

Erprobung zweier Lärmblitzersysteme im Ausserortsbereich Motorradstrecke in Röschenz, Basel-Land

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
A7242
16. März 2026

Impressum

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

Projektteam

Dominik Haas
Felix Schlatter
Judith Askew
Erik Bühlmann

Version	Datum	Autoren	Beschrieb	Verteiler
V 1.0	06.05.2025	dh, fs, eb	Erstabgabe	
V 1.1	16.01.2026	dh, fs, eb	Korrektur 1	
V 1.2	16.03.2026	dh, fs, eb	Korrektur 2	

Inhalt

1.	Einleitung Lärmblitzer	5
1.1	Auftrag und Ziel der Studienarbeit	5
2.	Lärmblitzersysteme	7
2.1	Lärmblitzersystem Hyde	7
2.2	Lärmblitzersystem swissNoise	8
2.3	Standort.....	9
2.4	Messkonzept und Studienziel.....	10
2.5	Montage Lärmblitzer	11
2.6	Messaufbau Validierungsmessungen	12
2.7	Projektzeitplan Installation und Messungen.....	13
3.	Datenauswertung und Datenaufbereitung	15
3.1	Datengrundlage	15
3.2	Datenaufbereitung	19
4.	Resultate Verkehrsdaten und akustische Messungen.....	23
4.1	Resultate Validierungsmessung.....	23
4.2	Resultate Hyde	32
4.3	Resultate swissNoise	39
4.4	Einfluss Fahrbahnzustand.....	45
5.	Diskussion Verkehrsdaten und akustische Messungen.....	46
5.1	Diskussion Verkehrszusammensetzung	46
5.2	Diskussion Geschwindigkeit-Pegel Plots.....	46
5.3	Diskussion Erfassungsstatistik	47
5.4	Diskussion Pegelkorrektheit.....	48
5.5	Diskussion Schwellenwert	50
6.	Analyse von Verkehrsszenarien.....	54
6.1	Analyse der 100 lautesten Vorbeifahrten (Hydre)	54
6.2	Analyse der 50 lautesten Vorbeifahrten (swissNoise2)	61
6.3	Audio- und Videoqualität.....	61
6.4	Zuweisungssicherheit bei Mehrfachvorbeifahrten.....	63
6.5	Nummernschilderkennung und Bildqualität	70
6.6	Auffällig Fahrzeuge	75
6.7	Positive Beispiele von leisen Vorbeifahrten und Distanzeffekte	75
7.	Zusammenfassung.....	78
8.	Quellen.....	81

Anhang

I	Zeitfenster mit Niederschlag und nassen Strassenverhältnissen.....	82
II	Statistische Kenndaten der Geschwindigkeitsverteilungen auf der Challstrasse	83
III	Einfluss Fahrbahnzustand swissNoise2	84
IV	Analyse Fahrverhalten und Lärmursache der 100 lautesten PKW Vorbeifahrten bei Hyde	85
V	Analyse Fahrverhalten und Lärmursache der 100 lautesten Motorrad Vorbeifahrten bei Hyde	94
VI	Analyse Fahrverhalten und Lärmursache der 50 lautesten Vorbeifahrten bei swissNoise.....	103

1. Einleitung Lärmblitzer

1.1 Auftrag und Ziel der Studienarbeit

Ein Lärmblitzer ist ein technisches Gerät, das zur Messung und Erfassung von Verkehrslärm eingesetzt wird. Es kombiniert ein Lärmmessmikrofon mit Kamerasystemen, um übermäßige Geräuschpegel von Fahrzeugen zu detektieren und den Verursacher zu identifizieren. Sobald der Lärmpegel einen zuvor definierten Schwellenwert überschreitet, löst das System ähnlich wie ein herkömmlicher Geschwindigkeitsblitzer aus und dokumentiert den Vorfall mit Foto- oder Videomaterial mit Tonaufnahme.

Der Einsatzberiech und der Nutzen solcher Systeme ist vielfältig. Ihr Einsatz soll den Schutz der Gesundheit der Anwohner verbessern, ein rücksichtsvolleres Fahrverhalten fördern und mehr Bewusstsein für die Belastung durch Umweltlärm schaffen. Zudem können Lärmblitzersysteme wertvolle Hinweise für die Detektion von nicht gesetzeskonformen Modifikationen an Fahrzeugen liefern. Auch verbotene lärmförderliche Fahrweisen, wie z.B. übermässiges Gasgeben beim Beschleunigen oder absichtlich hochtouriges Fahren, könnten sich so erkennen lassen.

Einsatzbereiche für Lärmblitzer sind insbesondere Wohngebiete, Schulzonen und verkehrsreiche Straßenabschnitte, an denen Lärmgrenzwerte regelmäßig überschritten werden. Durch die Integration in bestehende Verkehrskontrollsysteme können Lärmblitzer eine Rolle bei der Gestaltung lebenswerter, ruhigerer Dörfer, Städte und Landschaftsabschnitte spielen. Ein weiterer wesentlicher Einsatzbereich ist das Monitoring von Motorradstrecken, die häufig durch landschaftlich reizvolle Gebiete führen und besonders an Wochenenden von Motorradfahrern stark frequentiert werden. Auf solchen Strecken kann es durch hohe Geschwindigkeiten und manipulierte Auspuffanlagen zu erheblichen Lärmbelastungen kommen, die nicht nur die Anwohner, sondern auch andere Verkehrsteilnehmer und Wanderer beeinträchtigen.

Das in dieser Studie beschriebene Pilotprojekt untersucht die Eignung von Lärmblitzersystemen auf Schweizer Strassen im Ausserortsbereich. Zu diesem Zweck werden zwei Lärmblitzersysteme auf einer stark von Motorrädern frequentierten Ausserortsstrecke in Röschenz (BL) in der Praxis getestet und verglichen. Der Lärmblitzer Hydre wurde von der französischen Firma Bruitparif entwickelt und stand in Frankreich und weiteren Ländern schon mehrfach im Einsatz. Der zweite Lärmblitzer swissNoise ist neu auf dem Markt erhältlich und stammt von der in der Schweiz ansässigen Firma swissTraffic.

Eine Studie des Schweizer Umweltpanels der ETH Zürich und des BAFU hat bei der Befragung der Bevölkerung zum Themenbereich Lärm und Lärmbekämpfung ergeben, dass sich bei der Lärmquellenbeurteilung am meisten Menschen durch den Strassenlärm gestört fühlen. Weiter wurden getunte Autos (Autoposing) und Motorräder als besonders störende Lärmquellen identifiziert. Die Studie zeigt auf, dass etwas mehr als 50% der Personen die getroffenen Lärmschutzmassnahmen als unzureichend betrachten. Dabei erfuhr die Sanktionierung von absichtlich verursachtem Lärm (z.B. Autoposing) mit über 80% eine grosse Befürwortung. Das Einführen von Lärmblitzersystemen als Vollzugmassnahme fand bei einer Mehrheit von 60% Unterstützung. [1], [2]

Die Durchführung der Studie erfolgt in teilweiser Erfüllung der Motion 24.3696 «Lärmradargeräte. Gesetzliche Grundlagen schaffen». Die Motion hat zum Ziel die notwendigen rechtlichen Grundlagen

für die Entwicklung und den Einsatz von Lärmblitzern zu erarbeiten. Mit der vorliegenden Studie wird die Erfüllung der technischen Anforderungen an den Einsatz im Feld für den Lärmvollzug untersucht. Dies beinhaltet die Überprüfung der Korrektheit der gemessenen Pegel sowie das richtige Erkennen und die Zuweisung von lauten Fahrzeugen. Auch soll ein Augenmerk darauf gelegt werden, wie sich der von der EMPA hergeleitete Schwellenwert von 82 dB(A) auf die Erkennung und die Selektierung von lauten Fahrzeugen auswirkt. [3]

In diesem Bericht werden drei Arten von Pegelwerten unterschieden, welche unterschiedliche Aufgaben erfüllen. Der Erfassungswert bezeichnet den Pegel, ab welchem Vorbeifahrten von den Lärmblitzersystemen aufgezeichnet werden. Der Schwellenwert bezeichnet die untere Pegelgrenze, ab welcher eine Sanktionierung möglich sein soll. Im Falle von Innerortsdurchfahrten bei 50 km/h, schlägt die EMPA einen Schwellenwert von 82 dB(A) vor [3]. Der Grenzwert bezeichnet den zulassungsrechtlichen Pegelwert, welcher vom Fahrzeug einzuhalten ist.

2. Lärmblitzersysteme

2.1 Lärmblitzersystem Hyde

Der von Bruitparif entwickelte Lärmblitzer "Hydre" [4] besteht aus zwei akustischen Modulen, die jeweils mit vier Richtmikrofonen ausgestattet sind und auf der Medusa Technologie basieren [5]. Diese Klasse-II-Mikrofone erfassen und berechnen Schalldruckpegel und die Einfallsrichtung des Lärms mit einer Wiederholungsrate von 25 Hz. Zum Schutz vor Vandalismus sind die Module in akustisch transparenten Metallkäfigen untergebracht. Zusätzlich verfügt "Hydre" über eine 180°-Weitwinkelkamera zur Aufnahme der gesamten Strassenabschnitts bei festgestellter Lärmübertretung. Zwei weitere Kameras werden für die Erfassung der Nummernschilder (automatic number plate recognition, ANPR) in jede Spurrichtung verwendet. Zusätzlich verfügt der Lärmblitzer über Umweltsensoren für die Erfassung meteorologischer Parameter wie Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Windgeschwindigkeit und Regen [6]. Eine Antenne für die Datenübertragung via Mobilfunknetz ist ebenfalls Teil der Erfassungseinheit. Der Lärmblitzer inklusive Verarbeitungseinheit sind in einem robusten Metallgehäuse untergebracht. Die Daten werden verschlüsselt an einen Server übertragen.

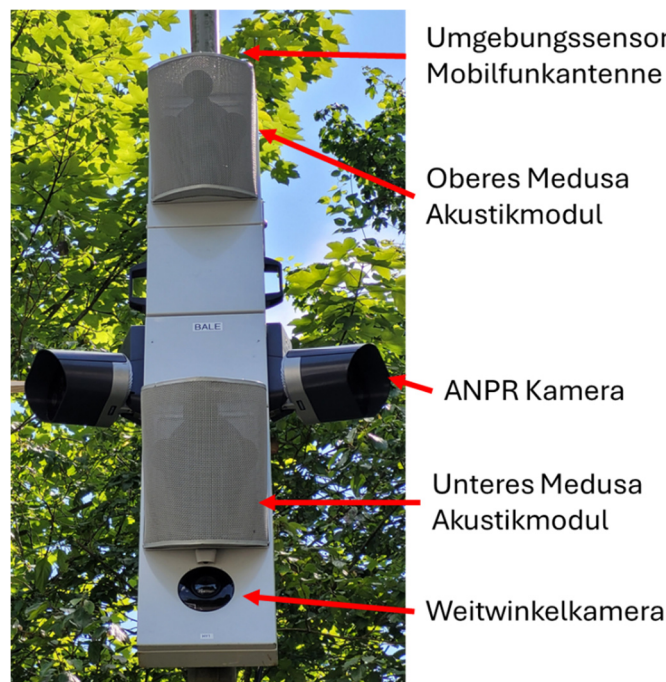


Abbildung 1: Hyde Lärmblitzer bestehend aus zwei ANPR-Kameras für die automatische Nummernschilderkennung (automatic number plate recognition, ANPR). Die Medusa Mikrofone befinden sich in zwei akustisch durchlässigen Käfigstrukturen. Eine Weitwinkelkamera nimmt den gesamten Strassenabschnitt auf. Der Lärmblitzer verfügt auch über meteorologische Sensoren und eine Mobilfunkantenne.

Die Funktionsweise von "Hydre" [4] basiert darauf, dass die beiden akustischen Module alle 40 ms den von der dominanten Lärmquelle erzeugten Schalldruckpegel und deren Entfernung bestimmen. Dies ermöglicht die Normierung des Pegels auf eine Referenzdistanz von 7.6 Metern, was einem horizontalen Abstand von 7.5 m und einer Höhe von 1.2 m entspricht. Diese Normierung trägt zu einem fairen Vergleich der Fahrzeugschallpegel bei, da die Pegel distanzunabhängig mit dem Schwellenwert verglichen werden können. Für eine gültige Messung müssen beide Module gleichzeitig auf dieselbe

Quelle fokussieren und eine ausreichende Anzahl von Messpunkten entlang der Fahrzeugtrajektorie erfassen. Überschreitet der auf 7,6 Meter korrigierte Lärmpegel einen festgelegten Schwellenwert und sind die Umgebungsbedingungen zulässig, wird die Durchfahrt registriert. Das System speichert einige Sekunden Videomaterial vor und nach dem relevanten Zeitpunkt und analysiert automatisch die Position und Bewegung aller auf dem Strassenabschnitt vorhandenen Fahrzeuge, um das Fahrzeug mit Übertretung des Schwellenwerts zu identifizieren.

Durch Abgleich der Trajektorien aus dem Videomaterial mit dem entsprechenden akustischen und räumlich aufgelösten Pegelschrieb können Verwechslungssituationen verhindert werden. Situationen, in denen sich mehrere Fahrzeuge auf gleicher Höhe befinden, können von der Analyse ausgeschlossen werden. Nur wenn am Schluss eine genügend grosse Anzahl an Datenpunkten zweifelsfrei einer Trajektorie, beziehungsweise einem Fahrzeug mit Übertretung des Schwellenwerts zugewiesen werden können, wird die Durchfahrt registriert. Die Nummernschilder werden dann von der ANPR-Kamera erfasst. [4] Auf einem Bild wird das Fahrzeug über dem Schwellenwert mit einem roten Kreis markiert und ein Rechteck gibt die Richtung des Hauptlärmbeitrages an. [6]

2.2 Lärmblitzersystem swissNoise

Der swissNoise Lärmblitzer wurde von der Firma swissTraffic entwickelt. Gemäss Datenblatt [7] werden beim swissNoise Blitzer künstliche Intelligenz und ein Mikrofonarray kombiniert eingesetzt um richtungsgetrennte Schallpegelmessungen zu ermöglichen. Wird ein frei konfigurierbarer Erfassungswert überschritten, dann wird neben dem Pegelschrieb das Nummernschild von einer ANPR-Kamera erfasst und ein Video wird zur Beweissicherung aufgezeichnet. Die Nummernschilder Fahrzeuge über dem Erfassungswert werden von einem Kennzeichen-Erkennungsalgorithmus erfasst und abgespeichert. Die erfassten Daten werden auf einem Server abgespeichert und können in einem Dashboard dargestellt werden. Der Hersteller sieht die Einsatzmöglichkeiten in der Überwachung von Stadtlärm, Verkehrslärm, Baulärm und Fluglärm.

Das Mikrofonarray besteht aus 64 MEMS Digital Bottom Port Mikrofonen und erlaubt aufgrund der Intensitätsverteilung der einfallenden Schallwellen Rückschlüsse auf die Ursprungsrichtung der emittierenden Quelle. In der Mitte des Mikrofonarrays befindet sich eine Kamera, welche für die Darstellung von Schallpegelkontourlinien auf jedem Videoframe verwendet wird. Laut Produktdatenblatt wird lediglich der Lärm von Einzelfahrzeugen erfasst und die Beiträge von Umgebungslärm können auf ein Minimum reduziert werden. Pro Fahrzeug steht ein $L_{A,eq}$, L_{AE} oder L_{Amax} Pegelschrieb zur Verfügung. Aufgrund des erfassten Frequenzspektrums wird zwischen Personenwagen und Lastwagen unterschieden. Die Kategorie Motorräder wird momentan vom Lärmblitzer nicht erkannt. Gegenwärtig misst der Lärmblitzer den Schallpegel am Immissionsort. Zukünftige Versionen sollen jedoch auch Aussagen zum Schallpegel bei der Quelle treffen können.

Der Sensor ist mit 170x170x65 mm (LxBxT) und einem Gewicht von 0.85 kg sehr kompakt. Das gesamte Lärmblitzersystem weist Dimensionen von 361x282x481 mm (LxBxT) auf und ist mit einem Gesamtgewicht von 6.5 kg leicht. Die kompakten Dimensionen und das niedrige Gewicht wirken sich positiv auf die Installation aus. Der Lärmblitzer ist IP 54 geschützt und eignet sich für den Einsatz im Temperaturbereich von -30 °C bis 50 °C.



Abbildung 2: swissNoise Lärmblitzer bestehend aus einer Kamera mit Infrarot-Nachtsichteinheit für die automatische Nummernschilderkennung (automatic number plate recognition, ANPR). Das Mikrofonarray befindet sich im rechteckigen Gehäuse mit der Aufschrift Noise. Die Stromversorgung, Logikeinheit und Steuerung des Lärmblitzers befinden sich in der hellgrauen Box, welche mit Schneckengewindeschellen an der Kandleberstange montiert ist.

Es gilt zu beachten, dass sich der swissNoise Lärmblitzer zum Zeitpunkt des Einsatzes noch in einer Testphase befand. Es werden daher nicht ganz alle im Produktdatenblatt aufgeführten Aspekte optimal erfüllt. Auf Empfehlung von swissTraffic wurden zwei Lärmblitzersysteme für die Erfassung von Verkehr auf beiden Fahrspuren verwendet, da im Bereich der spurgenaue Erkennung von Fahrzeugen noch Optimierungen stattfinden.

2.3 Standort

Die Lärmblitzersysteme wurden nach dem Dorfausgang Röschenz an der Challstrasse auf Höhe Kohlrütti installiert. Der Standort wurde aufgrund eines Vorschlags und von Vorarbeiten der Lärmschutzfachstelle ARP des Kantons BL ausgesucht. Die Challstrasse führt über den Challpass und verbindet das Laufental mit Metzerlen und Mariastein. Die Strecke erfreut sich während der warmen Jahreszeit bei Motorradfahrern grosser Beliebtheit. Beim Messstandort zweigt die Kohlrütti-Strasse als Nebenstrasse von der Challstrasse ab und erschliesst Liegenschaften, welche sich in unmittelbarer Nähe zur Challstrasse befinden und somit direkt vom Strassenlärm betroffen sind. Die signalisierte Geschwindigkeit beträgt 80 km/h und die Strecke weist Richtung Mariastein eine Steigung von 4% auf und ein gleich grosses Gefälle in Fahrtrichtung Röschenz.

16. März 2026

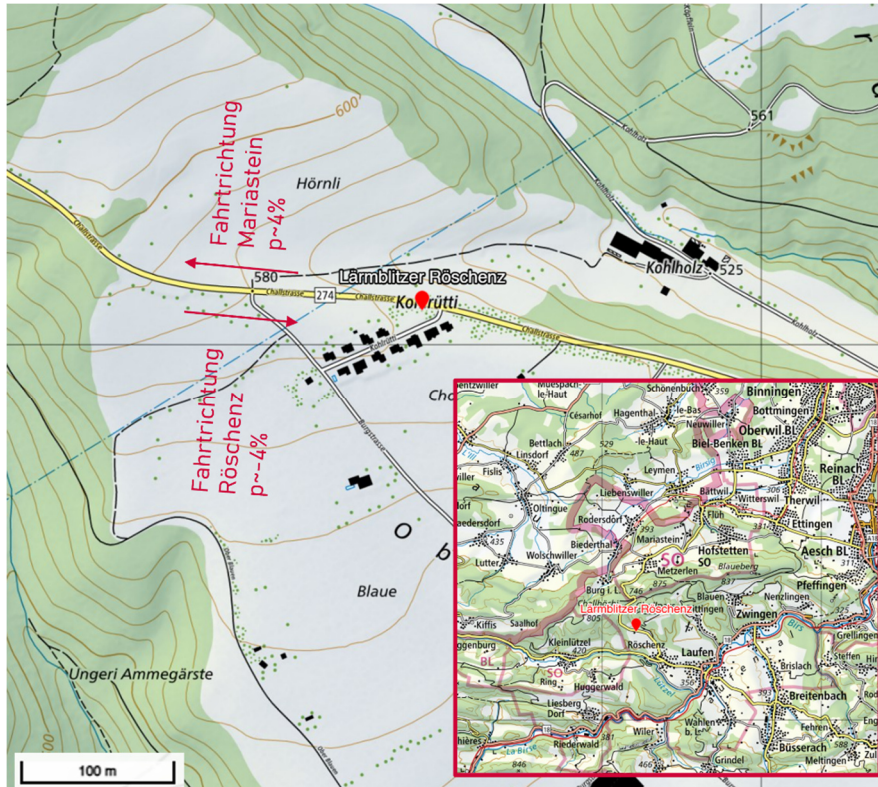


Abbildung 3: Positionsangabe der Lärmblitzersysteme an der Challstrasse nach dem Dorfausgang Röschenz. Die Strecke weist eine Steigung/Gefälle von ca. 4% auf. [8]

2.4 Messkonzept und Studienziel

Bei zeitgleicher Montage der beiden Messsysteme bietet sich ein direkter Vergleich beider Lärmblitzer an und es können unter identischen Bedingungen Erfahrungen mit zwei Systemen gewonnen werden. Da Hyde über eine gute Fahrtrichtungstrennung verfügt, reicht die Platzierung auf einer Strassenseite aus. Es war geplant, die beiden swissNoise Lärmblitzer auf gleicher Höhe auf jeder Strassenseite zu montieren um den Verkehr richtungstrennt zu erfassen. Für die Montage auf der Strassenseite in Fahrtrichtung Mariastein lag keine Zustimmung vor. Daher wurden die swissNoise Blitzer auf der Strassenseite in Fahrtrichtung Röschenz installiert. Ein Blitzer zeigte dabei in Richtung Metzleren-Mariastein und der zweite in Richtung Röschenz.

Da die gegenwärtig erhältlichen Lärmblitzermodelle noch über keine Klasse I Mikrofone verfügen und nicht auf Referenzstandards der metrologischen Behörden rückführbar sind, wurden Validierungsmessungen durchgeführt. Dazu wird während mindestens 48 Stunden pro Lärmblitzer ein Klasse I Schallpegelmessgerät neben dem Mikrofonarray angebracht. Die Platzierung des Validierungsmikrofons erfolgt in einiger Distanz zum Chassis der Lärmblitzer, um unerwünschte Reflektionen zu verhindern. Eine ähnliche Vorgehensweise wurde in einer Studie zur Erprobung des Hyde Lärmblitzers im Innerortsbereich im Kanton Genf verwendet. [9] Über den gleichen Zeitraum wird mit einer Topo-Box die Verkehrszusammensetzung nach Klassen erfasst und die Fahrzeuggeschwindigkeiten werden mit einem Radarsystem ermittelt.

16. März 2026

Das hier beschriebene Messkonzept eignet sich für die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- Beurteilung der Korrektheit der erfassten Pegel bezüglich den vom Validierungsmikrofon erfassten Pegeln.
- Korrektes Zählen der Fahrzeuge in verschiedenen Klassen
- Verhalten der Lärmblitzer bei Einzel- und Mehrfachvorbeifahrten
- Erfassung der Nummernschilder bei Tag, Nacht und unter regnerischen Bedingungen
- Analyse der 100 lautesten Fahrzeuge
- Eignung des Videomaterials für die Beurteilung des Fahrverhaltens in Bezug auf die Vermeidbarkeit von Lärm
- Erfassung von Fahrzeugen mit Blaulicht
- Ermittlung Pegelverteilung nach Fahrzeugklassen
- Eignung eines globalen Schwellenwerts für den Vollzug

2.5 Montage Lärmblitzer

Unmittelbar neben der Einfahrt Kohlrüttistrasse befindet sich ein Grünstreifen, welcher im Besitz der Gemeinde Röschenz ist und auf dem die Lärmblitzer installiert werden konnten. Der Zugang zur Stromversorgung wurde freundlicherweise von einem Anwohner zur Verfügung gestellt. Da die Lärmblitzersysteme für die Montage an Kandelaberstangen konzipiert sind und solche auf der Ausserortsstrecke nicht vorhanden waren, wurden zylindrische Betonfundamente (ca. 1.2 m Durchmesser, ca. 1 m Höhe) für die temporäre Installation von Kandelaberstangen verwendet. Die verwendeten Kandelaberstangen haben einen Durchmesser von 13 cm an der Basis und laufen konisch auf 6 cm zu. Die Betonfundamente wurden so aufgestellt, dass der Abstand zwischen den Kandelaberstangen 5.7 m beträgt. Die Kandelaberstangen wurden ca. 4.2 und 4.0 m von der Bordsteinkante entfernt gesetzt. Die Farbanstreifenbreite beträgt 3.5 m. Der swissNoise Lärmblitzer wurde so installiert, dass sich die Unterkante des Noise Arrays auf einer Höhe von ca. 4 m über Boden befindet und die Unterkanten der beiden Mikrofongehäuse befanden sich beim Hydre Lärmblitzer auf ca. 3.7 m und 4.7 m. Zusätzlich wurden beim swissNoise Blitzer auf 3.9 m Höhe und beim Hydre Blitzer auf 4.4 m Höhe Querstreben für Messungen mit dem Referenzmikrofon angebracht.

Der swissNoise Lärmblitzer ist relativ leicht und wurde mit einer Ausziehleiter installiert. Die Installation von Hydre hingegen, erfordert aufgrund des höheren Gewichts eine Hebebühne. An der Spitze der Kandelaberstange wird ein Flaschenzug angebracht, mit dem der Hydre-Lärmblitzer hochgezogen werden kann. Ein elektrisches Verteilersystem wurde in einer wasserdichten Box an der Hydre-Kandelaberstange angebracht. Die Installation erfolgte durch die Hersteller der Lärmblitzersysteme und wurde durch G+P koordiniert und begleitet.

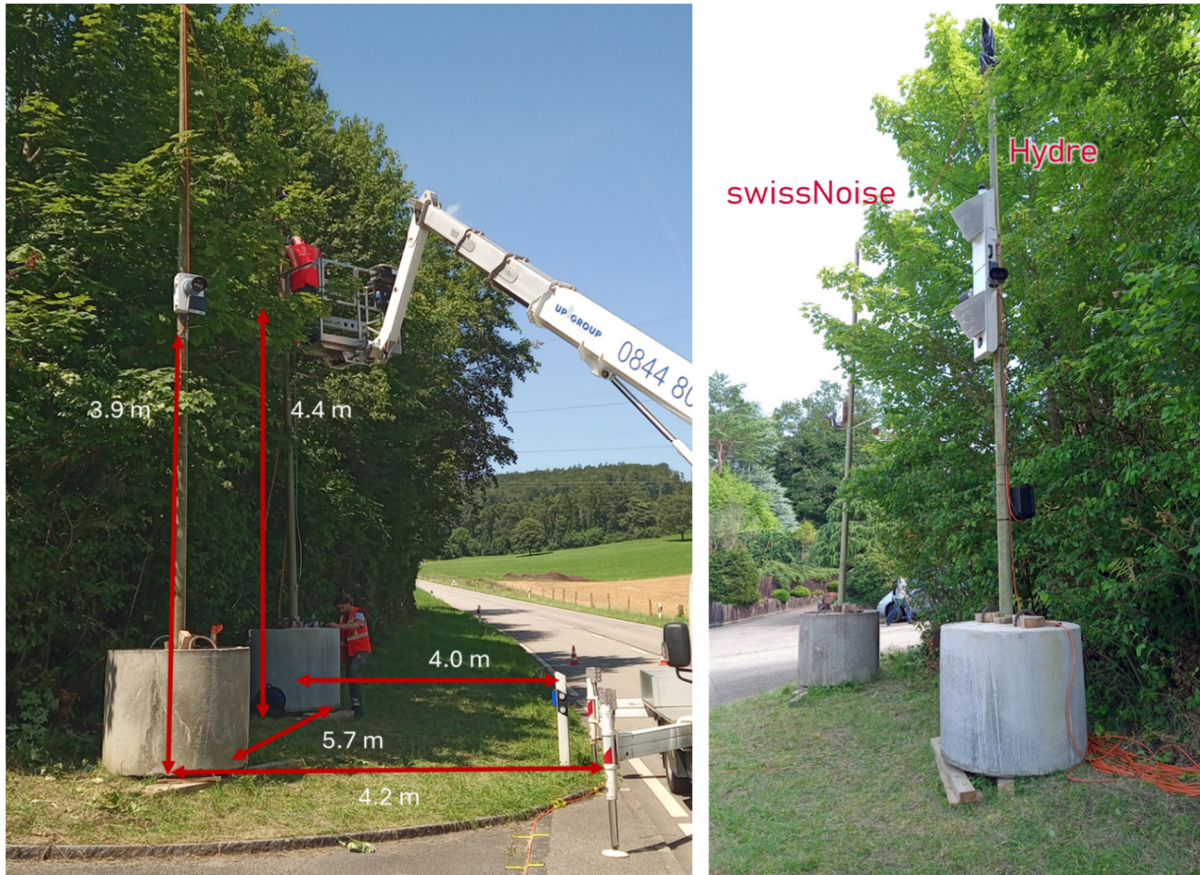


Abbildung 4: Links: Installation der Lärmblitzersysteme swissNoise und Hydre auf in Betonfundamenten verankerten Kandelaberstangen. Die Kandelaberstangen weisen eine Distanz von 5.7 m auf und sind in rund 4 m Distanz zur Bordsteinkante aufgestellt. Rechts: Fertig eingerichtetes Messsetup. Nicht gezeigt ist die Installation eines zweiten swissNoise Blitzers mit Erfassungsrichtung Metzerlen-Mariastein.

2.6 Messaufbau Validierungsmessungen

Die in dieser Studie verwendeten Lärmblitzer verwenden noch keine Klasse I Mikrofone. Um die Richtigkeit der gemessenen Pegel zu überprüfen, wurden Klasse I Referenzmikrofone auf 3.9 m Höhe neben dem swissNoise Blitzer und auf 4.4 m Höhe zwischen den beiden Hydre Mikrofonsystemen angebracht. Die Platzierung der Validierungsmikrofone in einiger Distanz zum Kandelaberstangen und zum Gehäuse der Lärmblitzer verhindert das Aufzeichnen von unerwünschten Reflektionen. Für die Validierungsmessungen wurden zwei Nor145 Schallpegelmesser mit Nor1297 Aussenmikrofonen verwendet.



Abbildung 5: Platzierung der Klasse 1 Nor1297 Mikrofone für die Validierungsmessungen beim swissNoise (links) und beim Hydre (rechts) Lärmblitzer.

Die Zusammensetzung der Verkehrsteilnehmer nach Klassen, die gefahrenen Geschwindigkeiten sowie die Fahrtrichtung wurden durch eine TopoBox ermittelt. Wie in Abbildung 6 dargestellt, wurde die TopoBox auf einem Stativ zwischen den beiden Lärmblitzersystemen angebracht.



Abbildung 6: Messkoffer der TopoBox, welche die Verkehrszusammensetzung, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung der Teilnehmer erfasst.

2.7 Projektzeitplan Installation und Messungen

Die Hydre und swissNoise1 Lärmblitzer wurden am 18.07.2024 montiert und in Betrieb genommen. Der Hydre Lärmblitzer war ab diesem Zeitpunkt bis am Morgen des 22.08.2024 ohne Unterbruch operativ. Bei swissNoise1 traten Überhitzungsprobleme auf und der Sensor wurde am 25.07 demontiert und in die Reparatur gebracht. Am selben Tag wurde swissNoise2 mit Ausrichtung gegen Röschenz montiert und in Betrieb genommen. Am 30.07 wurde der swissNoise1 Blitzer nach erfolgter Reparatur mit Ausrichtung gegen Metzerlen-Mariastein montiert und wieder in Betrieb genommen. Die Validierungsmessungen fanden im Zeitraum vom 26.07.2024 bis 05.08.2024 statt. Am 22.08.2024 wurden alle Lärmblitzersysteme deinstalliert.

16. März 2026

Tabelle 1: Zeitplan während der Datenerfassungsperiode inklusive aller Mutationen bei der Messausrüstung. Der Bindestrich bedeutet keine Veränderung gegenüber dem vorausgehenden Eintrag.

Datum	Hydre	swissNoise1 (Rtg. Mariastein)	swissNoise2 (Rtg. Röschenz)	Validierungsmes- sung G+P
18.07.2024	Montage, Betrieb	Montage, Betrieb, keine Daten, Richtung Röschenz	-	-
25.07.2024	-	Demontage	Montage Rich- tung Röschenz, Betrieb	-
26.07.2024	-	-	-	Montage, Betrieb
30.07.2024	-	Montage Rich- tung Mariastein, Betrieb	-	-
05.08.2024	-	-	-	Ende Betrieb, Demontage
30.07.2024	-	-	-	-
21.08.2024	-	Ende Betrieb	Ende Betrieb	-
22.08.2024	Ende Betrieb und Demontage	Demontage	Demontage	-
Messdauer	36 Tage	23 Tage	28 Tage	11 Tage

3. Datenauswertung und Datenaufbereitung

3.1 Datengrundlage

3.1.1 Hyde

Der Hyde Erfassungswert wurde auf 75 dB(A) festgesetzt. Dies bedeutet, dass nur Fahrzeuge mit einem auf 7.6 m Distanz zurückgerechneten Pegel von mindestens 75 dB(A) vom Lärmblitzer erfasst wurden. Als Schwellenwert für eine Übertretung des zulässigen Lärmpegels wurde von der EMPA [3] ein Pegel von 82 dB(A) vorgeschlagen. Der Erfassungswert wurde bewusst tiefer angesetzt als der Schwellenwert, um eine grössere Anzahl an Vorbeifahrten für die Analyse zur Verfügung zu haben. Der Hyde Lärmblitzer liefert ein Bild mit folgenden Informationen:

- Erfasste Trajektoriendauer
- Geschwindigkeit
- $L_{A,F,max}$ und Distanz zum Fahrzeug bei der Erfassung des akustischen Pegels
- $L_{A,F,max@7.6m}$ auf 7.6 m rückgerechnet
- Fahrzeug-Typ (Lastwagen, PKW, Motorrad, Bus)
- zum Teil Hersteller, Modell, Farbe, Nummernschild, Land
- Bilder Nummernschild ANPR Kamera
- Front- und Rückansicht mit ANPR Kamera

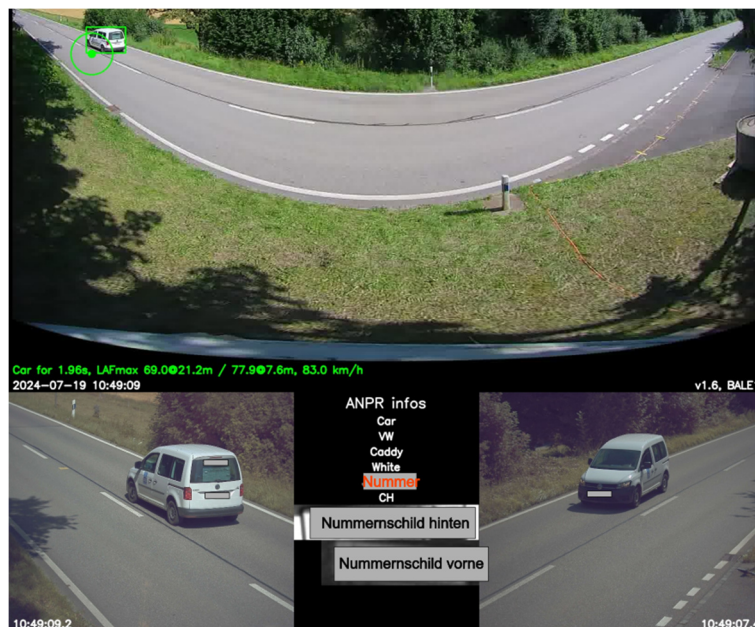


Abbildung 7: Beispieldatei eines von Hyde erstellten Bildes für den Lärmvollzug. **Oberes Panel:** Darstellung der gesamten Verkehrssituation mit der Weitwinkelkamera. Das Fahrzeug, welches den akustischen Hauptbeitrag liefert, wird mit einem grünen Kreis markiert. Die Region, aus welcher der akustisch relevante Beitrag stammt, wird mit einem Rechteck gekennzeichnet. Bei einer Übertretung des Schwellenwerts ändert die Farbe von grün auf rot. In Textform wird unter dem Bild die Dauer der Trajektorie, der gemessene $L_{A,F,max}$ Pegel und die Distanz beim gezeigten Erfassungszeitpunkt, der auf 7.6 m rückgerechnete $L_{A,F,max@7.6m}$ Pegel und die Geschwindigkeit angegeben. **Links unten:** ANPR Nummernschilderfassung in Richtung Metzerlen-Mariastein. **Mitte:** ANPR-Informationen zum Fahrzeug. **Rechts unten:** ANPR Nummernschilderfassung in Richtung Röschenz.

Zusätzlich wird von Vorbeifahrten, welche das Schwellenkriterium erfüllen mit der Weitwinkelkamera ein Video der Vorbefahrt aufgezeichnet. Das Video beinhaltet folgende Informationen:

- Fahrzeugklasse (Lastwagen, PKW, Motorrad, Bus)
- $L_{A,F,max}$ und Entfernung
- $L_{A,F,max@7.6m}$ auf 7.6 m rückgerechnet



Abbildung 8: Videoframe der Weitwinkelkamera einer Vorbeifahrt. Der Fahrzeugtyp wird klassiert und der gemessene $L_{A,F,max}$ inklusive Distanz wird angegeben. Zusätzlich wird der $L_{A,F,max}$ auf 7.6 m rückgerechnet.

Zusätzlich zum oben dargestellten Bildmaterial wurde von Bruitparif ein Excelfile mit den vorgenannten Parametern aller Vorbeifahrten über dem Erfassungswert zur Verfügung gestellt. In diesem wurden auch Angaben über die Dauer der Schwellenwertüberschreitung gemacht.

3.1.2 swissNoise

Wie in Kapitel 2.7 erwähnt, neigte der swissNoise1 Lärmblitzer zu Überhitzung und hatte Probleme mit der Schallpegel Trigger-Logik. Daher wurden keine übermässig lauten Fahrzeuge aufgezeichnet und registriert. Ein Pegelschrieb ist dennoch vorhanden. swissNoise2 (Richtung Röschenz) hatte Probleme mit dem Infrarotsensor. Folglich wurden im Zeitraum zwischen 22 Uhr und 6 Uhr morgens keine Fahrzeuge aufgezeichnet. Der Erfassungswert liegt für die swissNoise Lärmblitzer bei 45 dB(A) und der Schwellenwert wurde auf 80dB(A) gesetzt. Fahrzeuge über dem Schwellenwert wurden bei swissNoise2 mit Videosequenz aufgezeichnet und jeweils in einem Ordner abgelegt. Zusätzlich wurde eine Eventliste der lauten Fahrzeuge abgegeben. Diese beinhaltet folgende Informationen und Referenzen auf die in Ordnern abgelegten Vorbeifahrten:

- Schalldruckpegel in dB(A)
- Zeitstempel in UTC
- Nummernschild
- Bemerkungen
- Pfadangabe zum Videofile
- Pfadangabe zum erfassten Bild der Vorbeifahrt
- Pfadangabe Bild mit Überlagerung der Schallpegelverteilung aus dem Mikrofonarray
- Pfadangabe zu einem Bild des Nummernschildes

Es ist zu beachten, dass der swissNoise Lärmblitzer keine Rückrechnung des Pegels auf 7.6 m vornimmt. Die in Abbildung 9 dargestellten Informationen werden im Videofile der Vorbeifahrt dynamisch dargestellt. Leider werden für die Farbskala keine Anfangs- und Endwerte des Schalldruckpegels zugewiesen. Die farbigen Kontourlinien kennzeichnen somit nur die Region, aus welcher der Maximalpegel stammt. Die uns zur Verfügung gestellten Pegelschriebe wiesen den äquivalenten Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ aus anstatt den $L_{A,F,max}$ wie bei Hydre.

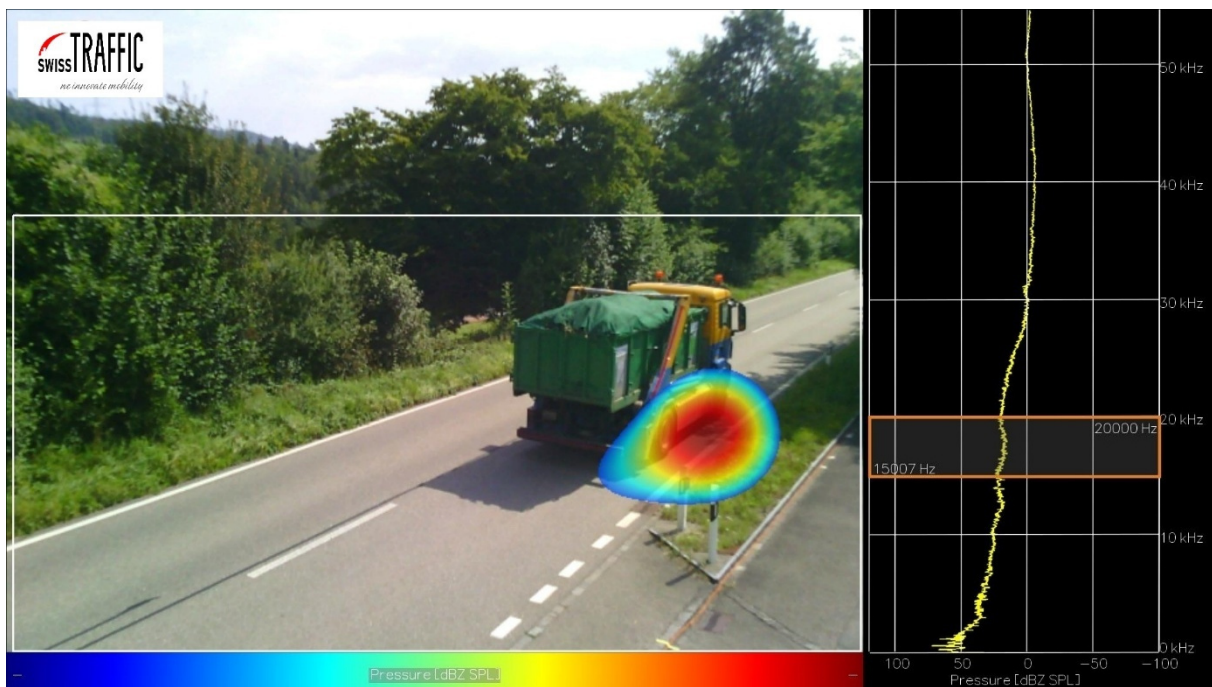


Abbildung 9: Überlagerung der Schalldruckpegelverteilung dB(Z) mit dem Bild aus der im Noise Array integrierten Kamera. Es gilt zu beachten, dass die farbigen Kontourlinien nicht quantitativ sind, da Anfangs- und Endwertwert des Farbraums nicht angegeben werden. Die spektrale Zusammensetzung des Gesamtpegels wird im rechten Panel dargestellt.

Nebst den Vorbeifahrten über 80 dB(A) wurden uns Memorydumps der Rohdaten beider Lärmblitzer zur Verfügung gestellt. Diese beinhalten Bilder der ANPR Kamera, sowie CSV-Files mit den von der ANPR-Kamera erfassten Fahrzeugdaten und CSV-Files mit Pegelschrieben der relevanten Zeitabschnitte.

3.1.3 Validierungsmessung

Die zwei Nor145 Schallpegelmesser mit Nor1297 Aussenmikrofonen liefern den zeitlichen Verlauf des daueräquivalenten Schalldruckpegels $L_{A,eq}$ und des maximalen Schalldruckpegels mit Fast-Gewichtung $L_{A,F,max}$ bei einer Wiederholrate von 8 Hz.

Die TopoBox erfasst folgende Parameter:

- Datum und Zeitstempel der Vorbeifahrt
- Geschwindigkeit
- Fahrtrichtung
- Fahrzeuglänge
- Fahrzeugkategorie

16. März 2026

3.1.4 Meteorologische Bedingungen

Schallpegelmessungen sollten nur unter trockenen Strassenbedingungen durchgeführt werden, da das Rollgeräusch auf regennasser Fahrbahn deutlich zunimmt und die Messergebnisse verfälschen kann. Für die Beurteilung der meteorologischen Bedingungen wurden Daten einer Messstation in Brislach über die Plattform Meteodaten Nordwestschweiz [10] verwendet. Die Messstation in Brislach befindet sich in unter 10 km Distanz zum Messort an der Challstrasse in Röschenz. Der Niederschlag und die Temperaturkurve der Bodenmessstation in Brislach werden in Abbildung 10 dargestellt. Die Daten verfügen eine Zeitliche Auflösung von 30 Minuten. Da Niederschlag während der Sommermonate lokal auftreten kann wurden auch Zeitpunkte 30 Minuten vor dem Niederschlagsbeginn in Brislach als Teil der Regenperiode betrachtet. Nach Niederschlagsende wurde ein Zeitfenster von 2 Stunden für das Trockenen der Fahrbahn definiert. Wenn danach kein erneuter Niederschlag erfolgte, dann wurden die Daten wieder verwendet. Die von der Datenanalyse aufgrund von Fahrbahnnässe ausgeschlossenen Zeitfenster sind Tabelle des Anhangs gelistet.

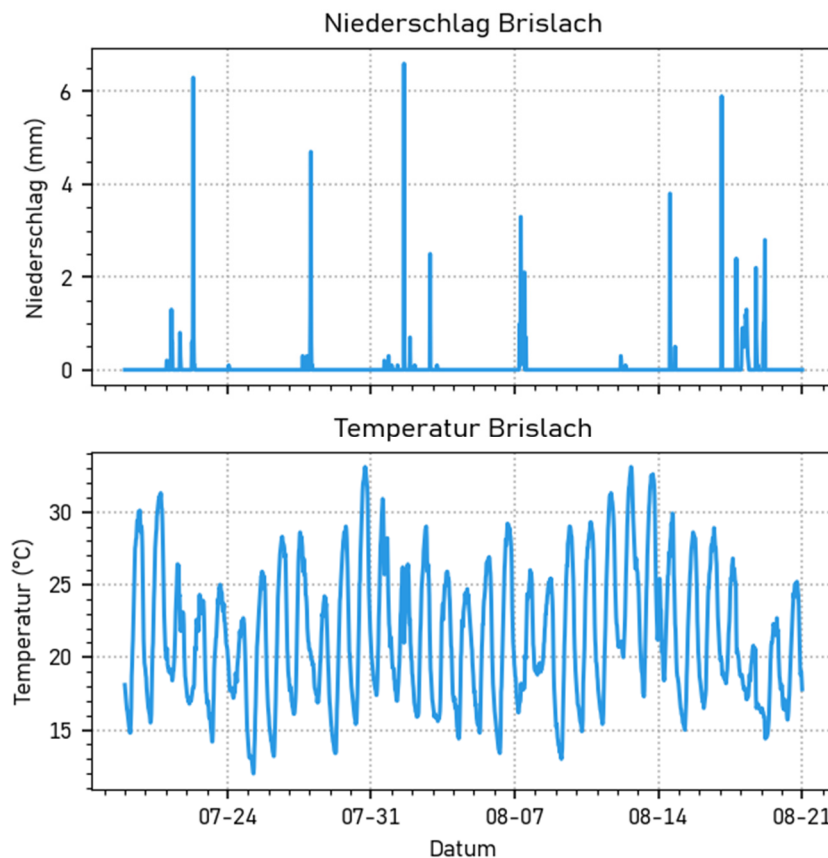


Abbildung 10: Niederschlag und Temperatur der Bodenmessstation in Brislach während der Messperiode im Juli und August 2024. [10]

16. März 2026

3.2 Datenaufbereitung

Die in Kapitel 3.1 beschriebenen Datensätze liegen in verschiedenen Formaten und Files vor. Zusätzlich müssen für eine zuverlässige Verwendung auch die Zeitstempel synchronisiert werden. Um einen einheitlichen Datensatz zu erhalten, wurden die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Schritte durchgeführt. Die Datenverarbeitungskette für die Hyde und swissNoise Daten wird in Abbildung 11 als Flowchart dargestellt.

In einem ersten Schritt werden der Pegelschrieb der Vergleichsmikrofone und die Vorbeifahrtevents der TopoBox eingelesen. Die Zeitstempel der TopoBox-Events werden mit entsprechenden Pegelmaxima der Vergleichsmikrofone abgeglichen. Dadurch entstehen zwei neue Datenframes, welche die Schallpegel, sowie die von der TopoBox erfassten Vorbeifahrtdaten beinhalten. Das Vorgehen ist für einen kurzen Zeitabschnitt in Abbildung 12 dargestellt. Eine Limitierung des Vorgehens besteht jedoch bei zeitlich nah aufeinanderfolgenden Vorbeifahrten. In einem solchen Fall vermag das Klasse I Mikrophon die Vorbeifahrten nicht aufzulösen und es wird ein Peak mit verbreiteter Gesamthüllenden gemessen. Die TopoBox registriert jedoch beide Vorbeifahrten. Da der gemessene Pegel nicht einem Einzelevent zugewiesen werden kann, werden solche Szenarien für die Auswertung nicht berücksichtigt. Abbildung 13 zeigt ein Beispiel eines solchen Falls.

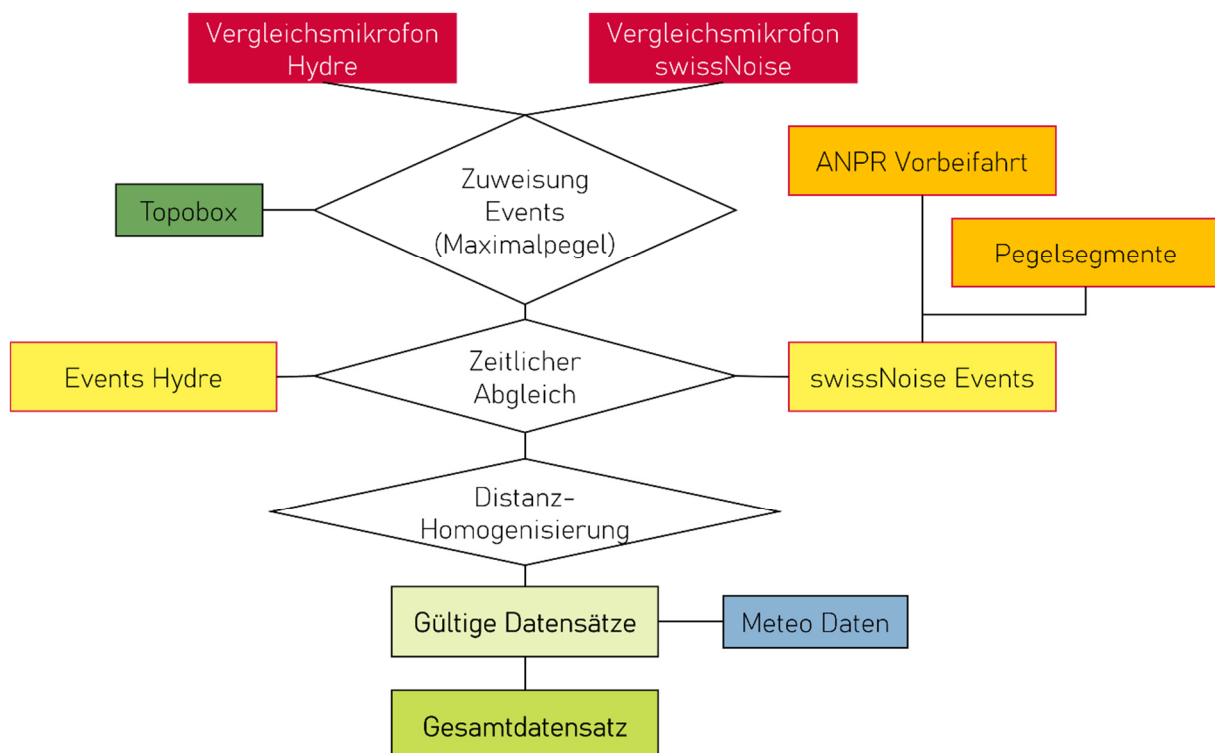


Abbildung 11: Flowchart mit den notwendigen Schritten, um ein Gesamtdatensatz aus allen für den Hyde und swiss-Noise Lärmblitzer zur Verfügung stehenden Daten zu erhalten.

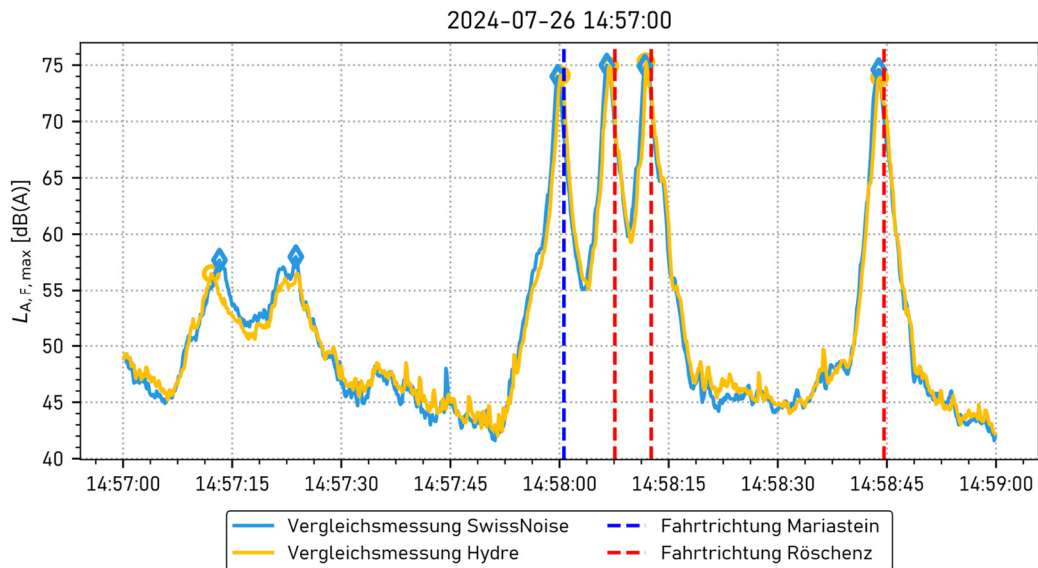


Abbildung 12: Zuweisung der TopoBox Events (vertikal gestrichelt) zu den entsprechenden Maxima des Pegelschriebs der Referenzmikrophone. Für die Anpassung wird in einem dreistündigen Fenster nach Übereinstimmung der TopoBox Events mit den Maxima des Pegelschriebs gesucht. Dabei darf die Zeitkorrektur für die TopoBox Events höchstens 5 s betragen, da angenommen werden kann, dass der maximale Vorbeifahrtpegel auf Höhe des Referenzmikrofons und somit in der Nähe der TopoBox auftritt.

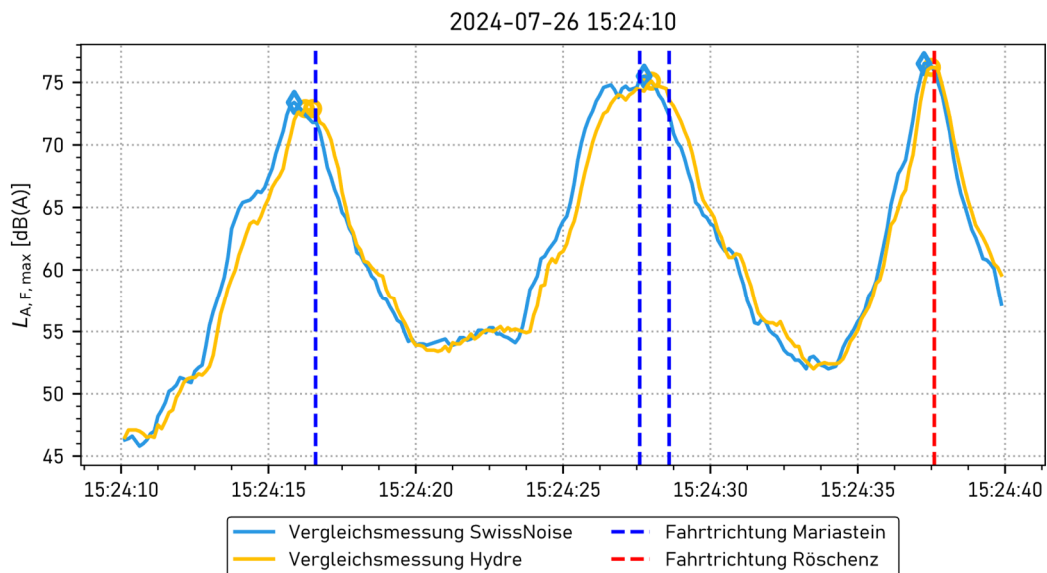


Abbildung 13: In der Mitte wird eine Vorbeifahrt zweier zeitlich nah aufeinanderfolgender Fahrzeuge gezeigt. Es wird ein verbreiteter Pegel gemessen. Die TopoBox (vertikal gestrichelt) hat in Richtung Mariastein zwei Vorbeifahrten registriert.

16. März 2026

Durch zeitlichen Abgleich der Referenzvorbeifahrtereignisse mit den Hydre Events können diese den entsprechenden TopoBox Ereignissen zugewiesen werden. Wie in Kapitel 3.1.2 beschrieben, liegen nur die Vorbeifahrten für den swissNoise Blitzer 2 (in Richtung Röschenz) mit einem Pegel über dem Schwellenwert von 80 dB(A) als Eventdaten vor. Um eine grössere Anzahl an Vorbeifahrten auswerten zu können, wird durch Abgleich der Zeitstempel aus den swissNoise Memory Dumps der ANPR Vorbeifahrtereignissen und den Pegelsegmenten eine Eventliste generiert. Es wurde festgestellt, dass in den Daten des Memory Dumps Vorbeifahrten zum Teil mehrfach erfasst wurden, jedoch mit unterschiedlicher Qualität der Metadaten, wie z.B. Nummernschild. Die Duplikate wurden herausgefiltert und auf einen einzelnen Eintrag mit zusammengeführten Metadaten reduziert. Die so erhaltenen swissNoise Events wurden anschliessend durch zeitlichen Abgleich in die Liste mit den Referenzdaten der TopoBox und des swissNoise Vergleichsmikrofons integriert.

Die Pegel der Referenzmikrofone werden für einen besseren Vergleich auf eine Distanz von 7.6 m rückgerechnet. Dies geschieht unter der Annahme, dass der Maximalpegel bei den Referenzmikrofonen in nächster Distanz auftritt. Bei der Rückrechnung auf 7.6 m werden die geometrische Verdünnung sowie eine Luftdämpfung von 0.01 dB(A) pro Meter Distanz berücksichtigt. Anhand der Metadaten werden gültige Zeitabschnitte für die Datenanalyse mit trockener Fahrbahn definiert. Dies führt zu einem Gesamtdatensatz mit gültigen Einträgen. Die hellgelben Hydre und swissNoise Events in Abbildung 11 reichen über einen grösseren Zeitraum als die Referenzmessungen und können auch für Analysen verwendet werden, die nur Lärmblitzerdaten berücksichtigen.

Nach Durchführung der in Abbildung 11 beschriebenen Datenverarbeitungsschritte ergeben sich für Hydre und den swissNoise Lärmblitzer folgende Eventstatistiken in Tabelle 2:

16. März 2026

Tabelle 2: Von den Lärmblitzern und den Validierungsmessgeräten erfasste Anzahl an Vorbeifahrten. Es gibt zu beachten, dass beim Hydre Lärmblitzer ein Erfassungswert von > 75 dB(A) konfiguriert wurde und der swissNoise Blitzer einen entsprechenden Erfassungswert von > 45 dB(A) aufweist. Die Schwellenwerte wurden auf 82 dB(A) bei Hydre und auf 80 dB(A) beim swissNoise Blitzer gesetzt. Die Tabelle zeigt die Veränderung der Events nach unterschiedlichen Zuweisungs- und Filterschritten.

	Anzahl	Anteil (%)
TopoBox	20'438	100
swissNoise – Validierungsmikrofon	17'857	87.4
Hydre – Validierungsmikrofon	18'053	88.3
swissNoise1 – Validierungsmikrofon trocken	16'263	79.6
swissNoise2 – Validierungsmikrofon trocken	16'472	80.6
Hydre – Validierungsmikrofon trocken	17'929	87.7
Hydre Events total (>75 dB(A))	6'702	100
Hydre Events zugewiesen	1'423	21.2
Hydre Events zugewiesen. trocken	1'300	19.4
swissNoise 1 Events total (>45 dB(A))	21'517	100
swissNoise 1 Events zugewiesen	4'033	18.7
swissNoise 1 Events zugewiesen trocken	3'543	16.5
swissNoise 2 Events total (>45 dB(A))	27'457	100
swissNoise 2 Events zugewiesen	7'671	27.9
swissNoise 2 Events zugewiesen trocken	7'100	25.8
Liste lauter Fahrzeuge swissNoise2	299	100
Laute Fahrzeuge zuweisbar zu Memory Dump	286	95.6

16. März 2026

4. Resultate Verkehrsdaten und akustische Messungen

4.1 Resultate Validierungsmessung

4.1.1 Resultate TopoBox

Die Validierungsmessung mit der TopoBox liefert Informationen über die Verkehrszusammensetzung nach Swiss10 über den Validierungszeitraum vom 26.07.24 bis 05.08.24. Die Insgesamt 20'438 erfassten Fahrzeuge teilen sich spuraufgelöst in folgende Fahrzeugkategorien auf, siehe Abbildung 14. Den grössten Anteil machen Personenwagen aus, gefolgt von Motorrädern und Lieferwagen. Die Verteilung in die beiden Fahrtrichtungen ist bei den Fahrzeugkategorien PKW, Lieferwagen, Lastwagen und Lastenzügen etwa ausgeglichen. Insgesamt wurden nur wenige Busfahrten registriert, welche in Richtung Mariastein aber dreimal so häufig auftraten. Bei den PKWs mit Anhängern wurden mehr Fahrzeuge in Richtung Röschenz registriert. Bei den Motorrädern scheint die Strecke bevorzugt in Richtung Röschenz befahren zu werden.

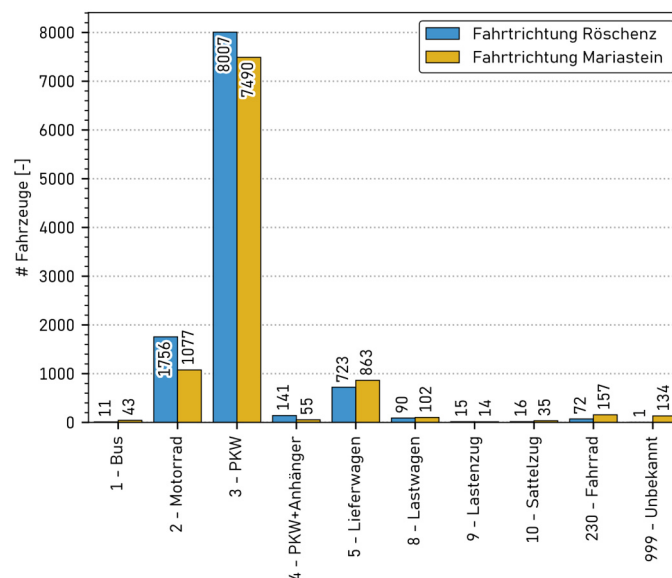


Abbildung 14: Fahrzeugkategorien der von der TopoBox im Zeitraum vom 26.07.24 bis 05.08.24 erfassten Fahrzeuge aufgelöst nach Fahrtrichtung und Fahrzeugklasse.

Die Geschwindigkeitsverteilung in Abhängigkeit von der Tageszeit und der Fahrzeugklasse ist in Abbildung 15 dargestellt. Während der Nachtstunden fahren auf der Strecke keine Busse und der Geschwindigkeitsmedian von Motorrädern liegt tiefer als am Tag. Bei den Motorrädern und PKWs wurden zum Teil erhebliche Geschwindigkeitsübertretungen festgestellt. Während der Nachtstunden fallen diese aber weniger hoch aus. Bei der Kategorie Lastwagen liegt der Geschwindigkeitsmedian in der Nacht höher als am Tag. Es wurden jedoch auch Vorbeifahrten mit Geschwindigkeiten unter 40 km/h registriert.

16. März 2026

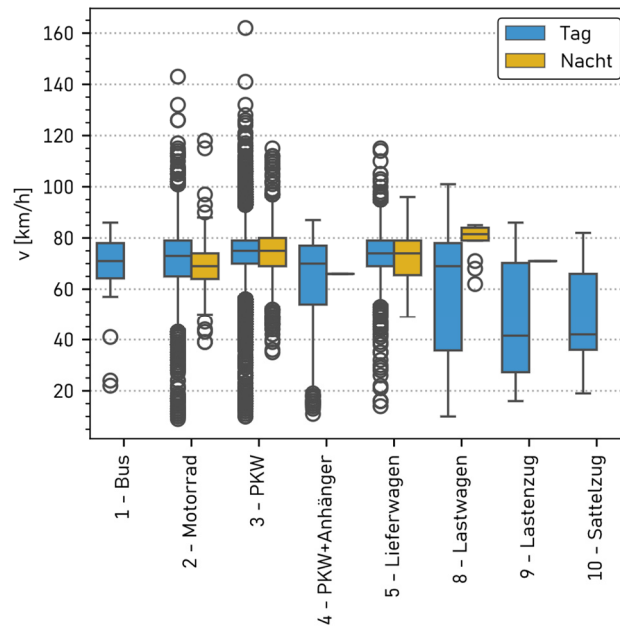


Abbildung 15: Verteilung der von der TopoBox erfassten Geschwindigkeiten gruppiert nach Fahrzeugkategorie. Zusätzlich wird nach Tages- und Nachtzeit unterschieden. Der Zeitbereich zwischen 22 Uhr abends und 6 Uhr morgens gilt als Nachtzeit.

Zusätzlich wird die von der TopoBox registrierte Geschwindigkeit als kumulative Verteilungsfunktion in Abbildung 16 dargestellt. Die signalisierte Geschwindigkeit von 80 km/h wird durch einen vertikalen roten Strich gekennzeichnet. Eine tabellarische Zusammenstellung der wichtigsten Kenngrößen der Verteilung ist in Tabelle 2 im Anhang gegeben.

16. März 2026

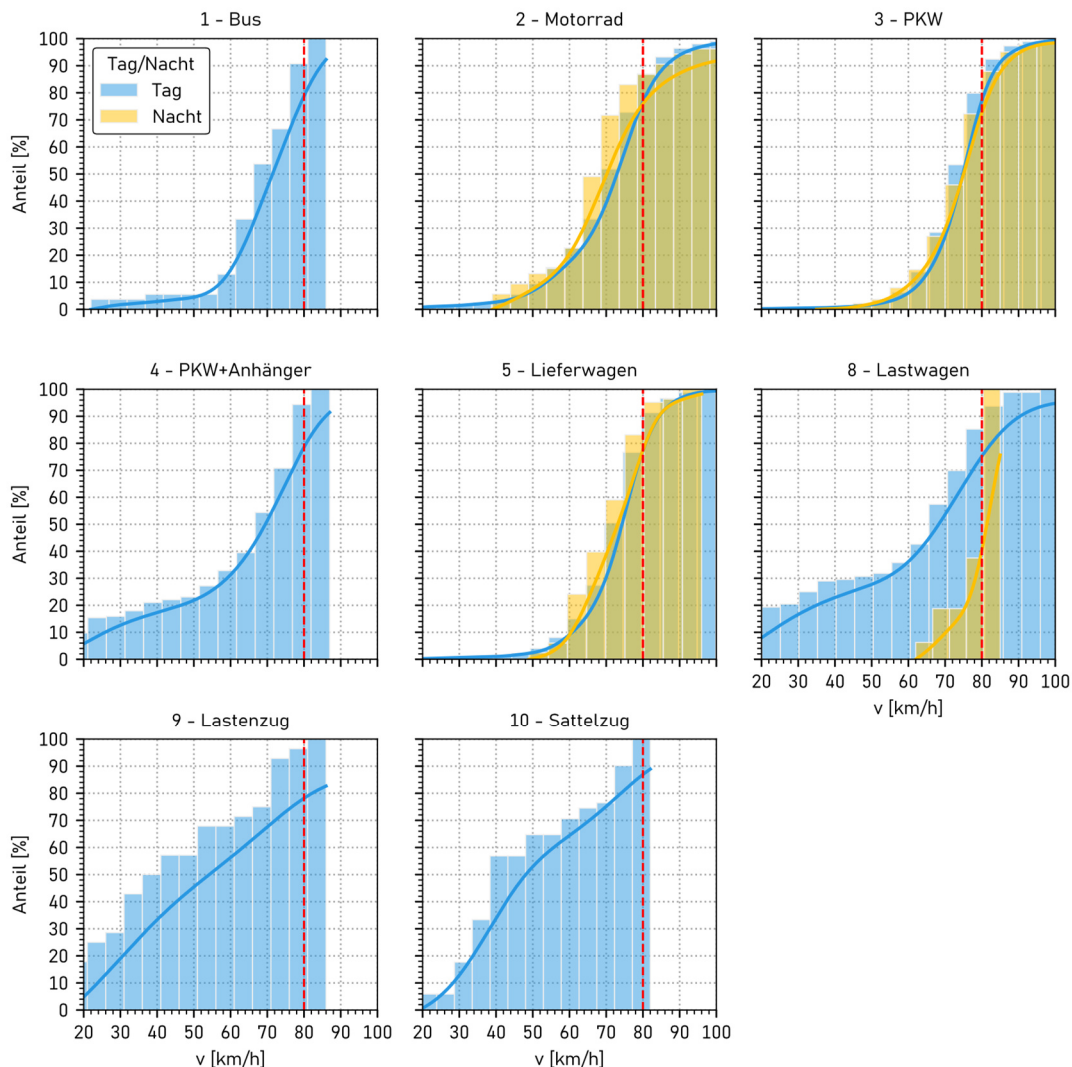


Abbildung 16: Kumulative Verteilungsfunktion der registrierten Geschwindigkeiten während der Tages- und Nachtzeit. Die signalisierte Geschwindigkeit wird durch einen vertikalen roten Strich angegeben. Die Balkenbreite beträgt 5 km/h. Bei den Kategorien 1,4,9 und 10 wurden während der Nacht keine oder weniger als 10 Durchfahrten registriert.

4.1.2 Abhängigkeit Geschwindigkeit-Pegel Hydre und SwissNoise Validierungsmikrofone

Abbildung 17 zeigt die richtungsgetrennte Abhängigkeit des Schallpegels $L_{A,F,max@7.6m}$ für alle nach Swiss10 registrierten Fahrzeugkategorien von der Geschwindigkeit. Die Schallpegeldata stammen dabei vom Hydre-Validierungsmikrofon und wurden durch zeitlichen Abgleich des Pegelmaximums mit der TopoBox Geschwindigkeitsmessung einer entsprechenden Vorbeifahrt verknüpft. Abbildung 18 und Abbildung 19 zeigen die gleiche Auswertung für die Daten des swissNoise Validierungsmikrofons. Vorbeifahrten in blau fanden Richtung Röschenz statt und Vorbeifahrten in gelb wurden in Richtung Mariastein registriert. Die roten Punkte kennzeichnen Vorbeifahrten der Validierungsmessung, welchen auch ein Messpunkt des entsprechenden Lärmblitzersystems zugewiesen werden konnte. Es werden nur Daten aus dem Validierungszeitraum vom 26.07.2024 bis 05.08.2024 berücksichtigt.

16. März 2026

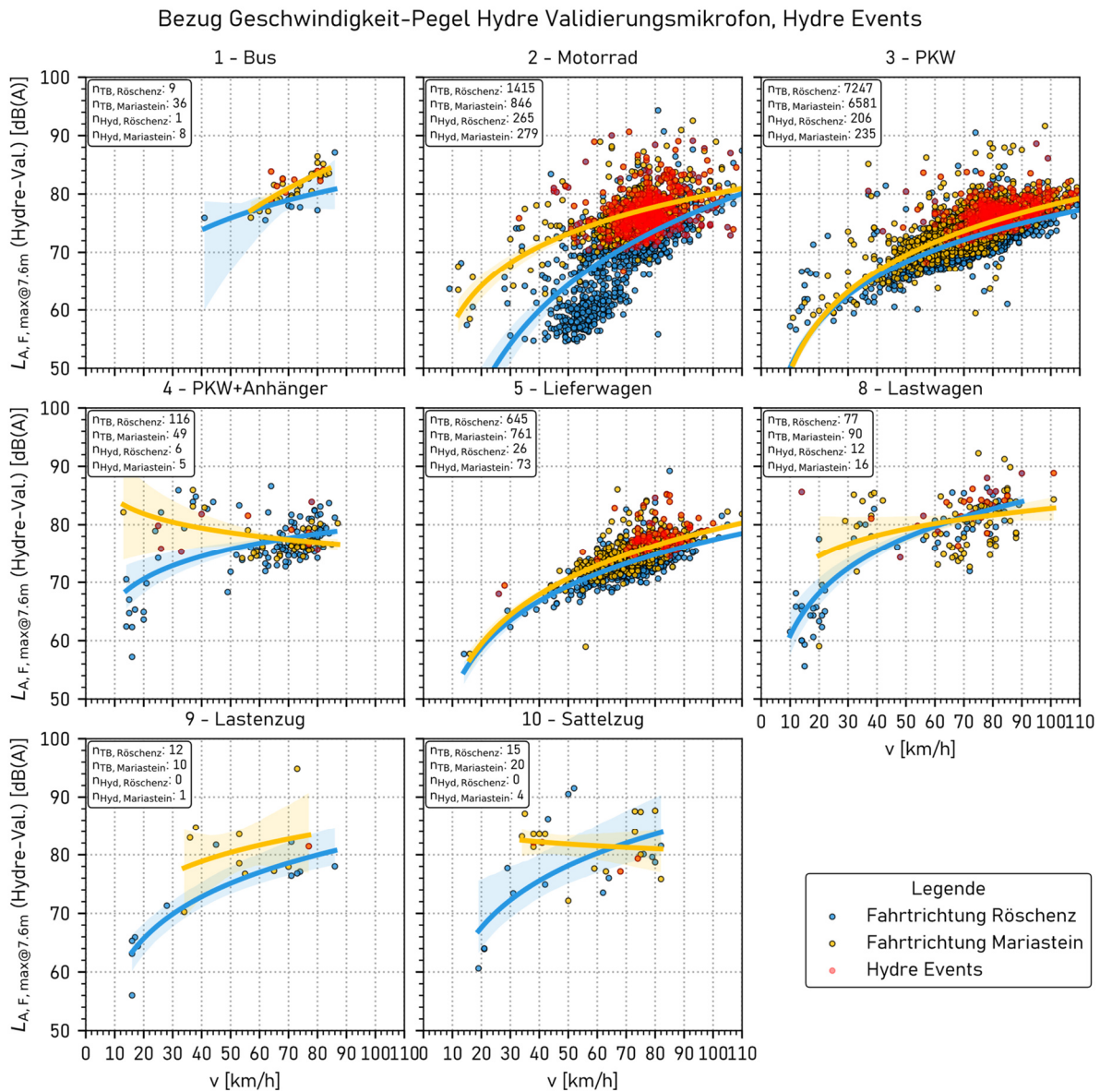


Abbildung 17: Der auf 7.6 m rückgerechnete A-gewichtete Schallpegel mit schneller F-Zeitbewertung $L_{A,F,max@7.6m}$ des Hydre-Validierungsmikrofons (Hydre-Val.) wird als Funktion der Geschwindigkeit in km/h aufgetragen. Die Geschwindigkeit der Vorbeifahrt stammt von der TopoBox. Die blauen Datenpunkte wurden in Richtung Röschenz festgestellt und die gelben Datenpunkten gehören zu Fahrten in Richtung Mariastein. Zusätzlich werden Ereignisse, zu denen auch ein gültiger Hydre-Messwert vorliegt in Rot dargestellt. Die ausgezogenen Kurven sind $\log(v)$ -Fits. n_{TB} kennzeichnet die Anzahl von der TopoBox erfassten Vorbeifahrten, welche auch vom Validierungsmikrofon aufgenommen wurden (blaue und gelbe Punkte) und n_{Hyd} steht für die Anzahl der von Hydre erfassten Vorbeifahrten (rote Punkte).

16. März 2026

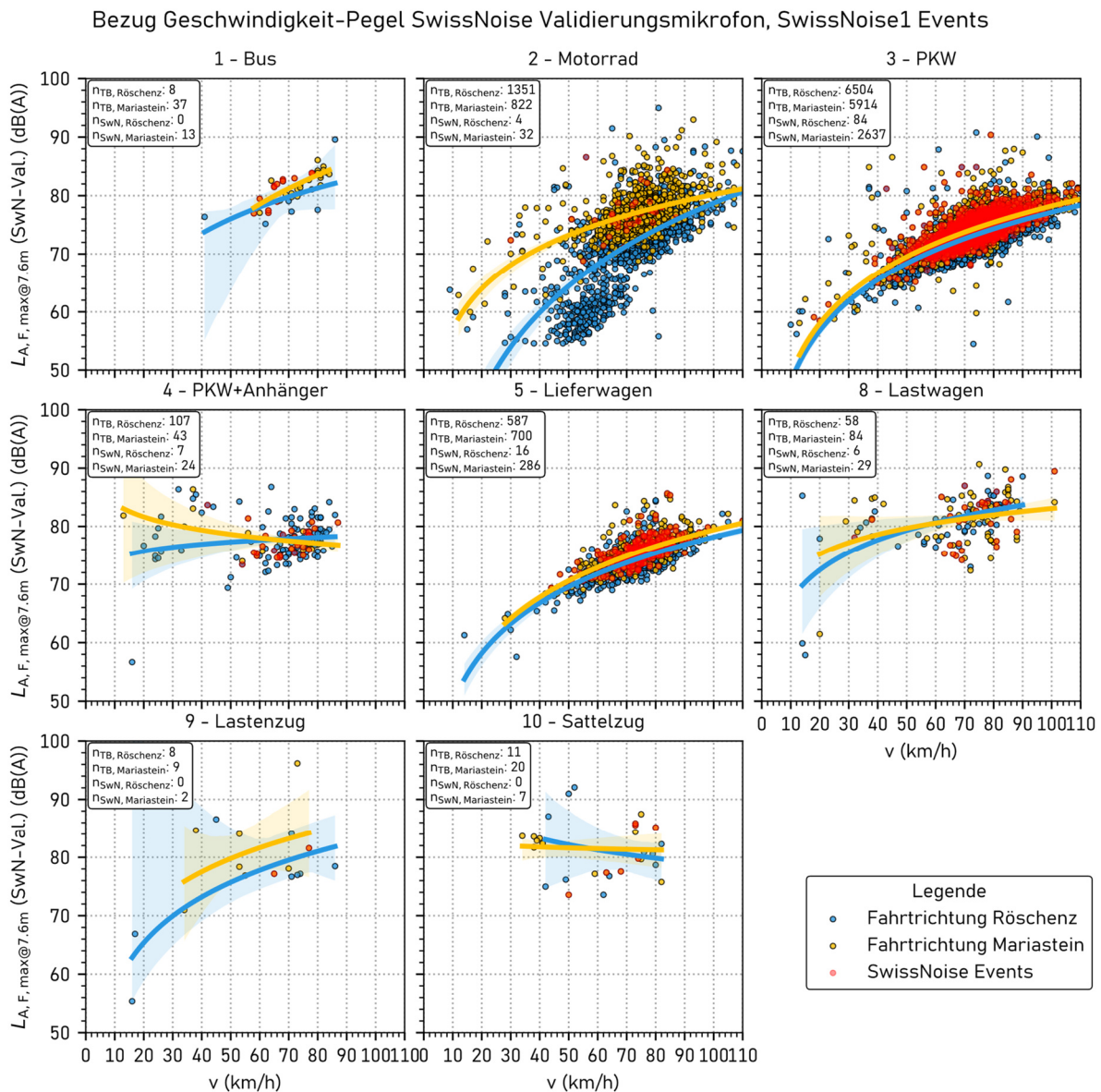


Abbildung 18: Der auf 7.6 m rückgerechnete A-gewichtete Schallpegel mit schneller F-Zeitbewertung $L_{A,F,max@7.6m}$ des swissNoise-Validierungsmikrofons (SwN-Val.) wird als Funktion der Geschwindigkeit in km/h aufgetragen. Die blauen Datenpunkte wurden in Richtung Röschenz gemessen und die gelben Datenpunkten gehören zu Fahrten in Richtung Mariastein. Die Angaben zur Fahrtrichtung und der Geschwindigkeit stammen von der TopoBox. Zusätzlich werden Ereignisse, zu denen auch ein gültiger swissNoise1 (Richtung Mariastein)-Messwert vorliegt in Rot dargestellt. Die ausgezogenen Kurven sind $\log(v)$ -Fits. n_{TB} kennzeichnet die Anzahl von der TopoBox erfassten Vorbeifahrten, welche auch vom Validierungsmikrofon aufgenommen wurden (blaue und gelbe Punkte) und n_{SwN} steht für die Anzahl der von swissNoise1 erfassten Vorbeifahrten (rote Punkte).

16. März 2026

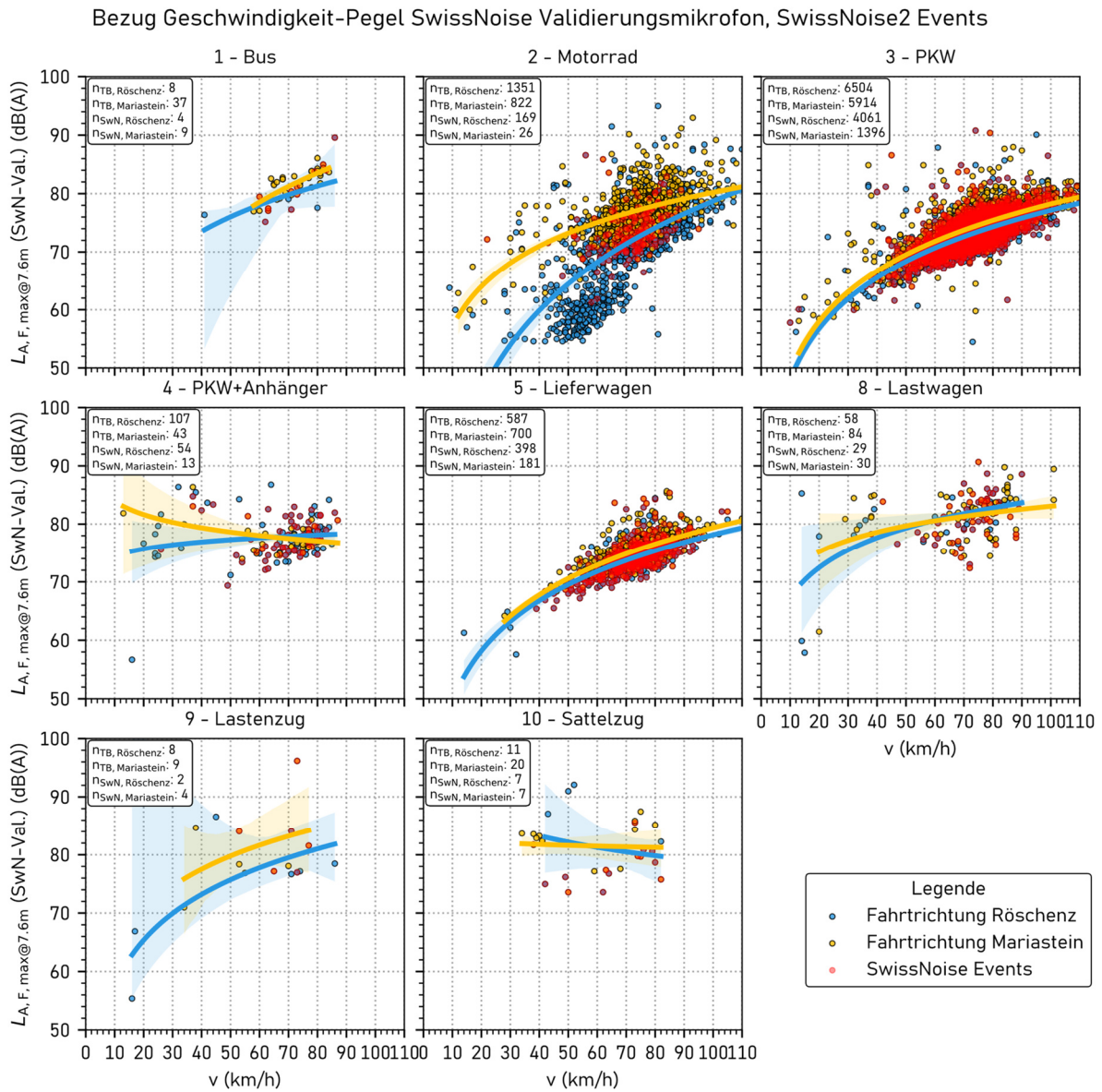


Abbildung 19: Der auf 7.6 m rückgerechnete A-gewichtete Schallpegel mit schneller F-Zeitbewertung $L_{A,F,max@7.6m}$ des swissNoise-Validierungsmikrofons (SwN-Val.) wird als Funktion der Geschwindigkeit in km/h aufgetragen. Die blauen Datenpunkte wurden in Richtung Röschenz gemessen und die gelben Datenpunkten gehören zu Fahrten in Richtung Mariastein. Die Angaben zur Fahrtrichtung und der Geschwindigkeit stammen von der TopoBox. Zusätzlich werden Ereignisse, zu denen auch ein gültiger swissNoise2 (Richtung Röschenz) -Messwert vorliegt, in Rot dargestellt. Die ausgezogenen Kurven sind $\log(v)$ -Fits. n_{TB} kennzeichnet die Anzahl von der TopoBox erfassten Vorbeifahrten, welche auch vom Validierungsmikrofon aufgenommen wurden (blaue und gelbe Punkte) und n_{SwN} steht für die Anzahl der von swissNoise2 erfassten Vorbeifahrten (rote Punkte).

Bei den Kategorien Motorrad, PKW und Lieferwagen liegen die meisten Datenpunkte im Geschwindigkeitsbereich zwischen 40 km/h und 100 km/h. Die $\log(v)$ -Regressionskurve zeigt bei den PKWs über den vorgenannten Geschwindigkeitsbereich eine Pegelveränderung von bis zu 11 dB. Bei der Kategorie Lieferwagen liegt der Pegelzuwachs zwischen 50 km/h und 100 km/h für die Hyde und swissNoise Regressionskurven bei ebenfalls bis zu 10 dB. Bei den Validierungspegeln der Swiss10 Kategorie Motorrad liegt ein grosser Unterschied zwischen der Fahrtrichtung Röschenz und Mariastein vor. In Richtung Mariastein nimmt der Schallpegel im Geschwindigkeitsbereich 40–100 km/h ca. zwischen 8–9 dB zu. In Richtung Röschenz beeinflusst eine Gruppe von langsamen und leisen Vorbeifahrten den Verlauf der $\log(v)$ -Kurve wesentlich und die Pegel der Regressionskurve steigen zwischen 40 km/h und 100 km/h um bis zu 20 dB an. Insgesamt treten bei allen Fahrzeugkategorien höhere Pegel in Fahrtrichtung Maristein auf als in die bergab führende Richtung Röschenz. Die Pegel der Validierungsmikrofone streuen bei der Kategorie Motorrad häufiger (4.8 %) in den Bereich von über 80 dB(A) als dies bei den Kategorien PKW (0.3 %) und Lieferwagen (1.4 %) der Fall ist. Es handelt sich somit um eine Fahrzeugklasse mit tendenziell lauterer Vorbeifahrtevents.

Bei der Kategorie der Lastwagen liegen die meisten Vorbeifahrten zwischen 50 km/h und 90 km/h. Der Verlauf der $\log(v)$ -Regressionskurve ist in diesem Geschwindigkeitsbereich eher flach. In diesem Geschwindigkeitsbereich liegt ca. eine Hälfte der Punkte bereits im Bereich zwischen 80 und 90 dB(A), womit es sich auch hier um eine eher laute Fahrzeugkategorie handelt. Zusätzlich fällt bei der Kategorie Lastwagen eine Gruppe an Vorbeifahrten mit langsamen Geschwindigkeiten und vergleichsweise hohen Pegeln auf. Diese Gruppe ist bei den Hyde-Plots gut erkennbar und umfasst vor allem landwirtschaftliche Fahrzeuge und Baustellenfahrzeuge, wie z.B. Bagger. Zusätzlich gibt es ein Cluster von Punkten bei niedriger Geschwindigkeit und leisen Vorbeifahrtpegeln. Die genaue Ursache und Fahrzeugzusammensetzung lassen sich für diese Gruppe nicht ermitteln.

Bei der Kategorie PKW+Anhänger liegen die gemessenen Geschwindigkeiten zwischen 50 km/h und 88 km/h. Die Pegel der Validierungsmikrofone liegen zwischen 70 dB(A) und 86 dB(A). Die $\log(v)$ -Regressionskurven werden stark durch die Lage der langsamen Kategorie beeinflusst. Dies ist vor allem bei den Hyde-Validierungsmessungen der Fall. Da kaum Lärmblitzerevents für die langsamen Vorbeifahrten registriert wurden, lässt sich die Ursache nicht ermitteln.

Für die Kategorien Bus, Lastenzug und Sattelzug liegen nur wenige Vorbeifahrtevents vor. Die Abhängigkeit des Pegels von der Geschwindigkeit lässt sich für diese Gruppen nicht ermitteln.

4.1.3 Pegelverteilung Validierungsmikrofon

Wie in Abbildung 5 gezeigt, wurde neben dem Hyde-Lärmblitzer ein Klasse-I Mikrofon installiert, um die Korrektheit des Pegels zu ermitteln. Hier wird die kumulative Verteilungsfunktion der $L_{A,F,max}$ -Pegel für jede Fahrzeugkategorie dargestellt. Die Referenzpegel wurden auf eine Distanz von 7.6 m korrigiert. Es wird dabei angenommen, dass der lauteste Teil der Vorbeifahrt in der Nähe des Mikrofons stattfindet. Der von der EMPA vorgeschlagene Schwellenwert für PKW und Motorräder bis 50 km/h von 82 dB(A) [3] ist als rote vertikale Linie eingezeichnet und gilt für Geschwindigkeiten bis 50 km/h. Da die Schwellenwerte nur für den Innerortsbereich gelten, wurden die Pegel mit sonROAD18 auf eine Geschwindigkeit von 80 km/h projiziert, wie in Kapitel 5.5.1 beschrieben. Die auf 80 km/h projizierten Schwellenwerte werden mit einem grünen vertikalen Strich gekennzeichnet. Der Prozentsatz an Fahrzeugen, welcher sich unterhalb des Schwellenwerts befindet, ist in den entsprechenden Insets vermerkt.

16. März 2026

Die in Abbildung 20 dargestellten Verteilungsfunktionen fallen sehr unterschiedlich aus. Fast 40 % der Busse führen zu einem $L_{A,F,max}$ -Pegel über 82 dB(A). Der Stichprobenumfang ist mit 45 Vorbeifahrten jedoch klein. Die Pegel liegen zwischen 75 dB(A) und 87 dB(A). Wird der Schwellenwert mit sonROAD18 auf 80 km/h projiziert, so wurden keine zu lauten Vorbeifahrten von Bussen festgestellt. Bei den Motorrädern überschreiten rund 5% den für 50 km/h vorgeschlagenen Schwellenwert von 82 dB(A). Den darauf abgestützten und via sonROAD18 auf 80 km/h projizierten Schwellenwert von 85.9 dB(A) überschreiten rund 1% der Motorrad-Durchfahrten. Circa 15 % der Fahrzeuge wiesen Pegel zwischen 55 dB(A) und 70 dB(A) auf. Die Ursache für diesen flachen Teil der Verteilung ist nicht bekannt. Vermutlich handelt es sich um Fehlklassierungen der TopoBox. 108 Motorradvorbeifahrten liegen über dem Schwellenwert bis 50 km/h von 82 dB(A) und 31 über dem auf 80 km/h projizierten Schwellenwert von 85.9 dB(A). Bei den PKWs liegen im Validierungszeitraum nur 0.3 % der Vorbeifahrten über dem Schwellenwert von 82 dB(A) für 50 km/h, was 41 Vorbeifahrten entspricht. Mit 14 Vorbeifahrten lagen nur wenige über dem auf 80 km/h projizierten Schwellenwert von 86.4 dB(A). 80 % der Vorbeifahrten befinden sich zwischen 56 dB(A) und 75 dB(A). Für die Kategorie PKW+Anhänger liegt ein kleiner Stichprobenumfang von 165 Vorbeifahrten vor. Davon sind ca. 11 % über dem Schwellenwert bis 50 km/h von 82 dB(A) für PKW und Motorräder, was 18 Vorbeifahrten entspricht. Bei der Fahrzeugkategorie Lieferwagen gibt es nur 20 Übertretungen des Schwellenwerts bei insgesamt 1406 Vorbeifahrten. Bei den Lastwagen liegen ca. 38 % der Vorbeifahrten über dem Schwellenwert bis 50 km/h von 82 dB(A) für PKW und Motorräder, was 64 Vorbeifahrten entspricht. Bei den Kategorien Lastenzug und Sattelzug liegen nicht genügend Vorbeifahrten vor, um eine repräsentative Verteilungsfunktion zu erhalten.

Die Anzahl an Fahrzeuge über dem auf 80 km/h projizierten Schwellenwert ist sehr niedrig und liegt ausser bei den Motorrädern unter 1%. Bei den Kategorien 1 und 4 bis 10 beträgt die Anzahl an Vorbeifahrten über dem projizierten Schwellenwert entweder bei 0 oder 1.

16. März 2026

Kumulative Verteilung der Pegel, Hyde

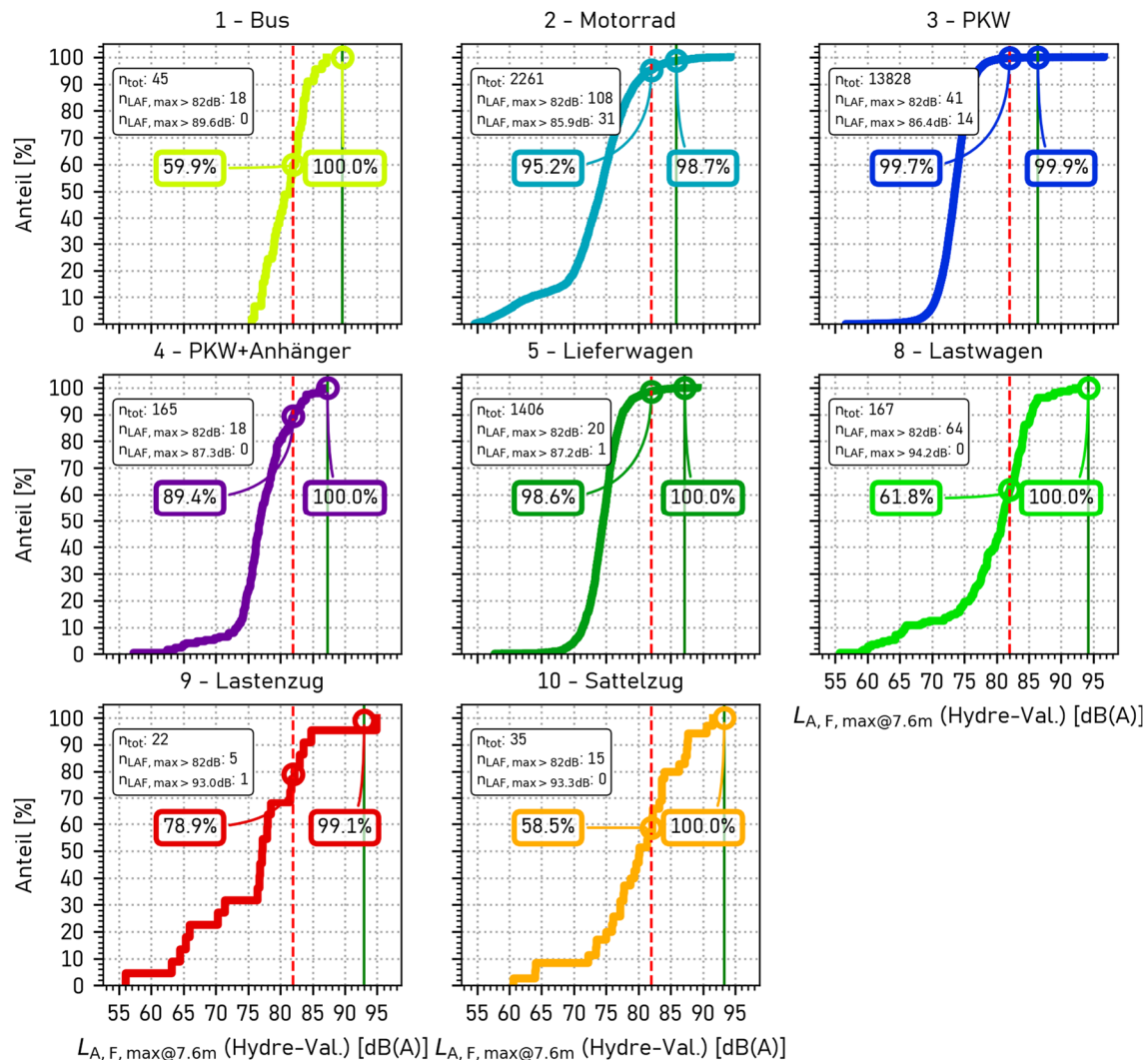


Abbildung 20: Kumulative Verteilungsfunktion der $L_{A,F,max}$ -Pegel des Hyde Referenzmikrofons. Die Referenzpegel wurden auf eine Distanz von 7.6 m korrigiert. Die Referenzmikrofone zeichneter Daten im Zeitraum vom 26.07.2024 bis 05.08.2024 auf. Für die Auswertung wurden nur trockene Strassenverhältnisse berücksichtigt. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den von der EMPA vorgeschlagenen Schwellenwert für PKW und Motorräder von 82 dB(A), welcher bis 50 km/h gilt. Die mit sonRoad18 für jede Kategorie auf 80 km/h projizierten Schwellenwerte sind in grün dargestellt. Die Anzahl der Durchfahrten über den Schwellenwerten können im Textfeld abgelesen werden.

Wird die kumulative Verteilungsfunktion pro Fahrtrichtung und Fahrzeugklasse aufgeschlüsselt, so ergibt sich die Darstellung in Abbildung 21. Die bergauf führenden Vorbeifahrten in Richtung Mariastein (hellgrün) sind lauter als die bergab führenden Vorbeifahrten in Richtung Röschenz (dunkelgrün). Dies widerspiegelt sich in einer Separation der kumulativen Verteilungsfunktionen. Bei einem Schwellenwert von 82 dB(A) schneidet die kumulative Verteilungsfunktion der leiseren Fahrtrichtung (Richtung Röschenz) die rot gestrichelte Linie bei einem höheren Prozentwert als die Verteilungsfunktion der Fahrten Richtung Mariastein. Dies bedeutet, dass bei der dunkelgrünen Kurve ein

16. März 2026

grösserer Anteil an Fahrzeugen leiser war als bei der hellgrünen Kurve. Dass die Vorbeifahrten in Richtung Mariastein lauter sind, ist vermutlich der Steigung von 4% zuzuschreiben.

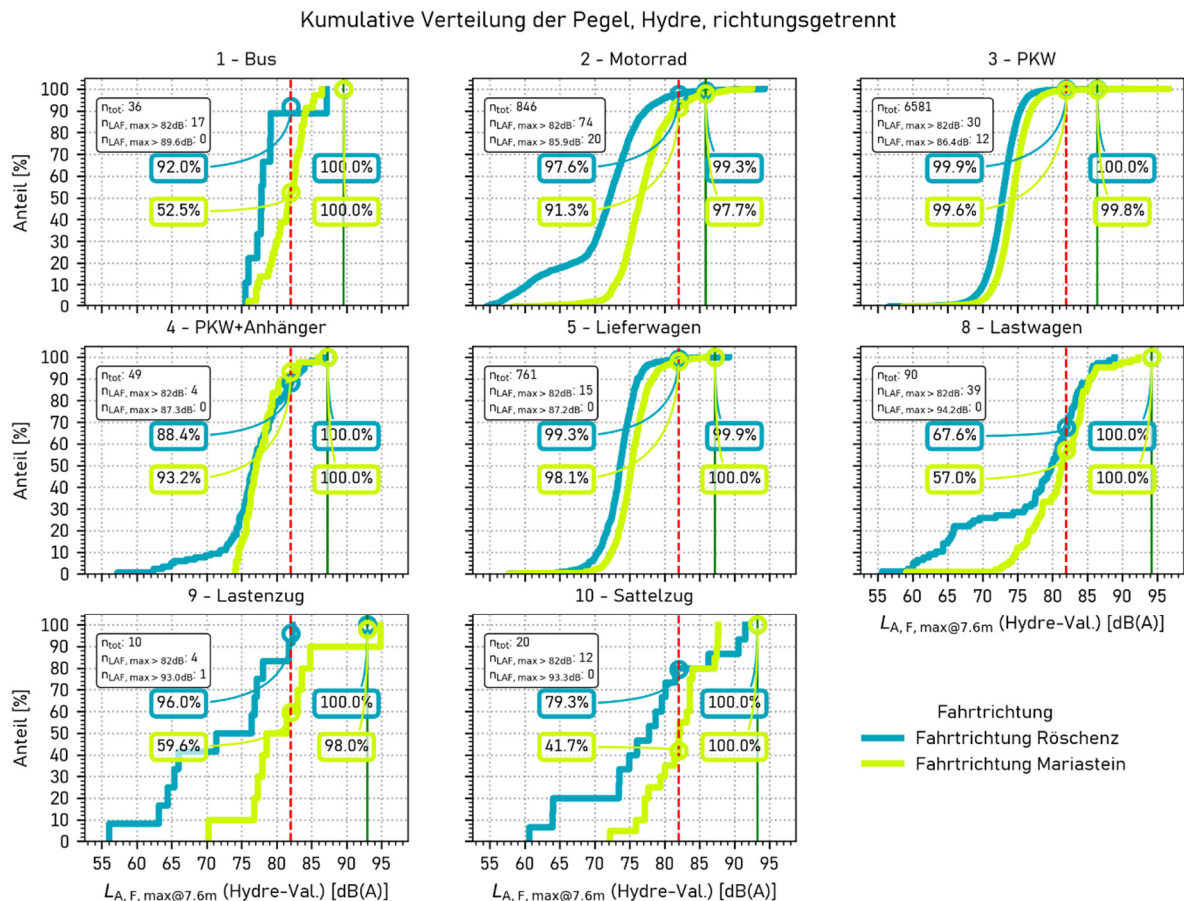


Abbildung 21: Kumulative Verteilungsfunktion der $L_{A,F,max}$ -Pegel des Hyde Referenzmikrofons aufgeteilt nach Fahrtrichtung. Die Fahrtrichtungsangaben stammen von der TopoBox. Die Referenzpegel wurden auf eine Distanz von 7.6 m korrigiert. Die Referenzmikrofone zeichneter Daten im Zeitraum vom 26.07.2024 bis 05.08.2024 auf. Für die Auswertung wurden nur trockene Strassenverhältnisse berücksichtigt. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den von der EMPA vorgeschlagenen Schwellenwert für PKW und Motorräder von 82 dB(A), welcher für 50 km/h gilt. Die mit sonRoad18 für jede Kategorie auf 80 km/h projizierten Schwellenwerte sind in grün dargestellt. Die Anzahl der Durchfahrten über den Schwellenwerten können im Textfeld abgelesen werden.

4.2 Resultate Hyde

4.2.1 Geschwindigkeitsvergleich Hyde-TopoBox

Abbildung 22 zeigt die Verteilung der Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen der TopoBox und dem Hyde Lärmblitzer pro Fahrspur. Die grösste Abweichung zwischen den Geschwindigkeiten besteht bei Bussen mit Fahrtrichtung Mariastein. Bei leichten und kurzen Fahrzeugen ist die Geschwindigkeitsdifferenz, sowie die Streuung der Differenzen kleiner. Bei Bussen, Lieferwagen und Lastwagen ist der Median der Geschwindigkeitsdifferenz am grössten. Bei PKWs, Lieferwagen und Lastwagen ist die Streuung der Geschwindigkeitsdifferenz in Fahrtrichtung Röschenz erhöht. Es gilt zu erwähnen,

16. März 2026

dass Hydre nicht primär dazu konzipiert wurde Geschwindigkeiten zu ermitteln und über kein Radarsystem verfügt.

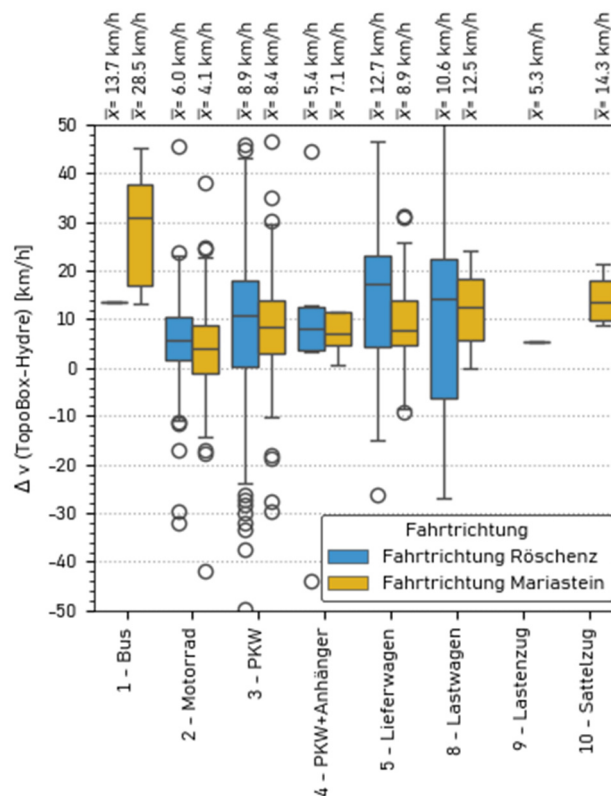


Abbildung 22: Fahrtrichtungsgetrennte Boxplot-Verteilung der Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen der TopoBox und dem Hydre Lärmblitzer. Der Mittelwert der Geschwindigkeitsabweichung ist am oberen Rand gegeben.

4.2.2 Korrektheit der Distanzermittlung zur Lärmquelle und Effekt Pegelkorrektur

Bei der Durchsicht des Bildmaterials fiel auf, dass die von Hydre angegebene Distanz in einzelnen Fällen nicht korrekt ist. Da bei Hydre die Pegel auf 7.6 m zurückgerechnet werden, haben die inkorrekt ermittelten Distanzen einen Einfluss auf die für die Beurteilung herangezogenen Vorbeifahrtpegel. Vergleicht man die Position der linken Vorbeifahrt in Abbildung 23 mit der rechten Vorbeifahrt des Busses, so fällt auf, dass die Fahrzeuge beinahe an der gleichen Stelle sind. Die Entfernung für den PKW jedoch wird mit 17.5 m und für den Bus mit 13.3 m angegeben, obgleich der Bus in Abgleich mit den Linien des Mittelstreifens leicht weiter entfernt scheint. Unter der Annahme, dass die Distanz des PKWs stimmt, müsste sich der von 17.5 m auf 7.6 m rückgerechnete Pegel beim Postauto durch die geometrische Ausdünnung mit $20 \cdot \log(d_1/d_2)$ um 7.2 dB erhöhen. Dies resultiert in einem $L_{A,F,max,@7.6m}$ von 83.2 dB, was besser mit dem Wert des Validierungsmikrofons von 82.4 dB(A) vereinbar ist, als die von Hydre angegebenen 77.1 dB(A). Die Distanzeinschätzung wird durch die Weitwinkelaufnahme erschwert. Es wäre wünschenswert von Hersteller genauere Angaben bezüglich der Bestimmungssicherheit der Distanzen zu erhalten.

16. März 2026

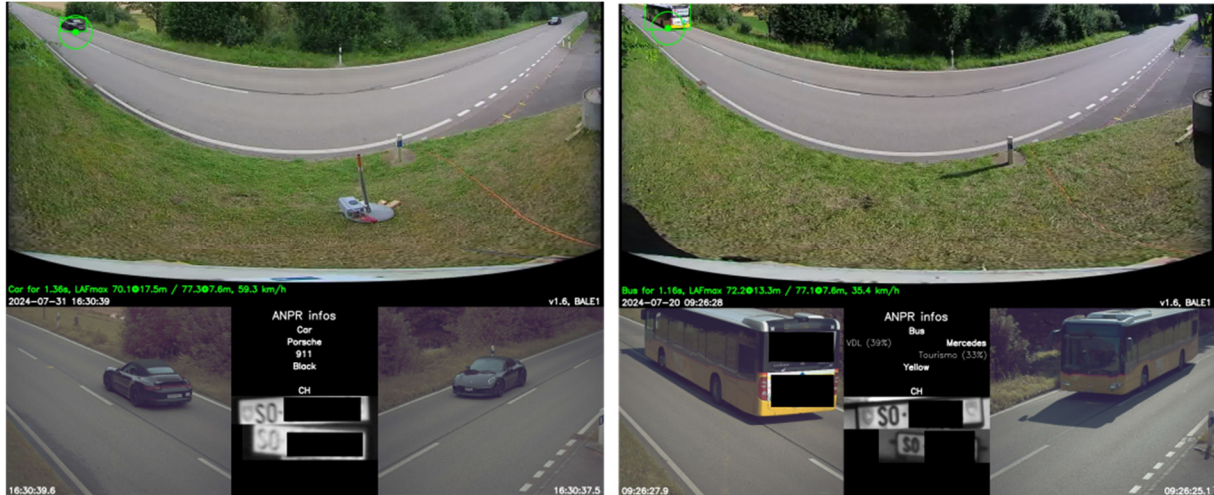


Abbildung 23: Vorbeifahrt eines PKWs und eines Busses unter dem Schwellenwert von 82 dB(A). Der lauteste Punkt wird gemäss Bild bei beinahe gleicher Entfernung zum Lärmblitzer erreicht. Hyde gibt jedoch unterschiedliche Distanzen an, nämlich 17.5 m für den PKW und 13.3 m für den Bus, obwohl der Bus in Abgleich mit den Linien des Mittelstreifens leicht weiter entfernt scheint. **Links:** $L_{A,F,max}@17.5m,Hydre: 70.1\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m, Hyde: 77.3\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m}$ Validierungsmikrofon: 77.5 dB(A), **Rechts:** $L_{A,F,max}@13.3m,Hydre: 72.2\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m, Hyde: 77.1\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m}$ Validierungsmikrofon: 82.4 dB(A).

Auch in der Nähe des Lärmblitzers werden die Distanzen bei den LKW-Durchfahrten in Abbildung 24 zu kurz angegeben. Im rechten Panel wird eine Distanzangabe von 3.6 m gemacht. Allein die Distanz zwischen Blitzer und Bordsteinkante beträgt 4 m. Dazu kommen noch Höheneffekte durch die Montage an der Kandelaberstange und die Höhe der Lärmquelle beim Fahrzeug. Wird angenommen, dass der grüne Punkt 1 m über Boden ist, dann ergibt sich die geometrische Distanz mit einem horizontalen Abstand von 5 m zum Fahrzeug und 3 m Höhenunterschied zwischen Blitzer und LKW als 5.8 m. Der aus einer korrekten Distanz von 5.8 m rückgerechnete Pegel in 7.6 m Referenzdistanz beträgt 83.4 dB, was wesentlich besser mit dem Pegel des Referenzmikrofons von 83.3 dB(A) übereinstimmt.



Abbildung 24: Vorbeifahrt von LKWs unter dem Schwellenwert von 82 dB(A) bei denen der lauteste Punkt nahe beim Lärmblitzer registriert wurde. **Links:** $L_{A,F,max}@6.8m,Hydre: 79.0\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m, Hyde: 78.1\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m}$ Validierungsmikrofon: 82.1 dB(A). **Rechts:** $L_{A,F,max}@3.6m,Hydre: 84.6\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m, Hyde: 78.0\text{ dB(A)}$, $L_{A,F,max}@7.6m}$ Validierungsmikrofon: 83.3 dB(A).

16. März 2026

Wie Abbildung 25 zeigt, werden die Fahrzeuge nicht nur in zu kurzer, sondern auch in zu grosser Distanz angegeben. Der Pegel des PKWs bei 7.6 m Abstand wäre mit korrekter Distanzkorrektur um mindestens 3.8 dB(A) höher.



Abbildung 25: **Links:** PKW-Vorbeifahrt Richtung Röschenz. Hyde gibt die Distanz mit 28.3 m an und rechnet damit den Referenzpegel auf 7.6 m zurück. **Rechts:** Gemäss Ausmessung beträgt die Distanz zum Fahrzeug eher 18 m. Quelle: map.geo.admin.ch, SwissTopo.

Der Effekt der Pegelkorrektur auf die Referenzdistanz von 7.6 m ist in Abbildung 26 dargestellt. Das linke obere Panel zeigt, dass die erfassten $L_{A,F,max}$ -Pegel von der Distanz zwischen Hyde und der Position des lautesten Ereignisses abhängig sind. Entfernte Events werden leiser registriert und Ereignisse in kleiner Distanz zum Blitzer sind lauter. Daher weist die Punktwolke eine negative Steigung bezüglich der Distanz auf. Nach erfolgter Korrektur des Pegels auf die Referenzdistanz von 7.6 m ist keine Abhängigkeit von der Distanz mehr erkennbar, siehe Panel oben rechts. Ereignisse mit einer Distanz von weniger als 7.6 m werden zu kleineren $L_{A,F,max@7.6m}$ Pegeln korrigiert und Ereignisse in mehr als 7.6 m Distanz werden zu grösseren $L_{A,F,max@7.6m}$ Pegeln korrigiert. Es wird ersichtlich, dass sämtliche auf die Distanz von 7.6 m korrigierten Pegel über dem Erfassungswert von 75 dB(A) liegen. Wie im Panel unten links dargestellt, folgt die Pegelkorrektur der Funktion für die geometrische Ausdünnung, welche durch $20 \cdot \log(d/7.6m)$ gegeben ist. Ob die Distanzen von Hyde korrekt ermittelt wurden, lässt sich aus der Darstellung in Abbildung 26 nicht ermitteln. Es ist jedoch fraglich, ob der Datenpunkt in ca. 79 m Distanz noch korrekt erfasst werden kann.

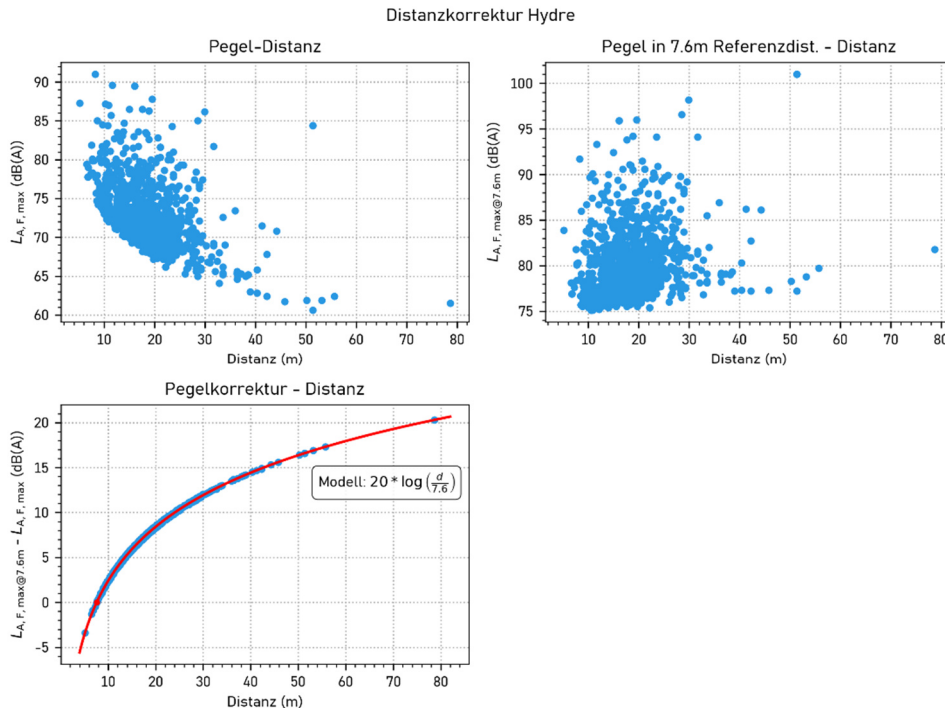


Abbildung 26: Distanzkorrektur bei Hydre. **Oben links:** Abhängigkeit der gemessenen $L_{A,F,max}$ -Pegel von der Distanz zwischen dem lautesten Ereignis und Hydre. **Oben rechts:** Abhängigkeit des auf die Referenzdistanz von 7.6 m korrigierten $L_{A,F,max@7.6m}$ -Pegel von der Distanz zwischen Hydre und dem lautesten Event der Vorbeifahrt. **Unten links:** Abhängigkeit der Pegelkorrektur ($L_{A,F,max@7.6m} - L_{A,F,max}$) von der Distanz. Der rote Punkt kennzeichnet den korrekturfreien Punkt bei 7.6 m Distanz.

4.2.3 Pegelkorrektheit

Zur Validierung des „Hydre“-Messsystems wurde ein Vergleich der maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel $L_{A,F,max@7.6m}$ auf einer Referenzdistanz von 7,6 m mit einer externen Validierungsmessung durchgeführt. Die Ergebnisse für verschiedene Fahrzeugkategorien sind in Abbildung 27 dargestellt.

Die Analyse zeigt, dass das Hydre-System im Durchschnitt leicht höhere Pegel als die Validierungsmessung liefert, insbesondere bei Motorrädern ($\mu=3.4\pm 2.7$ dB(A)) und PKWs ($\mu=2.1\pm 2.6$ dB(A)). Bei der Kategorie Lastwagen ($\mu=1.1\pm 2.5$ dB(A)) ist die Differenz zwischen den Hydre-Pegeln und den Validierungsmessungen am kleinsten. Die Standardabweichungen der Pegeldifferenzen liegen bei allen Kategorien zwischen 2.5 dB(A) und 2.7 dB(A) und sind somit über alle Fahrzeugkategorien hinweg vergleichbar. Es gilt zu beachten, dass der Stichprobenumfang für Busse ($n=9$) und insbesondere für Lastzüge ($n=1$) sehr klein ist. Dies schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse für diese Kategorien erheblich ein und erlaubt keine belastbaren Schlussfolgerungen über mögliche systematische Abweichungen.

Die Parallelität zur gestrichelten Linie mit Steigung 1 ist für die Kategorie Lastwagen am grössten. Die Kategorien Motorrad, PKW und Lieferwagen weisen Regressionsgeraden mit Steigungen kleiner eins auf. Events, bei welchen vom Validierungsmikrofon ein hoher Pegel gemessen wurde, weisen eine kleinere Abweichung zum Hydre-Pegel auf als leise Validierungspegel.

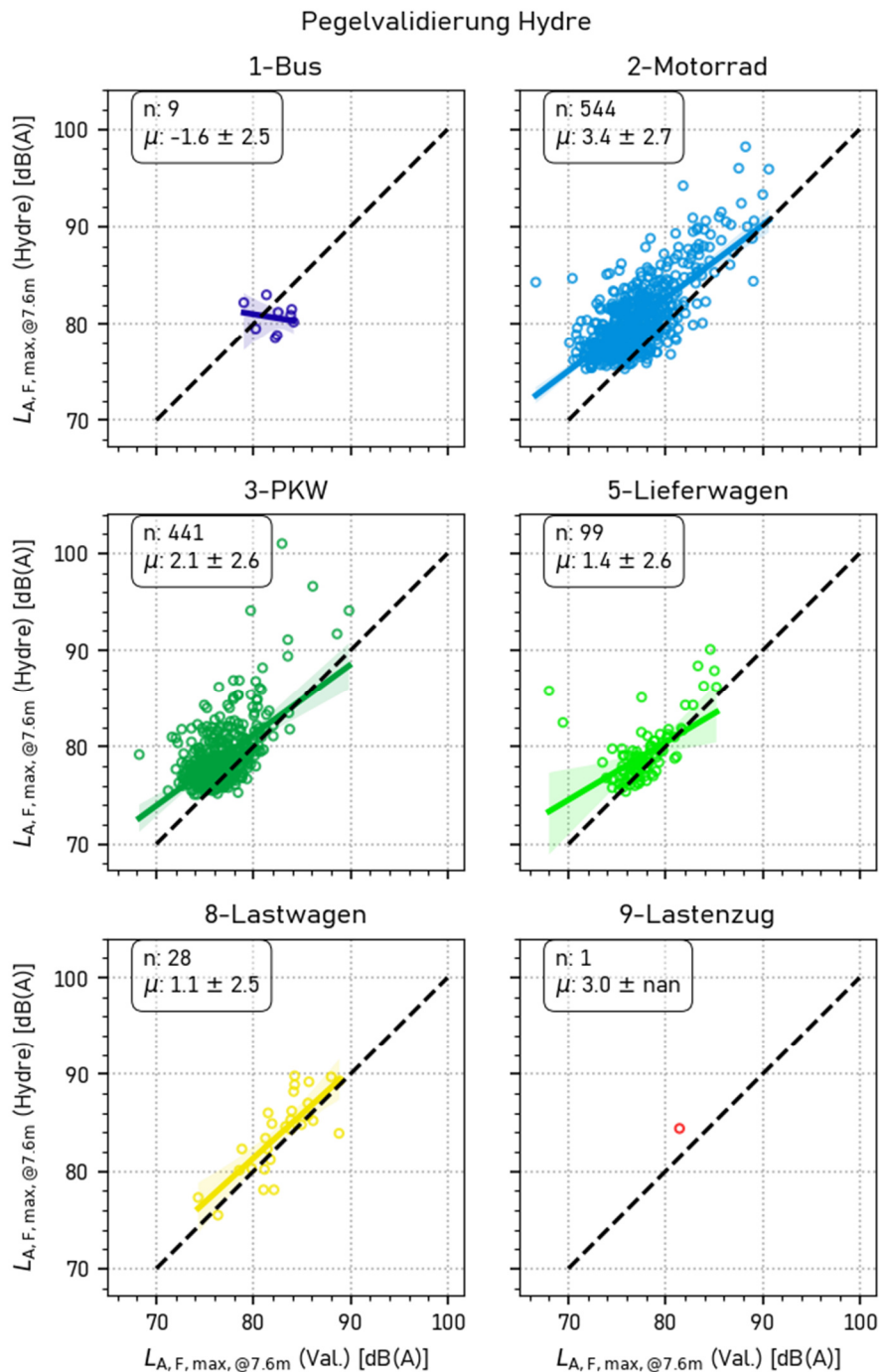


Abbildung 27: Vergleich zwischen den auf 7.6 m rückgerechneten $L_{A,F,max}@7.6m$ Pegeln des Validierungsmikrofons (x-Achse) und von Hydre (y-Achse). Der Pegelvergleich wird separat für jede Fahrzeugkategorie durchgeführt. n gibt die Anzahl an verglichenen Messpunkten an und μ kennzeichnet die mittlere Pegeldifferenz zwischen den von Hydre und dem Validierungsmikrofon erfassten $L_{A,F,max}@7.6m$ Pegeln inkl. Angabe einer Standardabweichung. Zur besseren Vergleichbarkeit ist eine gestrichelte Gerade für den Kongruenzfall eingezeichnet. Punkte über der gestrichelten Linie werden von Hydre lauter gemessen als vom Validierungsmikrofon, Punkte unterhalb als leiser. Die durchgehenden farbigen Kurven zeigen die lineare Regressionskurve.

16. März 2026

4.2.4 Pegelverteilung und Schwellenwertüberschreitungen Hydre

Die kumulative Verteilungsfunktion aller über den gesamten Messzeitraum aufgezeichneten Vorbeifahrten über dem Hydre-Erfassungswert von 75 dB(A) sind in Abbildung 28 nach Fahrzeugkategorie dargestellt. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den von der EMPA für PKW und Motorräder vorgeschlagenen Schwellenwert von 82 dB(A), welcher bis 50 km/h gilt. Die mit sonRoad18 für jede Kategorie auf 80 km/h hochgerechneten Schwellenwerte sind in grün dargestellt.

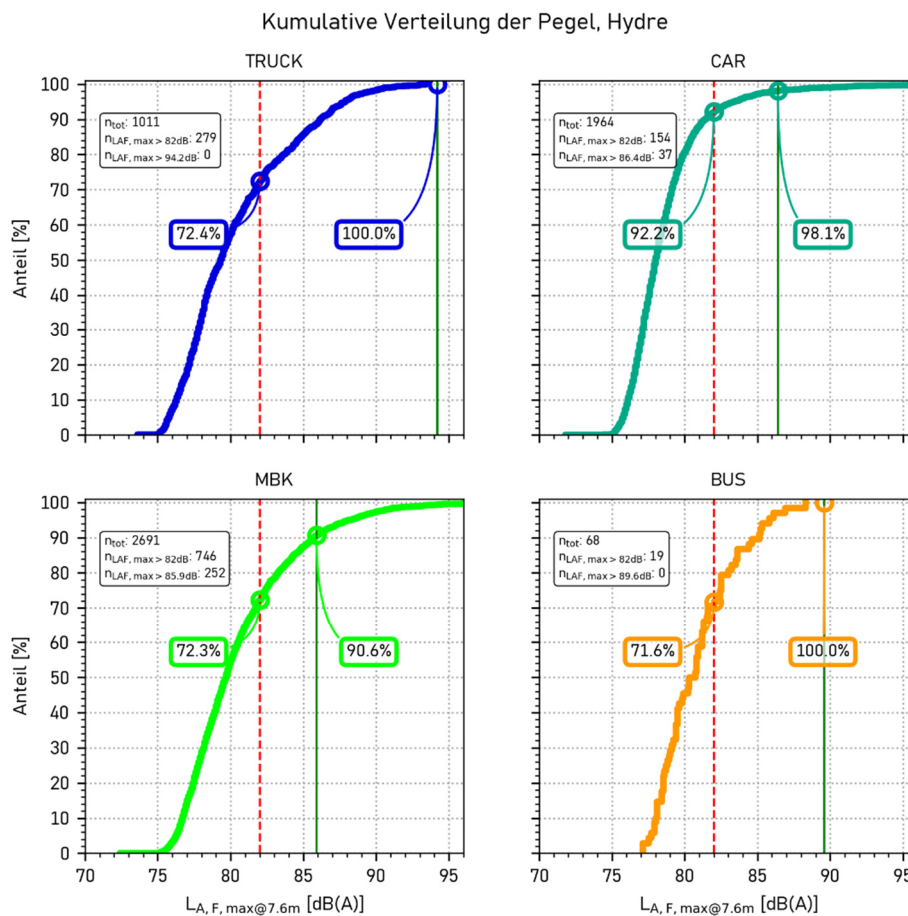


Abbildung 28: Kumulative Verteilungsfunktion der von Hydre erfassten $L_{A,F,max@7.6m}$ -Pegel nach Fahrzeugkategorie. Die Pegel wurden von Hydre auf eine Distanz von 7.6 m korrigiert. Hydre zeichnete Daten im Zeitraum vom 18.07.2024 bis 22.08.2024 auf. Für die Auswertung wurden nur trockene Strassenverhältnisse berücksichtigt. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den von der EMPA für PKW und Motorräder vorgeschlagenen Schwellenwert von 82 dB(A), welcher bis 50 km/h gilt. Die mit sonRoad18 für jede Kategorie auf 80 km/h hochgerechneten Schwellenwerte sind in grün dargestellt. Die entsprechenden Pegelwerte können im Textfeld abgelesen werden. Der Prozentsatz aller Fahrzeuge, welche leiser als die Schwellenwerte sind, wird beim Schnittpunkt der vertikalen Linie und der Verteilungsfunktion angegeben. Die Anzahl an Fahrzeugen, welcher dies entspricht, ist im Textfeld gegeben. TRUCK bedeutet Lastwagen, CAR steht für Personenwagen, MBK für Motorrad und BUS kennzeichnet Busse.

Der Schwellenwert wurde beim Lärmblitzer auf 82 dB(A) gesetzt und die auf 80 km/h erweiterten Schwellenwertberechnung ist in Kapitel 5.5.1 beschrieben. Bei den Lastwagen liegen etwa 72 % aller Vorbeifahrten unter dem Schwellenwert von 82 dB(A). 279 Vorbeifahrten von Lastwagen lagen über dem Schwellenwert, was ca. 28 % entspricht. Keine der Vorbeifahrten liegen über dem auf 80 km/h

erweiterten Schwellenwert. Die Kategorie der Personenwagen ist die leiseste Kategorie und ca. 92 % aller Fahrzeuge weisen einen $L_{A,F,max}$ von weniger als 82 dB(A) auf. Bei 154 Vorbeifahrten wurde der Schwellenwert jedoch überschritten, was ca. 8 % entspricht. Rund 2% der Vorbeifahrten, also 37 Stück, liegen über dem erweiterten Schwellenwert. Bei den Motorrädern wurden mehr laute Vorbeifahrten detektiert, wovon 746 über dem Schwellenwert lagen, was ca. 28 % entspricht. Davon liegen immer noch 252 und somit ca. 9 % über dem auf 80 km/h angepassten Schwellenwert. Die Gesamtanzahl an Vorbeifahrten von Bussen über 75 dB(A) beträgt 68 und davon lagen 19 über dem Schwellenwert, was ca. 28 % entspricht. Wird der auf 80 km/h angepasste Schwellenwert verwendet, liegen keine Übertretungen vor.

4.3 Resultate swissNoise

4.3.1 Pegelkorrektheit

Da zwei swissNoise-Blitzer aufgestellt wurden, wird für jeden die Pegelkorrektheit in Bezug zum Validierungsmikrofon untersucht. Es gilt zu beachten, dass nur ein Validierungsmikrofon für beide Blitzer eingesetzt wurde. Wie in Abbildung 5 gezeigt, wurde das Hyde-Validierungsmikrofon seitlich versetzt zum Pfosten in Richtung Mariastein montiert. Im Gegensatz zum Hyde Lärmblitzer gibt der swissNoise Blitzer den A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ bei 8 Hz Erfassungsrate als akustische Grösse aus. Der $L_{A,eq}$ wurde mit der gleichen Samplingrate von 8 Hz auch vom Validierungsmikrofon erfasst.

Abbildung 29 zeigt den Vergleich der äquivalenten Schalldruckpegel $L_{A,eq}$ zwischen dem swissNoise1-Lärmblitzer mit Blickrichtung Mariastein und einem Validierungsmikrofon für verschiedene Fahrzeugkategorien. Die gestrichelte Linie stellt die ideale Übereinstimmung dar, während die farbigen Punkte und Regressionslinien die tatsächlichen Messwerte und deren Trends zeigen. Für die Kategorie Lastenzug ($n=2$) ist der Stichprobenumfang zu klein, um verlässliche Aussagen treffen zu können. Für Fahrzeugkategorien mit ausreichender Stichprobengrösse liegt die Steigung der Regressionsgerade nahe bei eins, da die Punkte in diesen Diagrammen weitgehend parallel zur gestrichelten Geraden verlaufen. Besonders die Kategorien Bus, PKW und Lieferwagen weisen eine hohe Übereinstimmung auf, während bei der Kategorie Motorrad Abweichungen auftreten. Die mittlere Pegeldifferenz μ zwischen den Messsystemen liegt für die Fahrzeugkategorien zwischen -3.1 dB(A) und -3.8 dB(A). Dies zeigt, dass swissNoise systematisch niedrigere Werte als das Validierungsmikrofon misst. Die größten mittleren Abweichungen treten bei PKWs (-3.8 ± 1.4 dB(A)), Motorrädern (-3.7 ± 2.5 dB(A)) und Lieferwagen (-3.7 ± 1.4 dB(A)) auf. Die Standardabweichung ist bei den Kategorien PKW, Lieferwagen und Lastwagen vergleichbar und bei der Kategorie Motorrad etwas erhöht. Bei der Kategorie Bus fällt die Standardabweichung mit 0.5 dB(A) klein aus.

Abbildung 30 zeigt den Vergleich der äquivalenten Schalldruckpegel $L_{A,eq}$ zwischen dem swissNoise2-Lärmblitzer mit Blickrichtung Röschenz und einem Validierungsmikrofon für verschiedene Fahrzeugkategorien. Im Vergleich zu den vorherigen Ergebnissen fällt auf, dass die mittlere Pegeldifferenz μ mit Werten zwischen -2.5 dB(A) und -3.1 dB(A) insgesamt geringer ausfällt. Besonders bei Motorrädern ist die mittlere Abweichung mit -2.5 dB(A) niedriger als bei Messungen mit Blickrichtung Mariastein. Jedoch bleibt die Standardabweichung mit 2.5 dB(A) weiterhin hoch. Diesmal liegen die Messpunkte der Kategorien Bus, Lieferwagen und Lastwagen beinahe parallel zur gestrichelten Linie.

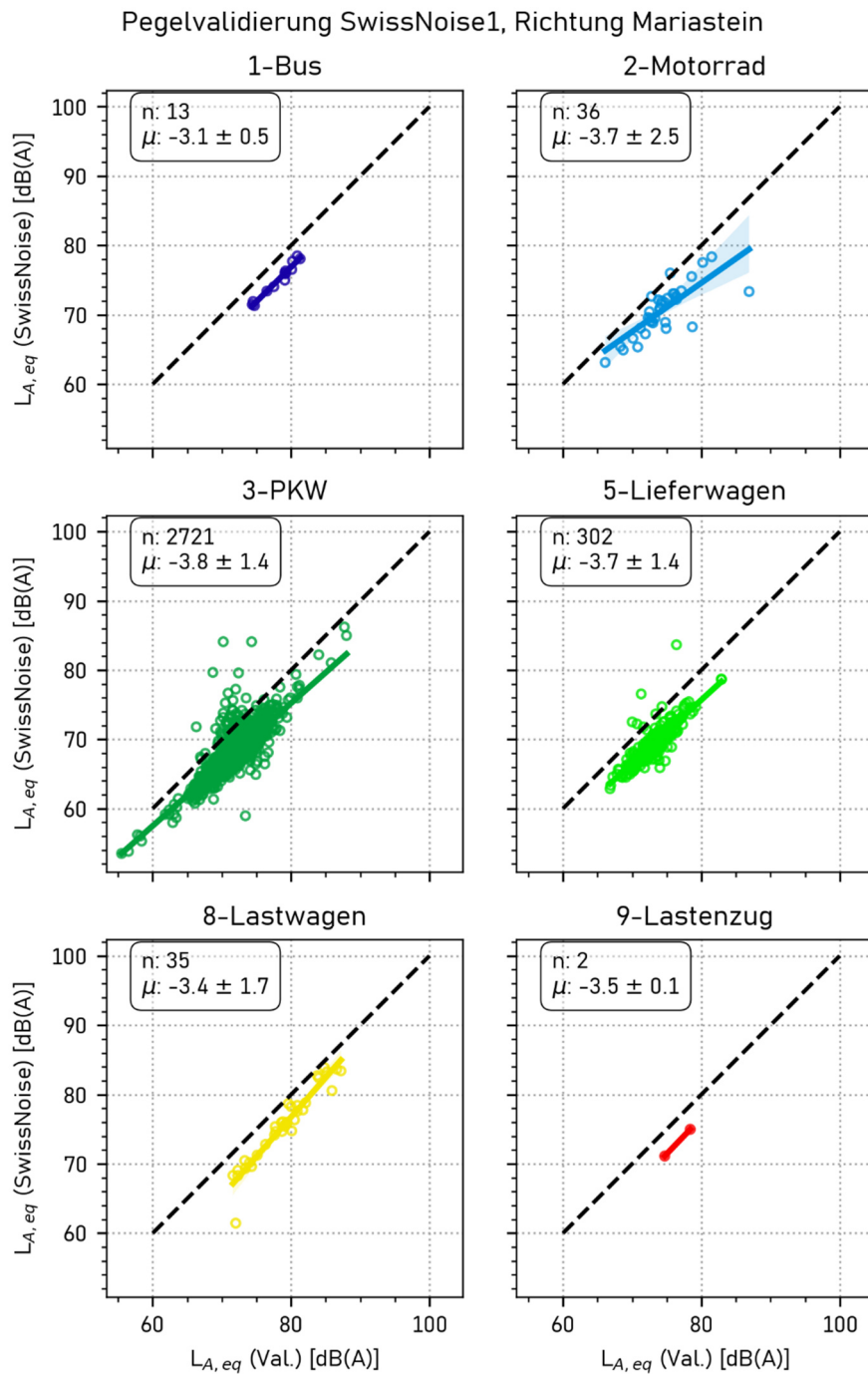


Abbildung 29: swissNoise1 Blitzler Richtung Mariastein. Vergleich zwischen den $L_{A,eq}$ Pegeln des Validierungsmikrofons (x-Achse) und vom swissNoise1 Lärmblitzer (y-Achse). In beiden Fällen beträgt die Erfassungsrate 8 Hz. Der Pegelvergleich wird separat für jede Fahrzeugkategorie durchgeführt. n gibt die Anzahl an verglichenen Messpunkten an und μ kennzeichnet die mittlere Pegeldifferenz zwischen den von Hydre und den vom Validierungsmikrofon erfassten $L_{A,eq}$ Pegeln inkl. Angabe einer Standardabweichung. Zur besseren Vergleichbarkeit ist eine gestrichelte Gerade eingezeichnet. Punkte über der gestrichelten Linie werden von swissNoise1 als lauter gemessen als vom Validierungsmikrofon, Punkte unterhalb als leiser. Die durchgehenden farbigen Kurven zeigen die lineare Regressionskurve.

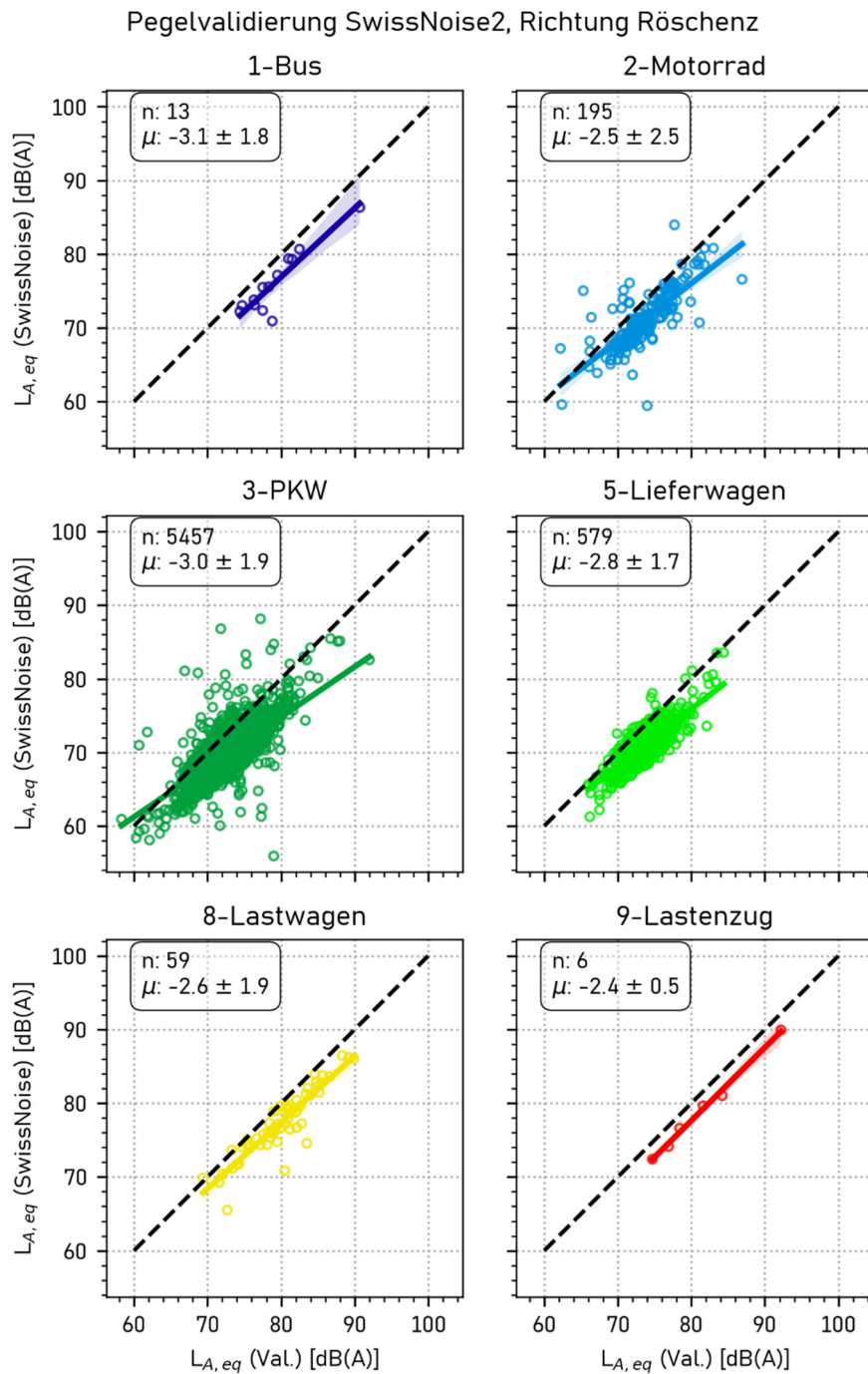


Abbildung 30: swissNoise2 Blitzer Richtung Röschenz. Vergleich zwischen den $L_{A,eq}$ Pegeln des Validierungsmikrofons (x-Achse) und vom swissNoise Lärmblitzer (y-Achse). In beiden Fällen beträgt die Erfassungsrate 8 Hz. Der Pegelvergleich wird separat für jede Fahrzeugkategorie durchgeführt. n gibt die Anzahl an verglichenen Messpunkten an und μ kennzeichnet die mittlere Pegeldifferenz zwischen den von Hydre und den vom Validierungsmikrofon erfassten $L_{A,eq}$ Pegeln inkl. Angabe einer Standardabweichung. Zur besseren Vergleichbarkeit ist eine gestrichelte Gerade eingezeichnet. Punkte über der gestrichelten Linie werden von swissNoise2 als lauter gemessen als vom Validierungsmikrofon, Punkte unterhalb als leiser. Die durchgehenden farbigen Kurven zeigen die lineare Regressionskurve.

Der swissNoise1 Lärmblitzer in Richtung Mariastein hat bei einer Mehrzahl der Kategorien nur ca. halb so viele oder weniger Vorbeifahrten registriert wie der swissNoise2 Lärmblitzer mit Blickrichtung Röschenz. Die Ursache hierfür liegt in der kürzeren Messperiode (siehe Tabelle 1). Aufgrund von Reparaturarbeiten wurde der swissNoise Sensor 1 erst 5 Tage nach Beginn der Validierungsmessungen wieder installiert. Die Gesamtdauer der Validierungsmessungen betrug 11 Tage. Verglichen mit den Hydre Messungen wurden vom swissNoise Lärmblitzer mehr Vorbeifahrten aufgezeichnet. Dies ist auf die Unterschiedliche Lage der Erfassungswerte zurückzuführen. Hydre registriert Vorbeifahrten ab einem Erfassungswert von 75 dB(A), während die swissNoise Sensoren Vorbeifahrten ab 45 dB(A) aufzeichnen.

4.3.2 Pegelverteilung und Schwellenwertüberschreitung swissNoise

Die kumulativen Verteilungsfunktionen der beiden swissNoise Blitzer mit Blickrichtung Mariastein und Röschenz sind in Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellt. Die Verteilungsfunktionen beinhalten alle über den Gesamtmesszeitraum von den Lärmblitzern gemessenen Vorbeifahrtpegel und stellen diese für jede Fahrzeugkategorie dar. Es zeigt sich, dass die swissNoise Sensoren nur die Kategorien Bus, Auto und Lastwagen zu unterscheiden vermögen. Eine Klassierung in die Kategorie Motorrad wird von den swissNoise Blitzern nicht vorgenommen. Der $L_{A,F,max}$ Schwellenwert von 82 dB(A) ist nur eingeschränkt auf die von SwissNoise zur Verfügung gestellten $L_{A,eq}$ Daten anwendbar. Da der $L_{A,eq}$ bei einer Erfassungsrate von 8 Hz aber über ein kleines Zeitintervall von höchstens 125 ms gebildet wird, sind die Unterschiede zwischen $L_{A,F,max}$ und $L_{A,eq}$ bei konstanter Vorbeifahrt vermutlich nicht allzu gross und der $L_{A,eq}$ Schwellenwert kann dennoch zur Einordnung der Resultate verwendet werden. Grössere Abweichungen sind jedoch bei kurzen und sehr lauten Events, wie z.B. dem Knallen bei Betätigung einer Auspuffklappe möglich. Da Lärmspitzen beim $L_{A,eq}$ gemittelt werden, ist die Aussagekraft der Pegelverteilungen für den Vollzug von eingeschränktem Nutzen. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den von der EMPA für PKW und Motorräder vorgeschlagenen Schwellenwert von 82 dB(A), welcher bis 50 km/h gilt. Die mit sonRoad18 auf 80 km/h hochgerechneten Schwellenwerte sind in grün dargestellt. Es findet keine Pegelkorrektur in Abhängigkeit der Distanz statt.

16. März 2026

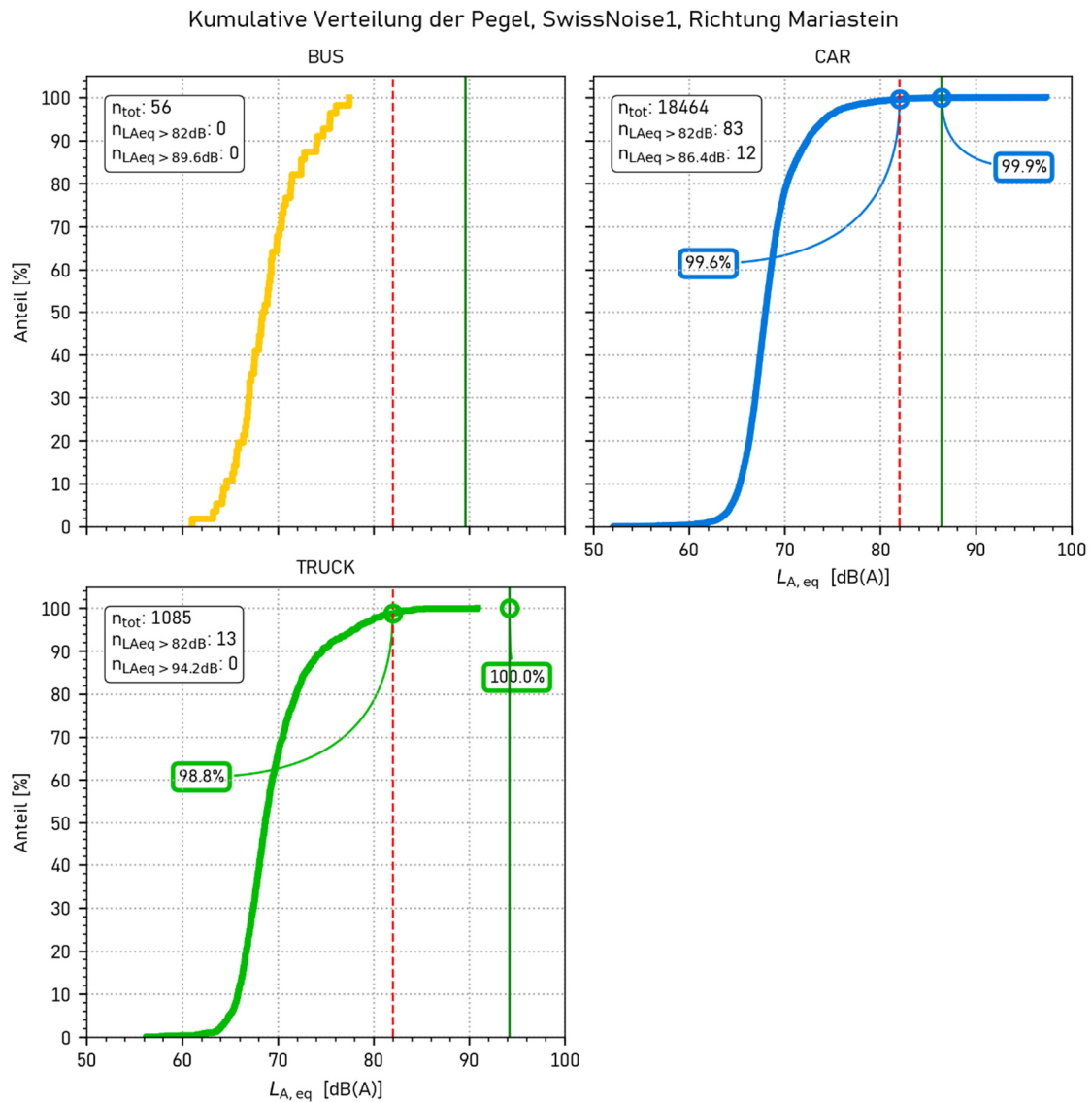


Abbildung 31: Kumulative Verteilungsfunktion der von swissNoise1 in Blickrichtung Mariastein erfassten $L_{A,eq}$ -Pegel nach Fahrzeugkategorie. Es findet keine Distanzkorrektur der Pegel statt. swissNoise zeichnete Daten im Zeitraum vom 30.07.2024 bis 21.08.2024 auf. Für die Auswertung wurden nur trockene Strassenverhältnisse berücksichtigt. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den Schwellenwert von 82 dB(A), welcher für 50 km/h gilt. Die mit sonRoad18 für jede Kategorie auf 80 km/h hochgerechneten Schwellenwerte sind in grün dargestellt. Die entsprechenden Pegelwerte können im Textfeld abgelesen werden. Der Prozentsatz aller Fahrzeuge, welche leiser als die Schwellenwerte sind, wird beim Schnittpunkt der vertikalen Linie und der Verteilungsfunktion angegeben. Die Anzahl an Fahrzeugen, welcher dies entspricht, ist im Textfeld gegeben. TRUCK bedeutet Lastwagen, CAR steht für Personenwagen und BUS kennzeichnet Busse. Es findet keine Pegelkorrektur in Abhängigkeit der Distanz statt.

16. März 2026

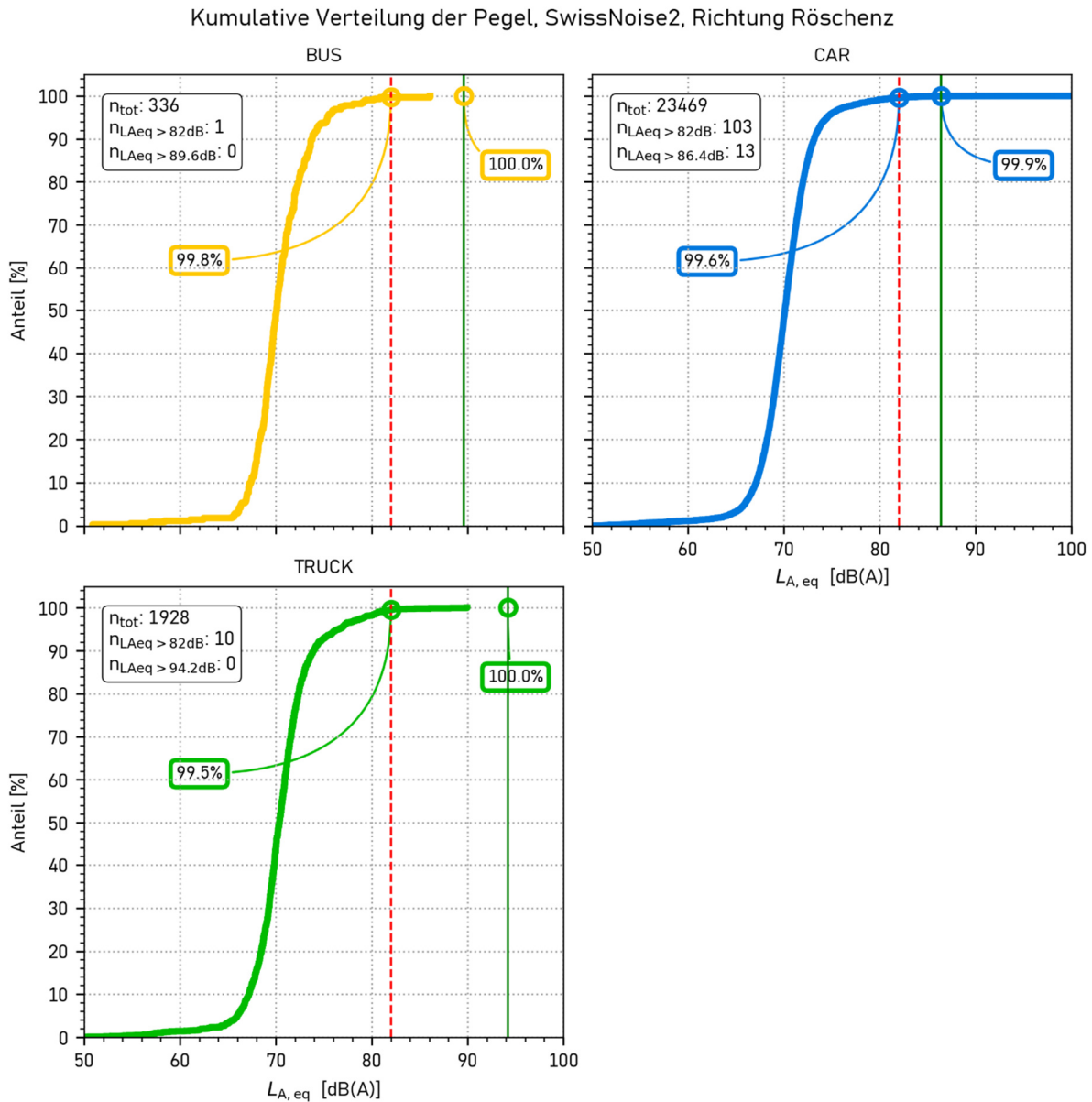


Abbildung 32: Kumulative Verteilungsfunktion der von swissNoise2 in Blickrichtung Röschenz erfassten $L_{A,eq}$ -Pegel nach Fahrzeugkategorie. Es findet keine Distanzkorrektur der Pegel statt. swissNoise zeichnete Daten im Zeitraum vom 25.07.2024 bis 21.08.2024 auf. Für die Auswertung wurden nur trockene Strassenverhältnisse berücksichtigt. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den Schwellenwert von 82 dB(A), welcher für 50 km/h gilt. Die mit sonRoad18 für jede Kategorie auf 80 km/h hochgerechneten Schwellenwerte sind in grün dargestellt. Die entsprechenden Pegelwerte können im Textfeld abgelesen werden. Der Prozentsatz aller Fahrzeuge, welche leiser als die Schwellenwerte sind, wird beim Schnittpunkt der vertikalen Linie und der Verteilungsfunktion angegeben. Die Anzahl an Fahrzeugen, welcher dies entspricht, ist im Textfeld gegeben. TRUCK bedeutet Lastwagen, CAR steht für Personenwagen und BUS kennzeichnet Busse. Es findet keine Pegelkorrektur in Abhängigkeit der Distanz statt.

16. März 2026

Bei beiden Lärmblitzern wurde nur einer oder gar kein Bus über dem Schwellenwert von 82 dB(A) detektiert. Bei der Kategorie PKW liegen ca. 0.4% aller PKW Vorbeifahrten über dem Schwellenwert von 82 dB(A). Die Anzahl an Fahrzeuge über dem auf 80 km/h hochgerechneten Schwellenwert liegt für PKWs in beiden Fällen leicht über 10. Bei der Kategorie Lastwagen liegen lediglich 0.2% resp. 0.5 % der Vorbeifahrten über dem Schwellenwert von 82 dB(A). Keine Lastwagenvorbeifahrten lagen über dem auf 80 km/h erweiterten Schwellenwert.

Bei der Kategorie Bus hat der swissNoise2 Sensor in Richtung Röschenz mit 336 Vorbeifahrten mehr Events detektiert als der Blitzler in Richtung Mariastein mit 56 Vorbeifahrten. Bei der Kategorie Personenwagen wurden von swissNoise1 insgesamt 18'464 Vorbeifahrten registriert und 23'469 Vorbeifahrten von swissNoise2. Auch bei der Fahrzeugkategorie Lastwagen wurden von swissNoise2 mit 1928 mehr Vorbeifahrten detektiert als von swissNoise1 mit 1085 Vorbeifahrten.

4.4 Einfluss Fahrbahnzustand

Wie in Kapitel 3.1.4 beschrieben, wurde anhand von meteorologischen Daten (Meteostation Brislach [10]) trockene und nasse Abschnitte identifiziert. Nach einer Niederschlagsperiode wird ein Fenster von 2 Stunden definiert, während dessen der Fahrbahnzustand als nass betrachtet wird. Wie Abbildung 33 zeigt, wirkt sich der Fahrbahnzustand auf die registrierten Pegelwerte aus. Während der Niederschlagsperiode liegt der Median der Pegelverteilung bei 71.5 dB(A), während die Pegel für die nasse Fahrbahn und bei trockenen Verhältnissen mit 68.4 dB(A) und 68.0 dB(A) beinahe identisch sind. Es ergibt sich somit ein mittlerer Pegelunterschied zwischen dem Zustand Regen und nasse Fahrbahn von 3.2 dB(A), respektive von 3.5 dB(A) zwischen Regen und trockenem Strassenzustand. Eine identische Analyse mit Pegelwerten von swissNoise2 führt zu einer Pegelzunahme von 2.6 dB(A) zwischen Regen und den beiden übrigen Fahrbahnzuständen, siehe Abbildung 62 in Anhang III.

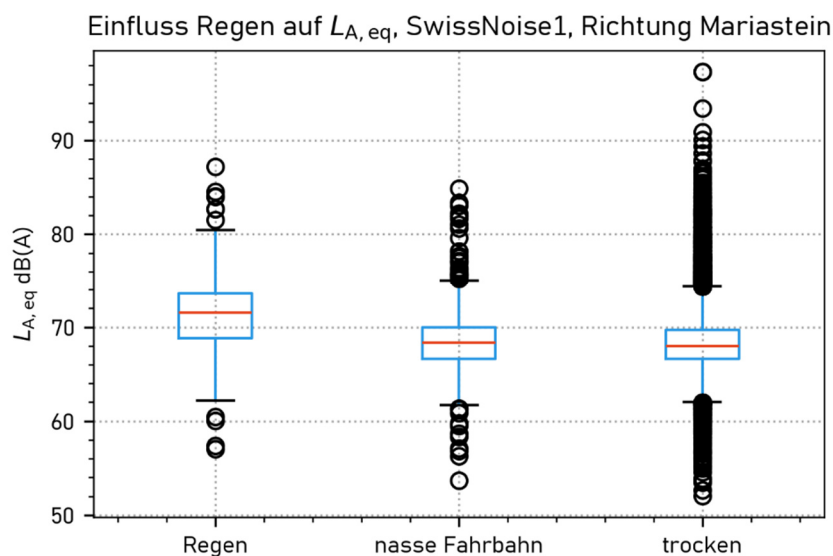


Abbildung 33: Einfluss Fahrbahnzustand auf die von swissNoise1 gemessene Pegelverteilung. Die Verteilung der $L_{A,eq}$ Pegel ist als Boxplot Diagramm dargestellt. Die Anzahl an Datenpunkten für jede Kategorie lautet wie folgt: Regen: 829, nasse Fahrbahn: 1083, trocken: 19605.

5. Diskussion Verkehrsdaten und akustische Messungen

5.1 Diskussion Verkehrszusammensetzung

Die in Abbildung 14 bis Abbildung 16 gezeigten Daten charakterisieren die Verkehrszusammensetzung sowie die Geschwindigkeitszusammensetzung der verschiedenen Fahrzeugklassen für jede Fahrtrichtung. Die Analyse der Verkehrszusammensetzung mittels TopoBox hat ergeben, dass die Strecke zwischen Röschenz und Mariastein vorwiegend von PKWs, gefolgt von Motorrädern und Lieferwagen befahren wird. Mehr Motorräder wurden hangabwärts in Richtung Röschenz detektiert. Bei den Bussen wurde eine grössere Anzahl Fahrzeuge in Richtung Mariastein erfasst. Während der Tageszeit wurden bei den Kategorien Motorrad, PKW und Lieferwagen teils massive Geschwindigkeitsüberschreitungen festgestellt, welche bis zum 1.5-fachen der signalisierten Geschwindigkeit von 80 km/h reichten. Während der Nachstunden nahm die Höhe der Geschwindigkeitsübertretungen bei den PKWs und Motorrädern leicht ab und bei den Lieferwagen stark. Von der TopoBox wurden auch langsame Vorbeifahrtevents unter 40 km/h festgestellt. Diese Vorbeifahrten dürften vor allem von Anwohnern stammen, welche in die nahe gelegene Quartierstrasse einbiegen oder ausfahren und dann beschleunigen. Eine weitere Quelle langsamen Verkehrs sind landwirtschaftliche Fahrzeuge.

Zusätzlich wird in Abbildung 22 die Differenz zwischen der von der TopoBox ermittelten und der von Hydre gemessenen Vorbeifahrtgeschwindigkeit gegeben. Die Zuweisung der Hydre-Events zu den TopoBox Events erfolgt aufgrund eines Zeitstempel- und Maximalpegelabgleichs zwischen Hydre und den Validierungsmessungen. Die grösste Abweichung zwischen den Geschwindigkeiten besteht bei Bussen mit Fahrtrichtung Mariastein. Bei leichten und kurzen Fahrzeugen ist die Geschwindigkeitsdifferenz, sowie die Streuung der Differenzen kleiner. Bei den Kategorien PKW, Lieferwagen und Lastwagen ist die Streuung der Geschwindigkeitsdifferenzen in Fahrtrichtung Röschenz erhöht. Der dichte Teil der Differenzverteilungen befindet sich bei allen Kategorien im positiven Wertebereich. Dies bedeutet, dass Hydre gegenüber der TopoBox systematisch tiefere Geschwindigkeiten ausweist. Es gilt zu beachten, dass Hydre nicht primär für die genaue Ermittlung von Geschwindigkeiten konzipiert wurde und über kein Radarsystem verfügt.

5.2 Diskussion Geschwindigkeit-Pegel Plots

Der von den Validierungsmikrofonen aufgenommene Schalldruckpegel $L_{A,F,max@7.6m}$ setzt sich aus dem Antriebsgeräusch, dem Rollgeräusch und Umgebungslärm zusammen. Vor allem das Rollgeräusch weist eine Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit auf. Die gemessenen Schalldruckpegel weisen eine $\log(v)$ -Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit v auf und werden in Abbildung 17 für das Hydre- sowie in Abbildung 18 und Abbildung 19 für das swissNoise Validierungsmikrofon richtungsgetreunt für alle registrierten Swiss10 Fahrzeugkategorien dargestellt. Die Pegel der Validierungsmikrofone wurden dabei auf eine Referenzdistanz von 7.6m zurückgerechnet. Die meisten Datenpunkte liegen in einem Band zwischen 40 km/h und 100 km/h. Abhängig von der Fahrzeugkategorie können sich die Pegel in diesem Geschwindigkeitsbereich um bis zu 11 dB ändern. Für eine allfällige Überschreitung des Schwellenwerts kann die gefahrene Geschwindigkeit somit ein wesentlicher Faktor sein.

Die Pegel der Validierungsmessungen von Hydre und von swissNoise sind für Fahrten in Richtung Mariastein lauter. Dies kann vermutlich der Steigung von ca. 4% in dieser Richtung zugeschrieben

werden. Aufgrund der Steigung wird in kleineren Gängen hochtourig gefahren, um den Anstieg zu bewältigen. Dies wirkt sich auf den erfassten Schallpegel aus. Die Differenzen bei den Motorrädern sind zwischen den Richtungen wohl grösser, da das Rollgeräusch aufgrund der dünnen Bereifung untergeordneter ist, also das Motorengeräusch auch bei höheren Tempi dominiert. Die unterschiedliche Motorenlast bei Auf- und Abfahrt spiegelt sich somit direkt in den Pegeln wider. Bei beiden Validierungsmessungen wurden leise Motorradvorbeifahrten zwischen 40 km/h und 70 km/h in Richtung Röschenz gemessen. Die Ursache hierfür ist unklar. Es könnte sich um Fehlklassierungen der TopoBox oder um Messungen mit inkorrekt ermittelter Geschwindigkeit handeln. Bei den Hydre Validierungsmessungen lässt sich zudem eine Gruppe langsamer und leiser Vorbeifahrten bei der Kategorie Lastwagen erkennen. Auch hier ist die Ursache unklar. Eine Ursachenermittlung für die leisen und langsamen Vorbeifahrten ist nicht möglich, da der swissNoise Blitzer fast keine Motorradvorbeifahrten registriert hat und die Erfassungsschwelle bei Hydre bei 75 dB(A) liegt, was deutlich über den Schallpegeln der beiden zu untersuchenden Gruppen liegt. Bezüglich Videomaterial besteht in diesem Bereich eine Lücke und die Zuweisungen der TopoBox können nicht weiter überprüft werden. Die Gruppe der langsamen (25–45 km/h) und lauten (> 78 dB(A)) Vorbeifahrten in der Kategorie Lastwagen konnte landwirtschaftlichen und Baustellenfahrzeugen zugewiesen werden.

Bei den Kategorien Motorrad und PKW treten vermehrt Ausreisser zu hohen Pegelspitzen auf. Dies kann als besonders störend empfunden werden. Die Vorbeifahrten mit übermässig hohen Vorbeifahrtpegeln sind vermutlich auf eine inadäquate Fahrweise oder auf technische Modifikationen am Fahrzeug zurückzuführen, siehe Kapitel 6.1. Eine Pilotstudie über den Einsatz von Hydre in Berlin kam zu einem ähnlichen Schluss [11].

5.3 Diskussion Erfassungsstatistik

Die Geschwindigkeit-Pegel Plots in Kapitel 4.1.2 eignen sich auch für eine Diskussion der Erfassungsstatistik, da die Insets die Anzahl an erfassten Validierungs- und Lärmblitzerevents angeben.

In rot eingefärbt sind jene Datenpunkte der Validierungsmessung, für die ein entsprechender Vorbeifahrtsevent in den Lärmblitzerdaten gefunden werden konnte. Der Hydre-Erfassungswert beträgt 75 dB(A) und derjenige für swissNoise liegt bei 45 dB(A). Die Mehrheit der rot eingefärbten Punkte liegt gemäss Validierungsmessung über den jeweiligen Erfassungswerten der Lärmblitzer. Bei Punkten, welche unter diesem Erfassungswert eine rote Einfärbung aufweisen, liegt entweder eine Fehlzuweisung zwischen dem Lärmblitzer-Messpunkt und dem Validierungsmesspunkt vor, oder das Referenzmikrofon hat einen Wert gemessen, welcher unterhalb des Erfassungswerts der jeweiligen Lärmblitzer liegt. Bei den Hydre-Daten könnte dies vor allem dann der Fall sein, wenn sich ein lautes Vorbeifahrtseignis in einiger Distanz zum Lärmblitzer ereignet hat. Der von Hydre auf 7.6 m rückgerechnete Schallpegel liegt in diesem Fall über dem Erfassungswert. Beim Referenzmikrofon findet eine Pegelkorrektur auf 7.6 m nur bezüglich der nächsten räumlichen Distanz zur Strasse statt. Der Pegel der entfernten lauten Vorbeifahrt wird vom Validierungsmikrofon daher leiser erfasst als dies beim auf 7.6 m rückgerechneten Hydre-Pegel der Fall ist.

Beim Vergleich der Anzahl von den Lärmblitzersystemen erfassten Vorbeifahrten n_{swN} fällt auf, dass die Anzahl detektierter Motorradvorbeifahrten beim swissNoise System sehr niedrig ausfällt. Dies hat damit zu tun, dass das swissNoise-System Motorradvorbeifahrten nicht erkannt hat und bei Motorrädern auch keine Vorbeifahrt Daten aufgezeichnet hat.

Der swissNoise1 Blitzler ist hangaufwärts in Richtung Mariastein ausgerichtet. Ein Bezug zwischen Validierungsmessung und swissNoise1 Event (n_{swN}) konnte in Fahrtrichtung Mariastein häufiger vorgenommen werden als in Fahrtrichtung Röschenz. Es scheint der Fall zu sein, dass eine Vorbeifahrterfassung beim swissNoise-System besonders dann erfolgreich ist, wenn diese deckungsgleich mit der Blitzerausrichtung ist. Dieser Trend lässt sich auch bei den Zuweisungen im Geschwindigkeit-Pegel von swissNoise2 mit Blickrichtung Röschenz feststellen. Dies deutet darauf hin, dass die Fähigkeit zur spurgenaue Analyse des Verkehrs bei den swissNoise Blitzern nicht vollständig gegeben ist und mehr Vorbeifahrten in die Richtung erkannt werden, in welche der Lärmblitzer orientiert ist.

Die Anzahl an TopoBox Events n_{TB} , welche einer durch die Validierungsmikrofone erfassten Vorbeifahrt zugeordnet werden können, ist bei den Hydre und swissNoise Validierungsmessungen etwa vergleichbar. Grössere Unterschiede lassen sich aber bei der Anzahl an Lärmblitzerevents n_{swN} und n_{Hyd} , welche den Validierungsevents zugewiesen werden konnten, feststellen. Aufgrund des niedrigeren Erfassungswertes wurden von swissNoise mehr Vorbeifahrten registriert als von Hydre. Bei swissNoise1 wurden mehr Vorbeifahrten in Richtung Mariastein und bei swissNoise2 mehr Vorbeifahrten in Richtung Röschenz erfasst. Die Gesamtzahl an erfassten Vorbeifahrten ist bei swissNoise2 höher als bei swissNoise1. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass swissNoise1 zu Beginn der Validierungsperiode noch in Reparatur war. Ein genaueres Benchmarking zwischen swissNoise1 und swissNoise2 wird zusätzlich dadurch erschwert, dass bei swissNoise2 aufgrund von Problemen mit dem IR-Sensor kaum Nachtaufnahmen vorliegen.

5.4 Diskussion Pegelkorrektheit

Die Pegelkorrektheit der Lärmblitzer wird anhand einer Gegenüberstellung der Pegel von Vergleichsmikrofon und Lärmblitzer aufgezeigt. Dabei wird für jedes Vorbeifahrtevent der gemessene Lärmblitzerpegel gegenüber dem Pegel des Validierungsmikrofons aufgetragen. Durch Bildung der mittleren Differenz zwischen den beiden Pegeln kann ermittelt werden, ob die Lärmblitzer lauter oder leiser erfasst haben als das Validierungsmikrofon. In den Plots zur Pegelkorrektheit kennzeichnet die gestrichelte schwarze Linie den Fall kompletter Pegelkongruenz und die Steigung beträgt eins. Punkte, welche über der gestrichelten Linie liegen werden vom Lärmblitzersystem lauter gemessen als dies beim Validierungsmikrofon der Fall ist und Punkte unterhalb der gestrichelten Linie werden vom Lärmblitzersystem entsprechend als leiser erfasst. Nebst der mittleren Abweichung ist auch die Steigung der linearen Regression ein wichtiges Beurteilungskriterium. Wenn ein Pegelzuwachs vom Validierungsmikrofon gleich gross beurteilt wird, wie von Hydre, dann liegen die Punkte entlang einer Geraden mit Steigung eins.

Bei Distanznormierung auf 7.6 m liefert das Hydre-System im Mittel höhere $L_{A,F,max@7.6m}$ Pegel als das Validierungsmikrofon (siehe auch Abbildung 26). Bei den Motorrädern beträgt die mittlere Differenz 3.4 dB, bei den PKWs 2.1 dB und bei den Lieferwagen 1.4 dB. Die Parallelität zur Kongruenzlinie ist bei der Kategorie Lastwagen am grössten und die mittlere Differenz zwischen Hydre-Messung und Validierungsmessung beträgt 1.1 dB. Da bei Hydre Messwerte erst ab $L_{A,F,max@7.6m} > 75$ dB(A) aufgezeichnet werden, erstreckt sich die Mehrheit der Pegelwerte über einen kleinen Bereich zwischen von zwischen 8 bis 14 dB Breite. Dies erschwert die Feststellung der korrekten Pegelabhängigkeit zwischen Validierungsmessung und Blitzler und führt zu einer erhöhten Unsicherheit bei der Steigungsermittlung der Regressionskurve.

Für die Rückrechnung der Hydre-Validierungsmessung auf 7.6 m wurde angenommen, dass ein Ereignis dann am lautesten ist, wenn es sich auf Höhe des Referenzmikrofons befindet. Die Distanzkorrektur bei der Validierungsmessung wird für die Länge der Raumdiagonalen zwischen dem Verursacher auf Höhe Mikrofon und der Referenzdistanz von 7.6 m vorgenommen. Es kann vorkommen, dass sich ein lautes Ereignis in einiger Distanz zum Validierungsmikrofon ereignet. Hydre führt in diesem Fall eine Korrektur nach geräteintern ermittelter Distanz durch, während für die Pegelrückrechnung beim Validierungsmikrofon das Maximum des $L_{A,F,max}$ -Pegels unter der Annahme verwendet wird, dass sich das laute Ereignis auf Höhe des Mikrofons zugetragen hat. Dies kann dazu führen, dass auf 7.6 m korrigierte Hydre-Ereignisse lauter sind als die vom Validierungsmikrofon aufgezeichneten und auf 7.6 m rückgerechneten Pegel.

Wie in Kapitel 4.2.2 gezeigt wurde, ist die korrekte Ermittlung der Distanz zum lautesten Ereigniszeitpunkt in der Vorbeifahrttrajektorie bei Hydre nicht immer sichergestellt. Werden inkorrekt ermittelte Distanzen für die Pegelrückrechnung auf 7.6 m verwendet, kann dies Abweichungen von mehreren Dezibel zur Folge haben. Eine Überschätzung der Distanz führt zu einem erhöhten rückgerechneten Vorbeifahrtpegel, während bei einer Unterschätzung die Pegelkorrektur auf 7.6 m nicht genügend hoch ausfällt. Die durch die Weitwinkelkamera entstehende Bildverzerrung in den Randzonen erschwert das Erkennen von inkorrekten Distanzen. Erhöhte Unsicherheiten bei der Distanzbestimmung wirken sich in einer vergrösserten Streuung der Werte entlang der $L_{A,F,max@7.6m}$ Achse von Hydre aus.

Der swissNoise1 Blitzer mit Blickrichtung Mariastein hat gegenüber dem Validierungsmikrofon tiefere Pegel erfasst als der swissNoise2 Blitzer in Richtung Röschenz. Die Pegeldifferenz bei den Bussen ist vergleichbar, allerdings liegen nur wenige Messungen vor. Die Ursache für die Pegeldifferenzen lässt sich nicht genau ermitteln. Geometrische Faktoren wie die Distanz zum Validierungsmikrofon zum Zeitpunkt des lautesten registrierten Pegels und die Distanz zum Mikrofonarray der Lärmblitzer beim lautesten vom Array detektierten Event dürften eine Rolle spielen. Weiter liegt die Fahrspur in Richtung Mariastein auf der gegenüberliegenden Strassenseite relativ zu dem Grünstreifen mit den Validierungsmikrofonen und Blitzern. Dies bedeutet, dass hangaufwärts fahrende Fahrzeuge in Richtung Mariastein später in den vom Mikrofonarray sichtbaren Raumwinkel eintreten und die Distanz zwischen Fahrzeug und Array grösser ist als in die entgegengesetzte Fahrtrichtung (Röschenz). Auch im Gelände vorherrschende Windsysteme können die Messung beeinflussen. Die vom Validierungsmikrofon aufgezeichneten Pegel sind vermutlich auch von Reflektionen an der Kandelaberstange beeinflusst. Dieser Effekt wird aber minimiert, dadurch dass die Referenzmikrofone in einiger Distanz zur Kandelaberstange aufgehängt wurden.

Bei den swissNoise Pegelvalidierungen wird der $L_{A,eq}$ als akustische Grösse verwendet. Es erfolgt keine Distanznormierung der Pegel und es liegen auch keine Distanzangaben vor. Ein Vergleich zwischen den Lärmblitzern sollte daher mit akustischen Werten, welche nicht bezüglich Distanz zur Quelle normiert wurden, erfolgen. Die mittleren Pegelabweichungen zwischen Hydre und swissNoise2 stimmen bei den Kategorien Bus, Motorrad und Lastwagen gut überein. Bei den Kategorien PKW und Lieferwagen wurde von Hydre im Mittel um 1.3 bzw. 1.1 dB(A) tiefere Pegel gemessen. Bei swissNoise1 stimmen die mittleren Pegelabweichungen bei den PKWs und Lieferwagen besser mit Hydre überein. Dass die mittlere Pegelabweichung bei Hydre tiefer ist, liegt vermutlich daran, dass Hydre Events in grösserer Distanz ebenfalls noch zu erfassen vermag.

5.5 Diskussion Schwellenwert

5.5.1 EMPA-Schwellenwert und Erweiterung auf 80 km/h

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat im Jahr 2022 bei der EMPA eine Studie zur «Ermittlung eines Schwellenwerts für übermässig laute Fahrzeuge» in Auftrag gegeben [3]. Der Begriff Schwellenwert schafft eine klare Abgrenzung zum konfigurierbaren Erfassungswert für die Eventaufzeichnung bei den Lärmblitzern. Die EMPA-Studie untersucht verschiedene Herleitungsmöglichkeiten für Schwellenwerte für PKW und Motorräder bei 30 und 50 km/h. In einem daten- und modellbasierten Ansatz wurden die bei der Modellbildung von sonROAD18 verwendeten Einzelvorbeifahrtmessungen berücksichtigt. Weiter werden für die Herleitung von Schwellenwerten die UNECE-Reglemente für die Fahrzeugzulassung herangezogen. Eine Literaturstudie wurde durchgeführt, um die gesundheitlichen Folgen von übermässig lauten Vorbeifahrten einschätzen zu können und ab welchen Schallpegeln mit solchen zu rechnen ist. Schliesslich wurde der Einsatz von Lärmblitzern im Ausland und die dort geltenden Schwellenwerte recherchiert.

Die EMPA-Studie [3] kommt zum Schluss, dass die Herleitung eines für in der Schweiz anwendbaren Schwellenwerts über die UNECE-Reglemente UNECE 51.02 von 1995 für PWs und UNECE 41.02 von 1994 für Motorräder erfolgen kann. Gemäss Norm gilt in einem definierten Verfahren in einem Abstand von 7.5 m und einer Höhe von 1.2 m für PWs ein Maximalpegel von 77 dB(A) und für Motorräder 81 dB(A). Da bei UNECE 51.02 für PWs die Reifen frei gewählt werden dürfen und die Anfangsgeschwindigkeit auf der AC8 Teststrecke 50 km/h beträgt, ist mit einem niedrigen Rollgeräuschanteil und einem dominierenden Antriebsgeräusch zu rechnen. Der UNECE-Wert kann vereinfacht dem Antriebsgeräusch gleichgesetzt werden, dem ein errechnetes Rollgeräusch hinzuaddiert wird. Für Personenwagen wird das Rollgeräusch unter unvorteilhaften Bedingungen bei -10°C und einem KB50_2 Belag mit sonROAD18 berechnet und beläuft sich auf 75.3 dB(A). Zusätzlich, werden 5 dB(A) zum Rollgeräusch addiert, um unvorteilhafte, im Handel aber erhältliche, EU-Labelwerte von Reifen einzuschliessen [3], [12]. Durch energetische Addition des Antriebsgeräusches von 77 dB(A) und einem Rollgeräuschanteil von 80.3 dB(A) wird ein Schwellenwert von 82.0 dB(A) für Personenwagen vorgeschlagen. Für Motorräder wird angenommen, dass der Rollgeräuschanteil vernachlässigbar ist und es wird auf den UNECE Zulassungswert von 81 dB(A) abgestellt. Da die Werte für beide Fahrzeugklassen beinahe identisch sind, wird im Sinne der Einheitlichkeit der höhere Wert von 82 dB(A) als Schwellenwert vorgeschlagen [3].

Die im vorigen Abschnitt beschriebene und von der EMPA entwickelte [3] Herleitung eines Schwellenwerts gilt für die Fahrzeugklassen Motorrad und PKW im Innerortsbereich bis 50 km/h. Umweltbedingungen wie Regen oder Schnee sowie Steigung werden nicht berücksichtigt. Auch die übrigen Fahrzeugklassen der Swiss10-Kategorien werden nicht berücksichtigt. Die in dieser Lärmblitzerstudie verwendete Teststrecke liegt im Ausserortsbereich und weist eine signalisierte Geschwindigkeit von 80 km/h auf. Die Schwellenwerte müssen daher auf den neuen Geschwindigkeitsbereich angepasst werden. Die Herleitung bei 80 km/h erfolgt analog zur Herleitung des Schwellenwerts der EMPA.

Da bei UNECE eine Anfangsgeschwindigkeit von 50 km/h gefordert ist und über eine Strecke von 20 m beschleunigt wird, werden 77 dB(A) bei den PWs für das Antriebsgeräusch beibehalten. Das Rollgeräusch wird mit sonROAD18 für den Geschwindigkeitsbereich von 80 km/h neu berechnet und beträgt 81.8 dB(A). Wiederum wird ein Zuschlag von 5 dB(A) für ungünstige Reifen addiert, wodurch sich das

16. März 2026

Rollgeräusch auf 86.8 dB(A) erhöht. Die energetische Gesamtsumme der beiden Pegel beläuft sich auf 87.2 dB(A). Bei den Motorrädern wird der Rollgeräuschpegel mit sonROAD18 auf 77.7 dB(A) berechnet. Der Einfluss ungünstiger Reifen wird auf 3 dB(A) geschätzt und das Rollgeräusch beträgt somit 80.7 dB(A). Energetische Addition von 81 dB(A) Antriebsgeräusch nach UNECE-Wert und Rollgeräusch ergibt einen Schwellenwert von 83.8 dB(A). Aufgrund der gegenüber den PWs reduzierten Rollgeräuschbeiträgen fällt der Schwellenwert bei der Kategorie Motorrad niedriger aus. Eine Erweiterung des Geschwindigkeitsbereichs auf 80 km/h ist sinnvoll, da so auch Liegenschaften im Ausserortsbereich besser gegen unnötigen Lärm geschützt werden können und auf Passstrassen ebenfalls 80 km/h gelten kann. In letzterem Falle wäre beim Antriebsgeräusch auch die Steigung zu berücksichtigen. Da der Lärmblitzer lediglich die Konfiguration eines globalen Schwellenwerts für alle Fahrzeugkategorien zulässt, bestehen zwei Optionen für die Auswahl des passenden Schwellenwerts. Soll der Fokus auf das Erfassen von lauten Fahrzeugen mit potenziell rechtswidrig modifizierten Komponenten liegen, dann sollte der kleinere Schwellenwert von beiden verwendet werden. Dadurch wird eine höhere Anzahl lauter Fahrzeuge erfasst, welche durch manuelle Ansicht in der Auswertungssoftware bei Bedarf zu einer technischen Inspektion aufgeboden werden können. Liegt der Fokus auf der Auswahl für eine Sanktionierung in Frage kommender Fahrzeuge, dann sollte der höhere Wert eingesetzt werden.

Eine alternative Berechnung der Schwellenwerte könnte ausschliesslich mit sonROAD18 erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass Schwellenwerte reproduzierbar für verschiedene Fahrzeugklassen, Geschwindigkeiten, Temperaturen und Steigungen berechnet werden können und eine Anpassung auf den Messstandort möglich ist. Zusätzlich kann die Belagsqualität über die Standardbelagsschnittstelle oder über die CPX-Schnittstelle berücksichtigt werden. Bei dieser Herleitung wird der gesamte Schalleistungspegel mit sonROAD18 berechnet. Eine Umrechnung der Schalleistungspegel in maximale Schalldruckpegel der Vorbeifahrt erfolgt nach folgender Gleichung [13]:

$$L_{A,max,7.6m} = L_{W,A} - 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{2.0}{4 \cdot \pi \cdot 7.6^2} \right) + 0.9 - 0.0227 \cdot v,$$

wobei v für die signalisierte Geschwindigkeit steht. Die maximalen Vorbeifahrtpegel werden als Mittelwert der Schallpegelverteilung betrachtet. Die Abweichungen vom Schallpegelmittelwert werden durch die Streuung der im Verkehr auftretenden Schallpegel charakterisiert. Dadurch wird sowohl den unterschiedlichen zum Einsatz kommenden Reifensätzen und Rollgeräuschen Rechnung getragen sowie auch weiteren Effekten wie Variation der Motoren und Antriebsgeräusche und formbedingten Luftströmgeräuschen. Im Leitfaden zu sonROAD18 [13] wurden Grundlagedaten für die Modellbildung auf verschiedenen Strecken erhoben. Dabei wurden Swiss10-aufgelöste Schallpegelverteilungen für die MFM-U Standorte auf Nationalstrassen sowie für weitere Strecken ermittelt. Nicht alle Fahrzeugklassen wurden an allen Standorten gemessen. Über alle Standorte hinweg wurde die maximale Standardabweichung der Schallpegel herausgesucht [13]:

Tabelle 3: Maximale Standardabweichungen der fahrzeugklassenaufgelösten Schallpegel für die sonROAD18 Modellbildung in dB(A) [13].

Kat 1	Kat 2	Kat 3	Kat 4	Kat 5	Kat 6	Kat 7	Kat 8	Kat 9	Kat 10
2.2	3.2	3.3	1.7	2.9	2.5	2.2	2.7	1.7	1.9

Es wird empfohlen, den Schwellenwert auf 1.6 Standardabweichungen vom Mittelpegel (sonROAD18-Pegel) zu setzen. Unter der Annahme einer Normalverteilung ist zu erwarten, dass ca. 94.5 % der

16. März 2026

Fahrzeuge für jede Klasse unter dem Schwellenwert sein wird. Die übrigen 5.5 % der sehr lauten Fahrzeuge werden also registriert und genauer beurteilt. Diese Herleitung orientiert sich daran, dass der Lärmblitzer als Filter betrachtet werden kann, welcher gezielt laute Fahrzeuge herausucht. Wird der Erfassungswert für die Aufzeichnung tiefer angesetzt als der Schwellenwert, so können die Daten in einem nachgelagerten Analyseschritt für anpassbare Schwellenwerte untersucht werden. Die in diesem Abschnitt vorgestellte Herleitung für den Schwellenwert führt zu folgender Tabelle:

Tabelle 4: Vergleich der durch verschiedene Betrachtungsweisen hergeleiteten Schwellenwerte. Die ersten beiden Spalten beinhalten Schwellenwerte, welche für Worst-Case Bedingungen mit den Standardabweichungen berechnet wurden. Die dritte Spalte wendet die Standardabweichungen auf die Situation in Röschenz an. Die letzten beiden Spalten beinhalten PKW und Motorrad-Schwellenwerte mit der Herleitung über die UNECE-Werte und dem lauten Reifensatz.

	Pegel in dB(A) KB50_2 50 km/h -10°C 0 % Steigung + 1.6 σ	Pegel in dB(A) KB50_2 80 km/h -10°C 0 % Steigung + 1.6 σ	Pegel in dB(A) KB50_0 80 km/h 20°C 4 % Steigung + 1.6 σ	Pegel in dB(A) KB50_2 50 km/h -10°C 0 % Steigung +5 dB Reifen	Pegel in dB(A) KB50_2 80 km/h -10°C 0 % Steigung + 5 dB Reifen
Swiss10					
Kat 1	82.2	88.6	89.6		
Kat 2	78.7	83.9	85.9	81	83.3
Kat 3	80.6	87.1	86.4	82	87.2
Kat 4	81.6	88.1	87.3		
Kat 5	82.1	87.8	87.2		
Kat 6	84.8	90.0	89.9		
Kat 7	88.7	94.0	93.2		
Kat 8	87.8	93.4	94.2		
Kat 9	85.5	92.2	93.0		
Kat 10	85.8	92.6	93.3		

Ein Vergleich der ersten beiden Spalten mit den letzten beiden Spalten zeigt, dass die Schwellenwerte bei 50 km/h für die Kategorie 3 (PW) bei der Herleitung mit Standardabweichung kleiner sind. Dies ist auch für die Kategorie 2 (Motorrad) der Fall. Bei 80 km/h sind die mit der Standardabweichung hergeleiteten Schwellenwerte und die UNECE-basierten Schwellenwerte beinahe identisch. Trotz unterschiedlicher Herleitung der Schwellenwerte liegen diese nicht allzu weit auseinander und liegen in einem plausiblen Bereich. Bei der Herleitung mit Standardabweichungen gilt es zu berücksichtigen, dass für die Kategorien des Schwerverkehrs vor allem Messdaten von Nationalstrassen vorliegen. Dort dürften vorwiegend Zustände der konstanten Vorbeifahrt bei meist flachen Verhältnissen geherrscht haben. Es ist daher also fraglich, ob die Standardabweichungen beim Schwerverkehr genügend gross sind und auch das Bremsen mit der Motorenbremse und Beschleunigungsvorgänge genügend abgebildet sind.

5.5.2 Diskussion der Schwellenwerte

Bei der Diskussion der Schwellenwerte wird der Fokus auf die von Hydre erfassten Daten gelegt. Die swissNoise Blitzer geben den $L_{A,eq}$ aus, welcher nicht direkt mit dem $L_{A,F,max}$ Vorbeifahrtpegel verglichen werden kann. Die kumulative Pegelverteilung des Validierungsmikrofons in Abbildung 20 zeigt, dass bei der Kategorie Motorrad die grösste Anzahl an 82 dB(A) Schwellenwertüberschreitungen

16. März 2026

festgestellt wurde, gefolgt von den Kategorien LKW und PKW. Wird der Schwellenwert mit son-ROAD18 erweitert und auf die Gegebenheiten der Challstrasse in Röschenz angepasst, dann weisen nur noch die Kategorien PKW und Motorrad Überschreitungen auf. Insbesondere bei Bussen und Lastwagen wurden keine weiteren Überschreitungen des angepassten Schwellenwerts mehr festgestellt. Die kumulativen Pegelverteilungen zeigen, dass das Augenmerk daher besonders auf die Kategorien Motorrad und PKW gelegt werden sollte. Erst nach Anpassung des Schwellenwerts an den Standort werden keine Schwellenwertüberschreitungen bei den Bussen und den LKWs mehr festgestellt. Dies war zu erwarten, da der Schwellenwert von 82 dB(A) für PKW/Motorräder bis 50 km/h hergeleitet wurde und somit nicht auf die Standortgegebenheiten der Teststrecke passt. Es zeigt sich, dass jede Swiss10 Fahrzeugkategorie einen eigenen Schwellenwert aufweisen sollte, da nur so effizient nach übermässig lauten Fahrzeugen gesucht und gefiltert werden kann. Der Schwellenwert von 82 dB(A) scheint in Röschenz weder für Busse noch für LKWs geeignet zu sein. Dass keine Busse und LKWs übermässig laut waren liegt daran, dass die registrierten Pegel noch im normalen, statistisch zu erwartenden Bereich liegen. Erst wenn Busse oder LKWs innerhalb der lautesten 5% liegt, sollten die Fahrzeuge aufgeboten werden, da ein technischer Defekt vorliegen könnte.

Hydre erfasst nicht nach Swiss10 Kategorien und klassiert die Fahrzeugtypen in Lastwagen, PKW, Motorrad und Bus, siehe Abbildung 28. Mit dem angepassten Schwellenwert wurden abermals keine Übertretungen bei den Kategorien LKW und Bus mehr festgestellt. Bei den Motorrädern gab es beim angepassten Pegel mit 252 von insgesamt 2691 Vorbeifahrten am meisten Übertretungen. Von den 1964 PKW-Vorbeifahrten wurden 154 Fahrzeuge über 82 dB(A) registriert und 37 liegen über dem auf 80 km/h angepassten Schwellenwert. Dies zeigt, dass die korrekte Wahl des Schwellenwerts unerlässlich ist, um die Vorteile des Lärmblitzers auszunutzen. Die Anzahl von 37 PKWs und 252 Motorrädern ist im Vergleich zu den 746 Motorrädern und 154 Fahrzeugen über 82 dB(A) im Vollzug noch eher handhabbar. Idealerweise registriert der Lärmblitzer nur jene Fahrzeuge, bei denen auch wirklich Handlungsbedarf geboten ist. Eine manuelle Durchsicht der Vorbeifahrten wird jedoch zwingend empfohlen.

Da die Lärmblitzer gegenwärtig nur die Konfiguration von einem Schwellenwert unterstützen wird empfohlen, den tiefsten Schwellenwert aller zu berücksichtigenden Kategorien zu verwenden und für die übrigen Kategorien einen entsprechenden Filter auf den erhaltenen Datensatz anzuwenden. So können verschiedene Schwellenwerte in einem Postprocessing auf jede Kategorie angewendet werden.

6. Analyse von Verkehrsszenarien

Ziel dieses Kapitels ist das Untersuchen der Anwendung des Lärmblitzers aus Vollzugssicht. Die Vorbeifahrten werden nach Fahrstil und möglicher Ursache der Überschreitung des Schwellenwerts beurteilt. Dazu werden die lautesten 100 Vorbeifahrten der Kategorien PKW und Motorrad beim Hydre-Lärmblitzer manuell nachbetrachtet. Die Daten befinden sich in den Tabellen des Anhangs IV und des Anhangs V. Aus den Daten von swissNoise2 werden die lautesten 50 Durchfahrten untersucht. Die Daten befinden sich in Tabelle 10 des Anhangs VI. Zusätzlich werden auch Verkehrsszenarien beurteilt, welche schwierige Bedingungen für die korrekte Zuweisung der lautesten Quelle darstellen, wie z.B. Gegenverkehr oder dicht aufeinanderfolgende Fahrzeuggruppen.

6.1 Analyse der 100 lautesten Vorbeifahrten (Hydre)

6.1.1 Fahrverhalten der 100 lautesten PKWs (Hydre)

Ein wesentliches Charakteristikum einer jeden Vorbeifahrt ist die gefahrene Geschwindigkeit. Der untersuchte Streckenabschnitt auf der Challstrasse ist auf 80 km/h signalisiert. Abbildung 34 zeigt, dass die registrierten Schallpegel bis zu einer Geschwindigkeit von 80 km/h auch bei den 100 lautesten PKW-Vorbeifahrten meist unter 95 dB(A) liegen. Bei höheren Geschwindigkeiten treten dann auch höhere Pegel auf. Allerdings gibt es auch sehr schnelle Vorbeifahrten, welche im dichten Teil der Pegelverteilung bei ca. 85 dB(A) liegen. Dies zeigt, dass die gefahrene Geschwindigkeit einen Einfluss auf den Pegel hat, dies aber keine hinreichende Bedingung für ein übermässig lautes Fahrverhalten darstellt. Faktoren wie der Fahrzeugtyp, Fahrzeugzustand, illegale Modifikationen, die Gangwahl und Beschleunigung sind dabei ebenso wichtig.

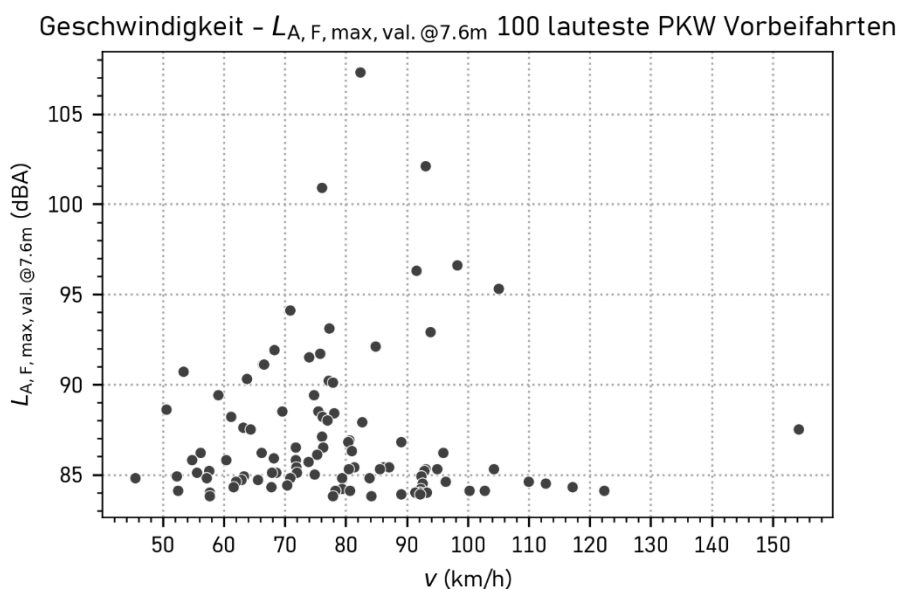


Abbildung 34: Bezug Geschwindigkeit-Pegel der 100 lautesten PKW-Vorbeifahrten von Hydre. Die Geschwindigkeitsangabe stammt von Hydre.

Aufgrund der manuell vorgenommenen Klassierung bezüglich Fahrtrichtung werden in Abbildung 35 die Pegelverteilung der 100 lautesten PKW-Vorbeifahrten richtungsgetreunt dargestellt. Es zeigt sich,

16. März 2026

dass die Verteilung bergauf in Richtung Mariastein führender Vorbeifahrten eine höhere Streuung aufweist und zu höheren Schallpegeln hin schief ist als talabwärts führende Vorbeifahrten. Dies dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass bergauf fahrende Fahrzeuge in kleineren Gängen fahren und mehr Gas geben, um die Steigung zu überwinden.

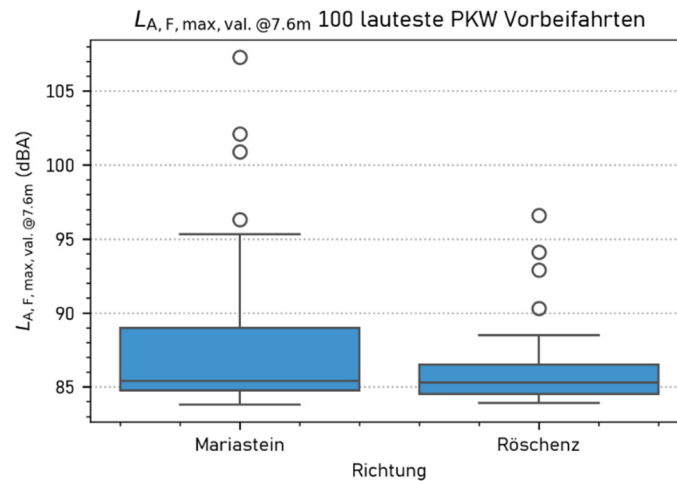


Abbildung 35: Pegelverteilung der 100 lautesten PKW-Vorbeifahrten von Hydre separiert nach manuell ermittelter Fahrtrichtung.

Für die Auswertung der Lärmursache werden folgende Hauptkategorien berücksichtigt:

Kategorie	Beschrieb
Nicht erkennbar	Die Lärmursache liess sich nicht eruieren. Es war kein lärmförderliches Verhalten erkennbar.
Beschleunigung/Gasgeben	Es wird beobachtet, dass die Fahrgeschwindigkeit zunimmt oder in einen tieferen Gang geschaltet wird und das Fahrzeug dann beschleunigt.
Überholmanöver	Wenn das laute Fahrzeug weitere Fahrzeuge überholt, wird dies als Überholmanöver klassiert. Dieses Fahrverhalten ist aber ebenfalls mit einer Beschleunigung und Gasgeben verbunden.
Andere Lärmquelle	Der Hauptlärmbeitrag stammt von anderen Quellen, z.B. Kampfjets oder Rasenmäher.
Regen	Bei Regen und nasser Fahrbahn kann der Pegel über den Schwellenwert ansteigen. Es ist auch nicht auszuschliessen, dass mikrofonnahe Regengeräusche detektiert werden.
Auspuff	In dieser Kategorie werden Auspuffgeräusche zusammengefasst, z.B. Knattern, Scheppern oder das Knallen beim Öffnen von Klappen.

16. März 2026

Hupen	Das Hupen von Fahrzeugen wurde aufgezeichnet. Es wird nicht zwischen berechtigtem und absichtlich lärmverursachendem Hupen unterschieden.
Oldtimer	Oldtimer Fahrzeug erkannt.
Blaulicht	Blaulichtfahrzeuge mit eingeschalteter Sirene.
hoctouriges Fahren	Es wird in einem kleinen Gang schnell gefahren. Es findet aber keine Beschleunigung statt.
Anhänger	Klappernde Geräusche des Anhängers.
Geschwindigkeit	Fahrzeuge mit sehr hoher Geschwindigkeit.

Tabelle 5: Als Lärmursache identifizierte Hauptkategorien für die Vorbeifahrten. Eine Beschreibung mit Beispielen befindet sich in der rechten Spalte.

Die Auswertung des Videomaterials liess bei den PKWs in etwas mehr als der Hälfte aller Fälle ein lärmförderliches Fahrverhalten erkennen, wie Abbildung 36 zeigt. Dieses kann in gewissen Fällen auch mit einer Absicht verbunden sein. Bei den PKWs war bei 14 von 100 Vorbeifahrten ein solch absichtlich lärmförderndes Verhalten erkennbar. Dies beinhaltet meist Vorbeifahrten, bei denen vor dem Lärmblitzer übermässig Gasgegeben oder gehupt wurde. Beschleunigung/Gasgeben war die am häufigsten erkennbare lärmförderliche Fahrweise (18 %). Überholmanöver (8 %) sind ebenfalls mit einem Beschleunigungsprozess und Gasgeben verbunden. Gegenüber der vorgenannten Kategorie wird aber die Spur gewechselt, um ein langsames Fahrzeug zu überholen. In Dittingen fanden zwischen dem 17. und 18. August Flugtage statt. Bereits ab dem 16. August wurden Fehlzusweisungen des Lärmblitzers aufgrund von Kampffjetüberflügen festgestellt. In einem anderen Fall wurde ein lautes Motorengeräusch einer scheinbar leisen Vorbeifahrt zugeordnet. Vermutlich handelt es sich hierbei um die Geräusche eines Rasenmähers oder einer Heckenschere aus einem benachbarten Garten. Hintergrundlärm trat in 7 % der Vorbeifahrten auf. Dies zeigt die Anforderung an einen Standort mit wenig Hintergrundgeräuschanteil, respektive die Bedeutung einer manuellen Nachkontrolle der als zu laut erfassten Durchfahrten, auf. Bei ca. 7% der Vorbeifahrten war die Fahrbahn nass. Dies schränkt die Aussagekraft der Messung ein, besonders dann, wenn der Vorbeifahrtpegel nicht weit vom Schwellenwert entfernt liegt. In Kapitel 4.4 wurde gezeigt, dass nasse Strassenverhältnisse den Vorbeifahrtpegel um über 3 dB(A) erhöhen können. 4 % der Vorbeifahrten wiesen ein auffälliges Geräusch in Zusammenhang mit der Auspuffanlage auf. Bei 4 der 100 lautesten Vorbeifahrten wurde absichtlich gehupt. Drei laute Oldtimervorbeifahrten wurden bei der Analyse des Videomaterials festgestellt. Die übrigen 6 % der lauten PKW Durchfahrten entfallen auf die Kategorien erhöhte Geschwindigkeit (2 %), Klappergeräusche bei einem Anhänger (1 %), hoctouriges Fahren (2%) und einer Blaulichtvorbeifahrt (1 %) der Polizei.

Eine Einteilung in ähnliche Kategorien wurde im Rahmen eines Hydre-Testbetrieb der Stadt Berlin vorgenommen [11]. In der vorgenannten Studie wurden aufgrund der Klassifizierung zwei unterschiedliche SVM (Support Vector Machine) Modelle für das Erkennen von lärmprovozierenden Fahrweisen trainiert. In diesem Bericht gilt es zu beachten, dass die vorgestellte Beurteilung einer gewissen Subjektivität des Begutachters unterworfen sein kann. Aufgrund der Weitwinkeloptik und fehlender Geschwindigkeitsangabe im Video war nicht immer ersichtlich, ob ein Fahrzeug beschleunigt oder

nicht. Auch technische Modifikationen, welche lärmfördernd sind, liessen sich nicht immer zweifelsfrei erkennen. So wurden bei 43 Vorbeifahrten eher eine konstante Fahrweise ohne klaren Grund für die lärmige Vorbeifahrt festgestellt.

Aufgrund der Nummernschilder wurden Fahrzeuge identifiziert, welche während der Messdauer mehrfach durch lautes Fahrverhalten aufgefallen sind. Die entsprechenden Vorbeifahrten werden in der Spalte identische Fahrzeuge von Tabelle 8 angegeben. Treten die Vorbeifahrten mehrfach und in zeitlich kurzen Abständen auf, dann könnte ein Autoposer Verhalten vorliegen. Wiederholt zu laute Vorbeifahrten individueller Fahrzeuge könnte auch auf eine illegale Modifikation oder einen technischen Defekt hindeuten.

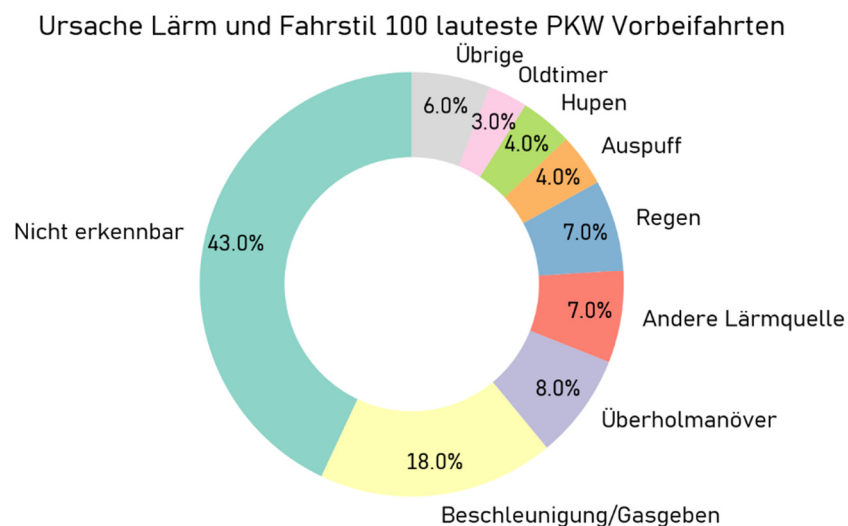


Abbildung 36: Prozentuale Verteilung der in der Spalte «Ursache» von Tabelle 8 angegebene Fahrweise, welche aufgrund des Hyde-Videomaterials als mögliche Ursache für die Schwellenwertübertretung erkannt wurde. Eine Beschreibung der Lärmkategorien ist in Tabelle 5 gegeben. Die 100 lautesten PKW-Vorbeifahrten wurden ausgewertet. Lärmursachen mit einem Beitrag von weniger als 3 % werden in der Kategorie «Übrige» zusammengefasst. Es sind dies: Geschwindigkeit (2 %), hoctouriges Fahren (2 %), Anhänger (1 %) und Blaulicht (1 %).

In Abbildung 37 werden die Lärmereignisse der 100 lautesten Vorbeifahrten in die Kategorien erkennbar, nicht erkennbar und andere Lärmursache unterteilt. Dies geschieht in Abhängigkeit eines Schwellenwertes für den Hyde $L_{A,F,max@7.6m}$ -Pegel. Für $L_{A,F,max@7.6m} \geq 82$ dB(A) beträgt die Erkennbarkeit der Lärmursache lediglich 50 %, steigt aber mit höher gesetztem Schwellenwert auf 60.9 % für 85 dB(A) und auf 76.2 % bei einem Schwellenwert von 89 dB(A) an. Die Anzahl berücksichtigter Vorbeifahrten nimmt dabei von 100 (82 dB(A)) auf 21 (89 dB(A)) ab. Je lauter die berücksichtigten PKW-Fahrzeuge sind, desto klarer lässt sich die Lärmursache bestimmen. Dies zeigt auf, dass sich ein Lärmblitzer als zweckmässiges Instrument erweisen kann, um besonders laute Vorbeifahrten herauszufiltern und die Lärmursache dann bestimmen zu können.

16. März 2026

Erkennbarkeit Lärmursache in Abhängigkeit von der $L_{A,F,max,@7.6m}$ -Schwelle

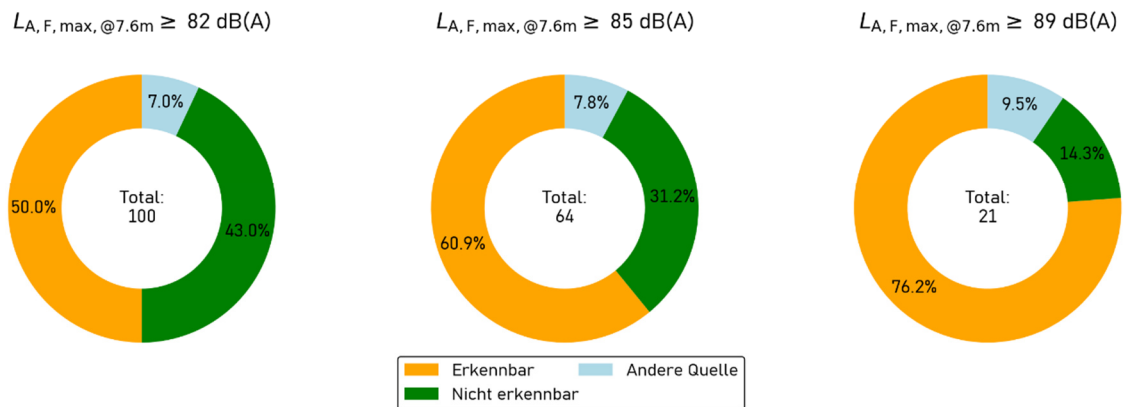


Abbildung 37: Anteil der Erkennbarkeit der Lärmursache bei den 100 lautesten PKW-Vorbeifahrten in Abhängigkeit einer konfigurierten $L_{A,F,max,@7.6m}$ -Schwelle bei 82 dB(A) (links), 85 dB(A) (Mitte) und 89 dB(A) (rechts). Die Gesamtzahl der Vorbeifahrten unter Berücksichtigung des Schwellenkriteriums ist in der Mitte des Kuchendiagramms gegeben.

6.1.2 Fahrverhalten der 100 lautesten Vorbeifahrten von Motorrädern (Hydre)

Für die Klasse Motorrad wurde eine identische Analyse wie für die PKW-Klasse durchgeführt. Eine Einteilung in Kategorien für die Lärmursache wurde ebenfalls gemäss Tabelle 5 vorgenommen. Nebst Motorrädern beinhaltet der Datensatz der 100 lautesten Motorradvorbeifahrten auch 8 Quads. Wie Abbildung 38 zeigt, liegt eine Mehrheit der Vorbeifahrten aus der Gesamtheit der 100 lautesten Vorbeifahrten zwischen einem maximalen Vorbeifahrtpegel von 94 dB(A) bis 99 dB(A). Es gibt dabei wiederum Fahrzeuge die schnell gefahren sind und laut waren, aber auch langsame Vorbeifahrten von übermässig lauten Motorrädern. Verglichen mit den PKW-Vorbeifahrten gab es mehr laute Fahrzeuge, deren Geschwindigkeit niedrig war. Zusätzlich gibt es einige Vorbeifahrten, deren von Hydre festgestellte Geschwindigkeit unter 50 km/h liegt. Bei drei der langsamen Vorbeifahrten deckt sich die angegebene Geschwindigkeit nicht mit der Vorbeifahrt im Video.

Geschwindigkeit - $L_{A,F,max,vel,@7.6m}$ 100 lauteste Motorrad Vorbeifahrten

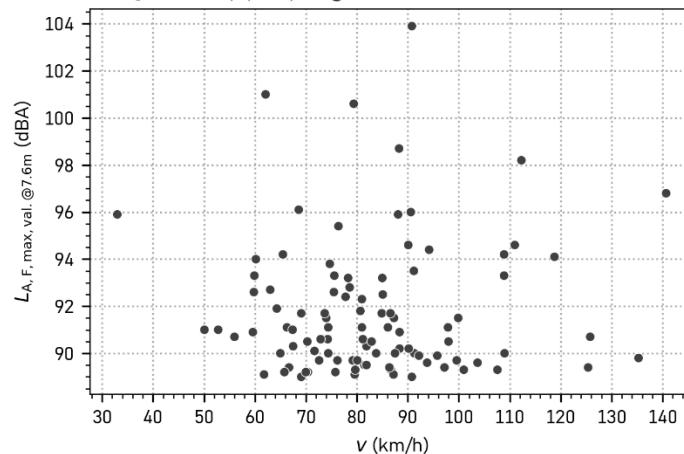


Abbildung 38: Bezug Geschwindigkeit-Pegel der 100 lautesten Motorradvorbeifahrten von Hydre. Die Geschwindigkeitsangabe stammt von Hydre.

Bei der spurgetrennten Pegelverteilung konnten keine Steigungseffekte erkannt werden. Der Median der Vorbeifahrtpegel liegt in Richtung Röschenz etwas höher als Richtung Mariastein.

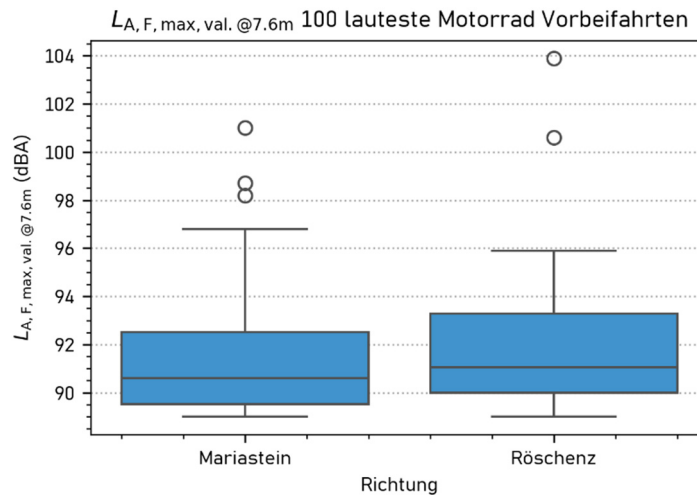


Abbildung 39: Pegelverteilung der 100 lautesten Motorradvorbeifahrten von Hydre separiert nach manuell ermittelter Fahrtrichtung.

In etwas mehr als der Hälfte der Fälle konnte die Lärmursache oder eine Besonderheit im Fahrstil festgestellt werden. Gegenüber den PKW-Vorbeifahrten gab es bei den Motorrädern weniger auffällige Fahrmanöver und die Vorbeifahrten schienen konstanter zu sein. Bei 6 Vorbeifahrten konnte Lärmverursachung mit Absicht erkannt werden. Als Lärmursache ist zusätzlich das für Motorräder charakteristische Knattergeräusch hinzugekommen (22%). Bei 12 % der Vorbeifahrten wurde eine eher hohe Geschwindigkeit festgestellt. Bei 6% kam es zu einem Überholmanöver. Bei weiteren 9% der Vorbeifahrten wurde übermässig beschleunigt und Gas gegeben. Drei Vorbeifahrten wurden aufgrund von Kampfjet-Umgebungsgeräusch fälschlicherweise Vorbeifahrten mit Motorrädern zugeschrieben. Die unter «Übrige» zusammengefassten Quellen setzen sich mit je 1 % wie folgt zusammen: Gangwechsel, Hupen, Knallen Auspuff. Bei einer Vorbeifahrt mit übermässig starkem Knattern und bei einer Vorbeifahrt mit starkem Knallen beim Auspuff wären eine technische Inspektion der Fahrzeuge sicher angezeigt.

Dass das Knattern und Auspuffgeräusche lärmrelevant sind zeigt sich auch daran, dass Motorradvorbeifahrten oftmals dann als zu laut erkannt wurden, wenn sich die Motorräder vom Blitzer entfernten. Durch die direkte Sicht auf die Auspuffanlage stieg der Geräuschpegel über den Schwellenwert an.

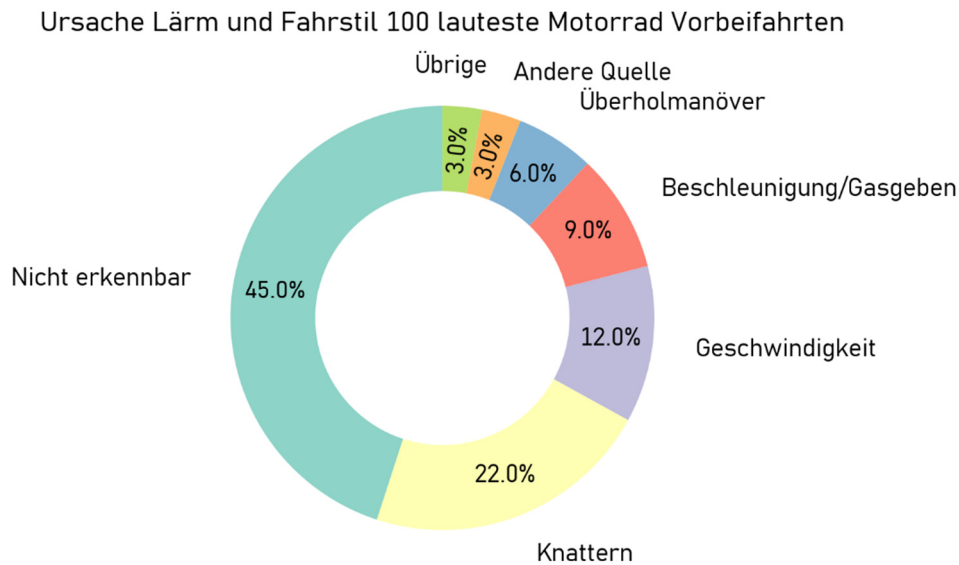


Abbildung 40: Prozentuale Verteilung der in der Spalte «Ursache» von Tabelle 9 angegebene Fahrweise, welche aufgrund des Hyde-Videomaterials als mögliche Ursache für die Schwellenwertübertretung erkannt wurde. Die 100 lautesten Motorradvorbeifahrten wurden ausgewertet. Lärmursachen mit einem Beitrag von weniger als 3 % werden in der Kategorie «Übrige» zusammengefasst. Es sind dies: Gangwechsel (1 %), Hupen (1 %), Knallen Auspuff (1 %).

Anders als bei den PKW-Durchfahrten verändert sich der Prozentsatz der Erkennbaren Lärmursachen in Abhängigkeit vom Schwellenkriterium nicht wesentlich. Bereits schon bei einer Schwelle von 82 dB(A) lässt sich die Lärmursache bei der Vorbeifahrt bestimmen, siehe Abbildung 41.

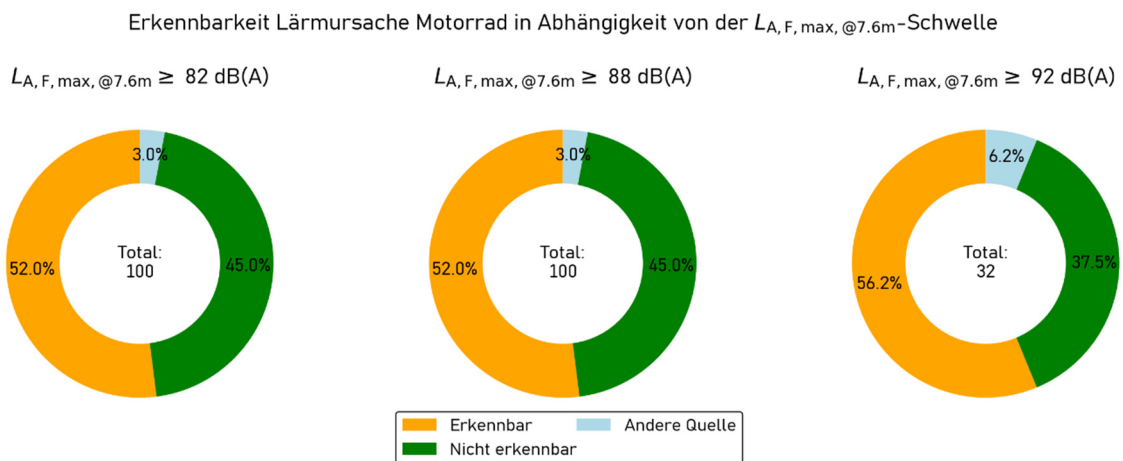


Abbildung 41: Anteil der Erkennbarkeit der Lärmursache bei den 100 lautesten Motorrad-Vorbeifahrten in Abhängigkeit einer konfigurierten $L_{A,F,max,@7.6m}$ -Schwelle bei 82 dB(A) (links), 88 dB(A) (Mitte) und 92 dB(A) (rechts). Die Gesamtzahl der Vorbeifahrten unter Berücksichtigung des Schwellenkriteriums ist in der Mitte des Kuchendiagramms gegeben.

16. März 2026

6.2 Analyse der 50 lautesten Vorbeifahrten (swissNoise2)

Beim swissNoise Blitzer wurden die 50 lautesten Vorbeifahrten analysiert. Die Fahrzeugtypen wurden bei der Durchsicht klassiert in: 27 PKW, 12 LKW, 6 Motorräder, 1 Quad, 4 Traktoren. Abermals wurde die Fahrweise und die vermeintliche Ursache des übermässigen Lärms untersucht, siehe Tabelle 5.

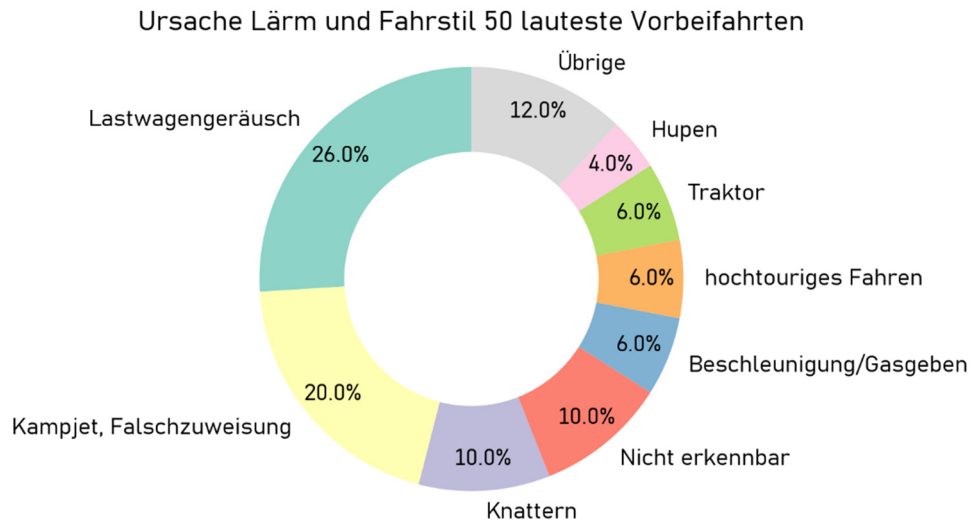


Abbildung 42: Prozentuale Verteilung der in der Spalte «Ursache» von Tabelle 10 angegebene Fahrweise, welche aufgrund des swissNoise-Videomaterials als mögliche Ursache für die Schwellenwertübertretung erkannt wurde.

Den grössten Anteil der 50 lautesten Vorbeifahrten machten Lastwagengeräusche (26 %) aus, gefolgt von Falschzuweisungen bei Kampjetüberflügen mit 20 %. Gegenüber den Hydre Messungen ist der Anteil and Falschzuweisungen aufgrund von Hintergrundgeräuschen erhöht. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Noise Array einen grösseren Raumwinkelbereich für die Erfassung zulässt. Auch hier zeigt sich die Bedeutung einer manuellen Nachkontrolle der als zu laut erfassten Durchfahrten. Bei den Motorrädern konnte bei 10 % der Vorbeifahrten ein lautes Knattern festgestellt werden. Bei 10 % der Vorbeifahrten war die Ursache für den übermässigen Lärm nicht klar erkennbar. Weiter waren hochtouriges Fahren (6 %), Traktorengeräusche (6 %), Beschleunigung/Gasgeben (6 %) und Hupen (4 %) als Ursache für laute Vorbeifahrten erkennbar. In der Kategorie Other werden folgende Ursachen mit kleinem prozentualem Anteil von je 2 % zusammengefasst: Auspuff, Beschleunigung mit Gangwechsel, Blaulicht mit Horn, Geschwindigkeit, Reifengeräusch und Überholmanöver.

6.3 Audio- und Videoqualität

Für die Beurteilung der Lärmursache ist das Vorhandensein von Videomaterial zwingend notwendig. Ein statisches Bild erfasst nicht immer die kritische Phase der Vorbeifahrt und lässt keine Rückschlüsse auf die Interaktion mit weiteren Verkehrsteilnehmern zu. So wäre es ohne Videomaterial nicht immer möglich gewesen das Abbiegen und Beschleunigungen oder Überholmanöver festzustellen. Zudem vermag ein Video aufzuzeigen, ob ein Fahrzeug über eine längere Strecke zu laut war oder ob die Schwellenwertüberschreitung nur für einem kurzen Moment vorgelegen hat, z.B. Schaltvorgang oder gerechtfertigtes Hupen. Das Videomaterial kann die Identifikation von störenden Hintergrundgeräuschen vereinfachen, wie z.B. ein Traktor auf einem benachbarten Feld, oder ein

überfliegendes Flugzeug. Mit etwas Übung können auch übermässig schnelle Vorbeifahrten aufgrund des Videomaterials erkannt werden. Nebst den akustischen Messungen kann das Videomaterial weitere Hinweise auf eine nicht gesetzeskonforme Fahrweise, wie Drängeln und zu nahes Auffahren liefern, die allenfalls geahndet werden könnten.

Bei einer Mehrheit der von Hydre aufgenommenen Tonspuren liessen sich Knack- und Klappergeräusche feststellen. Technisch könnte dies durch den Zusammenschnitt von kurzen Audiosegmenten entstanden sein. Es wäre aber auch möglich, dass die Bäume im Hintergrund oder der Abfallsack am Ende der Kandelaberstange im Wind geraschelt haben, siehe Abbildung 4. Eine offene Gehäuseklappe könnte beispielsweise Ursache für die Klappergeräusche sein. Diese Eigengeräusche wurden soweit möglich von der Analyse des Fahrverhaltens ausgenommen. Es ist jedoch nicht ganz auszuschliessen, dass sie einen Einfluss auf die korrekte Ermittlung des Schallpegels gehabt haben könnten, da sie sehr nahe beim Mikrofonarray auftraten.

Die von Hydre gelieferten Videoaufnahmen sind von ausreichend guter Qualität. Die Auflösung könnte etwas höher sein, das Verkehrsszenario ist aber deutlich zu erkennen. Erkannte Fahrzeuge werden durch eine Box gekennzeichnet und die lauteste Quelle wird durch einen Kreis mit Punkt markiert, siehe Abbildung 8. Weitere im Verkehrsgeschehen erkannte Fahrzeuge werden mit einer weissen Box versehen. Einige Vorbeifahrten wurden erst spät registriert, wodurch die beobachtbare Vorbeifahrt-dauer eher kurz war. Ein längerer Videoausschnitt wäre hilfreich gewesen, um die Verkehrssituation besser beurteilen zu können. Die Pegelangabe ist im Video etwas zu kurz. Ohne Verlangsamung des Videos ist es nicht möglich die Vorbeifahrtpegel zwischen den Videoframes abzulesen. Zudem wäre eine Angabe der registrierten Geschwindigkeit hilfreich. Es kann so besser beurteilt werden, ob ein Fahrzeug beschleunigt oder sich verlangsamt. Die Feststellung der Veränderung der Fahrzeuggeschwindigkeit wird zusätzlich durch die Weitwinkeloptik erschwert, da die weiter entfernten Strassenabschnitte verzerrt dargestellt werden.

Die Audioqualität von swissNoise ist sehr gut. Der Klang ist klar und die relevanten Geräusche können gut gehört werden. Es waren keine Eigengeräusche des Setups erkennbar. Beim swissNoise Blitzer ist die Videoqualität ebenfalls gut. Die Kamera verfügt nicht über eine Weitwinkeloptik und vermag somit nicht den gesamten Strassenzug zu erfassen. Dadurch wird der beobachtbare Bereich aber auch grösser dargestellt und Details sind gut erkennbar. Die Einschränkung, dass von einem Blitzer jeweils nur zu- oder weggehende Fahrzeuge gesehen werden, ist dabei aber klar stärker limitierend. Im Video werden räumliche Regionen mit wesentlichem akustischem Beitrag durch farbige Isokon-tourlinien gekennzeichnet. Leider verdecken diese manchmal relevante Informationen im sichtbaren Bildbereich, was die Analyse der Videos und die Erkennung von Fahrzeugen erschweren kann. Für die Beweissicherung wäre es vorteilhaft eine Zeitstempelangabe auf dem Video zu haben sowie eine Schallpegelangabe.

Bei beiden Lärmblitzersystemen wurde keine Software für die Ansicht der Ergebnisse abgegeben. Das Bild- und Videomaterial wurde jeweils in Ordnern mit Zeitstempelangabe abgelegt. Es kann daher keine Aussage über den Bedienkomfort der für den Vollzug zu verwendenden Software gemacht werden.

6.4 Zuweisungssicherheit bei Mehrfachvorbeifahrten

Die Zuweisungssicherheit bezüglich der räumlichen Lokalisierung der lautesten Quelle sowie die quantitative Bestimmung deren Beitrag bei mehr als einem Fahrzeug im Erfassungsbereich ist eine technisch anspruchsvoll zu erzielende, dennoch notwendige Fähigkeit für Lärmblitzersysteme im Vollzugseinsatz. Nur so kann gewährleistet werden, dass die erfassten Pegel korrekt sind und dem richtigen Fahrzeug zugewiesen werden können. Sowohl bei den 200 bei Hydre analysierten wie auch bei den 50 beim swissNoise System analysierten Vorbeifahrten traten Verkehrskonstellationen mit mehr als einem Fahrzeug auf. Es wird dabei zwischen aufeinanderfolgenden Fahrzeugen auf der gleichen Spur und zwischen Fahrzeugen auf der Gegenfahrbahn unterschieden. Im Falle von Gegenverkehr kommt es zur Kreuzung zweier Fahrzeuge, was eine optische und akustische Abschirmung der lautesten Lärmquelle zur Folge haben kann.

Bei sämtlichen der 200 manuell nachbetrachteten Hydre Vorbeifahrten war die Fahrzeugzuweisung gewährleistet. Die im Video als lauteste Lärmquelle vermerkte Quelle stimmte mit der subjektiven Wahrnehmung bezüglich Fahrverhalten und Fahrzeugtyp überein. Bei aufeinanderfolgenden Fahrzeugen wurden diejenigen Fahrzeuge markiert, welche auf Höhe Lärmblitzer auch in der manuellen Nachbetrachtung als am lautesten empfunden wurden. Hydre analysiert die Trajektorie eines jeden Fahrzeugs und versucht diese mit der räumlich aufgelösten akustischen Trajektorie zu verknüpfen. Vorbeifahrende Fahrzeuge werden somit über einen gewissen Zeitraum beobachtet und akustisch erfasst. Durch die Rückrechnung auf 7.6 m sind die maximalen Vorbeifahrtpegel mit A-Bewertung und F-Gewichtung weitgehend unabhängig von der Distanz und somit unter verschiedenen Fahrzeugen und auch gegenüber dem Schwellenwert vergleichbar. Ein Hydre-Blitzer reicht dabei aus um beide Fahrtrichtungen und somit beide Strassenseiten zu erfassen. Werden bei der Aufzeichnung eines Verkehrsszenarios mehrere zu laute Fahrzeuge festgestellt, wird für jedes Fahrzeug ein eigenes File angelegt. Nachfolgend werden verschiedene Verkehrsszenarien mit mehr als einem Fahrzeug gezeigt.

Abbildung 43 zeigt das Verhalten von Hydre bei der Kreuzung von zwei Fahrzeugen und Abbildung 44 zeigt das korrekte Funktionieren der Pegelzuweisung bei einem Überholmanöver einer Motorradgruppe. Durch die Aufzeichnung einer räumlichen wie auch akustischen Trajektorie können dem verursachenden Fahrzeug akustisch relevante Lärmbeiträge über dem Schwellenwert über eine gewisse Zeitspanne nachgewiesen werden. Dies erhöht die Glaubwürdigkeit der Zuweisungen, welche sich auch mit dem subjektiven Eindruck aus der Betrachtung des Videos deckt. Die korrekte Ermittlung des Fahrzeugs über dem Schwellenwert hat sowohl für PKWs wie auch für Motorräder gut funktioniert.

Bei Einzelvorbeifahrten kann das Referenzmikrofon einen Hinweis bezüglich der quantitativen Korrektheit des erfassten Vorbeifahrtpegels liefern. Bei Mehrfachvorbeifahrten ist dies nicht möglich, da das Referenzmikrofon den von allen Fahrzeugen erfassten Gesamtpegel misst und über keine räumliche Auflösung verfügt. Daher wurden bei der in Kapitel 3.2 beschriebenen Datenaufbereitung Mehrfachvorbeifahrten von der Analyse ausgenommen.



Abbildung 43: Vorbeifahrt Hyde mit Kreuzung zweier Fahrzeuge. **Oben:** Beide Fahrzeuge werden vom Hyde-Lärmblitzer erfasst und mit einer weissen Box umrandet. **Mitte:** Zum Kreuzungszeitpunkt sind die Vorbeifahrtpegel vermutlich nicht ganz separierbar. Der resultierende Gesamtschallpegel führt zu einem leicht erhöhten Wert. Möglicherweise wird das Fahrzeug auf der entfernten Fahrspur akustisch abgeschirmt. **Unten:** Nach dem Kreuzen wird der Porsche als zu laut detektiert.

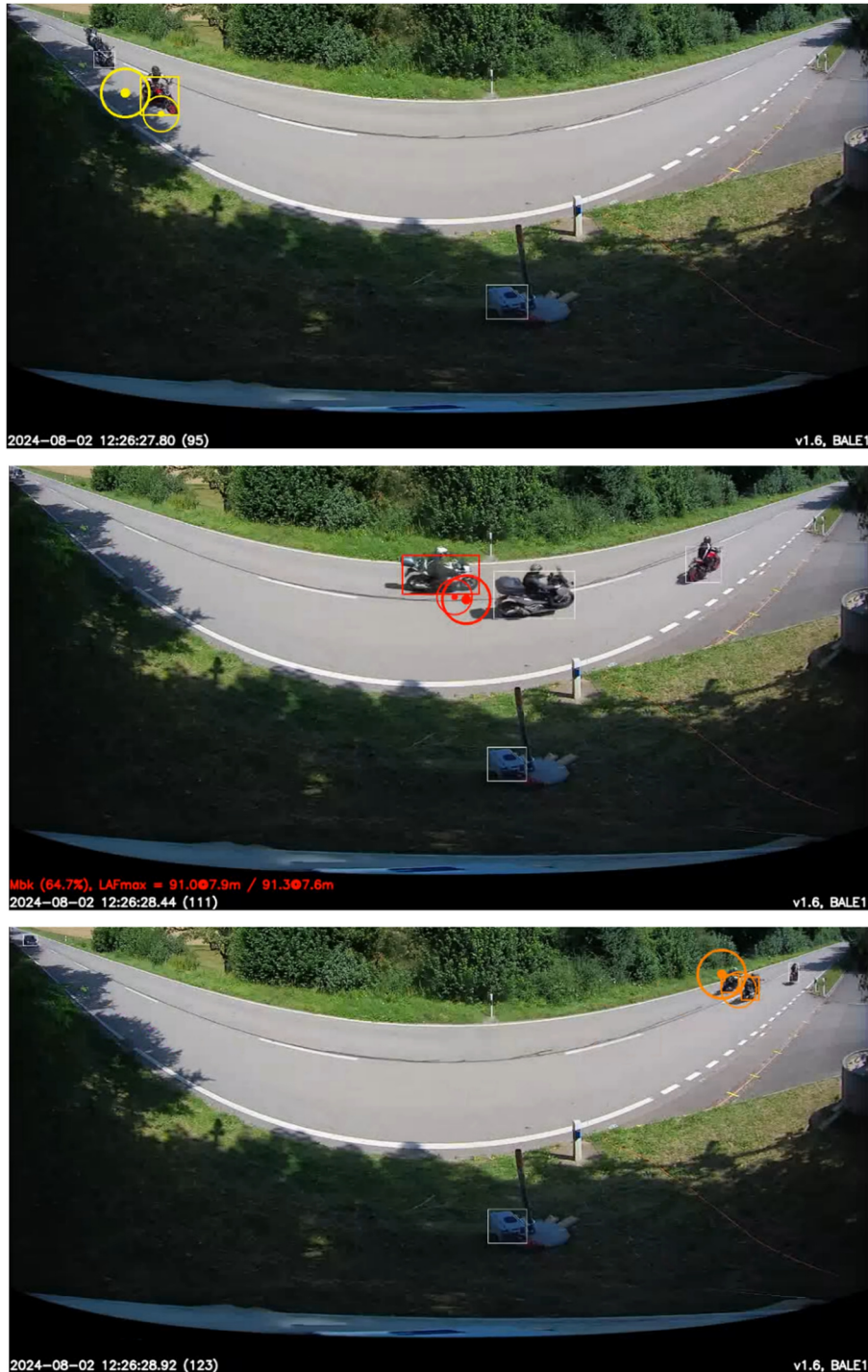


Abbildung 44: Von Hydre detektiertes Überholmanöver eines von hinten nahenden Motorrads. Die Topobox wird von Hydre fälschlicherweise als Fahrzeug erkannt und weiss eingerahmt. **Oben:** Hydre erfasst das erste Motorrad. Im Hintergrund erkennbar ist ein Motorrad, welches stark beschleunigt und auf die Überholspur wechselt. **Mitte:** Hydre weist das überholende Motorrad als lauteste Quelle mit Schwellenwertübertretung aus. **Unten:** Im Fernfeld wird kein Pegel mehr angegeben, es werden aber beide Motorräder als Quelle mit einem orangen Punkt markiert.

16. März 2026

Bei swissNoise zeichnet sich ein anderes Bild ab. In 13 (ohne Fehlzuweisungen bei Kampffjets) von 50 Fällen war die Zuweisungssicherheit bei Vorbeifahrten mit mehr als einem Fahrzeug nicht gegeben. In Abbildung 45 wird vom Mikrofonarray eine Motorradvorbeifahrt korrekt als Hauptquelle erfasst. Die ANPR-Kamera und die Metadaten weisen allerdings das Nummernschild des schwarzen PKWs aus. Das Nummernschild des Motorrads wäre auf dem Bildmaterial erkennbar gewesen.

In Abbildung 46 wurden von swissNoise drei Motorradvorbeifahrten aufgezeichnet. Aus dem Audiofile geht hervor, dass die letzte Vorbeifahrt am lautesten war. Es wird jedoch das Nummernschild des mittleren Motorrads ausgegeben. Hier zeigt sich als weiterer Nachteil, dass die Kamera nicht den ganzen Streckenabschnitt zu überblicken vermag. Die Vorbeifahrtdauer ist somit sehr kurz und es kann schwierig sein, einen kompletten Überblick über die Verkehrssituation zu erhalten.

Bei einem Kreuzungsmanöver in Abbildung 47 wird der Traktor teilweise erfasst und zusätzlich Motorrad 1. Anschliessend schwenkt der Fokus für die lauteste Quelle auf den PKW, allerdings immer noch in einiger Distanz. Zusätzlich werden am rechten unteren Rand und in den Baumwipfeln der gegenüberliegenden Strassenseite Kontourlinien gezeichnet. Die Ursache hierfür ist unklar. Möglicherweise handelt es sich um Reflektionen. Gemäss Audiofile ist der Traktor oder Motorrad 1 am lautesten. Die ANPR-Kamera gibt jedoch das Nummernschild des PKW aus.

Anhand mehrerer Beispiele wurde aufgezeigt, dass swissNoise zwar unterschiedliche Quellen auf beiden Strassenseiten erfassen kann und dabei auch in der Lage ist von der einen Quelle zur nächsten zu wechseln. Der Algorithmus für die Zuweisung zum lautesten Fahrzeug arbeitet aber nicht immer fehlerfrei. Für einen fairen Vergleich der Pegel zwischen den Fahrzeugen wäre eine Distanznormalisierung auf 7.6 m notwendig und die Implementierung dieser Fähigkeit wird empfohlen. Da die Kontourverteilung keinen Wertebereich aufweist sind die farbigen Kontourlinien nicht quantitativ. Es kann nicht abgeschätzt werden, wie hoch der jeweilige Vorbeifahrtpegel ist.



Abbildung 45: Von swissNoise am 02.08.2024 um 19:40:17 detektierte Vorbeifahrt eines Motorrads gefolgt von einem PKW. Die Hauptquelle wird korrekt dem Motorrad zugewiesen, die ANPR-Kamera und die Metadaten geben aber das Nummernschild des PKWs an.

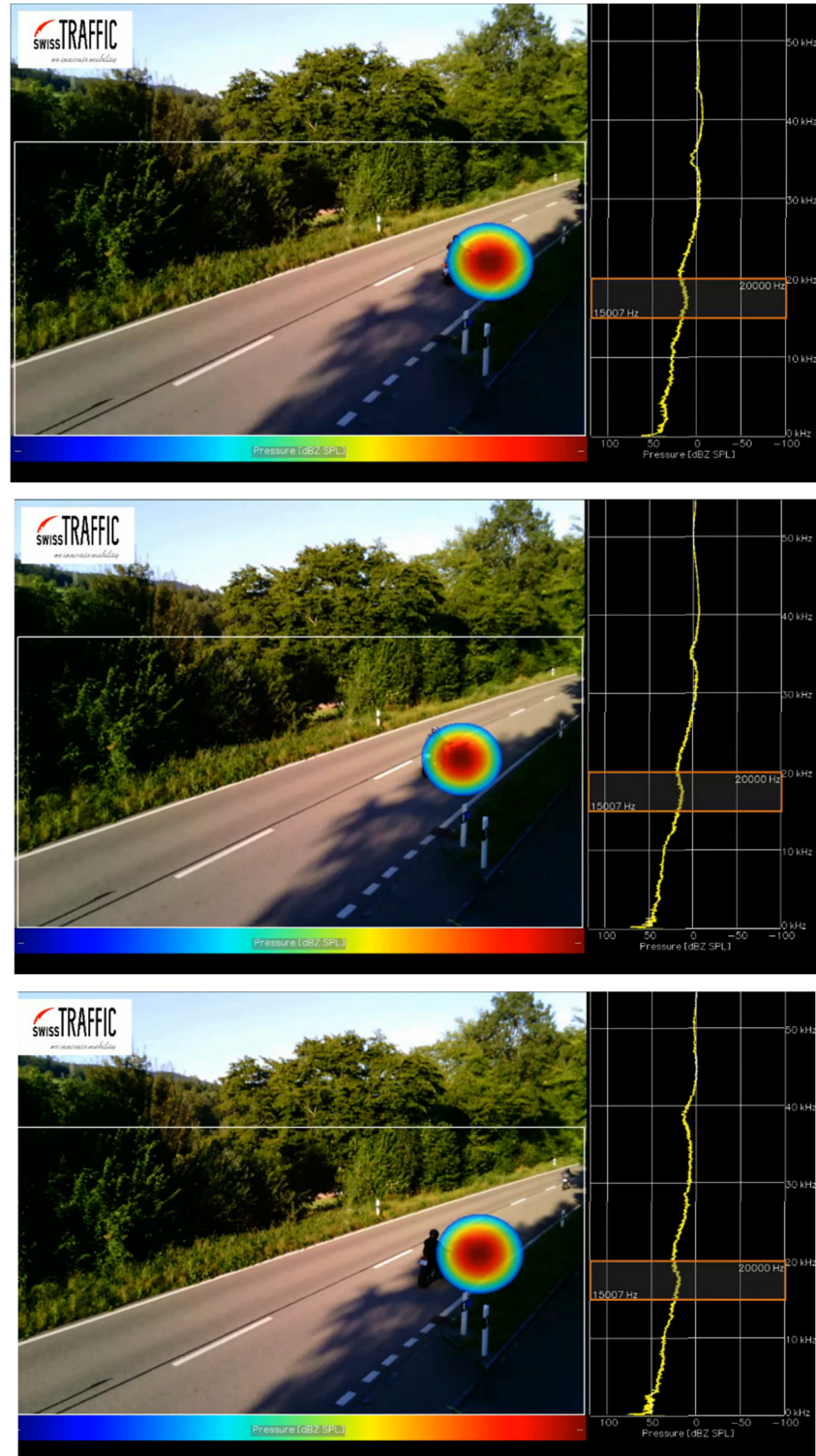


Abbildung 46: Vorbeifahrt dreier aufeinanderfolgender Motorräder am 08.08.2024 19:10:38 bei swissNoise2. **Oben:** Vorbeifahrt und Erfassung erstes Motorrad. **Mitte:** Vorbeifahrt und Erfassung zweites Motorrad. **Unten:** Vorbeifahrt und Erfassung unterstes Motorrad. Gemäss Audiofile ist die letzte Vorbeifahrt am lautesten. Die Metadaten zeigen das Nummernschild der mittleren Vorbeifahrt.

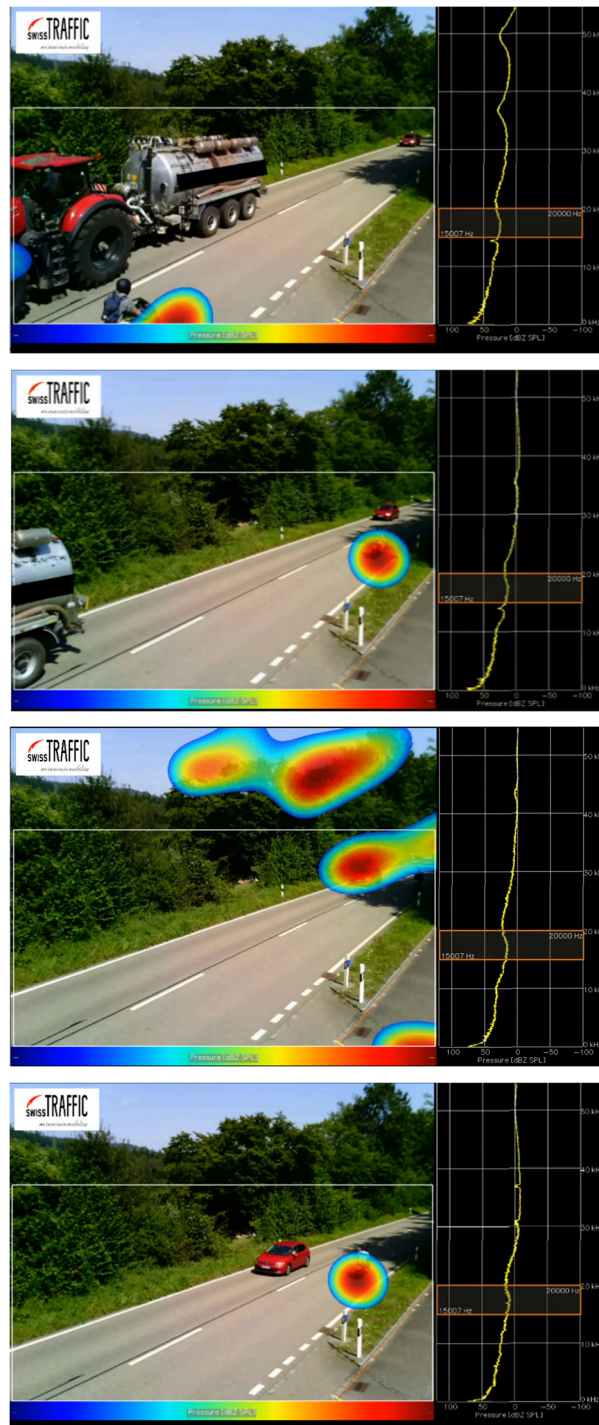


Abbildung 47: Vorbeifahrt von vier Fahrzeugen: Traktor mit Anhänger, PKW und zwei Motorrädern am 30.07.2024 15:10:57 bei swissNoise2. **Oben:** Erfassung Motorrad 1 und teilweise Erfassung Traktor. **Oben Mitte:** Erfassung Motorrad 1. **Unten Mitte:** Umschwenken der Erfassung vom Motorrad 1 auf den PKW. **Unten:** Erfassung Motorrad 2.

16. März 2026

6.5 Nummernschilderkennung und Bildqualität

Für den Vollzug ist das korrekte Erfassen von Nummernschildern zwingend notwendig. Nur wenn das Nummernschild lesbar ist, kann das Fahrzeug zweifelsfrei identifiziert werden. Hyde gibt die Erkennungskonfidenz der automatischen Nummernschilderkennung an. Es handelt sich dabei um einen von Hyde bereitgestellten Wert, welcher nicht manuell nachgeprüft wird. Abbildung 48 zeigt die Erkennungskonfidenz für die vier von Hyde erkannten Fahrzeugtypen LKW, PKW, Motorrad und Bus. Die Qualität der Erkennungskonfidenz schwankt je nach Kategorie stark. Bei den LKWs kann Hyde bei einer Mehrheit der Durchfahrten die Nummernschildinformation vom Lärmblyzer nicht verwerten. Für die Kategorie PKW finden sich viele Fälle mit einer hohen Erfassungskonfidenz. Verglichen mit der Kategorie PKW ist die Nummernschilderkennung bei der Kategorie Motorrad etwas schlechter. Der Anteil an Vorbeifahrten im Intervall 0-10% ist relativ zum Anteil im Intervall 90-100% deutlich gestiegen. Bei den Bussen liegen nicht sehr viele Vorbeifahrten über dem Erfassungswert vor. In über 50 Fällen liegt die von Hyde angegebene Erfassungskonfidenz zwischen 90-100% und bei leicht über 30 Vorbeifahrten konnten das Nummernschild von Hyde nicht verwertet werden. Es treten hier auch keine Fälle in den dazwischenliegenden Intervallen auf. Die Erfassungskonfidenz ist entweder hoch oder Null.

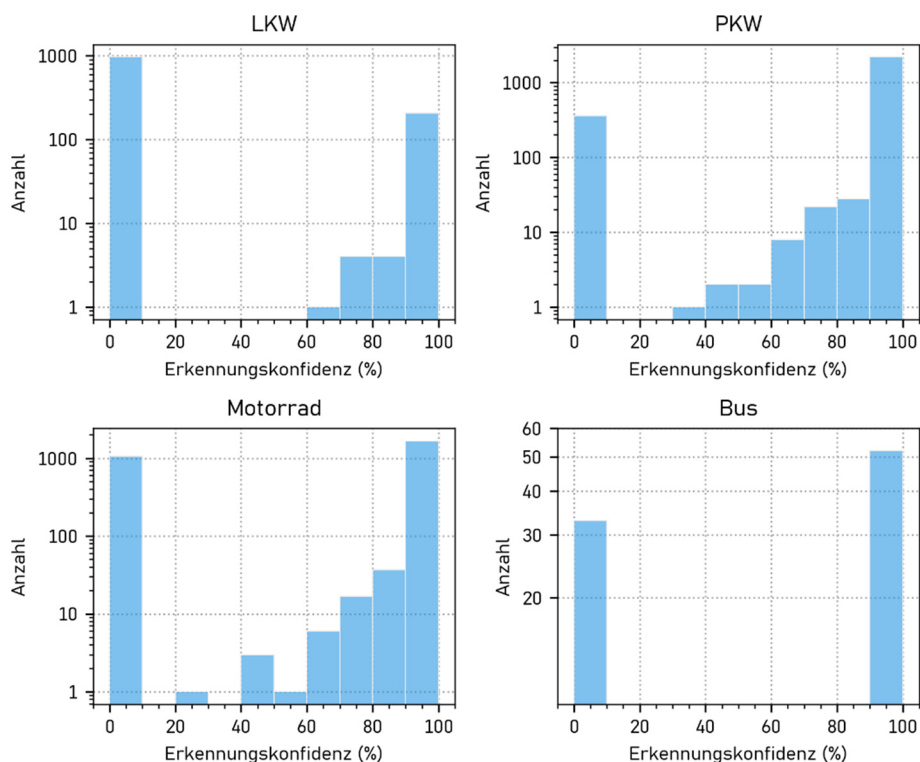


Abbildung 48: Verteilung der Nummernschilderkennungskonfidenz über alle von Hyde erfassten Vorbeifahrten, gruppiert nach Fahrzeugkategorie. Für die Verteilung wurden Intervalle von 10% Breite gebildet. Man beachte die logarithmische Skala. Die Angaben werden von Hyde bereitgestellt.

Abbildung 49 zeigt den prozentualen Anteil der Vorbeifahrten mit Nummernschilderkennungskonfidenz $\geq 80\%$ mit stündlicher Auflösung. Dabei zeigt sich, dass während des Tages die Erkennungskonfidenz $\geq 80\%$ zwischen 9 Uhr und 18 Uhr im Bereich von 60% bis 75% aller Vorbeifahrten liegt. Es

16. März 2026

zeichnet sich ab, dass die automatische Nummernschilderfassung in den Dämmerungsstunden weniger effizient arbeitet als während der Nachtzeit und während des Tages. Eine mögliche Ursache hierfür kann die unter einem flachen Winkel einfallende Sonne sein sowie die Wahl des Umschaltpunktes zwischen der Infrarotkamera für Nachtaufnahmen und der Kamera für Tagaufnahmen. Beispiele für morgendliche und abendliche Vorbeifahrten befinden sich in Abbildung 51 und in Abbildung 52. Während der Nachtzeit, siehe Abbildung 53, vermag die ANPR-Kamera die Nummernschilder meist wieder besser aufzulösen. Für die Nachtstunden liegt aber keine ausreichend grosse Stichprobenmenge vor.

Bei Fahrzeugen, welche erst in einiger Distanz registriert werden, ist eine korrekte Erfassung des Nummernschilds erschwert möglich. Bei den Motorrädern könnten Vibrationen das Erfassen von Nummernschildern besonders während der Nachtstunden bei längerer Belichtungszeit erschweren.

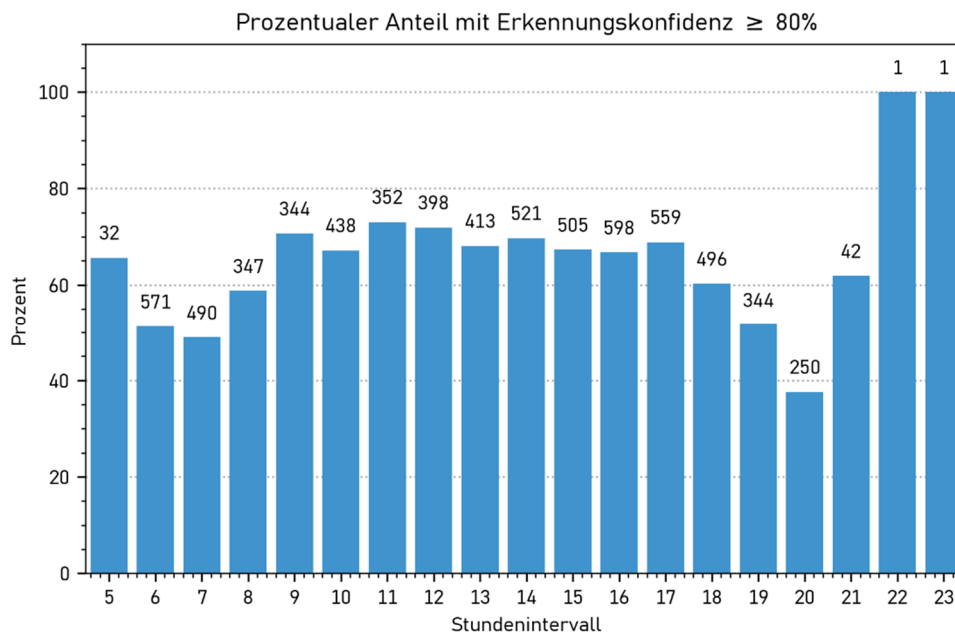


Abbildung 49: Prozentualer Anteil der Nummernschilderkennungskonfidenz $\geq 80\%$ bezüglich der Anzahl Vorbeifahrten über dem Erfassungswert pro stündliches Intervall. Die Stundenintervalle sind wie folgt definiert [hh:00:00, hh:59:59]. Die Anzahl an Vorbeifahrten im Intervall ist über jedem Balken angegeben.

Im Rahmen der Evaluierung der 100 lautesten PKW und LKW Vorbeifahrten bei Hydre und den lautesten 50 Vorbeifahrten bei swissNoise wurde die Qualität der Nummernschilderfassung manuell beurteilt. Hydre hat bei den PKWs von insgesamt 100 Vorbeifahrten 84 Nummernschilder korrekt erkannt und bei 16 war die Erkennung nicht korrekt. Bei den 100 Motorradvorbeifahrten wurden die Nummernschilder bei 55 Vorbeifahrten korrekt erkannt und bei 45 Vorbeifahrten war die Erkennung fehlerhaft oder nicht vorhanden. Es wurde überprüft, ob sich die im Bild erkennbare Nummer mit jener deckt, die von der Nummernerkennung ermittelt wurde und sich im Mittelteil des Bilds befindet. War das Nummernschild nicht erkennbar, so wurde dies auch als nicht erkannte Nummer gewertet. Dass die Nummernschilder bei der Kategorie Motorrad schlechter erfasst wurde, geht auch aus Abbildung 48 hervor. Bei swissNoise wurde die Nummernschilderfassung bei 50 Vorbeifahrten durchgeführt, wovon 34 Nummernschilder korrekt erkannt wurden und bei 16 Nummernschildern war die Erkennung nicht korrekt. Da bei swissNoise ein Fahrzeugmix aus unterschiedlichen Fahrzeugtypen untersucht wurde, lassen sich die Zahlen nicht ohne Weiteres vergleichen. Insgesamt ergab sich aber

16. März 2026

der Eindruck, dass swissNoise zwar hochwertigeres Bildmaterial als Hydre liefert, der Erkennungsmechanismus für die Nummernschilderfassung jedoch Defizite aufweist. In einigen Fällen wurden bei swissNoise statt des Nummernschildes Schriftzüge oder Nummern am Fahrzeug erkannt, was auf eine inkorrekte Wahl der Region of Interest (ROI) schliessen lässt. Auch auffällige Muster auf dem Fahrzeugchassis führten zu Fehlklassierungen, siehe Abbildung 50. Die Schrifterkennung hatte Mühe den Buchstaben O und die Ziffer 0 auseinanderzuhalten. Durch ein besser trainiertes Erkennungsmodell liessen sich diese Probleme jedoch beheben.



Abbildung 50: Beispiele von nicht korrekt ermittelten Nummernschildern bei guter Bildqualität beim swissNoise-Blitzer. Das Nummernschild des Polizeifahrzeugs wurde als «N2963» ermittelt und für den Lastwagen wurde «"IIIIII11"» angegeben.

Nachfolgend wird die Bildqualität der von Hydre und swissNoise erfassten Vorbeifahrten anhand von Beispielen unter schwierigen Lichtbedingungen wie Nacht oder in der Dämmerung dargestellt.



Abbildung 51: Vorbeifahrten Mitte Juli und Anfangs August unter Einfluss der Morgensonne. Bei flachen Sonneneinstrahlungswinkeln ist im August ein Spinnennetz erkennbar. Die von der Hydre ANPR Kamera erfassten Bilder sind ungünstig belichtet und zum Teil verwackelt. **Links:** 19.07.2024 06:41:17, inkorrekt ermittelte Distanz zum Fahrzeug, **Rechts:** 10.08.2024 07:13:14, flach einfallende Sonne.

16. März 2026



Abbildung 52: Vorbeifahrten Ende Juli und Anfangs August unter Einfluss der Abendsonne. Die von der Hydre ANPR Kamera erfassten Bilder sind ungünstig belichtet und zum Teil verwackelt. **Links:** 28.07.2024 19:55:13, inkorrekt ermittelte Distanz zum Fahrzeug, **Rechts:** 10.08.2024 20:28:38.



Abbildung 53: Von Hydre erfasste Vorbeifahrten während der Nachtzeit im Juli. Die ANPR Kamera vermag die Nummernschilder auch in der Dunkelheit meistens zu erkennen. Die Farbbilder der Seitenkameras sind aber verpixelt. **Links:** 25.07.2024 23:00:23, **Rechts:** 26.07.2024 21:31:56.

Beim swissNoise Blitzer wurde die Bildqualität im Allgemeinen für besser empfunden als jene von Hydre. Die Bilder verfügen über eine höhere Auflösung und die Belichtungseinstellungen sind vorteilhafter. In der Dämmerung sind die Bilder mit der Infrarotkamera sehr scharf und detailreich, siehe Abbildung 54 & Abbildung 55. Aufgrund der besseren Auflösung waren die Nummernschilder oft besser erkennbar als jene von Hydre. Während der Nacht bei Situationen mit weniger Licht sind die swissNoise Bildaufnahmen jedoch dunkler als jene von Hydre, siehe Abbildung 56. Die Nummernschilder bleiben gut erkennbar, werden aber nicht so gross vergrössert wie jene bei Hydre.

Bei swissNoise wird nur das Bild abgegeben. Hydre hingegen, fertigt eine Zusammenstellung aus verschiedenen Bildern an und reichert das Bild mit Metadaten wie Nummernschild, Fahrzeugtyp, Geschwindigkeit und Schallpegel in 7.6 m Distanz an. Für den Vollzug ist diese Zusammenstellung sehr informativ.

16. März 2026



Abbildung 54: Von swissNoise2 registrierte Vorbeifahrten während der Morgenstunden. **Links:** Vorbeifahrt PKW am 30.07.2024 06:17:45. **Rechts:** Vorbeifahrt LKW am 14.08.2024 07:28:45. Einfallendes Sonnenlicht ist erkennbar.



Abbildung 55: Detailreiche Bilder der IR-Kamera in der Dämmerung vor dem Wechsel zur Farbkamera. 31.07.2024, 06:06:29.



Abbildung 56: Von swissNoise2 registrierte Vorbeifahrten während der Nacht. **Links:** 16.08.2024 21:04:10 PKW ohne Rücklicht, **Rechts:** Vorbeifahrt PKW 16.08.2024 00:08:20.

16. März 2026

6.6 Auffällig Fahrzeuge

Im Zuge der Analyse fielen auch auffällige und nicht alltägliche Fahrzeuge auf. Dies beinhaltet Oldtimer, Quads und Trikes. In jeder Fahrzeugkategorie konnten Fälle über und unter dem Schwellenwert gefunden werden. Für Oldtimer gelten die bei Erstinverkehrsetzung gültigen älteren Prüfwerte für die Schallemission. Daher wären die von der Empa hergeleiteten Schwellenwerte [3] für den Innerortsbereich sowie die aktuell geltenden Lärm-Grenzwerte gemäss Typenprüfung nicht anwendbar.

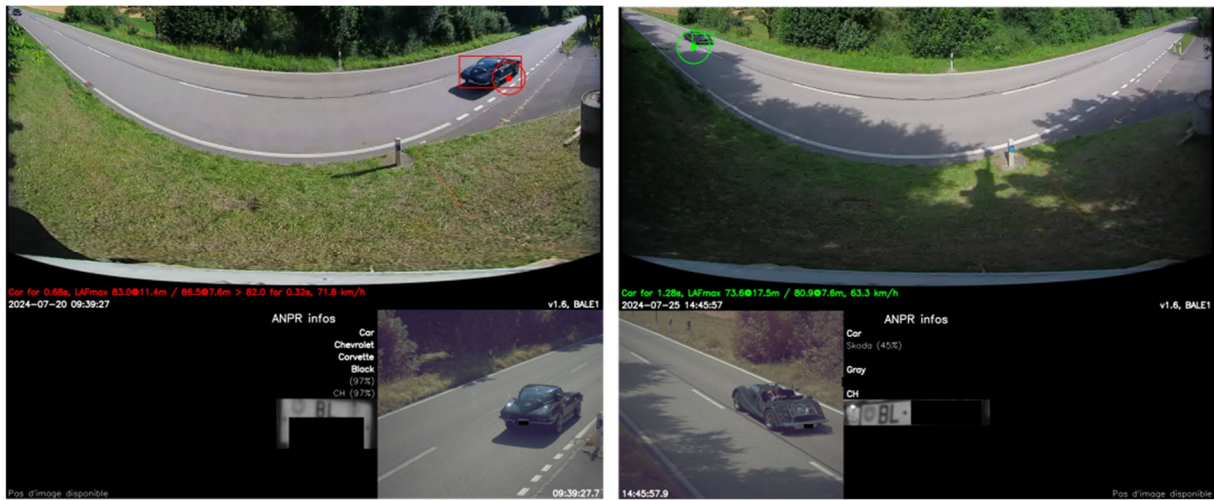


Abbildung 57: Vorbeifahrt von Oldtimer PKWs. Links eine zu laute Vorbeifahrt und rechts eine Vorbeifahrt unter dem Schwellenwert.



Abbildung 58: Vorbeifahrt eines Trikes unter dem Schwellenwert und rechts eine laute Vorbeifahrt eines Quads.

6.7 Positive Beispiele von leisen Vorbeifahrten und Distanzeffekte

In diesem Kapitel werden positive Beispiele genannt. Es handelt sich hierbei um Fahrzeuge, die vermeintlich lauter sein müssten und mit denen einer Vorbeifahrt über dem Schwellenwert wahrscheinlicher wäre. Aufgrund einer angepassten und gemässigten Fahrweise wurde der Schwellenwert aber nicht überschritten.

16. März 2026

In Abbildung 59 sind Vorbeifahrten von PKWs dargestellt. In beiden Fällen wurde von Hydre eine niedrige Geschwindigkeit registriert. In beiden Fällen war die Vorbeifahrt konstant und ohne Manöver. Dies war auch bei den Motorradvorbeifahrten Abbildung 60 der Fall. Bei den PKW und Motorradvorbeifahrten liegen die Pegel von Hydre und vom Validierungsmikrofon innerhalb von 3 dB. Dies legt nahe, dass die Vorbeifahrten sowohl von Hydre wie auch vom Validierungsmikrofon korrekt gemessen wurden.

Die Vorbeifahrten von Nutzfahrzeugen in Abbildung 61 liegen in jedem Fall unter dem Schwellenwert. Im rechten Panel stimmen die Pegel zwischen Validierungsmikrofon und Lärmblitzer überein.

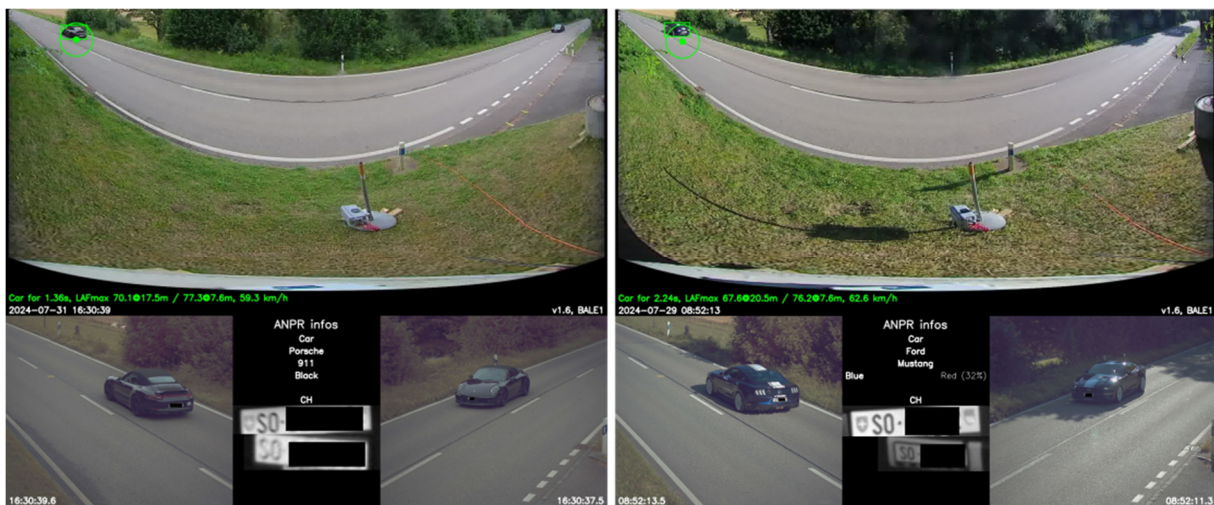


Abbildung 59: Vorbeifahrten von PKW-Fahrzeugen, bei den durch entsprechende Fahrweise eine Überschreitung des Schwellenwerts hervorgerufen werden kann. Die Referenzmessungen ergaben folgende Daten: **Links:** Geschwindigkeit TopoBox: 75 km/h, $L_{A,F,max}@7.6m$ Validierungsmikrofon: 77.5 dB(A). **Rechts:** Geschwindigkeit TopoBox: 76 km/h, $L_{A,F,max}@7.6m$ Validierungsmikrofon: 76.8 dB(A).



Abbildung 60: Vorbeifahrt zweier Motorräder unter dem Schwellenwert von 82 dB(A). **Links:** Geschwindigkeit TopoBox: 72 km/h, $L_{A,F,max}@7.6m$ Validierungsmikrofon: 74.0 dB(A). **Rechts:** Geschwindigkeit TopoBox: 70 km/h, $L_{A,F,max}@7.6m$ Validierungsmikrofon: 75.2 dB(A).



Abbildung 61: **Links:** Vorbeifahrt Traktor. Geschwindigkeit TopoBox: 28 km/h, $L_{A,F,max}@7.6m$ Validierungsmikrofon: nicht zuweisbar. **Rechts:** Vorbeifahrt Baustellenfahrzeug. Geschwindigkeit TopoBox: 29 km/h, $L_{A,F,max}@7.6m$ Validierungsmikrofon: 80.6 dB(A).

7. Zusammenfassung

In diesem Bericht wurden zwei Lärmblitzersysteme, Hydre von Bruitparif und swissNoise von swissTraffic, auf ihre Eignung im Lärmvollzug überprüft. Der Testbetrieb fand auf einer von Motorrädern häufig frequentierten 80 km/h Ausserortsstrecke mit 4% Steigung im Kanton BL statt. Die Blitzer wurden seitlich am Strassenrad platziert. Hydre überblickt den gesamten Strassenabschnitt und die beiden swissNoise Blitzer wurden mit Blickrichtung Mariastein und Röschenz aufgestellt. Messungen fanden im Zeitraum vom 18.07.24 bis 22.08.24 statt. Vom 26.07.24 bis zum 05.08.24 wurden die Daten der Lärmblitzer durch Referenzmessungen bezüglich Verkehrszusammensetzung (TopoBox) und durch Referenzmessungen mit Klasse I Mikrofönen ergänzt. Für die Analyse werden nur Vorbeifahrten auf trockener Fahrbahn berücksichtigt.

Beide Lärmblitzer verfügen über ein Noise Array um die massgebende Lärmquelle räumlich zu lokalisieren und dem verursachenden Fahrzeug zuzuweisen. Liegt der erfasste Vorbeifahrtpegel über dem Erfassungswert wird die Vorbeifahrt aufgezeichnet. Für die Fahrzeugidentifikation stehen ANRP (automatic number plate recognition) Kameras mit Infrarot Nachsichtsensoren zur Verfügung. Zusätzlich ist Hydre in der Lage eine akustische Trajektorie der gesamten Vorbeifahrt aufzuzeichnen und diese mit der räumlichen Trajektorie zu überlagern. Durch Distanzmessung zum Fahrzeug kann der erfasste Pegel auf die Referenzdistanz von 7.6 m rückgerechnet werden. Dies erhöht die Pegelvergleichbarkeit unter verschiedenen Fahrzeugen und erlaubt das korrekte Erfassen von lauten Ereignissen in einiger Distanz zum Lärmblitzer. Zudem kann ein direkter Bezug zum Schwellenwert hergestellt werden, welcher ebenfalls in 7.6 m Abstand definiert ist.

Es hat sich gezeigt, dass Fahrten in Richtung Mariastein oft lauter waren als jene in Richtung Röschenz. Dies dürfte zum Teil der Steigung zuzuschreiben sein, die hochtouriges Fahren in kleinen Gängen erforderlich machen kann. Auf der Strecke wurden in beiden Richtungen zum Teil massive Geschwindigkeitsübertretungen festgestellt. In Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit kann der vom Referenzmikrofon aufgezeichnete Vorbeifahrtpegel um bis zu 10 dB schwanken. Hydre kann die Geschwindigkeit ebenfalls erfassen, wies aber bei langen und grossen Fahrzeugen gegenüber Messungen der TopoBox systematisch zu niedrige Geschwindigkeiten aus. Bei den Kategorien PKW und Motorrad wurde festgestellt, dass es gelegentlich zu übermässig lauten Vorbeifahrten kam. Diese können als besonders störend empfunden werden. Die Hauptursache für die übermässig lauten Vorbeifahrten dürften inadäquates Fahrverhalten oder unzulässige technische Modifikationen am Fahrzeug darstellen.

Die fahrzeugklassenaufgelöste Pegelvalidierung zwischen Hydre und dem Referenzmikrofon hat ergeben, dass Hydre nach der Pegelrückrechnung auf 7.6 m gegenüber dem Referenzmikrofon abhängig von der Fahrzeugklasse im Mittel bis zu 3.4 dB höhere Pegel angegeben hat. Laute Ereignisse wurden vom Referenzmikrofon gegenüber Hydre als lauter bewertet. Bei Hydre besteht Zweifel, ob die Distanz zum lautesten Ereignis auf der Vorbeifahrttrajektorie zuverlässig ermittelt wird. Es konnten mehrere Beispiele gefunden werden, bei denen inkorrekte Distanzangaben bei der Rückrechnung auf 7.6 m zu Pegelabweichungen von bis zu 5-7 dB geführt haben. Es gilt aber zu erwähnen, dass die hier eingesetzte Hydre Hardware noch nicht homologiert ist und sich in einem späten Prototypenstadium befindet. swissNoise nimmt keine Pegelrückrechnung vor. Bei Lärmevents in einiger Distanz zum Blitzer werden die Ereignisse als zu leise erfasst. Ausserdem gab der swissNoise Blitzer $L_{A,eq}$ Vorbeifahrtpegel aus, was die Vergleichbarkeit mit den als $L_{A,F,max@7.6m}$ definierten Schwellenwerten stark erschwert. Eine $L_{A,eq}$ Pegelkorrelation zwischen swissNoise und dem Referenzmikrofon zeigt, dass

16. März 2026

swissNoise abhängig von der Fahrzeugklasse im Mittel um bis zu 3.8 dB tiefere Pegel ausgibt als das Referenzmikrofon. Ein Pegelzuwachs wird von den beiden Mikrofonen etwas als gleich laut eingestuft.

Anhand kumulativer Verteilungsfunktionen wurde die Eignung eines von der EMPA bis 50 km/h vorgeschlagenen Schwellenwerts von 82 dB(A) [3] untersucht. Aufgrund der Vorbeifahrten wird ersichtlich, dass der hier verwendete Schwellenwert von 82 dB(A) für die Streckenbedingungen mit 80 km/h und 4% Steigung zu niedrig angesetzt ist. In Anlehnung an [3] wurden die Schwellenwerte für Motorräder und PKWs für Ausserortsbedingungen umgerechnet, siehe Kapitel 5.5.1. Zusätzlich wurde ein auf sonROAD18 basierendes Berechnungsschema vorgeschlagen, welche Schwellenwerte Swiss10 aufgelöst ermitteln kann und über die CPX-Schnittstelle auch Belageigenschaften einbinden kann. Unter Verwendung des angepassten Schwellenwerts konnten die Hydre Übertretungen des Schwellenwerts bei den LKWs und den Bussen auf Null gesenkt werden. Aus Vollzugssicht dürften Lastwagen und Busse nicht interessant sein, da mit dieser Fahrzeuggattung kaum lärmförderliche Fahrmanöver durchgeführt werden und auch keine illegalen Modifikationen vorgenommen werden. Bei den PKWs und den Motorrädern konnte durch die Verwendung des angepassten Schwellenwerts die Anzahl an Fahrzeugen gesenkt werden, so dass sie für den Vollzug handhabbar wäre. Es wird daher empfohlen, Schwellenwerte nicht global, sondern pro Fahrzeugklasse und unter Berücksichtigung der jeweiligen Streckenverhältnisse zu definieren, respektive bestimmte Anforderungen zu stellen, bspw. trockene Fahrbahn oder keine wesentliche Steigung.

Hydre hat sich als technisch ausgereifter erwiesen als der swissNoise Lärmblitzer. Es gilt aber zu beachten, dass bei swissNoise ein Prototypenmodell getestet wurde. Insbesondere die Fähigkeit erfasste Pegel bezüglich der Distanz zu normalisieren, wird für den Vollzug als essenziell betrachtet. Dies bedingt allerdings eine hohe Genauigkeit bei der Distanzbestimmung. Für den Vollzug müssten allenfalls in bekannten Distanzen Referenzmarkierungen angebracht werden, um die Plausibilität der erfassten Distanzen und somit rückgerechneten Pegel zu gewährleisten. Bei beiden Modellen ist eine manuelle Durchsicht der erfassten Vorbeifahrten und eine Prüfung der Plausibilität der Resultate nach wie vor angezeigt. Wenn weiterentwickelte Versionen zur Verfügung stehen, welche auch einem Homologierungsprozess standhalten, könnte eine automatisierter Vollzug aber denkbar sein.

Die korrekte Erkennung des Fahrzeugs, welches den grössten Lärmbeitrag liefert, ist bei Hydre gewährleistet. swissNoise hat verschiedene Lärmquellen korrekt erkannt, aber gerade bei Mehrfachvorbeifahrten war die Zuweisungssicherheit oft nicht gegeben. Nur durch manuelles Sichten des Bild und Videomaterials konnte das für die Schwellenwertübertretung verantwortliche Fahrzeug identifiziert werden.

Hydre stellt die erfassten Informationen in einer für den Vollzug geeigneten Form zusammen. Insbesondere die Nummernschilderkennung hat gut funktioniert. Die Bild und Audioqualität könnte jedoch besser ausfallen. Der swissNoise Blitzer lieferte eine zufriedenstellende Audio- und Bildqualität. Insbesondere Infrarotaufnahmen in der Dämmerung waren sehr scharf und detailreich. Während der Nacht waren die swissNoise Aufnahmen aber etwas dunkel. Die Nummernschilderkennung hat jedoch noch Verbesserungspotential.

Eine Analyse des Fahrverhaltens bei den 100 lautesten Hydre Vorbeifahrten für PKWs und Motorräder hat ergeben, dass häufige Ursachen für Schwellenwertübertretungen Überhol- und Beschleunigungsmanöver sind. Bei den Motorrädern steht zusätzlich das charakteristische Knattergeräusch an erster

Stelle. Bei gewissen Fahrmanövern war klar ein absichtliches Verhalten nachweisbar, z.B. unbegründetes Hupen oder Gasgeben vor dem Lärmblitzer.

Abschliessend kann gesagt werden, dass der Einsatz von Lärmblitzern unter gewissen Umständen bereits zum jetzigen Zeitpunkt Sinn machen kann. In Städten sollte der Einsatz für das Erkennen von Poserfahrten oder dem unbegründeten Hupen und Gasgeben vor roten Ampeln schon jetzt möglich sein. Die Pegelermittlung und das Bild- und Videomaterial sollten dafür eine ausreichende Beweiskraft haben. Allerdings würde hierfür ein Klasse I Mikrofon gepaart mit einer Videoaufzeichnung unter Umständen schon ausreichen. Für den Einsatz zur Bestimmung von strafbar lautem Fahrverhalten müsste eine Homologierung vorliegen, die nachweist, dass die Pegel und Distanzen korrekt erfasst werden und die Rückrechnung die atmosphärischen Gegebenheiten genügend berücksichtigt. Das Erkennen von illegalen Modifikationen am Fahrzeug dürfte dennoch schwierig bleiben. Der Lärmblitzer bietet diesbezüglich aber auch Chancen. Die Audioaufzeichnung zusammen mit dem distanznormalisierten Pegel könnten bspw. als Anhaltspunkt dienen, um Fahrzeuge für eine technische Inspektion anzubieten.

8. Quellen

- [1] S. Gomm u. a., «Einstellungen und Präferenzen der Schweizer Bevölkerung im Bereich Lärm und Lärmbekämpfung», ETH Zurich, 2024. doi: 10.3929/ETHZ-B-000660973.
- [2] M. Brink, S. Gomm, C. Brügge, und T. Bernauer, «Attitudes and preferences of the Swiss population towards noise abatement measures: Results from a nationwide panel survey», 2024.
- [3] J. Jäggi, K. Heutschi, und J. M. Wunderli, «Herleitung eines Schwellenwerts für übermässig laute Fahrzeuge», EMPA, 5211.02149.100, 2022.
- [4] «Le radar sonore Hydre». Zugegriffen: 24. Februar 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bruitparif.fr/le-radar-sonore-hydre/>
- [5] «Le capteur « Méduse »». Zugegriffen: 24. Februar 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bruitparif.fr/la-meduse/>
- [6] C. Mietlicki, F. Mietlicki, und D. Bernfeld, «Hydra: a noise radar to automatically track down excessively noisy vehicles in real traffic conditions».
- [7] «Produktdatenblatt swissNoise», swissTraffic, 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.swisstraffic.ch/_files/ugd/34d0cb_fed7e8e17fb149a08da3b02008639fad.pdf
- [8] «Karte Schweiz», swisstopo, 2025. [Online]. Verfügbar unter: map.geo.admin.ch
- [9] D. Magnin und R. Thomson, «Test d'un radar sonore sur 4 tronçons routier urbains dans le canton de Genève», EcoAcoustique, 2024.
- [10] Kanton BL und Kanton BS, «Meteodaten Nordwestschweiz». Zugegriffen: 26. Februar 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://meteodaten-nordwest.ch/>
- [11] «Lärmblitzer – Bericht zur Analyse der vom Lärmblitzer erfassten lauten Kraftfahrzeuge und deren Lärmwirkungspotenzial», Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin, Berlin, 2025.
- [12] S. Grunder, «Analyse EU-Reifenlabel Klassen», Touring Club Schweiz, 2019.
- [13] K. Heutschi und B. Locher, «sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm», Empa, 2018.

Grolimund + Partner AG



Dominik Haas



Erik Bühlmann

16. März 2026

Anhang

I Zeitfenster mit Niederschlag und nassen Strassenverhältnissen

Tabelle 6: Zeitpunkte des Niederschlagsbeginns, des Niederschlagendes und dem Endzeitpunkt der Trocknungszeit von 2 Stunden. Der Zeitbereich mit nassen Verhältnissen auf der Fahrbahn wurde von der Analyse ausgeschlossen.

Start Niederschlag	Ende Niederschlag	Ende Trocknungszeit
2024-07-21 00:30:00	2024-07-21 01:30:00	2024-07-21 03:30:00
2024-07-21 04:30:00	2024-07-21 07:30:00	2024-07-21 09:30:00
2024-07-21 16:00:00	2024-07-21 17:30:00	2024-07-21 19:30:00
2024-07-22 06:00:00	2024-07-22 09:30:00	2024-07-22 11:30:00
2024-07-24 01:00:00	2024-07-24 01:30:00	2024-07-24 03:30:00
2024-07-27 15:30:00	2024-07-27 16:00:00	2024-07-27 18:00:00
2024-07-27 20:30:00	2024-07-28 03:00:00	2024-07-28 05:00:00
2024-07-31 15:00:00	2024-07-31 15:30:00	2024-07-31 17:30:00
2024-07-31 20:00:00	2024-07-31 20:30:00	2024-07-31 22:30:00
2024-07-31 23:30:00	2024-08-01 00:00:00	2024-08-01 02:00:00
2024-08-01 06:30:00	2024-08-01 07:00:00	2024-08-01 09:00:00
2024-08-01 14:00:00	2024-08-01 15:00:00	2024-08-01 17:00:00
2024-08-01 21:00:00	2024-08-01 21:30:00	2024-08-01 23:30:00
2024-08-02 02:30:00	2024-08-02 03:00:00	2024-08-02 05:00:00
2024-08-02 20:30:00	2024-08-02 21:30:00	2024-08-02 23:30:00
2024-08-03 04:30:00	2024-08-03 05:00:00	2024-08-03 07:00:00
2024-08-07 05:00:00	2024-08-07 13:00:00	2024-08-07 15:00:00
2024-08-12 03:30:00	2024-08-12 04:30:00	2024-08-12 06:30:00
2024-08-12 09:00:00	2024-08-12 09:30:00	2024-08-12 11:30:00
2024-08-14 13:00:00	2024-08-14 13:30:00	2024-08-14 15:30:00
2024-08-14 18:30:00	2024-08-14 19:30:00	2024-08-14 21:30:00
2024-08-17 01:30:00	2024-08-17 02:00:00	2024-08-17 04:00:00
2024-08-17 18:30:00	2024-08-17 19:30:00	2024-08-17 21:30:00
2024-08-18 00:30:00	2024-08-18 09:30:00	2024-08-18 11:30:00
2024-08-18 17:30:00	2024-08-18 20:30:00	2024-08-18 22:30:00
2024-08-19 02:00:00	2024-08-19 04:30:00	2024-08-19 06:30:00

16. März 2026

II Statistische Kenndaten der Geschwindigkeitsverteilungen auf der Challstrasse

Tabelle 7: Statistische Kenndaten der Geschwindigkeitsverteilung auf der Challstrasse.

swiss10_comb	Fahrtrichtung	Anzahl	Mittelwert	std	median	v85	min	max	% über 80 km/h
1 - Bus	Fahrtrichtung Mariastein	43	71.7	7.7	72.0	80.7	57.0	84.0	16.3
1 - Bus	Fahrtrichtung Röschenz	11	60.4	21.7	70.0	77.0	22.0	86.0	9.1
2 - Motorrad	Fahrtrichtung Mariastein	1077	72.6	14.8	74.0	83.6	10.0	132.0	22.4
2 - Motorrad	Fahrtrichtung Röschenz	1756	70.3	13.6	72.0	82.0	9.0	143.0	18.7
3 - PKW	Fahrtrichtung Mariastein	7490	73.9	9.5	75.0	81.0	10.0	141.0	18.0
3 - PKW	Fahrtrichtung Röschenz	8007	74.4	10.1	75.0	83.0	10.0	162.0	22.6
4 - PKW+Anhänger	Fahrtrichtung Mariastein	55	66.7	16.1	72.0	77.9	11.0	87.0	7.3
4 - PKW+Anhänger	Fahrtrichtung Röschenz	141	59.4	22.8	69.0	80.0	14.0	86.0	10.6
5 - Lieferwagen	Fahrtrichtung Mariastein	863	73.8	9.9	75.0	82.0	16.0	114.0	20.3
5 - Lieferwagen	Fahrtrichtung Röschenz	723	72.5	10.6	74.0	81.0	14.0	115.0	17.7
9 - Lastenzug	Fahrtrichtung Mariastein	14	52.6	16.3	53.0	71.1	32.0	77.0	0.0
9 - Lastenzug	Fahrtrichtung Röschenz	15	40.7	26.4	28.0	72.8	16.0	86.0	6.7
10 - Sattelzug	Fahrtrichtung Mariastein	35	49.3	17.1	41.0	73.0	30.0	82.0	2.9
10 - Sattelzug	Fahrtrichtung Röschenz	16	50.0	22.1	49.5	78.3	19.0	82.0	6.3

III Einfluss Fahrbahnzustand swissNoise2

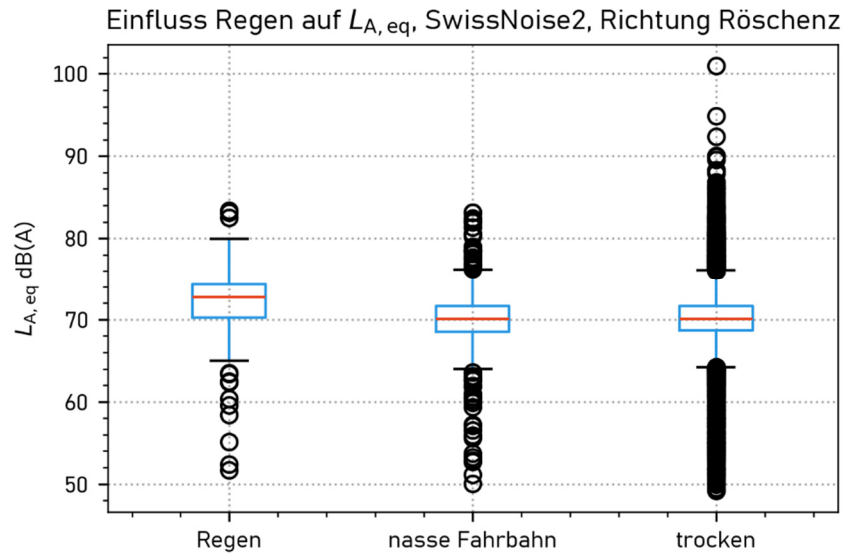


Abbildung 62: Einfluss Fahrbahnzustand auf die von swissNoise1 gemessene Pegelverteilung. Die Verteilung der $L_{A,eq}$ Pegel ist als Boxplot Diagramm dargestellt. Die Anzahl an Datenpunkten für jede Kategorie lautet wie folgt: Regen: 547, nasse Fahrbahn: 1177, trocken: 25733. Die Medianwerte betragen: Regen: 72.7 dB(A), nasse Fahrbahn: 70.1 dB(A), trocken: 70.1 dB(A).

IV Analyse Fahrverhalten und Lärmursache der 100 lautesten PKW Vorbeifahrten bei Hyde

Tabelle 8: Analyse der 100 lautesten PKW Vorbeifahrten gemäss $L_{A,F,max@7.6m}$ Pegel durch manuelle Durchsicht des Bild- und Videomaterials. Hyde liefert Informationen zu den ersten vier Spalten wie Zeitstempel, Geschwindigkeit, distanzkorrigierter Pegel, Erkennungskonfidenz des Nummernschilds und dem Fahrzeugtyp. Die übrigen Spalten wurden beim Durchsehen der Vorbeifahrten ermittelt. Die Erkennung gibt an, ob das Nummernschild lesbar war und sich mit dem von Hyde gefundenen Nummer deckt. Ident. Fahrzeuge steht für die anonymisierte Vorbeifahrt von identischen Fahrzeugen. Die vermutliche Ursache für die Schwellenwertüberschreitung wird in der Spalte Ursache gelistet und Auffälligkeiten bei der Durchfahrt werden unter Bemerkungen angegeben.

Zeitstempel	v (km/h)	LAFmax @7.6m (dBA)	Erkennung (%)	Richtung	Kategorie	Erkennung	Fahrzeugtyp	Ident. Fhrz.	Ursache	Bemerkung
2024-08-11 12:12:45	82.4	107.3	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche 911		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-08-09 20:04:51	93.1	102.1	100	Mariastein	PKW	ok, Auflösung knapp	Chevrolet Camaro	C1	Beschleunigung/Gasgeben	Beschleunigung, tiefe Tonalität, vermutlich Absicht
2024-08-10 19:12:52	76.1	100.9	100	Mariastein	PKW	ok	Chevrolet Camaro	C1	Beschleunigung/Gasgeben	Beschleunigung, tiefe Tonalität, vermutlich Absicht
2024-08-02 19:12:42	98.3	96.6	0	Röschenz	PKW	nicht erkannt			Beschleunigung/Gasgeben	Beschleunigung, tiefe Tonalität, vermutlich Absicht
2024-08-09 18:53:14	91.6	96.3	100	Mariastein	PKW	ok	Audi A3		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-08-11 17:14:57	105.1	95.3	100	Mariastein	PKW	ok, Auflösung knapp	Mercedes GLC-Klasse		Beschleunigung/Gasgeben	Beschleunigung, Gasgeben, Auspuffklappe
2024-07-26 14:48:57	70.9	94.1	100	Röschenz	PKW	ok	Mitsubishi Colt		Andere Lärmquelle	Fehlzuweisung, Lärm in Distanz
2024-08-07 18:32:43	77.3	93.1	100	Mariastein	PKW	ok	Audi A3	A1	Beschleunigung	Schalten, Gasgeben, Beschleunigung, Absicht

16. März 2026

2024-07-20 13:49:48	93.9	92.9	100	Röschenz	PKW	ok	BMW		Beschleunigung/Gasgeben	Beschleunigung, tiefe Tonalität
2024-08-17 16:00:11	84.9	92.1	100	Mariastein	PKW	ok	Smart Fortwo		Andere Lärmquelle	Kampfjet, Falschzuweisung
2024-08-20 11:59:10	68.3	91.9	100	Mariastein	PKW	ok	BMW X3		Blaulicht	Polizei, Blaulicht
2024-07-20 21:38:41	75.8	91.7	0	Mariastein	Motorrad	nicht erkannt			Nicht erkennbar	Motorrad, konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-20 21:38:04	74	91.5	100	Mariastein	PKW	ok	Alfa Romeo Stelvio		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-07-26 17:32:28	66.4	91.1	100	Mariastein	PKW Oldtimer	ok	Alfa Romeo	A2	Oldtimer	Oldtimer, konstante Vorbeifahrt
2024-08-11 19:28:34	66.6	91.1	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche Boxster		Nicht erkennbar	Evtl. Klappe, tiefe Tonalität, konstante Vorbeifahrt
2024-07-21 15:14:12	53.4	90.7	95	Mariastein	PKW	ok	Mitsubishi Pajero		Hupen	Hupen mit Absicht
2024-07-20 17:06:52	63.8	90.3	98	Röschenz	PKW Oldtimer	ok		U1	Oldtimer	Oldtimer, kein Manöver
2024-08-09 16:40:05	77.2	90.2	100	Mariastein	PKW	ok	Audi A3		Beschleunigung/Gasgeben	Gasgeben, kleiner Gang, Absicht
2024-08-05 13:20:03	77.9	90.1	100	Mariastein	PKW	ok	Ferrari		Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-02 19:12:00	74.8	89.4	100	Mariastein	PKW	ok, Auflösung knapp	BMW 1		hochtouriges Fahren	Tiefe Tonalität, konstante Vorbeifahrt, hochtourig

16. März 2026

2024-08-13 20:01:26	59.1	89.4	100	Mariastein	PKW, Oldtimer	ok	Mini OLD		Oldtimer	Tiefe Tonalität, konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-20 18:18:17	50.6	88.6	100	Mariastein	PKW	ok	Chevrolet Camaro		Gasgeben	Übermässiges Gasgeben, Absicht
2024-08-09 16:40:08	75.5	88.5	100	Mariastein	PKW	ok	Opel Vectra/Zafira		Gasgeben	Übermässiges Gasgeben, Absicht
2024-08-10 20:18:44	69.6	88.5	0	Röschenz	PKW	nicht erkannt			Auspuff	evtl. Klappen Auspuff, leichtes Knallen
2024-07-20 15:51:18	78.1	88.4	100	Röschenz	PKW	ok	Lamborghini Huracán		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, Tiefe Tonalität
2024-08-01 14:21:45	61.2	88.2	100	Mariastein	PKW	ok	Renault Twingo		Hupen	Hupen, Absicht
2024-08-04 19:24:56	76.2	88.2	100	Mariastein	PKW	nicht erkannt, Auflösung	Mercedes E-Klasse		Überholmanöver	Überholmanöver, tiefe Tonalität
2024-08-15 19:05:04	77	88	96	Röschenz	PKW	ok	Opel Signum		Hupen	Hupen, Absicht
2024-07-19 08:51:29	82.7	87.9	100	Mariastein	PKW	ok	BMW 3	B1	Gasgeben	Übermässiges Gasgeben, Absicht
2024-07-22 07:45:08	63.2	87.6	0	Mariastein	Motorrad	nicht erkannt			Auspuff	Regen, Motorrad, knatterndes Geräusch
2024-07-20 15:37:25	64.4	87.5	100	Mariastein	PKW	ok	Ferrari 458		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, Tiefe Tonalität
2024-07-25 17:39:48	154.3	87.5	100	Röschenz	PKW	ok	Mercedes B-Klasse		Nicht erkennbar	Keine Auffälligkeit, evtl. Motorenbremse

16. März 2026

2024-07-23 17:36:30	76.1	87.1	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche 911		Gasgeben	Übermässiges Gasgeben, Absicht
2024-07-26 11:36:41	80.6	86.9	100	Mariastein	PKW	ok	BMW3	B1	Gasgeben	Übermässiges Gasgeben in einiger Distanz
2024-07-27 11:09:54	80.4	86.8	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche		Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-31 13:39:27	89.1	86.8	0	Mariastein	PKW	nicht erkannt			Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-20 09:39:27	71.8	86.5	97	Röschenz	PKW, Old-timer	ok	Chevrolet Corvette		Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-09 15:34:25	76.3	86.5	100	Röschenz	PKW	ok	Audi R8		Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, evtl. tiefer Gang
2024-08-13 17:16:29	81	86.3	100	Röschenz	PKW	ok	Audi A3	A1	Beschleunigung/Gasgeben	Evtl. Klappe Auspuff, Beschleunigung in Distanz
2024-08-04 18:05:44	56.2	86.2	100	Mariastein	PKW	ok	Mercedes		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-08-16 15:05:44	66.2	86.2	98	Mariastein	PKW	ok	Porsche Boxter	P1	Beschleunigung/Gasgeben	Evtl. Klappe, Beschleunigung
2024-08-17 16:42:33	96	86.2	100	Röschenz	PKW	ok	Mini Cooper		hohtouriges Fahren	Aggressiver Ton, hohtourig, Schaltvorgang
2024-07-30 07:32:07	75.3	86.1	0	Mariastein	PKW	nicht erkannt			Beschleunigung/Gasgeben	Schaltvorgang, Beschleunigung, evtl. Klappe
2024-08-04 18:34:38	68.2	85.9	100	Röschenz	PKW Old-timer	ok	MG		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver

16. März 2026

2024-07-19 14:34:44	71.8	85.8	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche Box- ter	P1	Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-08-16 14:25:56	54.8	85.8	98	Röschenz	PKW mit Anhängen	ok	Audi A4		Andere Lärmquelle	Kampfjet, Falschzuweisung
2024-08-17 13:04:14	60.4	85.8	100	Röschenz	PKW	ok	Fiat		Andere Lärmquelle	Kampfjet, Falschzuweisung
2024-08-17 18:21:38	73.9	85.7	96	Mariastein	PKW	ok	Peugeot 308		Beschleuni- gung/Gasgeben	Übersetzte Geschwindigkeit, Beschleuni- gung
2024-07-22 08:03:14	86.2	85.4	0	Mariastein	PKW	nicht erkannt			Regen	Kein Manöver, Regen, klickende Störgeräu- sche
2024-07-25 20:40:54	87.1	85.4	0	Mariastein	PKW	nicht erkannt			Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-07-26 16:47:32	71.9	85.4	100	Mariastein	PKW, Old- timer	ok	Mini OLD	M2	Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-08-05 12:19:54	81.4	85.4	100	Mariastein	PKW	ok	Chevrolet Corvette		Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-07-22 07:51:11	85.6	85.3	0	Mariastein	PKW	nicht erkannt			Regen	Regen, kein Manöver
2024-07-22 08:06:04	93.1	85.3	0	Mariastein	PKW	nicht erkannt			Regen	Regen, kein Manöver
2024-08-01 11:37:29	80.5	85.3	100	Röschenz	PKW	ok	Audi A3		Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-08-07 06:18:21	95	85.3	100	Röschenz	PKW	ok	Peugeot 308		Regen	Nacht, vermutlich Regen, kein Manöver

16. März 2026

2024-08-07 06:24:38	104.3	85.3	100	Röschenz	PKW	ok, ANPR Gesamtbild pixelig	Citroen C3		Regen	Nacht, vermutlich Regen, kein Manöver
2024-08-01 16:35:27	92.9	85.2	96	Mariastein	PKW	ok	Dodge Challenger	D1	Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-08-16 14:01:58	57.6	85.2	100	Röschenz	PKW	ok	Toyota Yaris		Andere Lärmquelle	Kampfjet, Falschzuweisung
2024-07-19 16:01:22	68.6	85.1	100	Mariastein	PKW	ok	Audi Q7		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-07-27 12:39:46	55.6	85.1	100	Mariastein	PKW, Oldtimer	ok	Alfa Romeo	A2	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-04 16:23:58	67.9	85.1	93	Mariastein	PKW, Oldtimer	ok	falsch klassiert	U1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-11 11:17:56	72	85.1	100	Mariastein	PKW, Oldtimer	ok	MG	M1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-07 07:24:26	74.9	85	100	Mariastein	PKW	ok	Audi A5		Auspuff	Nacht, Regen, leichte Knallgeräusche Auspuff
2024-07-29 08:54:29	63.3	84.9	96	Mariastein	PKW, Oldtimer	ok	Chevrolet Camaro		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-15 11:12:41	92.4	84.9	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche Boxster		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-18 13:13:39	52.3	84.9	100	Röschenz	PKW	ok	Audi A3		Beschleunigung/Gasgeben	Übermäßige Beschleunigung auf Höhe Blitzer, Absicht

16. März 2026

2024-07-22 12:32:12	83.9	84.8	0	Mariastein	PKW, Anhänger	nicht erkannt			Anhänger	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Klappergeräusch Anhänger
2024-08-04 16:36:15	57.2	84.8	100	Röschenz	PKW, Oldtimer	ok	Porsche 911		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-13 09:30:37	79.4	84.8	100	Röschenz	PKW	ok	Porsche 911		Beschleunigung/Gasgeben	Starkes Beschleunigen in Distanz
2024-08-16 14:15:41	45.5	84.8	100	Mariastein	PKW	ok	Seat Alhambra		Andere Lärmquelle	Kampffjets, Falschzuweisung
2024-08-18 19:13:30	70.9	84.8	0	Mariastein	PKW, Oldtimer	nicht erkannt			Nicht erkennbar	Nasse Fahrbahn, tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-08-11 12:31:46	65.6	84.7	100	Mariastein	PKW, Oldtimer	ok	Mini		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-11 14:54:41	62.9	84.7	100	Mariastein	PKW, Oldtimer	ok	Fehlklassierung		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, tiefe Tonalität
2024-07-23 21:39:33	110	84.6	0	Röschenz	PKW	nicht erkannt			Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-08 19:35:04	96.4	84.6	100	Röschenz	PKW	ok	Porsche 911		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-10 15:17:30	62	84.6	100	Mariastein	PKW	ok	Audi A3		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-07-24 18:42:04	92.6	84.5	100	Röschenz	PKW	ok	Fiat Punto		Auspuff	Schnelle Vorbeifahrt, leichtes Knallen Auspuff
2024-08-01 15:28:13	112.8	84.5	94	Röschenz	PKW	ok	Dodge Challenger	D1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver

16. März 2026

2024-07-25 16:38:13	70.4	84.4	96	Mariastein	PKW, Old- timer	ok	Mini	M2	Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, kein Manöver
2024-07-29 09:09:34	61.6	84.3	96	Mariastein	PKW	ok	Ford Mustang		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-02 21:17:02	67.8	84.3	98	Mariastein	PKW	ok	Mercedes E- Klasse		Überholmanöver	Nacht, nasse Fahrbahn, Überholmanöver
2024-08-13 07:21:01	117.2	84.3	100	Röschenz	PKW	ok	Seat Leon		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-19 09:37:51	92.3	84.2	96	Röschenz	PKW	ok, Fehlklas- sierung	Ferrari 355		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-07 06:13:25	79.4	84.2	100	Röschenz	PKW	ok	Peugeot 308		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-24 15:45:01	122.4	84.1	100	Mariastein	PKW	ok	Audi A5		Geschwindigkeit	Hohe Geschwindigkeit, kein Manöver
2024-07-28 14:51:39	78.3	84.1	100	Mariastein	PKW	ok	Mercedes CLK		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-02 18:38:10	102.8	84.1	100	Röschenz	PKW	ok	Porsche 911		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-10 15:06:05	80.7	84.1	100	Mariastein	PKW	ok	MG	M1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-21 16:07:27	100.3	84.1	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche Box- ter	P1	Geschwindigkeit	Schnelle Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-21 20:45:38	52.5	84.1	100	Mariastein	PKW	ok	Seat Ateca		Hupen	Hupen mit Absicht

16. März 2026

2024-07-22 07:33:25	92.2	84	0	Mariastein	PKW	nicht erkannt			Regen	Regen, Schnelle Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-09 14:34:17	91.4	84	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche 911		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-16 14:16:36	57.7	84	100	Mariastein	PKW	ok	VolvoXC60		Andere Lärmquelle	Kampffjets, Falschzuweisung
2024-08-17 18:48:29	93.3	84	88	Röschenz	PKW	nicht erkannt, Fehlklassie- rung	Jaguar F-Type		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-08 11:50:55	92.2	83.9	100	Röschenz	PKW	ok	Volvo V40		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-09 18:33:40	89.1	83.9	100	Röschenz	PKW	ok	Ford Focus		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-20 13:57:49	84.2	83.8	100	Mariastein	PKW, Old- timer	ok	Fehlklassie- rung		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-20 16:08:34	57.7	83.8	100	Mariastein	PKW	ok	Porsche 911		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-22 06:53:40	77.9	83.8	71	Mariastein	PKW	ok, Auflösung knapp	BMW 2		Regen	Regen, Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver

16. März 2026

V Analyse Fahrverhalten und Lärmursache der 100 lautesten Motorrad Vorbeifahrten bei Hyde

Tabelle 9: Analyse der 100 lautesten Motorradvorbeifahrten gemäss $L_{A,F,max@7.6m}$ Pegel durch manuelle Durchsicht des Bild- und Videomaterials. Hyde liefert Informationen zu den ersten vier Spalten wie Zeitstempel, Geschwindigkeit, distanzkorrigierter Pegel, Erkennungskonfidenz des Nummernschilds. Die übrigen Spalten wurden beim Durchsehen der Vorbeifahrten ermittelt. Die Erkennung gibt an, ob das Nummernschild lesbar war und sich mit dem von Hyde gefundenen Nummer deckt. Ident. Fahrzeuge steht für die anonymisierte Vorbeifahrt von identischen Fahrzeugen. Die vermutliche Ursache für die Schwellenwertüberschreitung wird in der Spalte Ursache gelistet und Auffälligkeiten bei der Durchfahrt werden unter Bemerkungen angegeben.

Zeitstempel	v (km/h)	LAFmax @7.6m (dBA)	Erkennung (%)	Richtung	Kategorie	Erkennung	Ident. Fhrz.	Ursache	Bemerkung
2024-07-22 19:57:25	90.8	103.9	98	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-29 17:22:18	62.1	101	0	Mariastein	MBK	nicht erkannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-17 12:34:26	79.4	100.6	96	Röschenz	MBK	ok		Beschleunigung/Gasgeben	Aufheulen Gas, Absicht
2024-07-20 17:45:07	88.3	98.7	0	Mariastein	MBK	nicht erkannt		Nicht erkennbar	Tiefe Tonalität, Knattern
2024-08-04 17:50:34	112.3	98.2	90	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-21 13:40:06	140.7	96.8	0	Mariastein	MBK	nicht erkannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-17 16:07:22	68.6	96.1	97	Mariastein	MBK	ok		Andere Quelle	Kampfjet, Falschzuweisung
2024-08-03 14:56:46	90.6	96	97	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver

16. März 2026

2024-07-27 12:18:45	33	95.9	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-09 18:54:45	88.1	95.9	97	Röschenz	MBK	ok		Beschleunigung/Gas- geben	Gasgeben
2024-07-27 12:18:43	76.4	95.4	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-07-21 15:55:54	90.1	94.6	98	Mariastein	MBK	ok		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-11 16:25:02	111	94.6	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Geschwindigkeit	Übersetzt Geschwindigkeit
2024-08-11 16:26:12	94.2	94.4	98	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-22 07:45:07	65.5	94.2	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-07-27 18:00:20	108.9	94.2	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-03 20:49:28	118.8	94.1	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-14 08:59:48	60.2	94	97	Röschenz	MBK	ok		Beschleunigung/Gas- geben	Gasgeben, Absicht
2024-08-02 19:40:16	74.7	93.8	98	Röschenz	MBK	ok		Knattern	Knatterndes Geräusch
2024-08-17 16:08:50	91.2	93.5	98	Röschenz	MBK	ok		Andere Quelle	Kampfjet, Falschzuweisung

16. März 2026

2024-08-02 17:31:22	75.6	93.3	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-08-03 12:43:16	59.9	93.3	98	Röschenz	MBK	ok		Hupen	Hupen, Absicht
2024-08-16 10:23:28	108.9	93.3	93	Röschenz	MBK	ok		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-06 14:33:58	85	93.2	98	Röschenz	MBK	ok	MBK1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-17 16:42:19	78.3	93.2	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-21 14:07:28	71.5	93	98	Mariastein	MBK	ok		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-17 16:15:23	78.6	92.8	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-18 17:40:03	63	92.7	79	Röschenz	MBK	Qualität nicht aus- reichend		Beschleunigung/Gas- geben	Gasgeben vor Blitzer, Absicht
2024-08-13 14:22:21	59.8	92.6	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-13 15:00:37	75.5	92.6	0	Mariastein	Quad	nicht er- kannt	Quad1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-08 19:10:39	85.1	92.5	97	Röschenz	MBK	ok		Beschleunigung/Gas- geben	Gasgeben

16. März 2026

2024-08-04 21:03:26	77.8	92.4	97	Röschenz	MBK	ok	MBK1	Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-06 18:45:47	81	92.3	0	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Dröhnen
2024-08-11 16:06:44	64.3	91.9	0	Mariastein	Quad	nicht er- kannt	Quad1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-12 10:17:49	80.7	91.8	96	Mariastein	MBK	ok	MBK2	Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-02 12:26:28	84.9	91.7	98	Röschenz	MBK	ok		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-08-02 15:33:11	73.7	91.7	96	Mariastein	MBK	ok		Überholmanöver	Beschleunigung für Überholmanöver
2024-08-10 13:11:48	86.6	91.7	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-11 14:42:36	69.1	91.7	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-07-19 09:51:48	74	91.5	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-07-28 13:48:19	87.3	91.5	98	Mariastein	MBK	ok		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-13 11:23:30	99.9	91.5	98	Röschenz	MBK	ok		Geschwindigkeit	Übersetze Geschwindigkeit
2024-07-20 14:34:26	81	91.1	100	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver

16. März 2026

2024-07-25 09:53:30	74.4	91.1	98	Mariastein	Quad	ok	Quad1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-10 15:37:20	86.1	91.1	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, evtl. Gangwechsel
2024-08-12 17:06:58	66.3	91.1	0	Mariastein	Quad	nicht er- kannt	Quad1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-18 15:08:26	97.9	91.1	96	Mariastein	MBK	ok, Qualität knapp ausrei- chend		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-02 14:14:15	50.1	91	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Beschleunigung/Gas- geben	Verlangsamung, danach Beschleunigung, Gangwechsel, Absicht
2024-08-13 15:02:10	52.8	91	96	Mariastein	MBK	ok		Knallen Auspuff	Konstante Vorbeifahrt, Knallen Auspuff
2024-08-17 16:08:47	67.4	91	98	Röschenz	MBK	ok		Andere Quelle	Kampfjet, Falschzuweisung
2024-08-20 18:48:47	80.4	91	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-04 12:31:01	88.4	90.9	96	Röschenz	MBK	ok		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-10 16:12:01	59.6	90.9	0	Mariastein	Quad	nicht er- kannt		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-07-25 18:44:28	56	90.7	97	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-19 18:48:46	125.8	90.7	98	Röschenz	MBK	ok		Geschwindigkeit	Übersetze Geschwindigkeit

16. März 2026

2024-07-28 13:52:47	81.2	90.6	97	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-28 15:31:13	73.2	90.6	0	Mariastein	Quad	nicht er- kannt		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-08-03 10:25:26	74.3	90.6	98	Mariastein	MBK	ok		Beschleunigung/Gas- geben	Verlangsamung, danach Beschleunigung, Gangwechsel, Absicht
2024-08-05 10:33:03	72.9	90.6	98	Mariastein	MBK	ok		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-21 20:04:14	87.5	90.6	0	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-26 16:33:43	98	90.5	97	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-02 14:27:11	70.3	90.5	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Gang	Gangwechsel
2024-08-12 16:14:14	82.9	90.5	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-22 18:04:23	67.5	90.3	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-07-28 13:39:47	81.9	90.3	98	Mariastein	MBK	ok	MBK1/UK1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-04 19:44:39	88.4	90.2	0	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-15 11:30:29	90.2	90.2	97	Mariastein	MBK	ok	MBK2	Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern

16. März 2026

2024-07-27 11:49:01	71.7	90.1	97	Mariastein	Quad	ok	Quad1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-20 09:22:13	91.3	90	97	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-22 19:57:26	74.4	90	96	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-29 20:43:38	65	90	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-04 18:02:52	109	90	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-09 18:08:34	83.8	90	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-10 12:19:19	87.5	90	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-07-29 20:52:18	95.8	89.9	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-17 15:23:12	92.2	89.9	93	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-17 10:08:43	135.3	89.8	97	Röschenz	MBK	ok		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-21 17:21:00	44.8	89.8	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-28 16:53:05	76.2	89.7	96	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver

16. März 2026

2024-07-29 11:53:22	79.2	89.7	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-04 12:04:57	99.6	89.7	96	Röschenz	MBK	ok/nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-11 12:12:49	72.6	89.7	98	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-17 18:07:38	80.1	89.7	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-04 17:36:51	103.7	89.6	98	Mariastein	MBK	ok		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit, Überholmanöver
2024-08-11 15:21:04	93.8	89.6	98	Röschenz	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-28 21:07:03	81.5	89.5	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-17 17:20:41	81.9	89.5	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-21 13:54:41	97.2	89.4	97	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-07-23 19:38:52	66.7	89.4	0	Mariastein	Quad	nicht er- kannt	Quad1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-11 13:34:04	125.4	89.4	0	Röschenz	MBK	nicht er- kannt		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-12 14:16:43	86.4	89.4	97	Mariastein	MBK	ok		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver

16. März 2026

2024-08-04 15:29:50	86.7	89.3	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-04 18:29:52	101	89.3	93	Mariastein	MBK	ok		Überholmanöver	Überholmanöver
2024-08-10 17:03:05	79.7	89.3	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-15 18:22:01	107.6	89.3	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Geschwindigkeit	Übersetzte Geschwindigkeit
2024-08-04 16:09:05	75.8	89.2	97	Mariastein	MBK	ok		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern
2024-08-15 12:50:41	70.4	89.2	98	Mariastein	MBK	ok	MBK1	Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-15 14:27:39	65.8	89.2	95	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Beschleunigung/Gas- geben	Beschleunigung
2024-08-17 17:10:19	70	89.2	94	Mariastein	MBK	ok, Qualität knapp aus- reichend		Nicht erkennbar	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver
2024-08-06 13:15:40	61.8	89.1	0	Mariastein	MBK	nicht er- kannt		Knattern	Konstante Vorbeifahrt, kein Manöver, Knattern

16. März 2026

VI Analyse Fahrverhalten und Lärmursache der 50 lautesten Vorbeifahrten bei swissNoise

Tabelle 10: Analyse der 50 lautesten swissNoise2 Vorbeifahrten gemäss $L_{A,eq}$ Pegel durch manuelle Durchsicht des Bild- und Videomaterials. swissNoise liefert Informationen zu den ersten zwei Spalten wie Zeitstempel und $L_{A,eq}$. Die übrigen Spalten wurden beim Durchsehen der Vorbeifahrten ermittelt. Die Erkennung gibt an, ob das Nummernschild lesbar war und sich mit dem von swissNoise gefundenen Nummer deckt. Die vermutliche Ursache für die Schwellenwertüberschreitung wird in der Spalte Ursache gelistet und Auffälligkeiten bei der Durchfahrt werden unter Bemerkungen angegeben. Die Spalte Zuweisungssicherheit gibt an, ob der ermittelte Pegel dem korrekten Fahrzeug zugewiesen werden konnte.

Zeitstempel	$L_{A,eq}$ dB(A)	Richtung	Kategorie	Erkennung	Ursache	Bemerkung	Zuweisungssicherheit
2024-07-30 16:07:31	90.7	Röschenz	Traktor, Anhänger	nicht erkannt, Anhänger	Kampfjet, Falschzuweisung	konstante Vorbefahrt	nein
2024-08-17 16:12:47	90.3	Röschenz	PKW	nicht erkannt, Fehler OCR	Beschleunigung/Gasgeben	Beschleunigung aus Stillstand, Reifenquietschen	ja
2024-08-05 12:50:24	90.2	Röschenz	PKW	nicht erkannt, Nr. Polizeifahrzeug	Blaulicht, Sirene	Blaulicht Vorbefahrt	ja
2024-08-14 08:59:49	89.3	Röschenz	MBK	ok	Beschleunigung/Gasgeben	Gasgeben, Absicht	ja
2024-08-16 14:25:19	88.9	Mariastein	PKW	ok	Kampfjet, Falschzuweisung	konstante Vorbefahrt	nein
2024-08-02 19:40:17	88.5	Röschenz	MBK	nicht erkannt, Kanton fehlt	hoctouriges Fahren	Beschleunigung, Gasgeben, Gangwechsel, Absicht, Auto erfasst nicht MBK	nein
2024-08-16 14:20:58	88	Mariastein	PKW	ok	Kampfjet, Falschzuweisung	konstante Vorbefahrt	nein
2024-08-14 07:28:47	87.9	Mariastein	LKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-08-17 16:11:00	87.8	Mariastein	PKW	nicht erkannt, Buchstabe fehlt	Kampfjet, Falschzuweisung	konstante Vorbefahrt	nein

16. März 2026

2024-08-16 14:13:04	87.8	Mariastein	PKW	ok	Kampfjet, Falschzuweisung	Abbieger	nein
2024-08-02 14:14:16	87.8	Röschenz	MBK	ok	Beschleunigung, Gangwechsel	Gangwechsel	ja
2024-08-10 09:05:44	87.7	Röschenz	PKW	ok	Auspuff	konstante Vorbefahrt, tiefer Ton	ja
2024-08-04 16:01:26	87	Mariastein	PKW	ok	Geschwindigkeit	tiefer Ton, übersetzte Geschwindigkeit	ja
2024-07-29 15:18:01	87	Mariastein	Traktor	nicht erkannt, Fehler OCR	Traktor	Quellentrennung nicht klar, Nummernschild PKW	nein
2024-08-16 14:55:10	86.9	Röschenz	PKW	ok	Nicht erkennbar	konstante Vorbeifahrt, Klangbild passt nicht zu Fahrzeug	nein
2024-08-14 09:14:50	86.8	Röschenz	Traktor, Anhängen	nicht erkannt, Kanton fehlt	Nicht erkennbar	konstante Vorbeifahrt	ja
2024-08-02 14:59:00	86.5	Röschenz	LKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-07-30 08:09:38	86.5	Mariastein	LKW	nicht erkannt, Struktur LKW	Nicht erkennbar	konstante Vorbeifahrt	ja
2024-08-13 11:02:42	86.3	Röschenz	LKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-08-02 10:42:23	86.2	Röschenz	LKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-07-30 15:17:12	86.2	Röschenz	PKW	ok	Hupen	Hupen, Absicht	ja

16. März 2026

2024-07-29 14:37:45	86.1	Röschenz	LKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-08-16 14:25:55	86.1	Mariastein	PKW, An- hänger	ok	Kampfjet, Falschzuweisung	konstante Vorbeifahrt	nein
2024-08-16 14:12:06	85.9	Röschenz	PKW, Old- timer	nicht erkannt, zusätzliche Zahl	Kampfjet, Falschzuweisung	konstante Vorbeifahrt	nein
2024-08-08 10:57:00	85.8	Röschenz	Traktor	ok	Traktor	Traktorengeräusch, konstante Vorbei- fahrt	ja
2024-07-25 14:32:50	85.5	Röschenz	LKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-08-08 19:10:38	85.5	Röschenz	MBK	ok	hoctouriges Fahren	Motorradgruppe, Zuweisung unklar, hoctouriges Fahren	nein
2024-08-19 09:47:51	85.5	Röschenz	LKW	nicht erkannt, Ziffern fehlen	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-08-13 15:18:19	85.4	Röschenz	LKW	ok	Nicht erkennbar	konstante Vorbeifahrt	ja
2024-08-04 16:04:53	85.3	Mariastein	PKW	ok	Beschleunigung/Gasgeben	tiefer Ton, Beschleunigung, evtl. Aus- puff	ja
2024-08-17 16:08:42	85.1	Röschenz	PKW	ok	Kampfjet, Falschzuweisung	Motorrad und PKW	nein
2024-07-30 15:10:58	85	Mariastein	PKW	ok	Nicht erkennbar	PKW, 2 Motorräder, Zuweisung unklar	nein
2024-07-30 15:45:46	85	Röschenz	PKW	ok	Lastwagengeräusch	Nummer PKW, Ursache LKW in Gegen- richtung	nein

16. März 2026

2024-08-02 19:12:42	85	Röschenz	PKW	nicht erkannt, Kanton fehlt	hohtouriges Fahren	hohtouriges Fahren, Gangwechsel, Gasgeben	ja
2024-07-30 13:15:46	84.9	Mariastein	PKW	ok	Kampfjet, Falschzuweisung	Fahrzeuggruppe	nein
2024-07-26 15:03:22	84.7	Röschenz	LKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-07-30 19:29:50	84.6	Röschenz	PKW	ok	Lastwagengeräusch	Nummer PKW, Ursache LKW in Gegen- richtung	nein
2024-07-29 09:29:47	84.6	Mariastein	PKW	ok	Hupen	Hupen, Absicht	ja
2024-08-11 15:28:21	84.5	Röschenz	Quad	ok	Reifengeräusch	Gaud	ja
2024-07-28 13:26:56	84.5	Mariastein	PKW	nicht erkannt, Fehler OCR	Knattern	Nummer PKW, Ursache Motorrad in Ge- genrichtung	nein
2024-08-09 07:31:53	84.3	Röschenz	PKW	ok	Knattern	PKW, tönt eher nach Motorrad, Gegen- licht Video	nein
2024-08-02 12:04:48	84.1	Röschenz	PKW	ok	Knattern	PKW Nummer, Ursache nachfolgendes Motorrad	nein
2024-08-16 14:43:56	84	Mariastein	PKW	nicht erkannt, Fehler OCR	Traktor	Nummer PKW, Ursache Traktor	nein
2024-08-05 08:17:55	84	Röschenz	LKW	nicht erkannt, Buchstabe fehlt	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-07-25 18:44:28	83.9	Röschenz	MBK	ok	Knattern	konstante Vorbeifahrt	ja

Erprobung zweier Lärmblitzersysteme im Ausserortsbereich
Motorradstrecke



16. März 2026

2024-07-29 10:00:34	83.9	Mariastein	LKW	nicht erkannt, Kanton fehlt	Lastwagengeräusch	konstante Vorbeifahrt, pfeifendes Lastwagengeräusch	ja
2024-07-28 15:52:48	83.9	Röschenz	PKW	nicht erkannt, Ziffer zu viel	Überholmanöver	Nummer PKW, Ursache Motorrad Überholmanöver	nein
2024-08-16 14:16:21	83.9	Mariastein	PKW, Trailer	ok	Kampfjet, Falschzuweisung	konstante Vorbeifahrt	nein
2024-07-28 17:01:49	83.7	Röschenz	MBK	ok	Knattern	Motorradgruppe	nein
2024-07-26 13:54:21	83.7	Mariastein	PKW	ok	Lastwagengeräusch	pfeifendes Lastwagengeräusch	ja