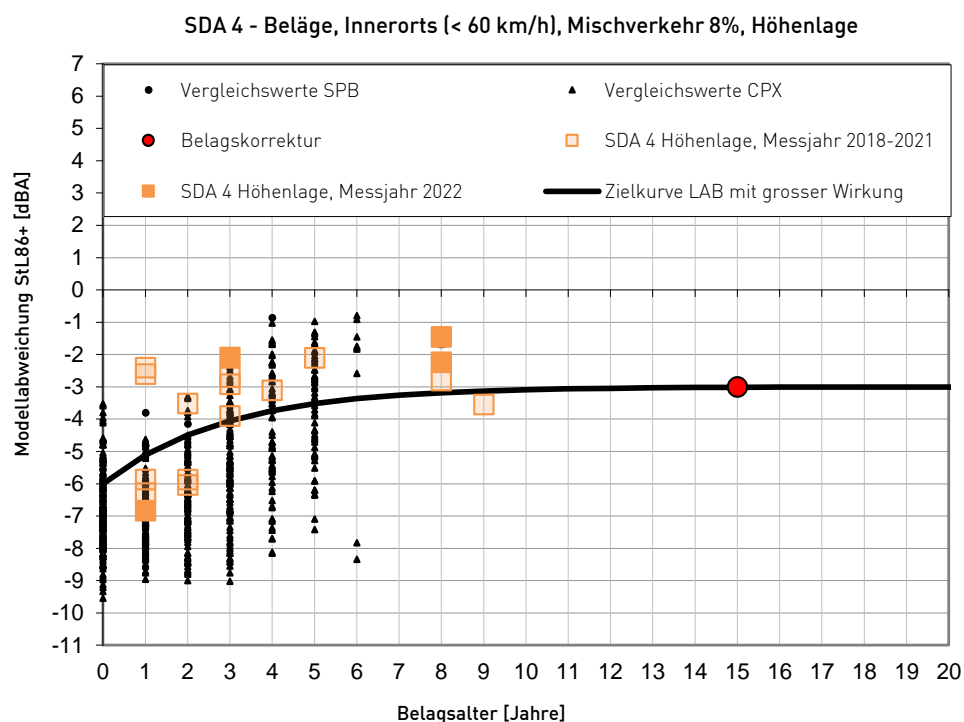


Abbildung 8: Übersicht aller SDA 4 Beläge der Messkampagne 2018-2022 mit einer Höhenlage >600 m ü. M. (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentare:

Messungen 2022:

- Nur einer der vier im Messjahr 2022 untersuchten Beläge mit 4 mm Grösstkorn in Abhängigkeit der Höhenlage erfüllt die Erwartungen und befindet sich unterhalb der Zielkurve LAB mit grosser Wirkung (Les Carry, Route de Bulle, SDA 4, 2021).
- Besonders auffällig ist der 2019 eingebaute SDA 4-12 Belag in Ambri, Sopra der mit einer akustische Belagswirkung von -2.1 dB(A) bereits oberhalb der Zielkurve zu liegen kommt.

Messungen 2018-2022:

- 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

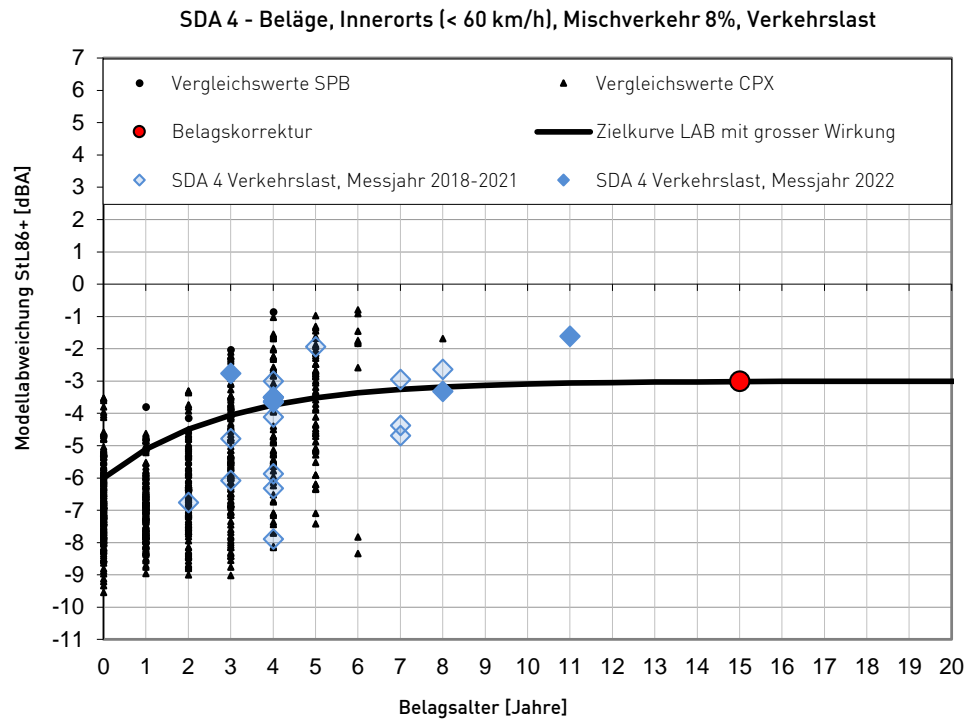


Abbildung 9: Übersicht aller SDA 4 Beläge der Messkampagne 2018-2022 mit hoher Verkehrslast (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentare:

Messungen 2022:

- 3 von 5 im Messjahr 2022 untersuchten Beläge mit 4 mm Grösstkorn in Abhängigkeit der Verkehrslast befinden sich knapp unterhalb bzw. auf der Zielkurve für LAB mit grosser Wirkung.

Messungen 2018-2022:

- 13 von 21 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

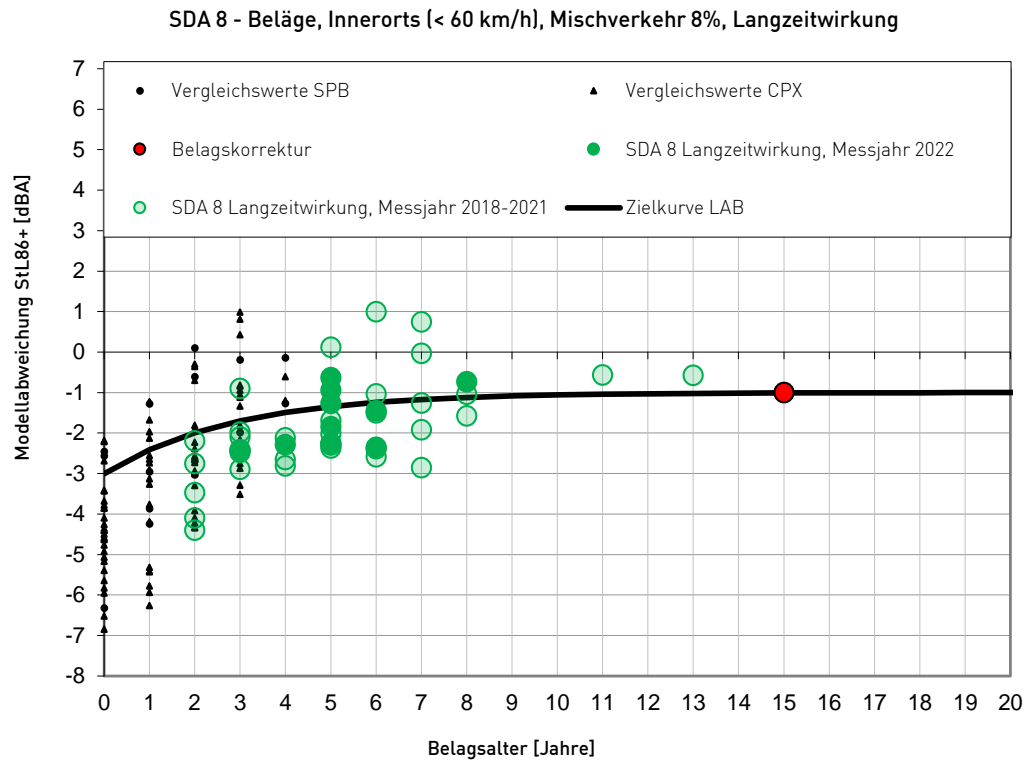


Abbildung 10: Übersicht aller SDA 8 Beläge der Messkampagne 2018-2022 mit Langzeitwirkung (Mischverkehr $N_2 = 8\%$).

Kommentare:

Messungen 2022:

- Insgesamt liegen 7 von 11 der im Messjahr 2022 untersuchten Beläge mit 8 mm Grösstkorn deutlich unterhalb und ein Belag im Bereich der Zielkurve für LAB.
- Der SDA 8-12 Belag in Zofingen, Mühlemattstrasse zeichnet sich auch 6 Jahre nach Einbau durch eine gute akustische Belagswirkung aus (-2.4 dB(A)).

Messungen 2018-2022:

- 34 von 44 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

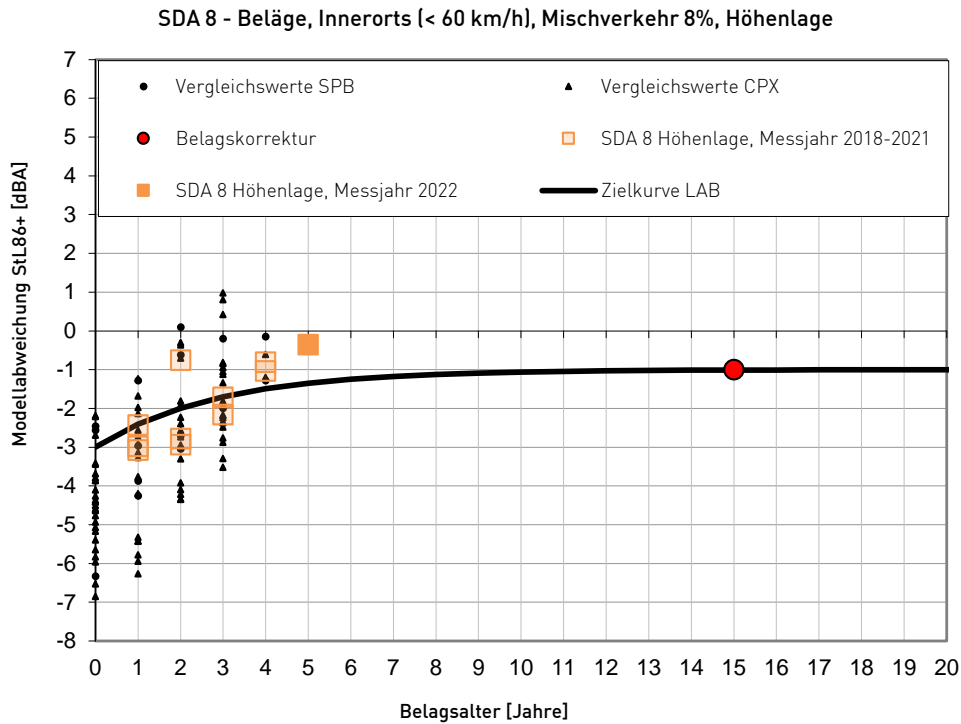


Abbildung 11: Übersicht aller SDA 8 Beläge der Messkampagne 2018-2022 mit einer Höhenlage >600 m ü.M. (Mischverkehr N2=8%).

Kommentare:

Messungen 2022:

- Der einzige im Jahr 2022 untersuchte SDA 8 Belag in Abhängigkeit der Höhenlage (Val-d'Illeiez, amont giratoire) befindet sich 5 Jahre nach dem Einbau mit -0.4 dB(A) oberhalb der Zielkurve für LAB.

Messungen 2018-2022:

- 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.

7.6 Analyse SDA 8 Verkehrslast

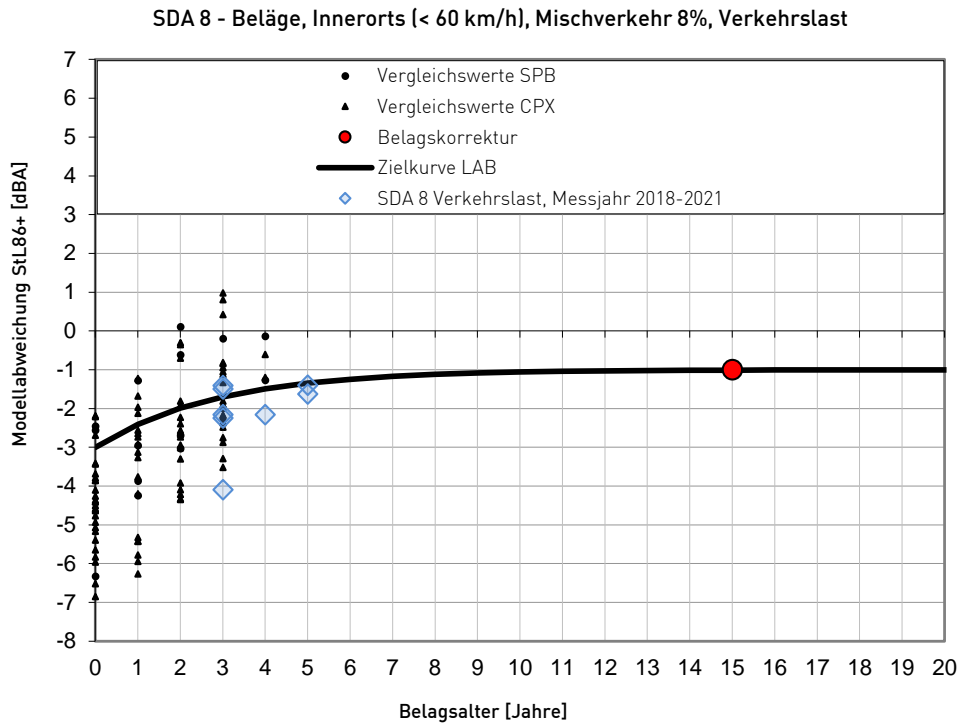


Abbildung 12: Übersicht aller SDA 8 Beläge der Messkampagne 2018-2021 mit hoher Verkehrslast (Mischverkehr $N_2 = 8\%$).

Kommentare:

Messungen 2022:

- Im Messjahr 2022 wurden keine SDA 8 Beläge in Abhängigkeit der Verkehrslast untersucht.

Messungen 2018-2022:

- 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 Übergangseläge

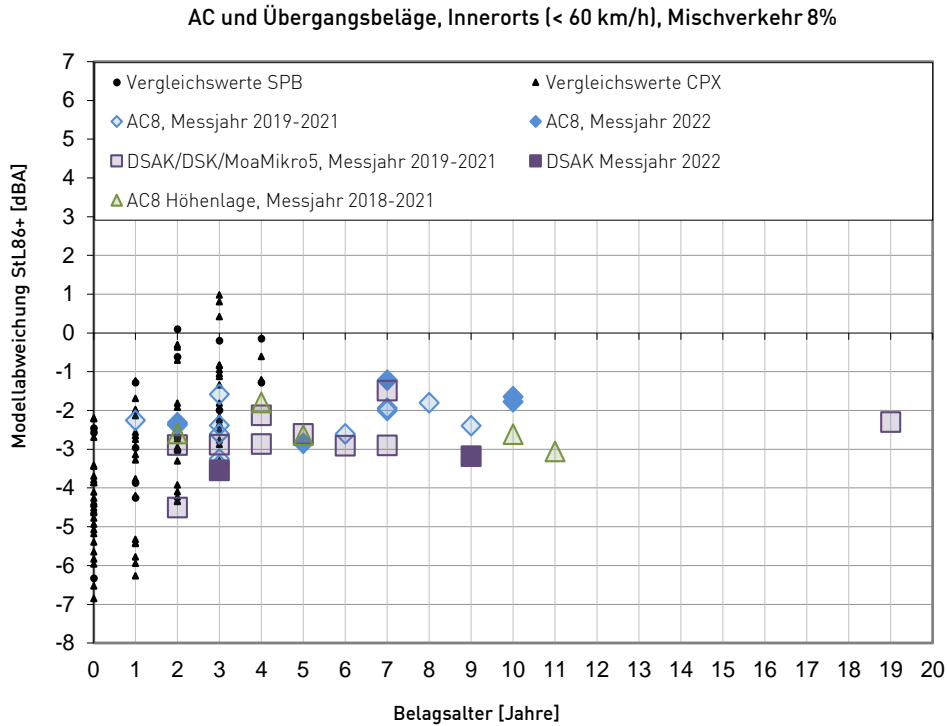


Abbildung 13: Übersicht aller AC- und Übergangseläge der Messkampagne 2018-2022 (Mischverkehr N2 = 8 %).

Kommentare:

Messungen 2022:

- Alle der im Messjahr 2022 untersuchten AC- und Übergangseläge weisen unabhängig des Belagsalters einen Belagsgütwert in Abweichung zum Modell StL-86+ kleiner -1 dB(A) auf.
- Der DSAK Belag in Mollis, Flechsenstrasse zeigt auch 9 Jahre nach Einbau einen guten akustischen Belagsgütwert von -3.2 dB(A) auf.

Messungen 2018-2022:

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

8. Erkenntnisse Messjahre 2018-2022

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 2018-2021 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

Mehr als die Hälfte der getesteten 4er Beläge erfüllen die Erwartungen der langfristig akustischen Wirkung. Ab dem Belagsalter von 10 Jahren weisen 4 von 6 getesteten Beläge lautere akustische Werte als der Erwartungswert auf.

Zur Wirkung der untersuchten 6er Beläge im Vergleich zu den 4er Belägen lässt sich aufgrund der geringen Datenmenge noch 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

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

Die gemessenen 4er Beläge mit hoher Verkehrslast mögen die Erwartungen grösstenteils zu erfüllen. Auch die 8er Beläge mit hoher Verkehrslast erfüllen die Erwartungen. Deren Belagswirkungen sind 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.

Aufgrund dessen werden diese Beläge auch im weiteren Verlauf des Projektes im Fokus bleiben und weitere Messungen werden zeigen, ob sich diese Tendenz bestätigen lässt.

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 Übergangselägen erreicht zu sein.

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, muss weiter abgeklärt werden.

Zur weiteren Vertiefung der aus den Messjahren 2018 bis 2022 erhaltenen Erkenntnisse zur langfristigen akustischen Wirkung von SDA Belägen und Übergangselägen, wird das Messkonzept in den kommenden Jahren 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



Erik Bühlmann



Tina Saurer



Lena Gafner