MÜLLER-BBM
SCHWEIZ AG

Müller-BBM Schweiz AG
Bahnhofstrasse 48
4132 Muttenz

Telefon +41 61 690 26 00
Telefax +41 61 690 26 09

www.MuellerBBM.ch

Barbara Locher
Telefon +41 61 690 26 07
Barbara.Locher@mbbm.com

29. Januar 2021
C90488/01 LCR/BEC2

Stadt Zürich

Lärm von Auto-Posern

Messungen Hohlstrasse, Zürich

Bericht Nr. C90684/01

Auftraggeber:	Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ), Fachbereich Lärmschutz Walchestrasse 31 Postfach 3251 8021 Zürich
Bearbeitet von:	Barbara Locher, Dipl.- Geogr. Thomas Beckenbauer, Dr.-Ing. David Walter, MSc.
Berichtsumfang:	Insgesamt 78 Seiten, davon 34 Seiten Textteil, 4 Seiten Anhang A, 3 Seiten Anhang B, 6 Seiten Anhang C 5 Seiten Anhang D 25 Seiten Anhang E

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX : 29. 01. 2021

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **3**

1 Situation und Aufgabenstellung **5**

2 Messstrecke **5**

2.1 Messpunkt 5

2.2 Verkehr 8

2.3 Reifen und Fahrbahnzustand 8

3 Messungen **9**

3.1 Messkonzept 9

3.2 Messzeiträume 9

3.3 Messbedingungen 10

3.4 Akustisches Messverfahren und akustische Messgrössen 11

3.5 Auswertungen gültige Einzelereignisse 11

3.6 Verkehrszählungen und Geschwindigkeitsmessungen 13

3.7 Video- und Tonaufzeichnungen 14

3.8 Messunsicherheiten 14

4 Ergebnisse **15**

4.1 Verkehr 15

4.2 Dauerschallpegel L_{Aeq} 16

4.3 Einzelereignisse 18

5 Diskussion **28**

5.1 Verkehr 28

5.2 Dauerschallpegel 29

5.3 Einzelereignisse 29

5.4 Subjektive Wahrnehmung vor Ort 31

6 Fazit **32**

7 Grundlagen **34**

Anhang A Fotodokumentation

Anhang B Meteorologische Bedingungen

Anhang C Detaillierte Verkehrsresultate

Anhang D Resultate Einzelereignisse

Anhang E Dokumentation ausgewählter Einzelereignisse

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Zusammenfassung

Das Thema Auto-Poser respektive vermeidbarer Auto-Lärm beschäftigt die Stadt Zürich schon seit längerem. In jüngster Vergangenheit häuft sich dieses Problem und führt immer wieder zu Lärmklagen der Anwohner. Zum besseren Verständnis und zur Sensibilisierung von Entscheidungsträgern bzgl. Dringlichkeit der Poser-Problematik wurden Lärmmessungen und Verkehrserhebungen durchgeführt, sowie Ton- und Videomaterial gewonnen. Die Messungen wurden an der für Lärm von Auto-Posern bekannten Hohlstrasse 543 in der Stadt Zürich vom 11.09. bis 22.09.2020 durchgeführt. Während einer Freitagnacht (11./12.09.2020) zwischen 20 und 2 Uhr wurden die Messungen begleitet.

In den gemessenen Wochenend-Nächten war das Verkehrsaufkommen deutlich höher (+75 %) als der durchschnittliche Verkehr während Werktag-Nächten. In der begleiteten Freitagnacht betrug der Anteil der Poser am gesamten Verkehr zwischen 17 und 34% (22 bis 2 Uhr), wobei hier nur Poser mitgezählt sind, die genau den Messquerschnitt durchfuhren. Die Poser fahren in der Regel nicht schneller als die restlichen Fahrzeuge. Da die meisten Poser von der SOCAR-Tankstelle her in die Hohlstrasse einbiegen, beschleunigen viele im Bereich des Messquerschnitts stark.

Die Messungen an der Hohlstrasse 543 in Zürich zeigen eine signifikante und eindeutig wahrnehmbare Erhöhung des Dauerschallpegel L_{Aeq} während den Wochenend-Nächten (Fr./Sa. und Sa./So. jeweils 22 – 6 Uhr) von 2 bis 4 dB(A) durch die Poser-Fahrten. Für die Zeitdauer von 22 – 2 Uhr während einer Nacht mit begleiteten Messungen betrug der Poser-Einfluss sogar 5 dB(A). In den angegebenen Pegeldifferenzen nicht enthalten ist der deutliche Mehrverkehr aufgrund der Poser, welcher zudem gemäss Art. 33 VRV als unnötig zu kategorisieren sein dürfte. Die Pegeldifferenzen beziehen sich damit ausschliesslich auf die Auswirkungen der technischen Veränderungen an den Fahrzeugen und der besonderen Fahrweise der Auto-Poser im Vergleich zu normalen Personenwagenvorbeifahrten.

Der Einfluss der Poser wirkt sich am Messort auf den jahresdurchschnittlichen L_{Aeq} nachts (22 - 6 Uhr) – unter der Annahme, dass an allen Wochenenden Poserfahrten, wie vorgefunden stattfinden, mit einer Erhöhung von rund 1.6 dB(A) aus.

Aus den Einzelereignis-Auswertungen ist ebenfalls sehr deutlich erkennbar, dass die Poser-Fahrten klar höhere Ereignis- und insbesondere Maximalpegel aufweisen. Die mittleren Maximal- und Ereignispegel von 10 ausgewählten Posern sind um 24 dB(A) und 19 dB(A) höher im Vergleich zu den normalen Fahrten. Dies nimmt das menschliche Ohr fast 4x lauter wahr. Der Vergleich der Schallenergie zeigt, dass eine einzige Poservorbeifahrt gleich viel Schallenergie beinhaltet wie die gleichzeitige Vorbeifahrt von 80 normalen Fahrzeugen. Die immissionsseitigen Maximalpegel der Poser betragen bis zu 99 dB(A) und liegen 25 dB(A) über den Werten von normalen Fahrten. Hinzu kommt, dass die Maximalpegel von Poser-Vorbeifahrten tendenziell eher unterschätzt werden, weil exakt bei der Passage des gewählten Messquerschnitts, also in kürzester Entfernung des Fahrzeugs zum Empfangspunkt, zufällig kaum je die lautesten Geräusche auftreten. Ebenfalls deutlich grösser ist die Geschwindigkeit des Pegelanstiegs (Flankensteilheit) der Poser-Fahrten mit ca. 15 dB(A)/s im Vergleich zu normalen Fahrten mit ca. 4 dB(A)/s. Schnelle Pegelanstiege sind sehr störend.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Teilweise fuhren die Poser mit offenen Fenstern und lauter Musik. Weiter fielen die vielen stehenden Fahrzeuge am «Gäseln» (hohe Drehzahl des Motors im Leerlauf) unter der Europabrücke und auf den Parkplätzen entlang der Gleise auf, sowie allgemein das unnötige Laufenlassen der Motore im Stand. Neben impulshaltigen Knallgeräuschen (provozierte Fehlzündungen) sind vor allem stark tonhaltige Geräusche wie dröhnende und aufheulende Motorgeräusche mit teils starken Tieftonkomponenten zu hören. Die Geräusche wirken «ungemütlich» oder gar bedrohlich. Gerade in der dunklen Strasse bei Nacht werden sie tendenziell als lauter empfunden als es die rein physikalische Schallpegelmessung vermuten lässt. Die Reflexionen von Brücken und Häuserwänden tragen zum räumlichen Empfinden des Lärmpegels bei. Die plötzlich auftauchenden lauten Geräusche können durch ihre impulsartige Charakteristik erschreckend wirken.

Eine reine Beurteilung des Strassenverkehrslärms nach Anhang 3 LSV greift für diesen Fall zu kurz, da die durch die Poser verursachten Geräusche zu einer erheblichen Belästigung führen, die im Beurteilungssystem der LSV für Strassenverkehrslärm nicht berücksichtigt ist. Je nach Ereignis dominieren verschiedene Frequenzen. Die hohen Maximalpegel werden in der Nacht zu einer deutlichen Erhöhung der Aufwachreaktionen bei den umliegenden Anwohnern führen.

Poserlärm ist damit nicht zu vernachlässigen, insbesondere an Poserstrecken erhöht sich der Dauerschallpegel massgeblich und die hohen Pegelspitzen sowie die grosse Tonhaltigkeit in Verbindung mit dem schnellen Pegelanstieg (hohe Flankensteilheit) wird die betroffene Bevölkerung ohne Zweifel übermässig belästigt, zumal es sich um vermeidbaren und damit eigentlich um verbotenen Lärm handelt.

Barbara Locher, Dipl. Geogr.

Thomas Beckenbauer, Dr.-Ing.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

1 Situation und Aufgabenstellung

Das Thema Auto-Poser respektive vermeidbarer Auto-Lärm beschäftigt die Stadt Zürich schon seit einiger Zeit. In jüngster Vergangenheit häuft sich vor allem an schönen Wochenenden dieses Problem und führt immer wieder zu Lärmklagen der Anwohner bei der Stadtpolizei (STAPO) und beim Umwelt- und Gesundheitsschutz (UGZ). Um diesem Problem entgegenzuwirken, werden regelmässig Polizeiaktionen mit zivilen und uniformierten Polizisten durchgeführt. Leider haben mehrere Polizeiaktionen gezeigt, dass Grosskontrollen im Bereich Lärm-Belästigungen nach Art. 42, Abs. 1 des Strassenverkehrsgesetzes (SVG) [2] in Verbindung mit Art. 33 Verkehrsregelnverordnung (VRV) [3] wenig erfolgreich sind, da die Fahrzeuglenker, welche diesen Lärm provozieren, gut miteinander vernetzt sind und durch sichtbare Polizeipräsenz ihr Tun an einen anderen Ort oder auf einen anderen Zeitpunkt verschieben. Selbst Patrouillen in neutralen Polizeifahrzeugen, die fast täglich zu jeder Tages- und Nachtzeit unterwegs sind, fällt es schwer, solche Fahrzeugführer in flagranti zu erwischen, den verursachten Lärm dem richtigen Fahrzeug zuzuordnen und insbesondere den Sachverhalt rechtsgenüglich zu beweisen. Hinzu kommt, dass die Bussen für vermeidbaren Lärm tief sind und somit keine abschreckende Wirkung haben.

Zum besseren Verständnis und zur Sensibilisierung von Entscheidungsträgern bzgl. Dringlichkeit der Poser-Problematik wurden Lärmmessungen sowie Verkehrs- inklusive Geschwindigkeitserhebungen durchgeführt, sowie Ton- und Videomaterial gewonnen.

2 Messstrecke

2.1 Messpunkt

Die Messungen wurden an der für Lärm von Auto-Posern bekannten Hohlstrasse 543 in der Stadt Zürich durchgeführt. Viele Poser fahren aus der SOCAR-Tankstelle und beschleunigen dann im Bereich des Messquerschnitts in Richtung Zürich Zentrum. Die Poser fahren hier jedoch nicht nur auf der Hohlstrasse direkt beim Messquerschnitt laut. Auch stadtauswärts wird geposed. Sie sind im ganzen Gebiet um die gegenüberliegende SOCAR-Tankstelle, entlang den SBB-Gleisen, unter der Europabrücke (stehend Motoraufheulen etc.) und auch auf der Europabrücke aktiv. In Abbildung 1 ist eine Übersicht über die häufigsten Orte in der unmittelbaren Nähe dargestellt. In Tabelle 1 sind die Koordinaten des Messpunkts sowie die genaue Lage relativ zur Fahrbahn aufgeführt. In Abbildung 2 ist ein Kartenausschnitt und in Abbildung 3 ein Foto des Messpunkts dargestellt. Weitere Fotos sind im Anhang A zu finden.

Das Mikrofon wurde in Grenzflächenmontage auf der Fensterscheibe im Treppenhaus zwischen EG und 1. OG platziert. Damit das Mikrofon möglichst versteckt war, wurde dieses nicht in der Mitte des Fensters, sondern in der rechten, oberen Ecke (Blick von aussen) montiert. Dieser Bereich wurde durch einen Ast relativ gut abgeschirmt. Details zur Anordnung in Grenzflächenmontage sind in Kapitel 3.4 zu finden.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Tabelle 1. Übersicht über den Messpunkt.

Messpunkt	Koordinaten		horizontaler Abstand des Messpunktes zur Mitte		Höhe über Fahrbahn
	X	Y	naher Fahrstreifen	ferner Fahrstreifen	
Hohlstrasse 543	2679464	1249350	11.3 m	15.1 m	5.2 m

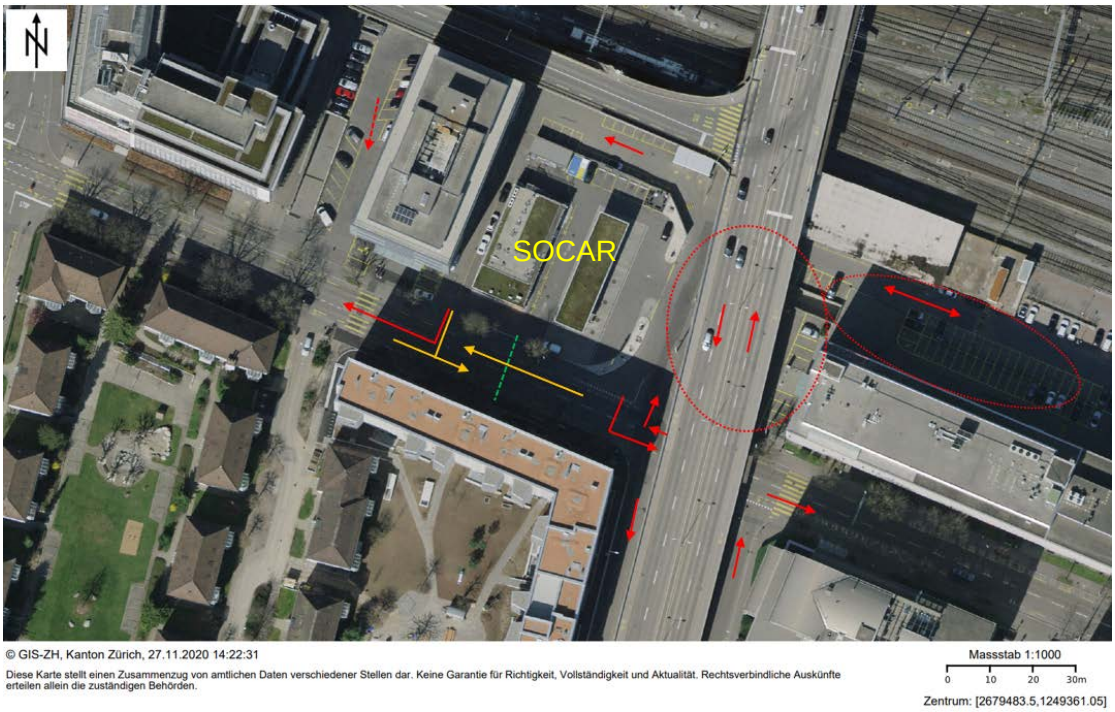


Abbildung 1. Luftbild des Messortes. Grün gestrichelt ist der Messquerschnitt, orange Pfeile = direkt im Messquerschnitt erfasste Poser, rote Pfeile und Bereiche = weitere Strassenabschnitte und Parkplätze mit Poser-Lärm. (Quelle: GIS-ZH, 27.11.2020)

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Abbildung 2. Kartenausschnitt Messpunkt Hohlstrasse, Messquerschnitt in grün eingezeichnet.

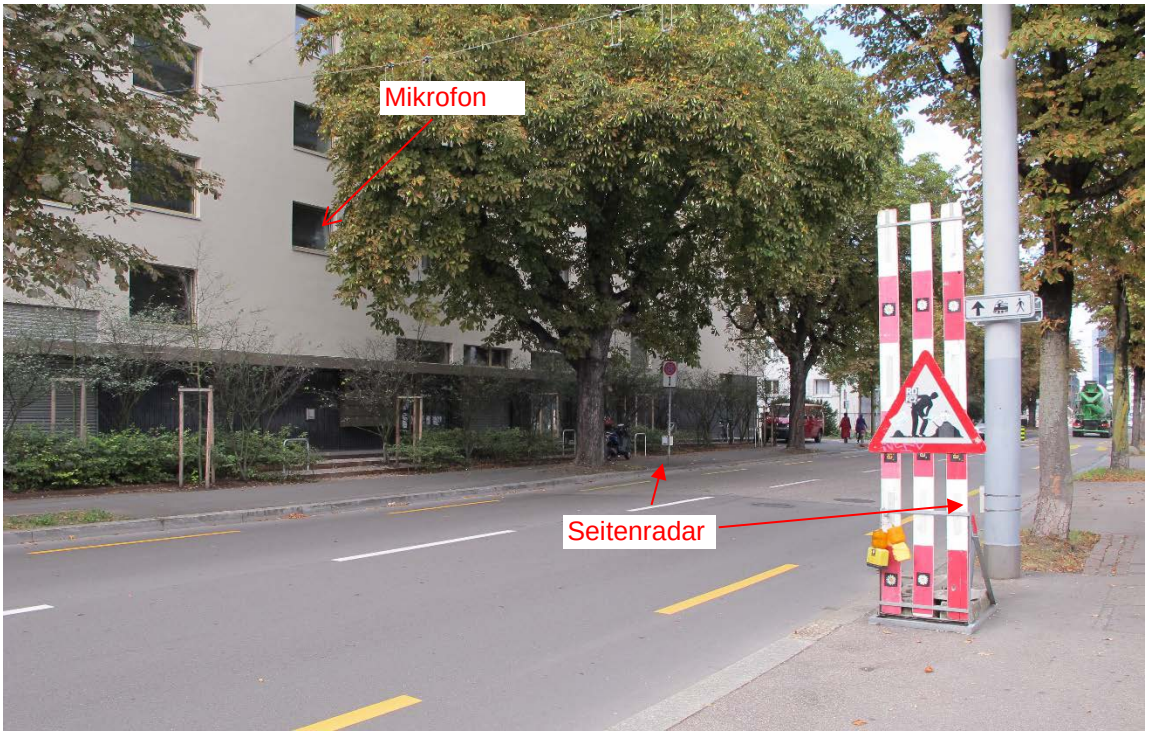


Abbildung 3. Foto vom Messquerschnitt mit dem Mikrofon am Fenster und den beiden Verkehrserfassungsgeräten.

2.2 Verkehr

Die signalisierte Geschwindigkeitslimite im Bereich des Messquerschnitts beträgt 50 km/h. In der Tabelle 2 sind die wichtigsten Verkehrsparameter zusammengestellt. Aufgrund diverser Strassenbaustellen im Bereich des Bahnhofs Altstetten fuhren während den Messungen auch umgeleitete Busse der Linien 78, 80, 89, 35 sowie 304/308 durch den Messquerschnitt.

Tabelle 2. Übersicht über den Verkehr.

Parameter	Wert
Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) aller Fahrzeuge in 24 h *	15’856
Anteil Lastwagen und Motorräder am Tag (P_Nt2) *	3.6%
Anteil Lastwagen und Motorräder in der Nacht (P_Nn2) *	2.6%
Steigung *	0.2%
Für Berechnung verwendete Geschwindigkeit am Tag (Vt) *	45 km/h
Für Berechnung verwendete Geschwindigkeit in der Nacht Tag (Vn) *	50 km/h
Charakterisierung	Fussgängerstreifen ca. 35 m nordwestlich des Messquerschnitts Ein-/Ausfahrt Tankstelle SOCAR nah ÖV: Bus Linie 31 (Doppelgelenktrolleybus, fährt im Messquerschnitt aber nicht elektrifiziert) und Bus 83 (Richtung Bhf. Altstetten); umgeleitete Busse der Linien 78, 80, 89, 35 sowie 304/308 Strassenbreite inkl. Velostreifen: ca. 10 m

* Quelle: GIS-ZH, Strassenlärm, abgerufen 30.07.2020

2.3 Reifen und Fahrbahnzustand

Im Messzeitfenster im September werden die meisten Fahrzeuge noch mit Sommerreifen unterwegs gewesen sein.

Der Belagstyp sowie das Einbaujahr ist nicht näher bekannt. Die Belagskorrektur beträgt gemäss GIS-ZH (abgerufen am 30.07.2020) + 1 dB(A). Wahrscheinlicher ist, dass ein AC8 verbaut ist, welcher einen Kb-Wert bei T50 von 0 dB hat. Die Berechnungen wurden damit durchgeführt. Im Bereich des Messquerschnitts ist ein Belagswechsel sichtbar (sh. Abbildung 3 und Fotos im Anhang A), jedoch war dieser akustisch nicht hörbar. Auf der weiter vom Messpunkt entfernten Fahrspur (Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof) befinden sich im Bereich des Messquerschnitts zwei Dolendeckel, welche teilweise beim direkten Überfahren hörbar waren. Fotos der Fahrbahn sind im Anhang A zu finden.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

3 Messungen

3.1 Messkonzept

Alle Messungen und Aufzeichnungen wurden im gleichen Messquerschnitt durchgeführt:

- Messungen der Lärmimmissionen auf einer Strassenseite.
- Tonaufnahmen mit dem Schallpegelmessgerät.
- Beidseitige, richtungsgetrennte Verkehrszählungen mittels Seitenradar mit Erfassung der Geschwindigkeiten.
- Videoaufzeichnungen zusätzlich zu den Tonaufnahmen während den begleiteten Messungen.

Die Messungen wurden während 11 Tagen vom Freitag 11.09.2020 Nachmittag bis Dienstag 22.09.2020 Vormittag durchgeführt, damit störungsbereinigt mindestens 3 verwertbare Wochentage und 2 verwertbare Wochenendtage à 24 h vorlagen. Am 11./12.09.2020 zwischen 20 und 2 Uhr wurden die Messungen begleitet. Die restliche Zeit handelte es sich um vollautomatisierte Messungen.

Die verwendeten Messgeräte sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3. Verwendete Messgeräte.

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Serien-Nr.
Schallpegelanalysator	Brüel & Kjær	2270	2679311
½“-Mikrofon, Freifeld	Brüel & Kjær	4189	2680817
½“-Mikrofon-Vorverstärker	Brüel & Kjær	ZC0032	12243
Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	3004713
Seitenradarmessgerät 1	Via traffic control	Viacount II	12VZZ0133
Seitenradarmessgerät 2	Via traffic control	Viacount II	Viacc 11
Videokamera	Sony	HDR-CX550VE	343766
Kamera	Fujifilm	X-T3	

3.2 Messzeiträume

Aufgrund diverser Bautätigkeiten in der näheren Umgebung (Strasse und Eisenbahn), konnten nicht alle Tage resp. Nächte ausgewertet werden. Am 14. und 15.09.2020 wurden tagsüber Belagsarbeiten an der Hohlstrasse, jedoch etwas ausserhalb des Messquerschnitts durchgeführt. Diese beiden Tage wurden nicht ausgewertet. In der Nacht vom 13./14.09. gab es auch immer wieder mal Störungen, welche wahrscheinlich auf eine uns nicht bekannte Baustelle zurückzuführen sind. In den Nächten vom 16./17.09., 17./18.09. sowie 20./21. und 21./22.09. waren Gleisunterhaltsarbeiten der SBB in Gange. Diese Nächte wurden entsprechend nicht ausgewertet. Kurze, sehr laute Störungen (z.B. Blaulichtfahrten) wurden, falls erkannt, ebenfalls von den Auswertungen ausgeschlossen. Allerdings konnten aufgrund des hierfür erforderlichen Zeitaufwandes nicht alle Ausreisser nach oben abgehört und

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

eindeutig identifiziert werden. Die ausgewerteten Messzeiträume der Messung sind in der Tabelle 4 zusammengestellt.

Zeiträume aufgrund ungünstiger meteorologischer Bedingungen (Regen oder Wind über 5 m/s, sh. Kap. 3.3) wurden ausgeschlossen.

Die Auswertungen wurden jeweils getrennt für Wochenende und Werktage sowie die Zeiträume Tag (6 – 22 Uhr) und Nacht (22 – 6 Uhr) durchgeführt.

Tabelle 4. Ausgewertete Messzeiträume.

Messung	**Auswertungszeitraum** (kurze Zeiträume mit Störungen sind hier nicht aufgeführt, wurden aber bei den Auswertungen ausgeschlossen)	**Ausgewertete Zeit in h ohne Störungen / (total)**
WE Nacht	11.09. – 12.09.	8.0 / (8.0)
(22 – 6 Uhr)	12.09. – 13.09.	8.0 / (8.0)
	18.09. – 19.09.	7.8 / (8.0)
	19.09. – 20.09.	8.0 / (8.0)
WE Tag	Sa. 12.09.	16.0 / (16.0)
(6 – 22 Uhr)	So. 13.09.	16.0 / (16.0)
	Sa. 19.09.	16.0 / (16.0)
	So. 20.09.	14.0 / (16.0)
Werktag Nacht	13.09. – 14.09.*	6.8 / (8.0)*
(22 – 6 Uhr)	14.09. – 15.09.	8.0 / (8.0)
	15.09. – 16.09.	8.0 / (8.0)
Werktag Tag	Mi. 16.09.	15.5 / (16.0)
(6 – 22 Uhr)	Do. 17.09.	15.4 / (16.0)
	Fr. 18.09.	16.0 / (16.0)

* Es gab immer wieder Störungen, weshalb idealerweise die ganze Nacht ausgeschlossen werden müsste. Dies wurde nicht gemacht, da nur 2 verwertbare Werktag-Nächte übrigbleiben würden.

3.3 Messbedingungen

In der Tabelle 5 sind die meteorologischen Bedingungen während den Messungen eingetragen. Im Anhang B sind die meteorologischen Bedingungen in Form von Grafiken detaillierter dargestellt. Am Abend des 20.09.2020 hat es zwischen 20 und 22 Uhr leicht geregnet. In dieser Nacht waren zudem ab 21 Uhr auch Gleisbauarbeiten in Gange. Deshalb wurde die ganze Nacht ab 20 Uhr bis morgens um 6 Uhr von den Auswertungen ausgeschlossen.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Tabelle 5. Meteorologische Bedingungen an der Meteoschweiz-Station Zürich-Fluntern (SMA).

Lufttemperatur	Regen	Wind
Mittelwert 19°C; Min.: 13°C; Max. 28°C	20.09.2020 20 – 22 Uhr	Am 17.09.2020 16-17 Uhr kurzzeitig > 5 m/s*; Restliche Zeit immer < 5 m/s

* Die Mikrofone waren in Grenzflächenmontage gut geschützt und da die Phase mit Wind über 5 m/s nur sehr kurz war, wurde diese nicht ausgeschlossen.

3.4 Akustisches Messverfahren und akustische Messgrössen

Die Messung wurde mit einem integrierenden Schallanalysator durchgeführt. Das Freifeldmikrofon wurde in Übereinstimmung mit der Messvorschrift BAFU Umwelt-Vollzug Nr. 1502, 2020 [5] auf der Scheibe eines gekippten Fensters platziert. Da das Mikrofon möglichst gut versteckt aufgebaut werden musste, wurde dieses in der oberen Ecke des Fensters platziert und nicht wie gemäss LSV vorgegeben in der Mitte des Fensters. Die leicht höhere Abschirmung durch die Brüstung wurde während einer gut 1 h dauernden gleichzeitigen Vergleichsmessung bestimmt und beträgt 0.3 dB(A).

Messgrössen sind der Kurzzeit-Mittelungspegel L_{AFeq} in 100 ms Auflösung, A-bewertet und in Terzen von 20 Hz bis 20 kHz, sowie der Maximalpegel, gemessen mit Zeitkonstante FAST und Frequenzbewertung A, L_{AFmax}. Der Dauerschallpegel wird über das für den jeweiligen Messpunkt massgebliche Messzeitintervall gebildet. Gemäss [5] wurde eine Korrektur von – 5 dB(A) für die Differenz zwischen Anordnung des Mikrofons an der Fensterscheibe und dem gemäss Lärmschutz-Verordnung (LSV) [1] massgeblichen Empfangspunkt in der Mitte des geöffneten Fensters vorgenommen. Insgesamt wurde entsprechend eine Korrektur von – 5.3 dB(A) für die Anordnung des Mikrofons im Ecken der Fensterscheibe vorgenommen.

3.5 Auswertungen gültige Einzelereignisse

Um laute Fahrzeuge als Ausreisser charakterisieren zu können, wurden einzelne ungestörte Vorbeifahrten ausgewertet. Dazu wurden in einem ersten Schritt ausgehend von den Zeitstempeln der Verkehrszählgeräte die einzelnen Vorbeifahrten identifiziert, welche nicht durch nahe oder kreuzende Fahrzeuge beeinflusst sind. Dafür wurde ein zeitlicher Abstand von mind. 1/2 Ereignisdauer T (siehe Formel weiter unten) gewählt (in beide Richtungen). Für diese Vorbeifahrten wurden jeweils aus den Pegelschrieben (Auflösung 100 ms) folgende akustischen Grössen automatisiert bestimmt:

- der Maximalpegel L_{Amax} des Ereignisses,
- die minimalen Pegel am Anfang und Ende des Ereignisses und
- die Pegeldifferenzen dieser Minima zum Maximalpegel.

Falls die Pegelspannen zum Maximalpegel nicht mindestens 10 dB(A) betrugen, wurde das Ereignis als ungültig klassifiziert (10 dB(A)-down-Kriterium). Es wurde bewusst keine tiefere Pegelspanne (z.B. 6 dB(A)) gewählt, um eine möglichst hohe

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Genauigkeit der Resultate zu erhalten; dies auf Kosten einer etwas tieferen Stichprobenmenge. Wählt man eine Pegelspanne von beispielsweise nur 6 dB(A) zwischen Pegelmaxima und Pegelminima kann nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass der Maximalpegel nicht durch Geräusche vorausfahrender oder nachfolgender Fahrzeuge oder andere Geräusche am Messort beeinflusst ist. Erschwerend ist, dass typische Poser-Vorbeifahrten häufig einen ganz anderen Pegel-Zeitverlauf mit mehreren Maxima aufweisen (sh. Beispiel p2, Anhang E). Dies führt teilweise dazu, dass die Maximalpegel unterschätzt werden.

Als Ereignisdauer T wurde die Zeit t_{10} eingesetzt, welche gemäss Möhler [4] folgendermassen bestimmt wird:

$T = t_{10} = 6 \cdot D/v$

mit

t_{10} 10 dB(A) downtime in s
(Zeit zwischen den beiden Zeitpunkten im Vorbeifahrtpegel-Zeitverlauf, an denen der Schalldruckpegel 10 dB(A) unter dem Maximalpegel liegt)

D Distanz Messpunkt Mp. – Mitte Fahrspur in m

v Geschwindigkeit in m/s

Die Bestimmung der Zeitspanne t_{10} ist in Abbildung 4 anschaulich dargestellt.

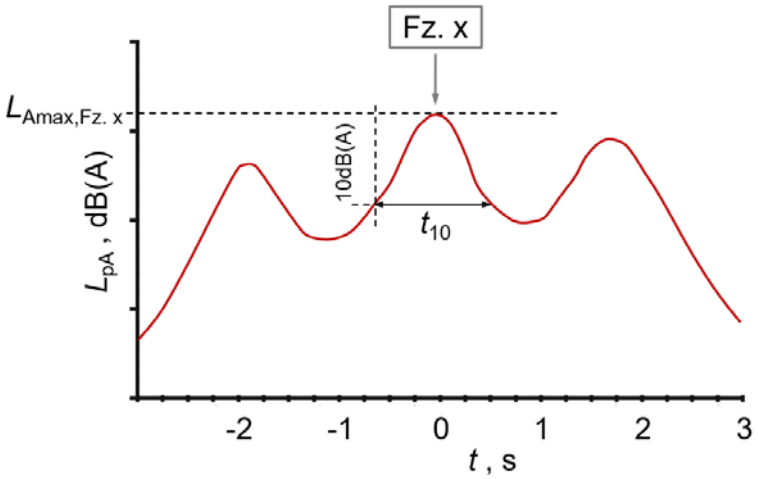


Abbildung 4. Bestimmung der 10 dB(A) downtime t_{10} anhand des Zeitverlaufes des Schalldruckpegels L_{pA} (rote Linie) bei Vorbeifahrt eines Fahrzeugs *Fz. x*. t = Zeit in s.

Für die so als gültig klassifizierten Vorbeifahrten wurde jeweils aus den Pegelschrieben (Auflösung 100 ms) der Mittelungspegel L_{Aeq}, der Ereignispegel L_{AE} und der Maximalpegel L_{Amax} bestimmt, und zwar A-bewertet sowie in Terzen von 20 Hz bis 20 kHz.

Der Ereignispegel L_{AE} berechnet sich dabei aus dem Mittelungspegel L_{Aeq} wie folgt:

$L_{AE} = L_{Aeq} + 10 \cdot \log(T/1\text{s})$ dB mit T = Ereignisdauer in Sekunden

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Die Auswertungen der begleiteten Messungen in einer Freitagnacht zeigen, dass das 10 dB-down-Kriterium für normale Vorbeifahrten nur sehr selten erfüllt ist. Während diesem Zeitraum waren neben viel Verkehr sehr häufige Störungen resp. ein relativ hoher Grundgeräuschpegel feststellbar (stehende Poser im Bereich der Tankstelle, Poser im umliegenden Strassennetz, Fussgänger, Leute bei der SOCAR Tankstelle, Züge …). Das heisst auch, dass in der Tendenz die lauten Fahrzeuge viel häufiger erfasst wurden als die normalen Durchfahrten.

Um mehr gültige Einzelereignisse zu haben, wurden für den Zeitraum der begleiteten Messungen teilweise die Ereignisdauern manuell anhand dem Pegelschrieb und mithilfe der Videoaufzeichnungen bestimmt. Für diese Ereignisse wurde auch die Klassifizierung in gültig/ungültig manuell durchgeführt, ohne strikte Anwendung des 10 dB(A)-down-Kriteriums.

3.6 Verkehrszählungen und Geschwindigkeitsmessungen

Die Zählung und Kategorisierung der Strassenfahrzeuge sowie die Geschwindigkeitsmessungen erfolgten pro Richtung mit einem automatischen Seitenradarmessgerät. Die Geräte erfassen die Geschwindigkeit der Einzelfahrzeuge in der jeweiligen Fahrtrichtung sowie die Fahrzeuglänge, anhand welcher die Fahrzeuge den Kategorien «Zweiräder» (Velo, Motorfahrräder und Motorräder), «Personenwagen und Lieferwagen» sowie «Schwerverkehr» zugeordnet werden können.

Eine Schwierigkeit ist die richtige Klassierung der kurzen Fahrzeuge (Velo, Motorfahrräder und Motorräder). Hier wurde neben der Länge auch noch die Geschwindigkeit zur Klassierung miteinbezogen. Um die Klassierung mit möglichst kleinen Unsicherheiten durchzuführen, wurde anhand kurzzeitig begleiteter Messungen ein Abgleich der automatischen Klassierung anhand der Länge und der Geschwindigkeit vorgenommen. Als Velo klassierte Fahrzeuge wurden ausgeschlossen und flossen auch nicht in die Geschwindigkeitserhebung ein. Die Motorfahrräder werden gemäss LSV [1] zu den Fahrzeugen N1 gezählt und die Motorräder zu N2. Trotz eines Abgleichs mit protokollierten Daten wird es bei der Klassierung von Velo, Motorfahrrädern und Motorrädern Fehler in beide Richtungen geben. So gibt es schnelle Fahrräder (v.a. E-Fahrräder), welche als Motorfahrrad klassiert werden und umgekehrt auch langsame Motorfahrräder, welche als Velo klassiert werden. Die gleichen Unsicherheiten gibt es bei der Unterscheidung zwischen Motorfahrrad (N1) versus Motorrad (N2). Da die Fehlzuweisungen jeweils in beide Richtungen gehen, gleichen sich die resultierenden Fehler wieder etwas aus. Für die Berechnungen nach sonRoad18 wurde der Verkehr N2 unterteilt in Motorräder, Lastwagen und ÖV-Busse.

An der Hohlstrasse fahren die Busse der Linie 31. Es handelt sich um Doppelgelenktrolleybusse, welche im Bereich des Messquerschnitts aber nicht mit Strom fahren. Diese wurden für die Berechnungen nach sonRoad18 trotzdem als Doppelgelenktrolleybusse berücksichtigt.

Aufgrund diverser Strassenbaustellen im Bereich des Bahnhofs Altstetten fuhren während den Messungen auch umgeleitete Busse der Linien 78, 80, 89, 35 sowie 304/308 durch den Messquerschnitt. Dabei fuhren folgende Fahrzeugtypen: Hybrid-Standardbusse, Diesel-Gelenkbusse, Hybrid-Gelenkbusse, Diesel-Midibusse und Diesel-Standardbusse.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Die Zahlen zu den ÖV-Bussen stammen für die Linie 31 aus dem Fahrplan sowie für die restlichen umgeleiteten Linien von der VBZ (E-Mail Nicolà Gabriel, 20.01.2021). Für den Zeitraum der begleiteten Messung 11./12.09.2020 20 bis 02 Uhr wurde die Anzahl Busse anhand der Videoaufzeichnungen gezählt.

3.7 Video- und Tonaufzeichnungen

Während der begleiteten Messung am 11./12.09.2020 zwischen 20 und 2 Uhr wurde zusätzlich eine Videokamera (inklusive Tonaufnahmen) installiert, welche das Verkehrsgeschehen aufzeichnete. Aus diesen Videoaufzeichnungen wurden 10 normale Vorbeifahrten und 10 Poservorbeifahrten zur Dokumentation ausgeschnitten. In diesen Videos sind keine Personen oder Kennzeichen von Fahrzeugen erkennbar resp. lesbar. Die Videoaufzeichnungen wurden zudem fallweise herangezogen, um allfällige unklare Situationen klarzustellen.

Zusätzlich wurden über die gesamte Messzeit Tonaufzeichnungen mit dem Lärmmessgerät durchgeführt, welche bei Unklarheiten ebenfalls herangezogen wurden.

Zur Gewährung des Datenschutzes werden die Videoaufzeichnungen nach Übergabe an den Auftraggeber seitens Müller-BBM dauerhaft gelöscht.

3.8 Messunsicherheiten

Die Geschwindigkeitsmessungen wurden mit Viacount II Messgeräten vom Hersteller viatraffic controlling GmbH durchgeführt. Laut der Anleitung zum Gerät liegt der Messfehler der Geschwindigkeiten bei Innerortsverkehr bei +/-3 km/h und der Zählfehler unter 1%. Laut Nachfrage bei viatraffic [8] ist dieser angegebene Fehler auf der sicheren Seite. Bei korrekter Ausrichtung der Viacount II sollte dieser deutlich unter 3 km/h liegen. Der von viatraffic angegebene Wert von < 1.3% bei 255 km/h sollte bei niedrigeren Fahrgeschwindigkeiten unterschritten werden, weil dann die Dopplerfrequenz niedrigere Werte annimmt. Es gibt aber noch Ungenauigkeiten durch digitale Filterflanken etc. in der Firmware. Fehlausrichtungen der Viacount führen zum Unterschätzen der wahren Geschwindigkeit. Wenn man die Viacount um 10° verdreht ausrichtet kommt ein relativer Fehler von -1.5% hinzu. Realistischer ist ein Ausrichtungsfehler von 5°, entsprechend -0.4%. Deshalb gehen wir für die vorliegenden Messungen insgesamt von Abweichungen von 1% bis maximal 2% aus, was bei mittleren Geschwindigkeiten von 30 bis 50 km/h **0.3 km/h bis 1 km/h** entspricht.

Die richtige Kategorisierung der Zweiräder in Velo, Motorfahrrad (N1) und Motorrad (N2) ist mit grösseren Unsicherheiten behaftet (sh. Diskussion in Kap. 3.6). Da die Fehlzuweisungen jeweils in beide Richtungen gehen, gleichen sich die resultierenden Fehler wieder etwas aus.

Die akustische Messunsicherheit (Unsicherheit der Kalibration, Messkette sowie Einflüsse in der Nähe der Messstelle) liegt bei Feldmessungen erfahrungsgemäss bei ± 1 dB(A). Da das Grundgeräusch deutlich mehr als 10 dB(A) unter den Messwerten (Dauerschallpegel) lag, wurde keine Grundgeräuschkorrektur vorgenommen.

Die Pegelschriebe wurden durchgeschaut, um allfällige Störungen durch Fremdgeräusche identifizieren und ausschliessen zu können. Bei unklaren Situationen wurden zusätzlich die Tonaufnahmen angehört.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

4 Ergebnisse

4.1 Verkehr

In der Tabelle 6 sind die wichtigsten Verkehrszahlen (Anzahl der Fahrzeuge pro Stunde, prozentualer Anteil der Fahrzeuge der Kategorie N2) sowie die durchschnittlichen Geschwindigkeiten $v_{Ø}$ und die Geschwindigkeiten v_{85} (Geschwindigkeit, die in 85% der Beobachtungszeit nicht überschritten wird) für die verschiedenen Messzeiten für die Tag- und Nachtphase zusammengestellt.

Tabelle 6. Verkehrsmengen, Durchschnittsgeschwindigkeiten $v_{Ø}$ und Geschwindigkeiten v_{85} über den gesamten Verkehr in den ausgewerteten Zeiträumen gemäss Tabelle 4 tagsüber und nachts. Ausgenommen wurden Phasen mit Störungen.

Messzeitfenster	Anz Fz./h	Anteil N2*	$v_{Ø}$ in km/h	v_{85} in km/h
WE Nacht, Fr. 11.09. – Sa.12.09.	220	7%	34	43
WE Nacht, Sa. 12.09. – So.13.09.	232	5%	37	43
WE Nacht, Fr. 18.09. – Sa.19.09.	217	7%	36	44
WE Nacht, Sa. 19.09. – So. 20.09.	236	6%	36	45
WE Tag, Sa. 12.09.	428	8%	37	44
WE Tag, So. 13.09.	327	8%	37	45
WE Tag, Sa. 19.09.	450	7%	37	44
WE Tag, So. 20.09.	333	7%	37	45
Werktag Nacht, So. 13.09. – Mo. 14.09.	138	10%	35	44
Werktag Nacht, Mo. 14.09. – Di. 15.09.	116	10%	35	44
Werktag Nacht, Di. 15.09. – Mi. 16.09.	135	11%	36	45
Werktag Tag, Mi. 16.09.	516	10%	35	43
Werktag Tag, Do. 17.09.	518	10%	35	43
Werktag Tag, Fr. 18.09.	523	10%	35	43

* inkl. ÖV-Busse und Motorräder

Während der Wochenend-Nächte, welche stark durch die Poser beeinflusst sind, sind die Verkehrszahlen mit 217 bis 236 Fz./h deutlich höher als in den weniger durch die Poser beeinflussten Werktag-Nächten (116 bis 138 Fz./h). Die gefahrenen Geschwindigkeiten sind vergleichbar ($v_{Ø}$: 34 bis 37 km/h und v_{85}: 43 bis 45 km/h). Tagsüber beträgt der Verkehr am Wochenende zwischen 327 und 450 Fz./h und an Werktagen rund 520 Fz./h. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten sind mit 35 km/h am Werktag leicht tiefer als am Wochenende mit 37 km/h.

Im Anhang C sind die detaillierten Angaben zu Verkehrsmengen und Geschwindigkeiten für die verschiedenen Zeitphasen zusammengestellt.

Der Schwerverkehrsanteil N2 ist hauptsächlich durch die Busse (Linie 31, 83 und Linien 78, 80, 89, 35 sowie ausserplanmässig die Linien 304/308 aufgrund einer Umleitung wegen einer Baustelle) beeinflusst.

In der Tabelle 7 ist der Anteil der Poser für die begleiteten Messungen zusammengestellt. Da die Zuweisung Poser versus normale Vorbeifahrt nicht immer eindeutig

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

möglich ist, wurde noch eine Kategorie «eher lautes Fz.» eingeführt. Diese «eher lauten Fz.» fuhren ebenfalls durch den Messquerschnitt. Viele den Dauerschallpegel beeinflussenden Poser-Geräusche stammten auch von Fahrzeugen, welche nicht unmittelbar durch den Messquerschnitt fuhren oder sogar stationär Lärm verursachten, z.B. unter der Europabrücke. Diese wurden in einer zusätzlichen Kategorie «Poser nicht durch Messq.» zusammengefasst.

Die Poser fahren in der Regel nicht schneller als die restlichen Fahrzeuge. Da die meisten Poser von der SOCAR-Tankstelle her in die Hohlstrasse einbiegen, beschleunigen viele im Bereich des Messquerschnitts relativ stark.

Tabelle 7. Anteil der Poser für die begleitete Messung von Freitag 11.09. 20 Uhr bis Samstag 12.09.2020 2 Uhr.

Messzeit-fenster	**Anzahl Poser**			**Anteil Poser an Gesamt-verkehr**			**Gesamt-verkehr**
	Poser*	eher laute Fz.*	Poser nicht durch Messq**.	Poser*	Poser & eher laute Fz.*	Alle***	Anz. Fz.
20 – 22 Uhr	78	23	17	9%	11%	(13%)	891
22 – 2 Uhr	210	213	201	17%	34%	(51%)	1’227
20 – 2 Uhr	287	237	218	14%	25%	(35%)	2’118

* Fz., die durch Messquerschnitt fuhren (orange Pfeile in Abbildung 1).

** Alle Poser, welche nicht durch Messquerschnitt fuhren oder stationär Lärm verursachten (alle roten Pfeile und Bereiche in Abbildung 1).

*** Poser, eher laute Fz. und Poser, die nicht direkt durch Messquerschnitt fuhren oder stationär Lärm verursachten.

4.2 Dauerschallpegel L_{Aeq}

In der Tabelle 8 sind die gemessenen energieäquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} den gemäss sonROAD18 berechneten, theoretisch erwarteten L_{Aeq} für die massgeblichen Zeitintervalle gegenübergestellt. Die sonROAD18-Berechnungen wurden basierend auf dem Verkehr N1 in Fz./h (PW, Kat. 3), den Motorrädern (Kat. 2), den Lastwagen (Kat. 8: Schwerverkehr minus Busse) sowie den ÖV-Bussen unterteilt je nach Typ (sh. Anhang C) mit dem sonROAD18 Webtool [7] durchgeführt. Die Immissionen wurden mit der Software CadnaA (Version 2020.1.177) berechnet. Als Belagskennwert wurde KB50 = 0 dB(A) eingesetzt (sh. Kap. 2.3).

Während den Nächten am Wochenende liegen die gemessenen Pegel um 2 – 4 dB(A) über den theoretisch erwarteten Pegeln für normale Fahrzeugfahrten ohne Geräuschbesonderheiten durch Auto-Posing. In den Wochenend-Nächten vom 18. – 20.09. bestehen keine Zahlen bezüglich Prozentanteil der Poser. Ein geringer Anteil an Posern führt auch zu einem kleineren Einfluss durch diese. In den Werktag-Nächten sowie auch tagsüber liegen die gemessenen Werte im Bereich (+/- 1 dB(A)) der theoretisch erwarteten Pegel.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Tabelle 8. Gemessener und berechneter Dauerschallpegel L_{Aeq} in den ausgewerteten Zeiträumen tagsüber und nachts. Ausgenommen wurden kurze Phasen mit Störungen. Der Vollständigkeit halber sind die wichtigsten Verkehrszahlen mit angegeben. WE = Wochenende, Nacht = 22 – 6 Uhr, Tag = 6 – 22 Uhr.

Messzeitfenster	**Dauerschallpegel L_{Aeq}**			**Verkehr**		
	Gemessen*	Berechnet	Delta Msg. – Ber.	Anz.	Anteil N2 **	$v_{Ø}$
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	Fz./h	%	km/h
WE Nacht, Fr. 11.09. – Sa.12.09.	63.3	59.3	**4.0**	220	7	34
WE Nacht, Sa. 12.09. – So.13.09.	63.5	59.5	**4.0**	232	5	35
WE Nacht, Fr. 18.09. – Sa.19.09.	62.6	59.6	**3.0**	217	7	36
WE Nacht, Sa. 19.09. – So. 20.09.	62.0	59.8	**2.2**	236	6	36
WE Tag, Sa. 12.09.	63.1	63.2	-0.1	428	8	37
WE Tag, So. 13.09.	62.4	62.8	-0.4	327	8	37
WE Tag, Sa. 19.09.	63.2	63.1	0.1	450	7	37
WE Tag, So. 20.09.	62.6	61.8	0.8	333	7	37
Werktag Nacht, So. 13.09.–Mo. 14.09.**	59.6	57.9	1.7	138	10	35
Werktag Nacht, Mo. 14.09. – Di. 15.09.	57.6	57.4	0.2	116	10	35
Werktag Nacht, Di. 15.09. – Mi. 16.09.	58.7	58.5	0.2	135	11	36
Werktag Tag, Mi. 16.09.	63.4	64.3	-0.9	516	10	35
Werktag Tag, Do. 17.09.	63.1	64.0	-0.9	518	10	35
Werktag Tag, Fr. 18.09.	63.3	64.4	-1.1	523	10	35

* Inkl. Korrektur – 5.3 dB(A) für Anordnung an Fenster in Grenzflächenmontage (-5 dB(A)) und am Rand des Fensters (-0.3 dB(A) gemäss Vergleichsmessung).

** inklusive ÖV-Busse und Motorräder, Aufschlüsselung dieser Kategorien sh. Anhang C.

*** Es gab immer wieder Störungen, weshalb idealerweise die ganze Nacht ausgeschlossen werden müsste. Dies wurde nicht gemacht, da nur 2 verwertbare Werktag-Nächte übrigbleiben würden. Die Störungen erklären wahrscheinlich auch den etwas höheren gemessenen Pegel.

In der Tabelle 9 sind die gemessenen und berechneten Dauerschallpegel für den begleiteten Messzeitraum zusammengestellt.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Tabelle 9. Gemessener und berechneter Dauerschallpegel L_{Aeq} für die begleitete Messung von Freitag 11.09. 20 Uhr bis Samstag 12.09.2020 2 Uhr. Der Vollständigkeit halber sind auch die wichtigsten Verkehrszahlen angegeben.

Messzeit-fenster	**Dauerschallpegel L_{Aeq}**			**Verkehr**			**Poser**
	Gemes-sen* dB(A)	Berech-net dB(A)	Delta Msg. – Ber. dB(A)	Anz. Fz./h	Anteil N2 * %	$v_{Ø}$ km/h	Anteil Po-ser und e-her laute Fz. %
20 – 22 Uhr	64.1	62.8	**1.3**	445	10	35	9 – 11%
22 – 2 Uhr	65.7	60.8	**4.9**	307	8	34	17 – 34%

* Inkl. Korrektur – 5.3 dB(A) für Anordnung an Fenster in Grenzflächenmontage (-5 dB(A)) und am Rand des Fensters (-0.3 dB(A) gemäss Vergleichsmessung).

4.3 Einzelereignisse

4.3.1 Ereignis- und Maximalpegel

Der Einzelereignisdatensatz besteht aus den gemäss Kapitel 3.5 als gültig extrahierten Einzelvorbeifahrten für welche jeweils unter anderem der Ereignis- und Maximalpegel bestimmt wurde. Die lauten Vorbeifahrten mit Blaulicht wurden aus dem Einzelereignisdatensatz entfernt. Insgesamt wurden 5 solche Ereignisse entfernt. Drei davon waren tagsüber und 2 in der Nacht. Über die gesamte Messzeit gibt es 709 als gültig identifizierte PW-Vorbeifahrten und während der begleiteten Messung (11./12.09.2020 20 - 2 Uhr) 74 gültige PW-Vorbeifahrten.

In Abbildung 5 bis Abbildung 10 sind die Ereignis- und Maximalpegel der gültigen Einzelereignisse in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die begleiteten Messungen von 11.09. 20 Uhr bis 12.09.2020 2 Uhr dargestellt. Diese Resultate zeigen für die Ereignis- und Maximalpegel ein ähnliches Bild. Deshalb werden für die gesamte Messzeit jeweils nur noch die Ereignispegel der gemäss Kapitel 3.5 als gültig identifizierten Einzelereignisse gezeigt (Abbildung 9 und Abbildung 10). Die Maximalpegel sind in Anhang E dargestellt. Bei den roten Punkten handelt es sich um protokollierte oder anhand der Tonaufnahmen identifizierte Poser-Vorbeifahrten. Die schwarzen Punkte in Abbildung 9 und Abbildung 10 stellen alle PW-Vorbeifahrten dar. Wie in Kapitel 3.5 und 3.7 beschrieben, konnten – dem Vorgehen geschuldet – nicht alle Fahrten, die Posern zuzurechnen sind, als solche erkannt werden. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei den lauteren Vorbeifahrten oberhalb der orangen gestrichelten Linie hauptsächlich um Poser handelt.

Der in Abbildung 5 dargestellte Ereignispegel L_{AE} und in Abbildung 6 dargestellte Maximalpegel L_{Amax} ist hier nicht, wie erwartet, geschwindigkeitsabhängig. Dies dürfte mit den häufig beschleunigenden Fahrzeugen aufgrund der Tankstellen-Ausfahrt sowie der zu kleinen Stichprobenmenge zu tun haben. (Stichprobengrösse: normale PW = 23, Poser = 25).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

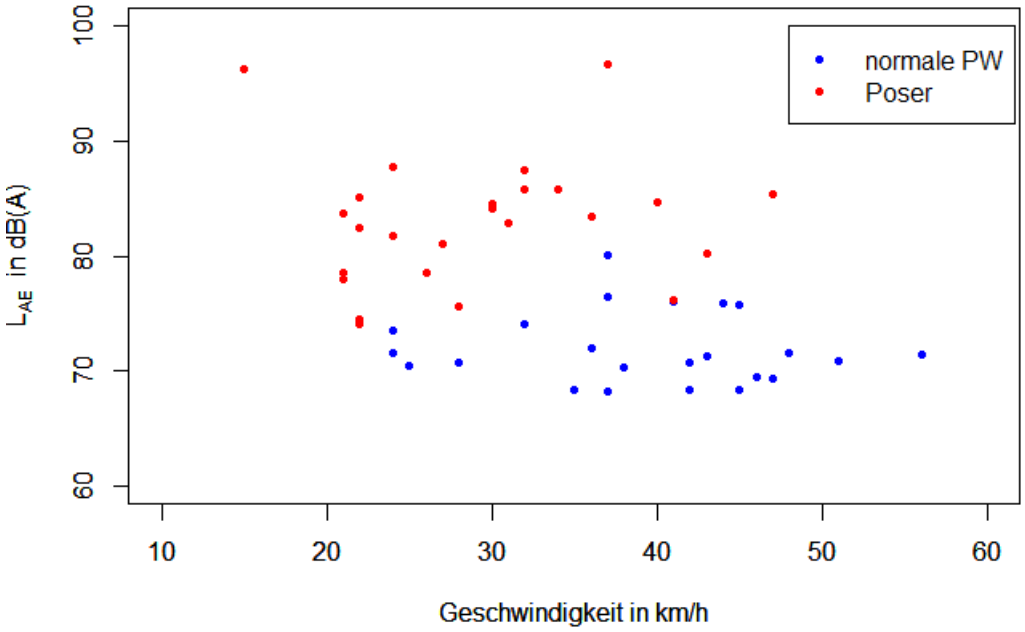


Abbildung 5. Ereignispegel L_{AE} einzelner PW-Vorbeifahrten in Fahrtrichtung Zürich Zentrum in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die begleitete Messung (11./12.9.2020 20 bis 2 Uhr).

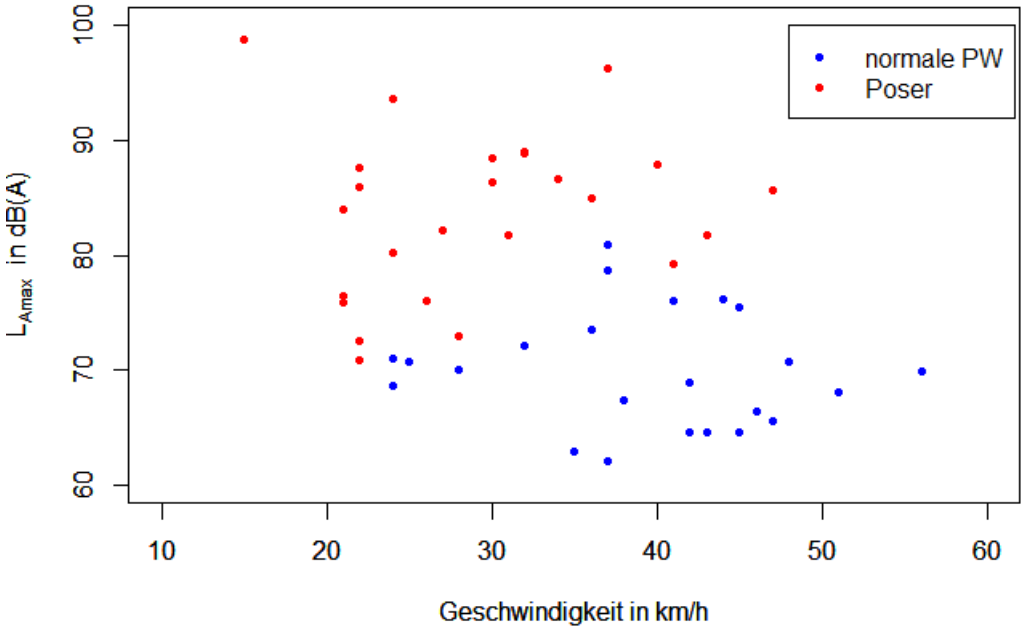


Abbildung 6. Maximalpegel $L_{Amax,100ms}$ einzelner PW-Vorbeifahrten in Fahrtrichtung Zürich Zentrum in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die begleitete Messung (11./12.09.2020 20 bis 2 Uhr). (Stichprobengrösse: normale PW = 23, Poser = 25).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

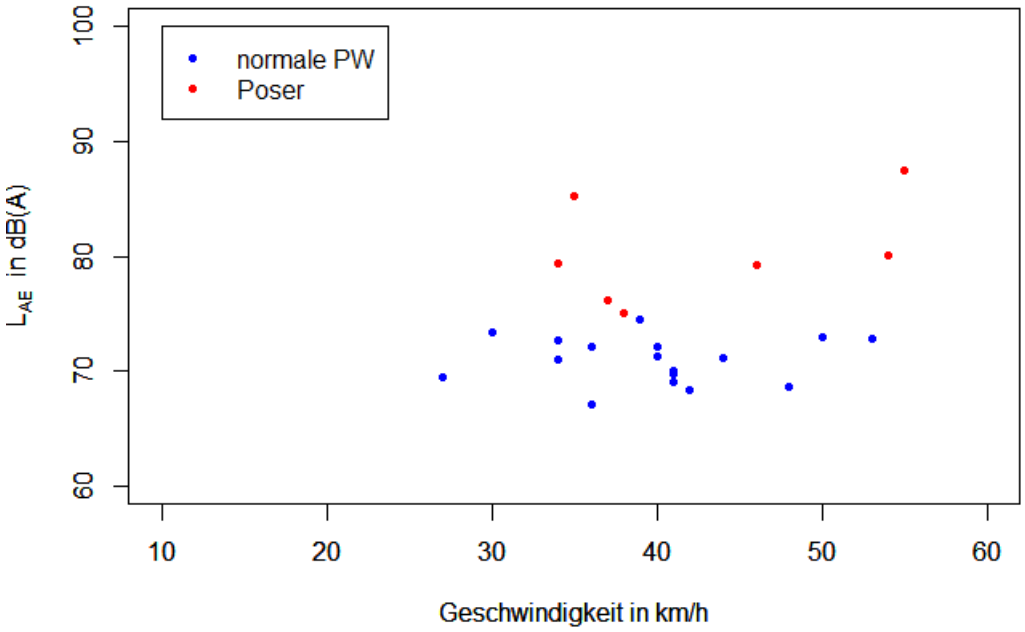


Abbildung 7. Ereignispegel L_{AE} einzelner PW-Vorbeifahrten in Fahrtrichtung Altstetten Bhf. (weiter entfernte Fahrspur zur Messstelle) in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die begleitete Messung (11./12.09.2020 20 - 2 Uhr). (Stichprobengrösse: normale PW = 19, Poser = 7).

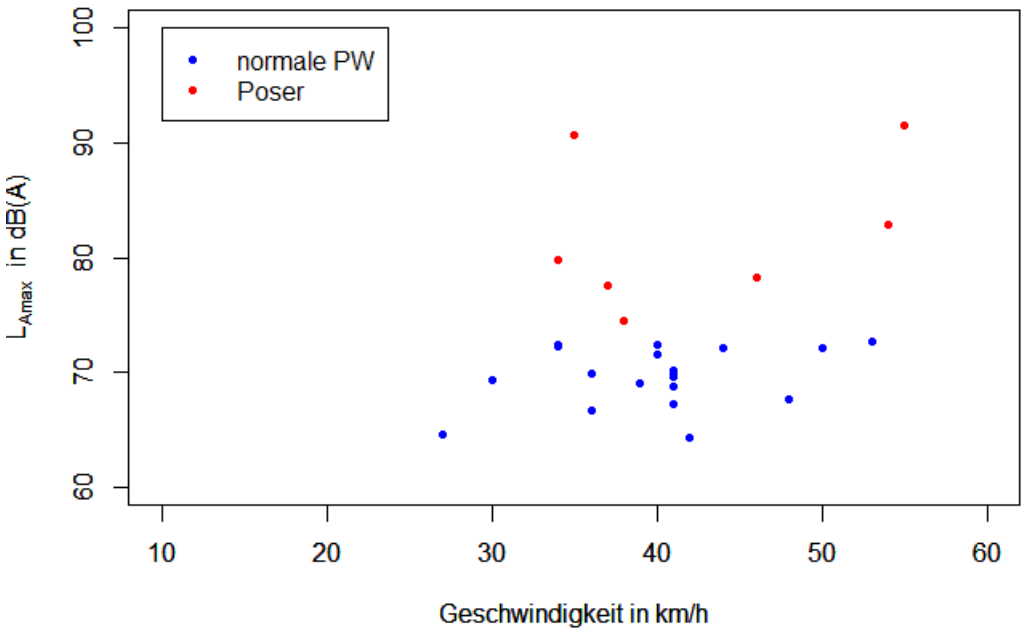


Abbildung 8. Maximalpegel $L_{Amax,100ms}$ einzelner PW-Vorbeifahrten in Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die begleitete Messung (11./12.09.2020 20 - 2 Uhr). (Stichprobengrösse: normale PW = 19, Poser = 7).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Für die Darstellungen in Abbildung 9 und Abbildung 10 konnten nicht alle lauten Vorbeifahrten verifiziert werden. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei den lauten Vorbeifahrten oberhalb der orangen Linie (Abschätzung anhand einer Stichprobe von verifizierten Vorbeifahrten) hauptsächlich um Poser handelt.

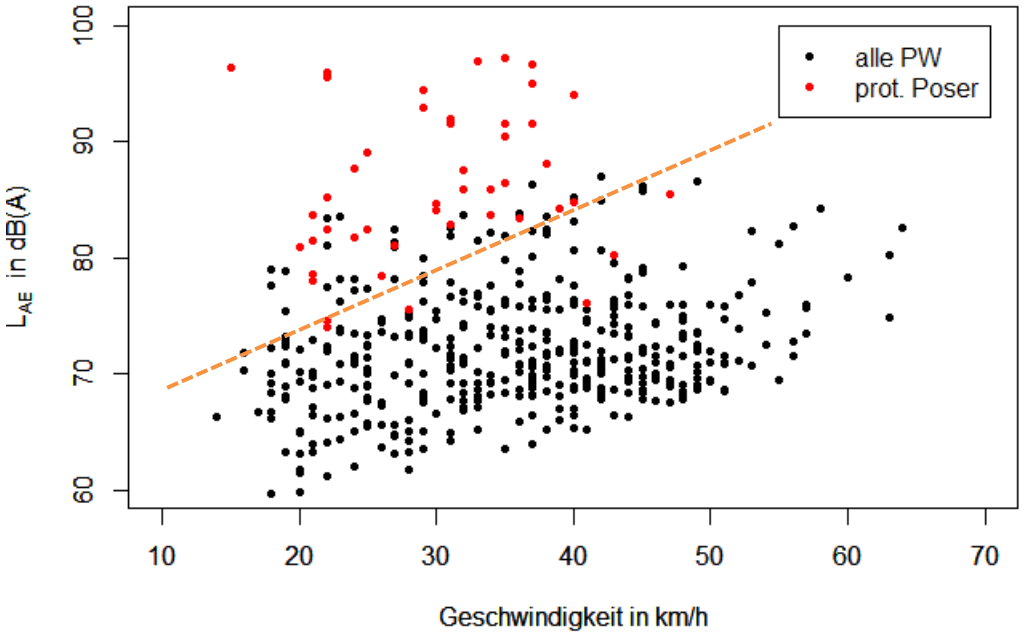
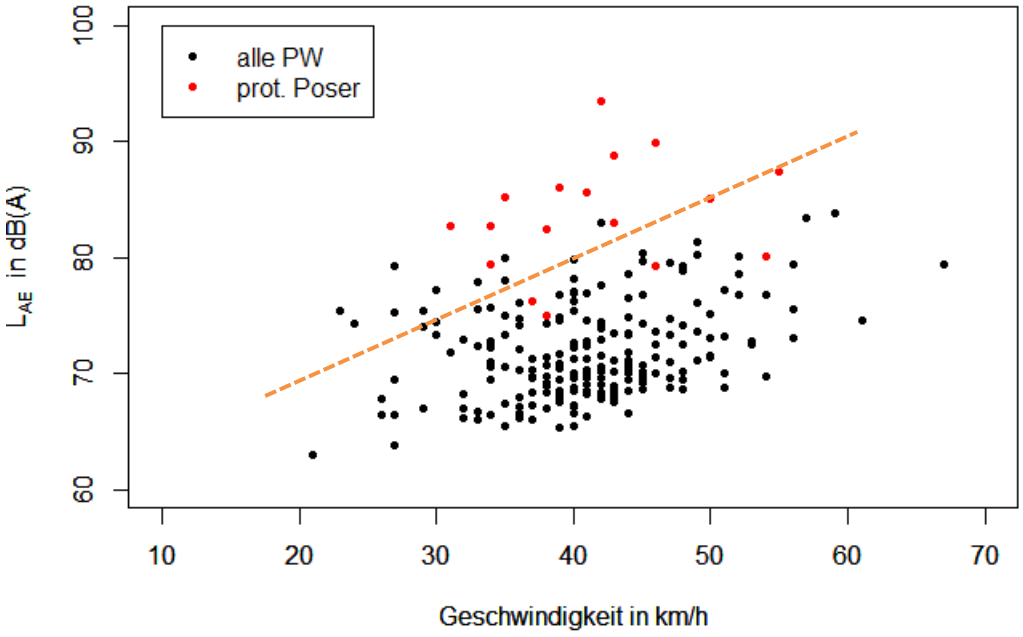


Abbildung 9. Ereignispegel L_{AE} einzelner PW-Vorbeifahrten in Fahrtrichtung Zürich Zentrum in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die gesamte Messzeit. (Stichprobengrösse: alle PW = 473, prot. Poser = 46). Rot gekennzeichnet sind identifizierte Poser.



S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Abbildung 10. Ereignispegel L_{AE} einzelner PW-Vorbeifahrten in Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die gesamte Messzeit. (Stichprobengrösse: alle PW = 236, prot. Poser n = 17). Rot gekennzeichnet sind identifizierte Poser.

4.3.2 Ausgewählte Ereignisse und Spektren

In Abbildung 11 sind die Pegel-Zeitverläufe von 8 ausgewählten normalen PW-Vorbeifahrten (blaue Kurven) und 8 Poser-Vorbeifahrten (rote Kurven) in Richtung Zürich Zentrum dargestellt. Abbildung 12 zeigt die Pegel-Zeitverläufe von 2 ausgewählten normalen PW-Vorbeifahrten (blaue Kurven) und 2 Poser-Vorbeifahrten (rote Kurven) in Richtung Altstetten. Im Anhang E sind von diesen Ereignissen die Pegel-Zeitverläufe (einzeln), Spektren sowie der Ereignispegel, Maximalpegel und die Flankensteilheit zusammengestellt. Für diese 20 Ereignisse sind jeweils kurze Videoausschnitte zur Dokumentation zusammengestellt worden.

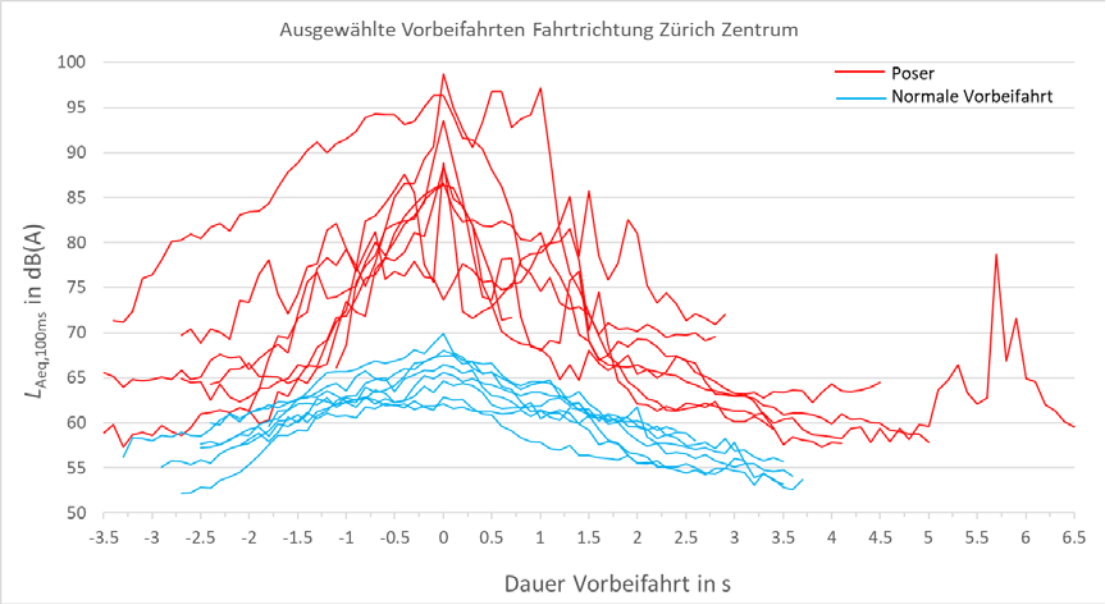


Abbildung 11. Pegel-Zeitverläufe der ausgewählten Poser- (rot) und normalen Vorbeifahrten (blau) in Fahrtrichtung Zürich Zentrum.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

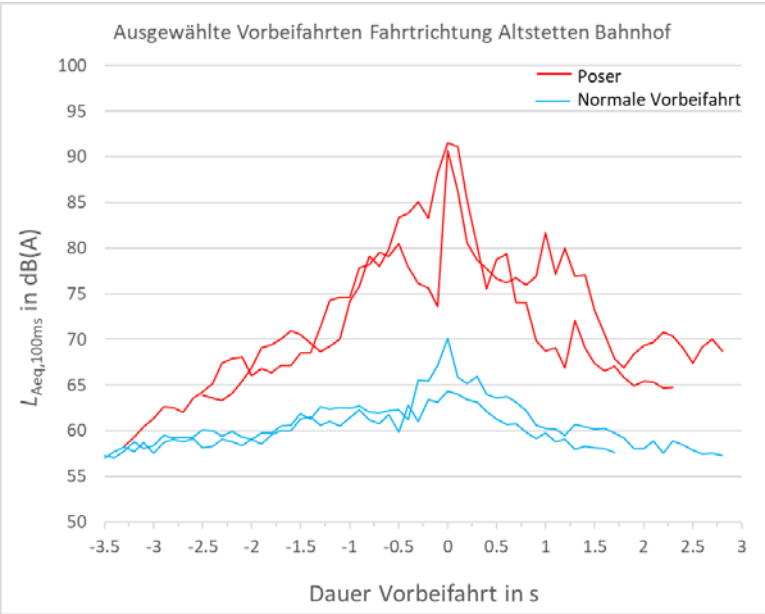


Abbildung 12. Pegel-Zeitverläufe der ausgewählten Poser- (rot) und normalen Vorbeifahrten (blau) in Fahrtrichtung Altstetten.

In der Tabelle 10 werden die mittleren Ereignis- und Maximalpegel dieser je 10 ausgewählten Ereignisse von Posern und normalen Vorbeifahrten präsentiert. Da die meisten dieser Poser von der SOCAR-Tankstelle her kurz vor dem Messquerschnitt in die Hohlstrasse einbogen, fuhren sie im Bereich des Messquerschnitts im Mittel langsamer als die normalen Vorbeifahrten.

Tabelle 10. Vergleich der 10 ausgewählten normalen PW-Vorbeifahrten (n1-n8 und n9-n10) mit den 10 Poser-Vorbeifahrten (p1-p8 und p9-p10).

Ereignisse	**Fahrtrichtung**	**Mittelwert über Ereignisse**			
		L_{AE} dB(A)	$L_{Amax,100ms}$ dB(A)	Flankensteilheit dB(A)/s	$v_{Ø}$ km/h
n1-n8	ZH Zentrum	69	66	4	44
p1-p8	ZH Zentrum	88	90	15	31
Diff. Poser - Normal	ZH Zentrum	19	24*	11	
n9-n10	Altstetten Bhf.	69**	67**	3**	42**
p9-p10	Altstetten Bhf.	86**	91**	12**	45**
Diff. Poser - Normal	Altstetten Bhf.	17	24*	9	

* Die Differenz dürfte eher noch höher sein, da bei den Posern teilweise der Maximalpegel nicht in nächster Distanz zum Mikrofon, d.h. genau im Messquerschnitt, generiert wurde.

** Richtung Altstetten Bahnhof wurden nur je 2 Ereignisse ausgewählt. Das heisst die Datengrundlage ist dort schwach mit grossen Streuungen.

In der Abbildung 13 sind die linearen (unbewerteten) Terzbandspektren einer Poser- sowie einer normalen Fahrt dargestellt. In der Abbildung 14 und Abbildung 15 sind

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

die gemittelten Terzbandspektren der 8 normalen und 8 Poser-Fahrten in Richtung Zürich und der je 2 Fahrten in Richtung Bahnhof Altstetten dargestellt. Es ist zu erkennen, dass es sich bei den Poserfahrten um ein ganz anderes und v.a. um ein viel lauteres Klangbild im Vergleich zu den normalen Vorbeifahrten handelt (deutlich erhöhte Anteile im Tiefton- und gut wahrnehmbaren Hochtonbereich). Die einzelnen Terzbandspektren aller 20 ausgewählten Ereignisse sind im Anhang E zu finden. Für insgesamt vier Ereignisse (3 Poser, 1 normale Fahrt) wurden schmalbandige Frequenzanalysen durchgeführt. In der Abbildung 16 werden diese schmalbandigen Frequenzanalysen in Form eines Zeit-Frequenz-Diagramms, sog. Campbell-Diagramm mit einer spektralen Auflösung von Δf = 5.86 Hz jeweils für eine Poser- und eine normale Vorbeifahrt gezeigt. Im Anhang E werden für vier Ereignisse Campbell-Diagramme sowie die dazugehörigen Amplitudenspektren gezeigt.

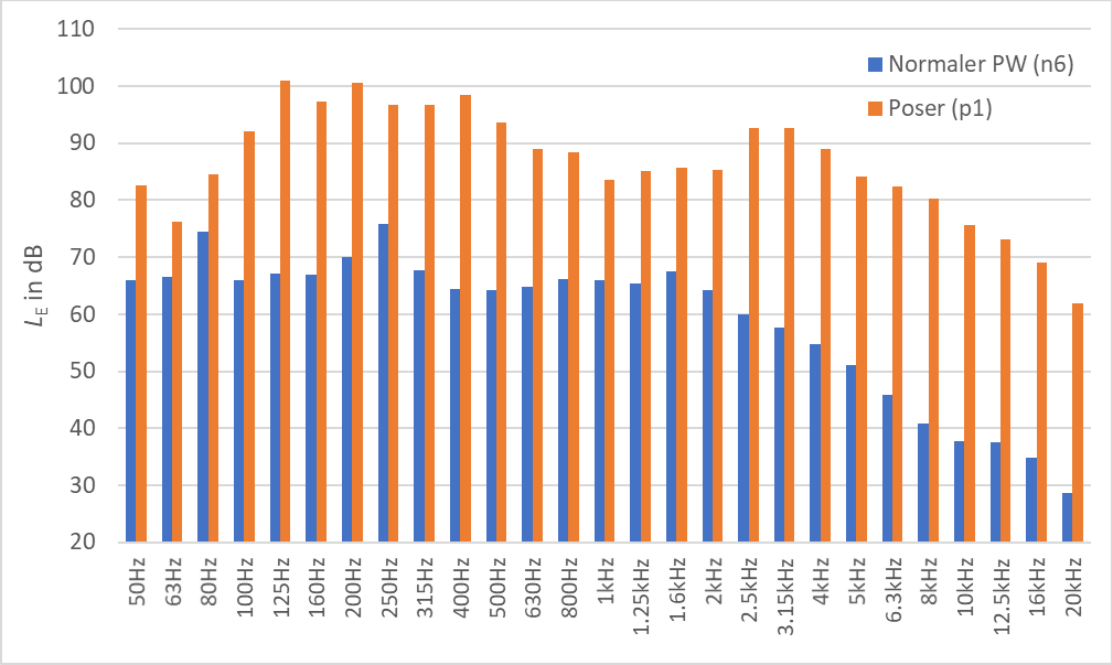


Abbildung 13. Terzspektren von 50 Hz – 10 kHz für eine ausgewählte Poser-Vorbeifahrt (p1) oben und eine normale Vorbeifahrt (n6). Es wurde keine Korrektur für die Grenzflächenmontage vorgenommen.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

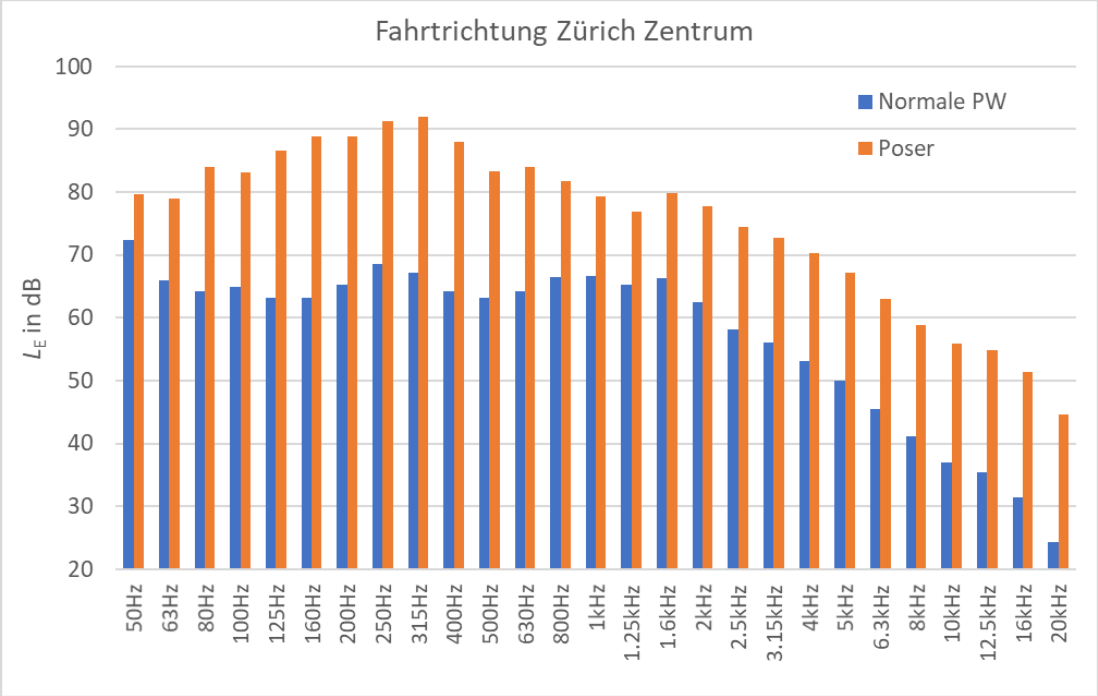


Abbildung 14. Terzspektren von 50 Hz – 10 kHz gemittelt über alle 8 normalen PW-Vorbeifahrten (blau) und über die 8 Poser-Vorbeifahrten (orange) in Fahrtrichtung Zürich Zentrum. Es wurde keine Korrektur für die Grenzflächenmontage vorgenommen.

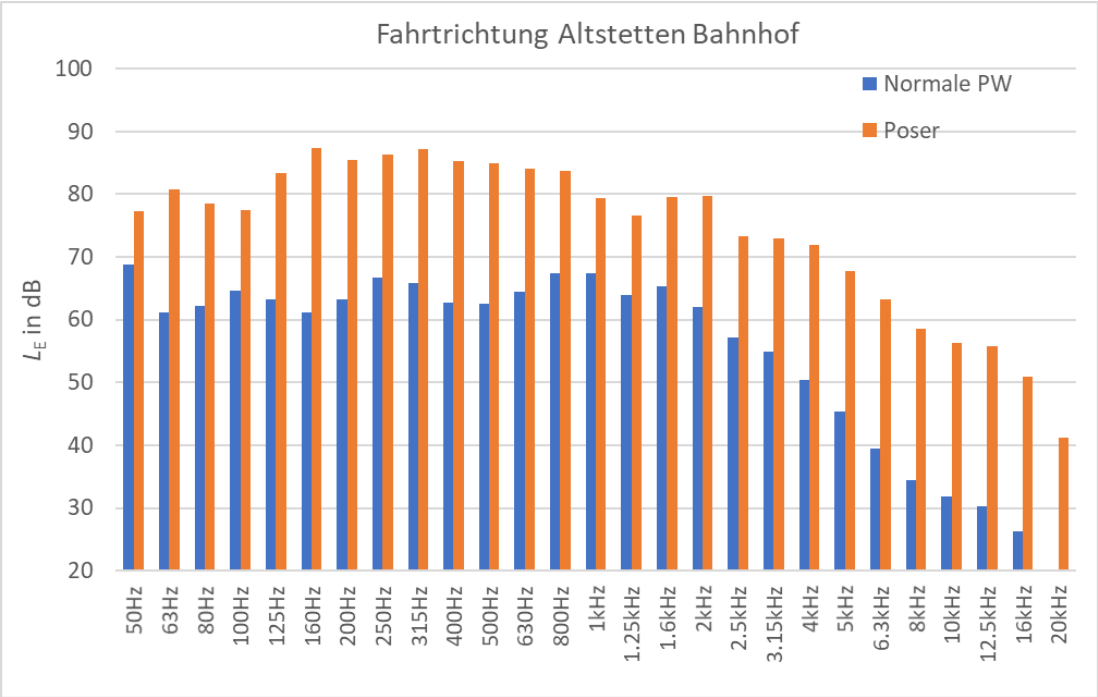


Abbildung 15. Terzspektren von 50 Hz – 10 kHz gemittelt über 2 normale PW-Vorbeifahrten (blau) und 2 Poser-Vorbeifahrten (orange) in Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof. Es wurde keine Korrektur für die Grenzflächenmontage vorgenommen.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

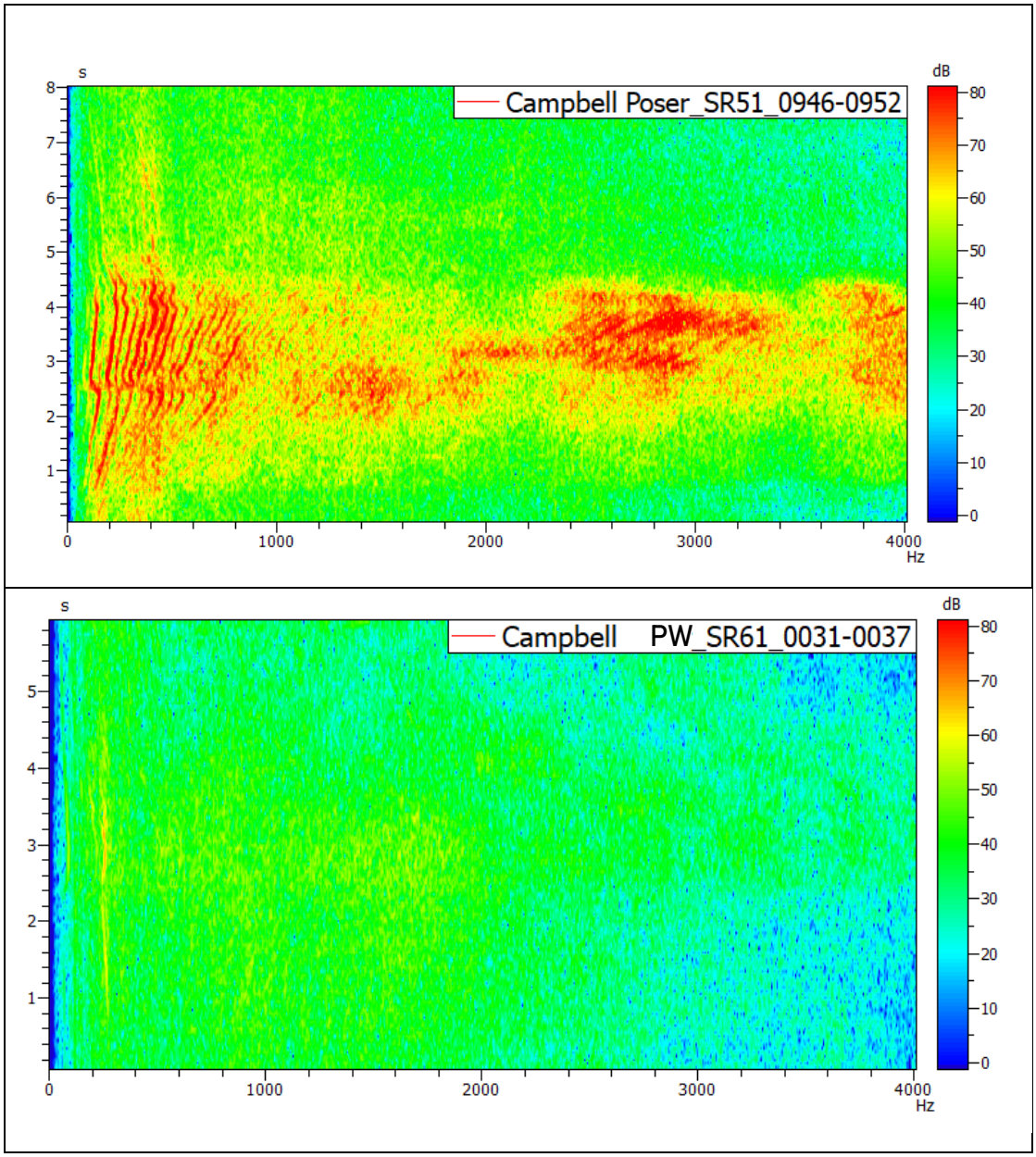


Abbildung 16. Campbell-Diagramm für eine ausgewählte Poser-Vorbeifahrt (p1) oben und eine normale Vorbeifahrt (n6) unten. Es wurde keine Korrektur für die Grenzflächenmontage vorgenommen.

4.3.3 Flankensteilheiten

Für die je 10 ausgewählten Poser- und normalen PW-Vorbeifahrten (sh. Kapitel 4.3.2) wurde die Steigung des Pegelanstiegs in dB(A) pro Sekunde (Flankensteilheit) berechnet. Dabei wurde der Pegelanstieg vom lokalen Minimum vor Erreichen des Maximalpegels (Phase der Annäherung des Fahrzeugs an den Messpunkt) bis zum Maximalpegel des Vorbeifahrtgeräusches berücksichtigt. Die Bestimmung des lokalen Minimums wurde manuell anhand des Pegelschriebs vorgenommen (sh. Abbildung 17). In Abbildung 18 sind die Häufigkeitsverteilungen der Flankensteilheiten dargestellt.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

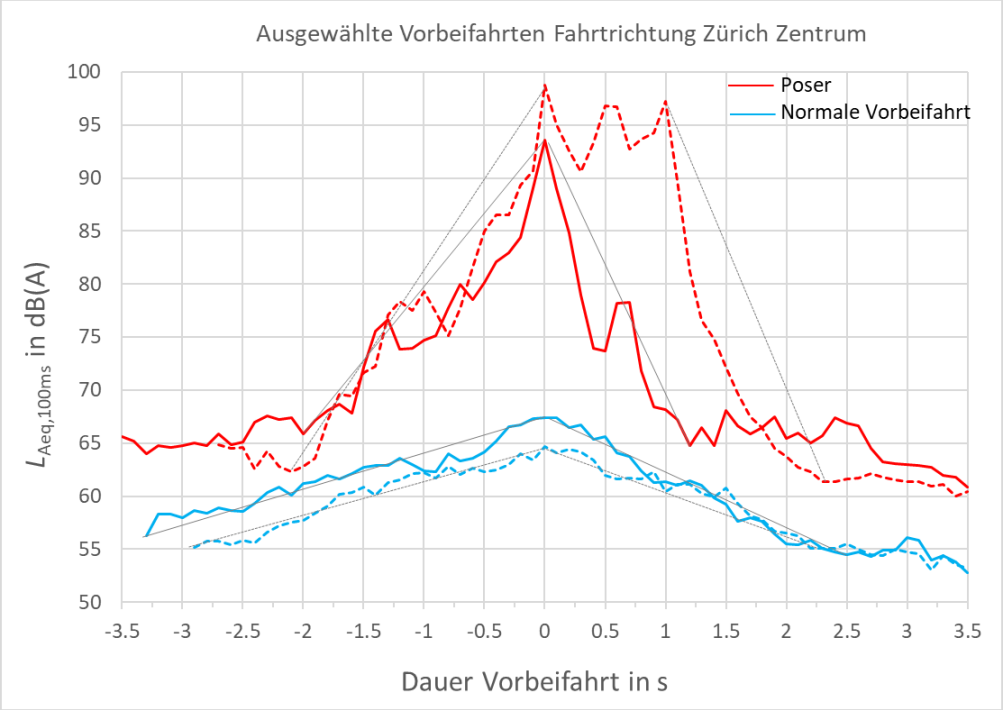


Abbildung 17. Pegel-Zeitverlauf von 2 Posern (rot) und 2 normalen PW-Vorbeifahrten (blau). Die Flankensteilheiten sind als graue Hilfslinien eingezeichnet.

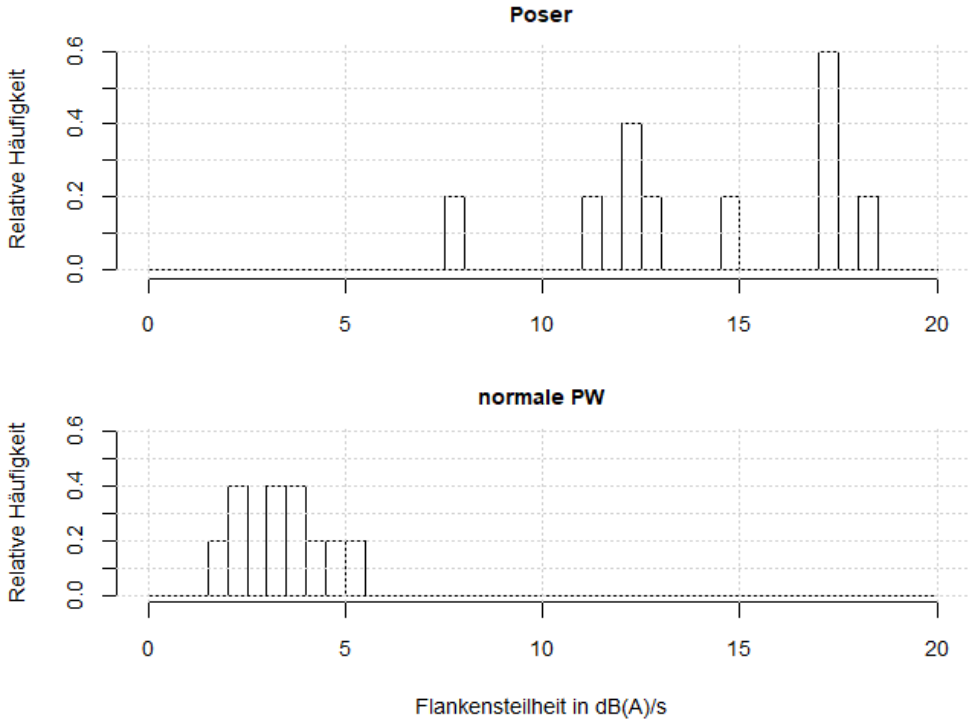


Abbildung 18. Relative Häufigkeit der Flankensteilheit in dB(A)/s der 20 ausgewählten PW-Vorbeifahrten (10 Poser, 10 normale Vorbeifahrten).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

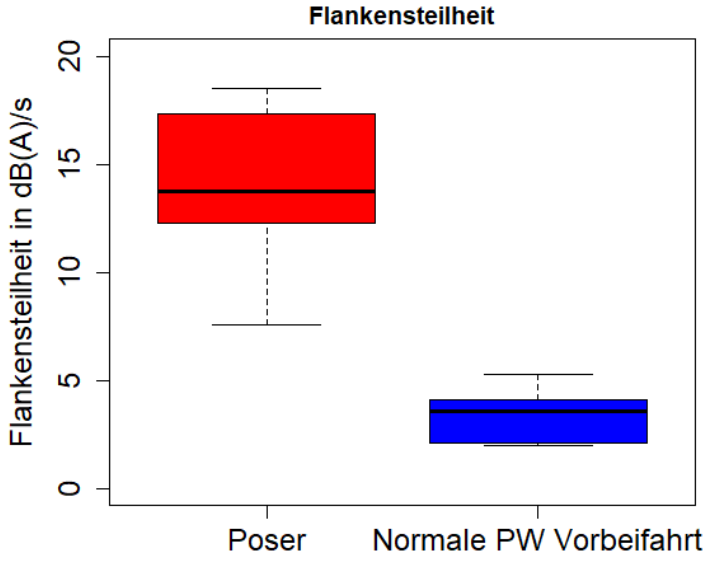


Abbildung 19. Boxplot der Flankensteilheit in dB(A)/s der ausgewählten 10 Poser und 10 normalen Vorbeifahrten.

5 Diskussion

5.1 Verkehr

In den vier gemessenen Wochenend-Nächten war das Verkehrsaufkommen mit 226 Fz./h deutlich höher (+75 %) als der durchschnittliche Verkehr während Werktag-Nächten (130 Fz./h). In den Wochenend-Nächten ist der Schwerverkehrsanteil rund 4% tiefer als werktagnachts. Dieser wird hauptsächlich durch die ÖV-Busse dominiert.

Die durchschnittlich gefahrenen Geschwindigkeiten betragen 34 bis 37 km/h und sind in den Werktag- sowie Wochenend-Nächten im Mittel identisch. Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten sind relativ tief, da es im Messquerschnitt viele Fahrzeuge gibt, die kurz vor dem Messquerschnitt von der SOCAR-Tankstelle her in die Hohlstrasse einbiegen und entsprechend im Messquerschnitt langsam fahren. Die Poser fuhren im Durchschnitt nicht schneller als die restlichen Fahrzeuge. Da die meisten Poser von der SOCAR-Tankstelle her in die Hohlstrasse einbiegen, beschleunigten viele im Bereich des Messquerschnitts relativ stark. Die Beschleunigung als solche wird genutzt um möglichst viel «Sound» zu generieren.

In der begleiteten Nacht vom Freitag auf Samstag (11./12.09.) von 20 bis 2 Uhr betrug der Anteil der Poser am gesamten Verkehr zwischen 14 und 25%. Im Nachtzeitraum von 22 bis 2 Uhr waren sogar 17 bis 34% Poser am Verkehr beteiligt. In diesen Zahlen sind nur die Poser erfasst, welche durch den Messquerschnitt fuhren und auch im Bereich des Messquerschnitts oder unmittelbar danach laut fuhren. Auf den umliegenden Strassen und im Bereich neben den Gleisen waren immer wieder laute Geräusche von Posern zu hören, welche in der Menge ebenfalls einen Einfluss auf

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

den gemessenen Dauerschallpegel haben. Wie gross dieser Einfluss ist, kann jedoch aus den vorliegenden Resultaten nicht quantifiziert werden.

5.2 Dauerschallpegel

Die gemessenen Dauerschallpegel L_{Aeq} betragen in den Werktag-Nächten 58 dB(A) und in den Wochenend-Nächten 63 dB(A). Ein Teil dieser höheren Lärmimmissionen ist auf den deutlich grösseren Verkehr in den Wochenend-Nächten zurückzuführen (= geringerer Teil der Mehrimmissionen) und zum anderen Teil auf die Mehrimmissionen infolge lauter Poser-Fahrten (= massgebender Teil der Mehrimmissionen). Der Mehrverkehr wird wiederum zu einem grossen Anteil durch die «unnötigen» Poser-Fahrten verursacht.

Um die Dauerschallpegel L_{Aeq} verkehrsbereinigt vergleichen und so den direkten Einfluss der Poser quantifizieren zu können, wurde die Differenz zu den mittels sonROAD18 bestimmten Emissionen resp. daraus berechneten Immissionen am Messort bestimmt. Die sonROAD18 Berechnungen basieren auf den während der Messungen ermittelten Verkehrszahlen, enthalten aber nur akustisch «normale» Fahrzeuge. In den zwei störungsfreien Werktag-Nächten sowie auch tagsüber sind die berechneten und gemessenen L_{Aeq} identisch (Diff.: +/- 1 dB(A)). In den vier Wochenend-Nächten sind die gemessenen L_{Aeq} 2 bis 4 dB(A) höher als die berechneten Pegel. Der direkte Einfluss der Poser auf den Immissionspegel nachts beträgt in diesen Nächten entsprechend mindestens 2 bis 4 dB(A). In einem einzelnen Zeitintervall der begleiteten Messungen (22 bis 2 Uhr von 11. auf 12.09.) war sogar eine Erhöhung des Dauerschallpegels von 5 dB durch Poser festzustellen (Tabelle 9). Darin enthalten sind auch Poser auf umliegenden Strassen und «stehende» Poser. Nicht berücksichtigt ist die grössere Störwirkung unter anderem durch die hohen Maximalpegel, welche nachts zu erhöhten Aufwachreaktionen führen werden. Zudem ist der Mehrverkehr aufgrund der Poser auch in der mittels sonROAD18 berechneten Referenz berücksichtigt. Würden diese Poser-Fahrten komplett wegfallen, wären auch die Fahrzeugmengen kleiner und damit die Pegel noch tiefer. Das heisst, der Einfluss der Poser auf den L_{Aeq} ist eigentlich durch unnötiges Herumfahren noch grösser.

Der Einfluss der Poser wirkt sich am Messort auf den jahresdurchschnittlichen L_{Aeq} nachts (22 - 6 Uhr) – unter der Annahme, dass an allen Wochenenden Poserfahrten, wie vorgefunden stattfinden, mit einer Erhöhung von rund 1.6 dB(A) aus.

Im Ergebnis zeigt sich, dass in den gemessenen Wochenendnächten mit Poserlärm, die am Immissionsort eintreffende Schallenergie um durchschnittlich rund 3.3 dB zugenommen hat, was einer um 114% höheren eintreffenden Schallenergie entspricht resp. dem Lärm entspricht, der von einer um 114% grösseren Verkehrsmenge normaler Fahrzeuge verursacht wird.

5.3 Einzelereignisse

Aus den Einzelereignis-Auswertungen ist sehr deutlich erkennbar, dass die Poser-Fahrten deutlich höhere Ereignis- und insbesondere Maximalpegel aufweisen. Beim Vergleich der je 10 ausgewählten Ereignisse ist der mittlere Ereignispegel der Poser gemäss Tabelle 10 um 17 bis 19 dB(A) höher als der der normalen Fahrten. Dies nimmt das menschliche Ohr fast 4x lauter wahr, oder anders ausgedrückt 1 Poser

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

entspricht in etwa 80 normalen PW's (sh. Tabelle 11). Die immissionsseitig gemessenen Maximalpegel der Poser betragen bis zu 99 dB(A) und liegen mit 24 dB(A) noch deutlicher über den Maximalpegeln von normalen Fahrten.

Die gemessenen Maximalpegel unterschätzen grossmehrheitlich die effektiv verursachten Maximalpegel, da die maximale Lautstärke kaum je exakt im Messquerschnitt (kürzester Distanz zum Mikrophon) verursacht worden ist. Eine Distanzkorrektur wurde nicht durchgeführt, da die damit verbundenen Unsicherheiten zu gross wären. Aufgrund dieser tendenziellen Unterschätzung der Maximalpegel wäre die Differenz zwischen Poser und normalen Fahrzeugen in Wirklichkeit noch grösser.

Ebenfalls deutlich höher ist die Flankensteilheit der ausgewählten Poser-Fahrten im Vergleich zu den normalen Vorbeifahrten. Schnelle Pegelanstiege (Flankensteilheit) sind sehr störend. Dieser Effekt ist auch in der Abbildung 18 und Abbildung 19 deutlich sichtbar.

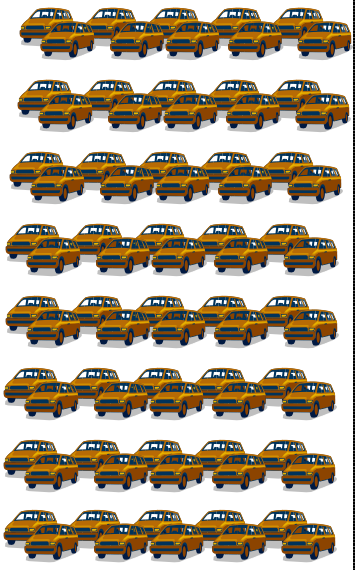
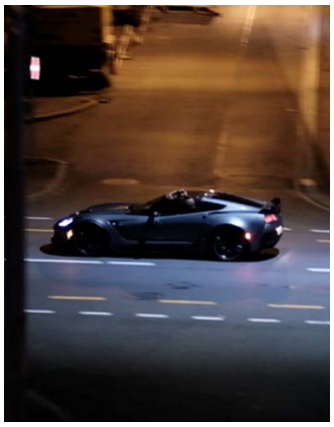
Mittels der Frequenzanalysen lässt sich einerseits der hohe Schallenergieinhalt einer Poser-Fahrt und andererseits auch deren ausgeprägte Tonhaltigkeit deutlich nachweisen.

Sowohl aus den Daten der begleiteten Messungen als auch aus dem gesamten Einzelereignisdatensatz (inkl. unbegleitete Messungen) ist zu erkennen, dass viele Poser-Vorbeifahrten eindeutig identifiziert werden können. Die Poser-Vorbeifahrten heben sich eindeutig von normalen PW-Vorbeifahrten ab. Sie können im A-bewerteten Ereignis- oder Maximalpegel, aber auch anhand weiterer Merkmale wie Flankensteilheit und Tonhaltigkeit eindeutig erkannt werden. Dies wäre auch vollautomatisch zum Beispiel anhand des L_{AE} möglich, zumindest für wirklich «laute» Poser. Dazu müsste anhand von Messungen eine geschwindigkeitsabhängige Schwelle definiert werden, oberhalb welcher (praktisch) keine «normalen» Fahrten mehr vorkommen. Je nach Ziel sind auch aufwändigere Analysen der Frequenzen oder Flankensteilheiten zur Identifikation der Poser denkbar. Vor allen Dingen die Frequenz-Zeit-Diagramme (Campbell-Diagramme) der Poser-Fahrten lassen sich eindeutig von denenen der Normalfahrten unterscheiden, was auch automatisiert erfolgen kann.

In der Tabelle 11 sind die Resultate der Einzelereignis-Auswertungen nochmals zusammengefasst. Zur Illustration wird auch gezeigt, wieviel lauter der Mensch einen Poser im Vergleich zu normalen PW-Vorbeifahrten wahrnimmt.

Tabelle 11. Vergleich der 10 ausgewählten normalen PW-Vorbeifahrten mit den 10 Poser-Vorbeifahrten.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Parameter	Normale PW-Vorbeifahrt	Poser-Vorbeifahrt	Differenz Poser - normal
Ereignispegel	69 dB(A)	88 dB(A)	19 dB(A)
Maximalpegel	66 dB(A)	90 dB(A)	24 dB(A)
Pegelanstieg	4 dB(A)/s	15 dB(A)/s	11 dB(A)
Empfindung Mensch bezgl. Differenz Ereignispegel			

5.4 Subjektive Wahrnehmung vor Ort

Folgender Abschnitt gibt den subjektiven Eindruck der zwei Müller-BBM Angestellten über die Poser-Geräusche während den begleiteten Messungen wieder. Die Poser beschleunigten meistens im Bereich des Messquerschnitts stark. Dies zu jeder Nachtzeit, d.h. auch wenn viele Passanten auf den Trottoirs und Fussgängerstreifen sowie VelofahrerInnen auf der Strasse unterwegs waren. Teilweise fuhren die Poser mit offenen Fenstern und lauter Musik. Weiter fielen auch die vielen stehenden Fahrzeuge am «Gäseln» (hohe Drehzahl des Motors im Leerlauf) unter der Europabrücke und auf den Parkplätzen entlang der Gleise auf, sowie allgemein das unnötige Laufenlassen der Motore im Stand.

Neben häufigen impulshaltigen Knallgeräuschen sind vor allem dröhnende sowie röhrende und aufheulende Motorgeräusche zu hören. Die subjektive Wahrnehmung der tieffrequenten und häufig stark tonhaltigen Geräusche ist dabei erstaunlich sensibel. Dies liegt an der Art der Töne, die «ungemütlich» oder gar bedrohlich wirken können. Gerade in der dunklen Strasse bei Nacht werden sie tendenziell als lauter empfunden als es die rein physikalische Schallpegelmessung vermuten lässt. Einige explosionsartigen Poser-Geräusche werden auch durch ein «gurgelndes» Motorbrummen angekündigt. Als Passant wartet man dann geradezu auf den Knall, der plötzlich und unkontrolliert kommt, was den Reiz / Kick für die Lärm-Poser auszumachen scheint. Die plötzlich auftauchenden lauten Geräusche können durch ihre impulsartige Charakteristik erschreckend wirken. Insbesondere das Motorenknallen kann unvorbereitete unbeteiligte Dritte sehr stark erschrecken.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Setzt man sich längere Zeit den Poser-Geräuschen bewusst aus, bemerkt man die Varianten-Vielfalt des Lärms. Pauschalisieren lassen sich die Geräusche kaum. Der subjektiv störende Faktor dieses Phänomens wird durch die scheinbar willkürliche Kombination der dröhnenden, knallenden und röhrenden Geräusche geprägt. Diese Kombination wird am Poser-Treff nicht nur von einem einzelnen Auto produziert, sondern wirkt durch die Gleichzeitigkeit unterschiedlich getunter Poser-Autos beunruhigend (im Sinne von «nicht zur Ruhe kommen» und «gestört werden»). Die Geräuschquellen vermischen sich zu einem diffusen Lärm-Raum. Die Reflexionen von Brücken und Häuserwänden tragen zum räumlichen Empfinden des Lärmpegels bei.

Deshalb ist es verständlich, dass diese Geräusche von vielen Personen als störend wahrgenommen werden. Noch störender dürften diese Geräusche sein, wenn dadurch das Einschlafen erschwert oder die Nachtruhe gestört wird. In dieser Nacht waren unzählige solche Poser-Geräusche im ganzen Areal um die SOCAR-Tankstelle herum (sh. Abbildung 1) hörbar. Es gab keine längeren ruhigen Zeiten. Hinzu dürfte von Seiten Anwohner ein Unverständnis über diesen Lärm kommen, da dieser komplett «unnötig» und somit vermeidbar wäre, oder die Poser ihr «Hobby» zumindest an einem anderen, unbewohnten Ort ausleben könnten.

6 Fazit

Die Messungen und Beobachtungen an der Hohlstrasse 543 in Zürich zeigen einen signifikanten akustisch physikalischen und einen eindeutig wahrnehmbaren Einfluss der Poser auf den Strassenverkehrslärm. Physikalisch besteht der Einfluss des Auto-Posings in einer Zunahme der Dauerschallpegel L_{Aeq} während den Wochenend-Nächten (22 – 6 Uhr) um 2 bis 4 dB(A). Für einen einzelnen Zeitabschnitt von 22 – 2 Uhr während einer Freitagnacht (begleitete Messungen) betrug der Poser-Einfluss im L_{Aeq} sogar 5 dB(A). Der Einfluss der Poser wirkt sich am Messort auf den jahresdurchschnittlichen L_{Aeq} nachts (22 - 6 Uhr) – unter der Annahme, dass an allen Wochenenden Poserfahrten, wie vorgefunden stattfinden, mit einer Erhöhung von rund 1.6 dB(A) aus. Die angegebenen Pegeldifferenzen beziehen sich alleine auf die gegenüber normalen Fahrzeugen technisch veränderte Fahrzeugausrüstung und der besonderen Fahrweise der Auto-Poser. Darin nicht enthalten ist der deutliche Mehrverkehr aufgrund der Poser, welcher zudem gemäss Art. 33 VRV als unnötig zu kategorisieren sein dürfte. Zudem greift eine reine Beurteilung des Strassenverkehrslärms nach Anhang 3 LSV für diesen Fall zu kurz, da die durch die Poser verursachten Geräusche häufig sehr impulshaltig (provozierte Fehlzündungen) und stark tonhaltig sind, was zu einer erheblichen Belästigungswirkung führt, die im Beurteilungssystem der LSV für Strassenverkehrslärm nicht berücksichtigt ist.

Die Auswertungen der Einzelereignisse ergeben für die lautesten Poser-Fahrten Maximalpegel bis zu 99 dB(A) immissionsseitig bei den nächstgelegenen Empfangspunkten. Im Vergleich zu normalen PW-Vorbeifahrten liegen die Maximalpegel um 24 dB(A) und die Ereignispegel um 19 dB(A) höher. Hinzu kommt, dass die Maximalpegel von Poser-Vorbeifahrten hier tendenziell eher unterschätzt werden, weil exakt bei der Passage des gewählten Messquerschnitts, also in kürzester Entfernung des Fahrzeugs zum Empfangspunkt, zufällig kaum je die lautesten Geräusche auftreten. Das heisst, in Wirklichkeit werden die Differenzen zwischen Posern und normalen Fahrzeugen eher noch grösser sein. Der Vergleich der Schallenergie zeigt, dass eine

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

einzige Poservorbeifahrt im Durchschnitt gleich viel Schallenergie beinhaltet wie die gleichzeitige Vorbeifahrt von 80 normalen Fahrzeugen. Es ist davon auszugehen, dass diese hohen Maximalpegel in der Nacht zu einer deutlichen Erhöhung der Aufwachreaktionen bei den umliegenden Anwohnern führen.

Mittels der mitgelieferten Videosequenzen einzelner Normal- und Poservorbeifahrten lassen sich die gewonnenen Erkenntnisse zum Poserlärm im Vergleich zum Durchschnittslärm von Autos auch eindrücklich erleben.

Poserlärm ist damit nicht zu vernachlässigen, insbesondere an Poserstrecken erhöht sich der Dauerschallpegel massgeblich und die hohen Pegelspitzen sowie die ausgeprägte Tonhaltigkeit in Verbindung mit dem schnellen Pegelanstieg (hohe Flankensteilheit) sind ohne jeden Zweifel geeignet, die betroffene Bevölkerung über Gebühr zu belästigen, zumal es sich um vermeidbaren und damit eigentlich um verbotenen Lärm handelt.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

7 Grundlagen

[1] Lärmschutz-Verordnung (LSV) 814.41, 15. Dezember 1986 (Stand am 1. April 2018)

[2] 741.01 Strassenverkehrsgesetz (SVG), 19. Dezember 1958 (Stand am 1. Januar 2020)

[3] 741.11 Verkehrsregelnverordnung (VRV), 13. November 1962 (Stand am 1. Februar 2019)

[4] Möhler, U.: „Vergleich der Pausenstruktur von Schienenverkehrslärm und Straßenverkehrslärm“. Zeitschr. f. Lärmbekämpfung, 35, S. 10, 1988

[5] Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg., 2020), „Methode zur Ermittlung der Aussenlärm-Immissionen bei geschlossenem Fenster“, Vollzugshilfe zur Lärmschutzverordnung (LSV), 1. aktualisierte Auflage 2020. Erstausgabe 2015.

[6] Heutschi K., Locher B. 2018: sonROAD18 – Berechnungsmodell für Strassenlärm. Empa-Nr. 5214.010948, Version 1.4, 2018-01-20, Entwurf

[7] sonROAD18 Webtool, Version 1.4, https://sonroad18.empa.ch/

[8] Email viatraffic controlling GmbH, Hr. Gessler zum Fehler der Geschwindigkeitsmessung bei Viacount II Verkehrszählgeräten, 15.02.2018

Anhang A
Fotodokumentation

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

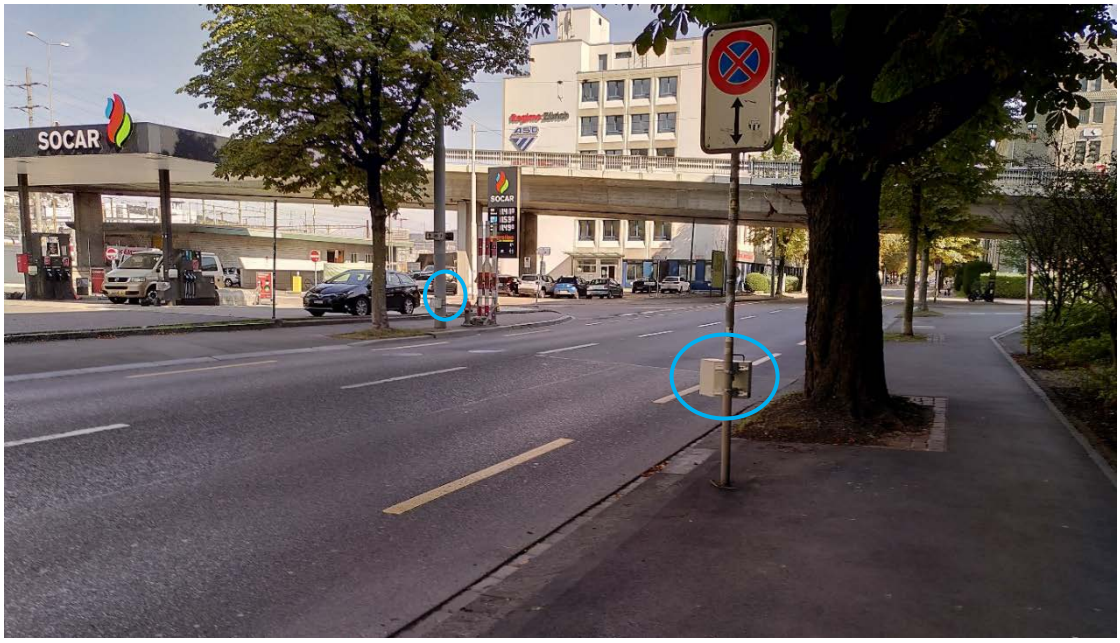


Abbildung 20. Foto vom Messquerschnitt an der Hohlstrasse 543. Blau eingekreist sind die zwei Seitenradargeräte.

Abbildung 21. Foto von Mikrofon (rot eingekreist) an der Fensterscheibe (Hohlstrasse 543).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Abbildung 22. Fahrbahn im Messquerschnitt. Rot eingekreist ist das Mikrofon und blau eingekreist das Seitenradargerät auf der Seite in Richtung Zürich Zentrum. Im Vordergrund sind die zwei Dolendeckel und der Belagswechsel sichtbar.

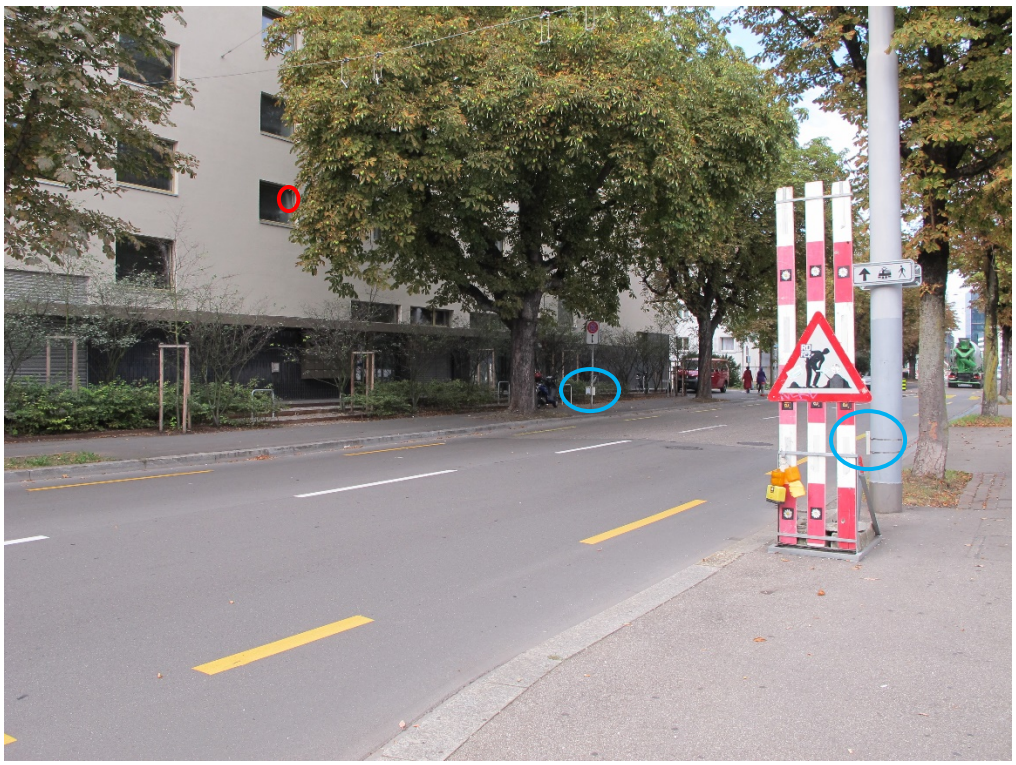


Abbildung 23. Foto vom Messquerschnitt an der Hohlstrasse 543. Rot eingekreist ist das Mikrofon und blau eingekreist sind die zwei Seitenradargeräte.

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

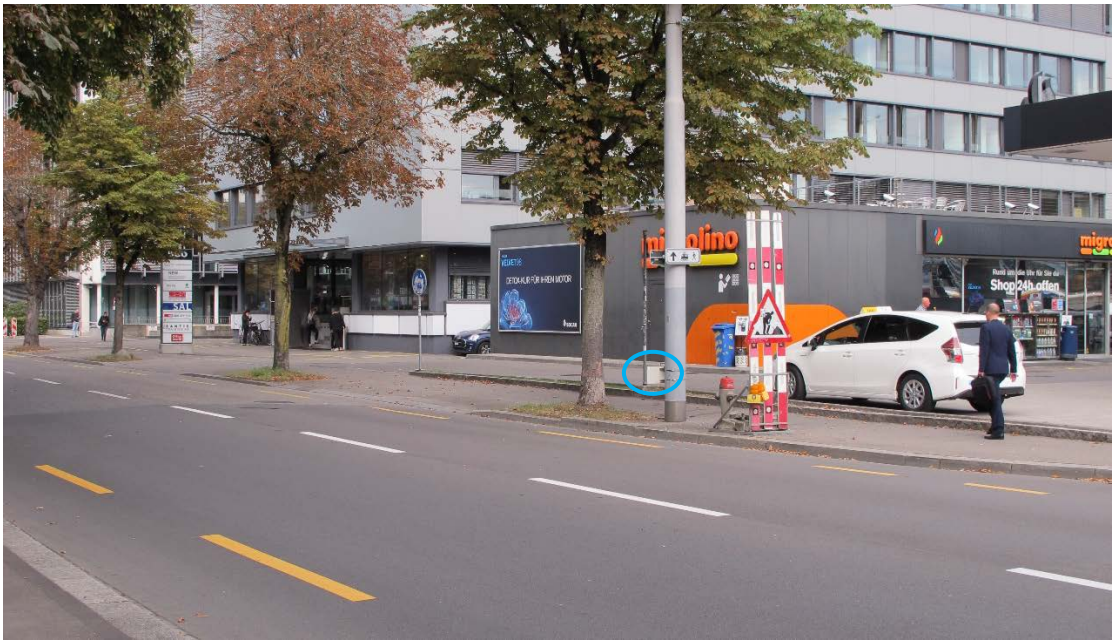


Abbildung 24. Blick in Richtung Altstetten Bahnhof mit Seitenradargerät (blau eingekreist).

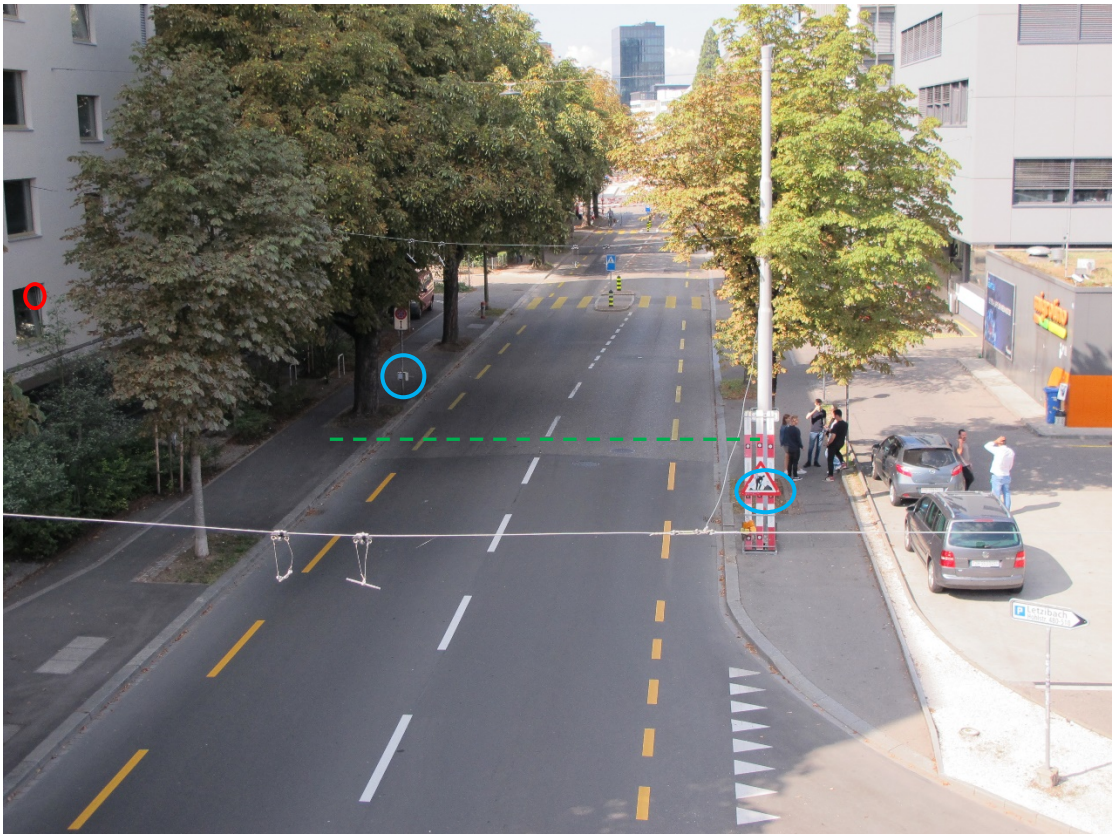
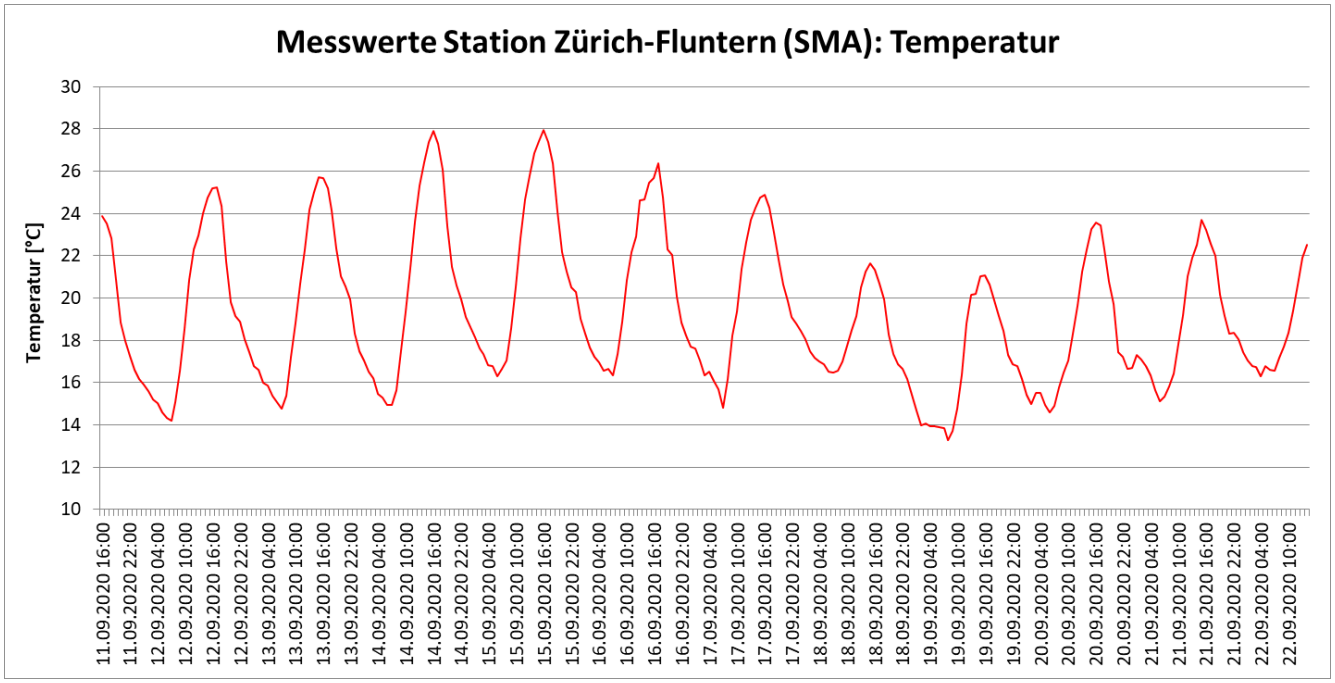


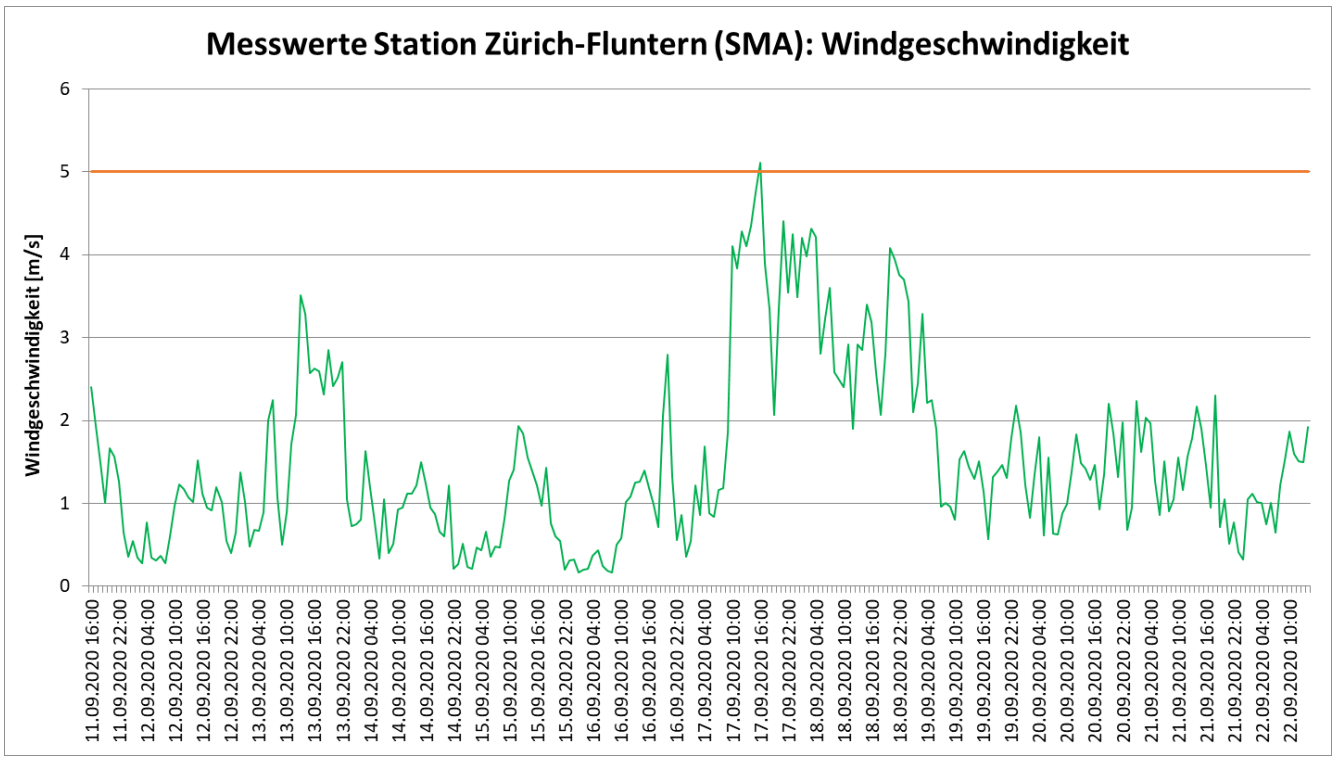
Abbildung 25. Blick von oben auf den Messquerschnitt (grün). Rot eingekreist ist das Mikrofon und blau eingekreist sind die zwei Seitenradargeräte.

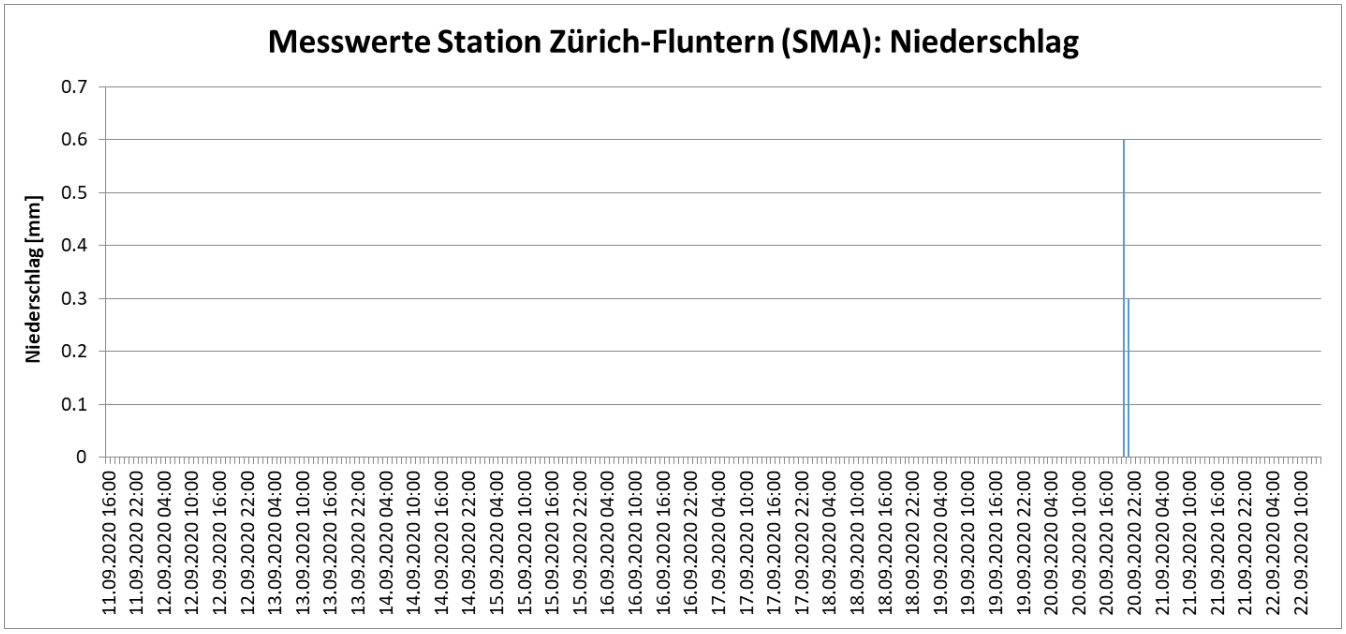
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Anhang B
Meteorologische Bedingungen

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021


Messwerte Station Zürich-Fluntern (SMA): Temperatur
Temperatur [°C]
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
11.09.2020 16:00
11.09.2020 22:00
12.09.2020 04:00
12.09.2020 10:00
12.09.2020 16:00
12.09.2020 22:00
13.09.2020 04:00
13.09.2020 10:00
13.09.2020 16:00
13.09.2020 22:00
14.09.2020 04:00
14.09.2020 10:00
14.09.2020 16:00
14.09.2020 22:00
15.09.2020 04:00
15.09.2020 10:00
15.09.2020 16:00
15.09.2020 22:00
16.09.2020 04:00
16.09.2020 10:00
16.09.2020 16:00
16.09.2020 22:00
17.09.2020 04:00
17.09.2020 10:00
17.09.2020 16:00
17.09.2020 22:00
18.09.2020 04:00
18.09.2020 10:00
18.09.2020 16:00
18.09.2020 22:00
19.09.2020 04:00
19.09.2020 10:00
19.09.2020 16:00
19.09.2020 22:00
20.09.2020 04:00
20.09.2020 10:00
20.09.2020 16:00
20.09.2020 22:00
21.09.2020 04:00
21.09.2020 10:00
21.09.2020 16:00
21.09.2020 22:00
22.09.2020 04:00
22.09.2020 10:00


Messwerte Station Zürich-Fluntern (SMA): Windgeschwindigkeit
Windgeschwindigkeit [m/s]
6
5
4
3
2
1
0
11.09.2020 16:00
11.09.2020 22:00
12.09.2020 04:00
12.09.2020 10:00
12.09.2020 16:00
12.09.2020 22:00
13.09.2020 04:00
13.09.2020 10:00
13.09.2020 16:00
13.09.2020 22:00
14.09.2020 04:00
14.09.2020 10:00
14.09.2020 16:00
14.09.2020 22:00
15.09.2020 04:00
15.09.2020 10:00
15.09.2020 16:00
15.09.2020 22:00
16.09.2020 04:00
16.09.2020 10:00
16.09.2020 16:00
16.09.2020 22:00
17.09.2020 04:00
17.09.2020 10:00
17.09.2020 16:00
17.09.2020 22:00
18.09.2020 04:00
18.09.2020 10:00
18.09.2020 16:00
18.09.2020 22:00
19.09.2020 04:00
19.09.2020 10:00
19.09.2020 16:00
19.09.2020 22:00
20.09.2020 04:00
20.09.2020 10:00
20.09.2020 16:00
20.09.2020 22:00
21.09.2020 04:00
21.09.2020 10:00
21.09.2020 16:00
21.09.2020 22:00
22.09.2020 04:00
22.09.2020 10:00


Messwerte Station Zürich-Fluntern (SMA): Niederschlag
Niederschlag [mm]
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
11.09.2020 16:00
11.09.2020 22:00
12.09.2020 04:00
12.09.2020 10:00
12.09.2020 16:00
12.09.2020 22:00
13.09.2020 04:00
13.09.2020 10:00
13.09.2020 16:00
13.09.2020 22:00
14.09.2020 04:00
14.09.2020 10:00
14.09.2020 16:00
14.09.2020 22:00
15.09.2020 04:00
15.09.2020 10:00
15.09.2020 16:00
15.09.2020 22:00
16.09.2020 04:00
16.09.2020 10:00
16.09.2020 16:00
16.09.2020 22:00
17.09.2020 04:00
17.09.2020 10:00
17.09.2020 16:00
17.09.2020 22:00
18.09.2020 04:00
18.09.2020 10:00
18.09.2020 16:00
18.09.2020 22:00
19.09.2020 04:00
19.09.2020 10:00
19.09.2020 16:00
19.09.2020 22:00
20.09.2020 04:00
20.09.2020 10:00
20.09.2020 16:00
20.09.2020 22:00
21.09.2020 04:00
21.09.2020 10:00
21.09.2020 16:00
21.09.2020 22:00
22.09.2020 04:00
22.09.2020 10:00

Anhang C
Detaillierte Verkehrsresultate

Legende:

Parameter	Beschreibung
Fz.	Fahrzeug
h	Stunde
N1	Die Teilverkehrsmenge N1 des Motorfahrzeugverkehrs umfassen Personenwagen, Lieferwagen, Kleinbusse, Motorfahrräder und Trolleybusse.
N2	Die Teilverkehrsmenge N2 des Motorfahrzeugverkehrs umfassen Lastwagen, Sattelschlepper, Gesellschaftswagen, Motorräder und Traktoren.
Anz. Kat. Schwer-verk.	Lastwagen und Busse (inkl. ÖV-Busse)
v_mean	= $v_{ø}$ = Durchschnittliche Geschwindigkeit in km/h
v85	85-Perzentil der Geschwindigkeit in km/h
SD	Standardabweichung
WE	Wochenende
WE Nacht	Wochenende Nacht: Fr./Sa. und Sa./So. jeweils 22 – 6 Uhr
WE Tag	Wochenende Tag: Sa. und So. 6 – 22 Uhr
Werktag Nacht	So. – Do. 22 – 6 Uhr
Werktag Tag	Mo. – Fr. 6 – 22 Uhr

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Gesamter Verkehr – beide Richtungen

			Gesamter Verkehr - beide Richtungen																	
			Verkehrsmenge																	
Datum	Zeitfenster	Anzahl ausgewert-ete (gültige) Stunden	Fz./h	Anteil N2	1 Bus/h	2 MR/h	8 LW/h	Diesel-Gelenkbus/h	Diesel-Standardbus/h	Hybridbus/h	Elektro-Doppelgelenktrolley/	Anz. tot	Anz. Kat. N1	Anz. Kat. Schwerverk.	Anz. Motorräder	Anz. Busse	Diesel-Gelenkbus	Diesel-Standardbus	Hybridbus	Elektro-Doppelgelenktrolley
Fr. 11.9. - Sa.12.9.	WE Nacht	8.0	220	0.07	9	4	2.1	2	0	1	6	1758	1641	86	31	69	12	3	8	46
Sa. 12.9.	WE Tag	16.0	428	0.08	18	10	6.5	4	0	0	14	6835	6282	391	162	287	57	0	2	228
Sa. 12.9. - So.13.9.	WE Nacht	8.0	231	0.05	8	3	1.4	2	0	1	5	1844	1749	75	20	64	13	3	6	42
So. 13.9.	WE Tag	16.0	327	0.08	14	10	1.6	3	0	0	11	5238	4828	252	158	227	51	0	2	174
So. 13.9. - Mo. 14.9.	Werktag Nacht	6.8	138	0.10	8	3	2	2	0	1	5	935	845	68	22	52	11	1	6	34
Mo. 14.9. - Di. 15.9.	Werktag Nacht	8.0	116	0.10	8	2	2	2	0	1	5	929	837	80	12	61	13	1	7	40
Di. 15.9. - Mi. 16.9.	Werktag Nacht	8.0	135	0.11	8	3	4	2	0	1	5	1081	966	90	25	61	13	1	7	40
Mi. 16.9.	Werktag Tag	15.5	516	0.10	21	11	18	4	0	1	16	8002	7217	609	176	329	66	0	9	254
Do. 17.9.	Werktag Tag	15.4	518	0.10	21	12	17	4	0	1	16	7998	7223	592	183	329	66	0	9	254
Fr. 18.9.	Werktag Tag	16.0	523	0.10	21	12	20	4	0	1	16	8364	7530	644	190	329	66	0	9	254
Fr. 18.9. - Sa. 19.9.	WE Nacht	7.8	217	0.07	9	4	2	2	0	1	6	1696	1577	88	31	69	12	3	8	46
Sa. 19.9.	WE Tag	16.0	450	0.07	18	8	6	4	0	0	14	7199	6685	383	131	287	57	0	2	228
Sa. 19.9. - So.20.9.	WE Nacht	8.0	236	0.06	8	3	2	2	0	1	5	1887	1781	81	25	64	13	3	6	42
So. 20.9.	WE Tag	14.0	333	0.07	11	6	5	0	0	0	11	4668	4363	217	88	152.3	0	0	0	152

. 2021

			Gesamter Verkehr - beide Richtungen											
			Geschwindigkeit											
Datum	Zeitfenster	Anzahl ausgewert-ete (gültige) Stunden	v-mean	v-mean N1	v-mean Schwer verk.	v-mean Motor räder	SD v-mean	SD v-mean N1	SD v-mean Schwer verk.	SD- v-mean Motorr äder	v85	v85 N1	v85 Schwer verk.	v85 Motorr äder
Fr. 11.9. - Sa.12.9.	WE Nacht	8.0	34	34	32	38	8.8	8.9	6.1	8.9	43	43	37	47
Sa. 12.9.	WE Tag	16.0	37	37	34	37	7.9	7.9	5.4	8.8	44	44	39	47
Sa. 12.9. - So.13.9.	WE Nacht	8.0	35	35	33	38	8.6	8.7	4.5	11.2	43	43	37	48
So. 13.9.	WE Tag	16.0	37	37	33	39	8.4	8.5	4.9	9.1	45	45	38	47
So. 13.9. - Mo. 14.9.	Werktag Nacht	6.8	35	36	31	37	9.0	9.1	5.2	10.0	44	44	37	45
Mo. 14.9. - Di. 15.9.	Werktag Nacht	8.0	35	35	34	41	9.2	9.3	6.5	11.9	44	45	41	47
Di. 15.9. - Mi. 16.9.	Werktag Nacht	8.0	36	36	34	39	9.6	9.8	7.4	10.5	45	45	40	47
Mi. 16.9.	Werktag Tag	15.5	35	36	33	36	7.7	7.7	5.3	9.6	43	43	37	46
Do. 17.9.	Werktag Tag	15.4	35	35	32	37	7.9	8.1	5.2	9.2	43	43	37	47
Fr. 18.9.	Werktag Tag	16.0	35	36	33	38	7.9	8.0	5.3	8.1	43	43	38	46
Fr. 18.9. - Sa. 19.9.	WE Nacht	7.8	36	36	33	38	8.7	8.8	6.6	9.6	44	44	40	48
Sa. 19.9.	WE Tag	16.0	37	37	33	37	7.8	7.9	5.0	9.4	44	44	38	46
Sa. 19.9. - So.20.9.	WE Nacht	8.0	36	36	33	37	9.1	9.2	5.8	10.5	45	45	39	47
So. 20.9.	WE Tag	14.0	37	37	34	39	8.2	8.2	5.5	9.2	45	45	39	48

Verkehr Fahrtrichtung ZH Zentrum, Europabrücke

			Fahrtrichtung ZH Zentrum, Europabrücke															
			Verkehrsmenge				Geschwindigkeit											
Datum	Zeitfenster	Anzahl ausgewert-ete (gültige) Stunden	Anz. tot	Anz. Kat. N1	Anz. Kat. Schwer verk.	Anz. Motor räder	v-mean	v-mean N1	v-mean Schwer verk.	v-mean Motorr äder	SD v-mean	SD v-mean N1	SD v-mean Schwer verk.	SD- v-mean Motorr äder	v85	v85 N1	v85 Schwer verk.	v85 Motor räder
Fr. 11.9. - Sa.12.9.	WE Nacht	8.0	948	892	45	11	31.4	31.4	30.3	36.0	9.4	9.5	5.7	7.6	42	42	35	44
Sa. 12.9.	WE Tag	16.0	3339	3054	200	85	36.6	36.9	32.5	36.7	9.1	9.3	5.0	9.6	45	46	36	47
Sa. 12.9. - So.13.9.	WE Nacht	8.0	1017	967	40	10	32.4	32.4	32.0	34.3	9.3	9.4	4.8	14.1	42	43	36	45
So. 13.9.	WE Tag	16.0	2817	2576	154	87	35.4	35.5	32.1	36.2	9.6	9.7	4.8	9.4	45	45	36	45
So. 13.9. - Mo. 14.9.	Werktag Nacht	6.8	517	468	36	13	32.7	32.9	30.4	32.6	9.6	9.9	5.3	9.1	43	43	35	40
Mo. 14.9. - Di. 15.9.	Werktag Nacht	8.0	542	491	44	7	32.8	32.7	32.9	39.1	9.9	9.9	7.9	15.6	44	44	42	49
Di. 15.9. - Mi. 16.9.	Werktag Nacht	8.0	611	546	50	15	32.9	32.7	33.0	39.0	10.4	10.5	8.7	10.5	44	44	40	49
Mi. 16.9.	Werktag Tag	15.5	3976	3635	254	87	35.5	35.7	31.7	36.1	8.5	8.5	5.8	10.8	44	44	36	47
Do. 17.9.	Werktag Tag	15.4	3988	3650	250	88	35.3	35.5	31.5	38.1	8.7	8.8	5.6	9.6	44	44	36	47
Fr. 18.9.	Werktag Tag	16.0	4210	3850	270	90	35.7	35.9	31.9	38.2	8.7	8.8	5.6	8.8	44	45	37	47
Fr. 18.9. - Sa. 19.9.	WE Nacht	7.8	906	841	44	21	32.9	32.9	31.8	34.9	9.4	9.5	7.1	9.9	43	43	39	45
Sa. 19.9.	WE Tag	16.0	3543	3285	195	63	36.4	36.7	31.9	36.8	8.9	8.9	4.8	10.0	45	46	36	49
Sa. 19.9. - So.20.9.	WE Nacht	8.0	997	942	44	11	32.7	32.6	32.0	36.3	9.9	10.0	6.0	11.1	43	43	36	47
So. 20.9.	WE Tag	14.0	2431	2251	133	47	35.6	35.8	32.1	37.6	9.3	9.5	5.3	9.4	45	46	37	47

Busse in Richtung Zürich für den Zeitraum 11.09.2020 - 18.09.2020 (Li. 31 aus Fahrplan, restliche Angaben von VBZ, sh. nächste Tab. für Details bez. Bustypen und Linien):

	Nacht WT/WT 22:00-06:00	Wochentag 06:00-22:00	NachtFr/Sa 22:00-06:00	Samstag 06:00-22:00	Nacht Sa/So 22:00-06:00	Sonntag 06:00-22:00	Nacht So/Mo
Diesel-Gelenkbus	12	65	12	57	12	51	12
Diesel-Standardbus	1	0	1	0	1	0	1
Hybridbus	6	8	6	2	6	2	6
Elektro-Doppelgelenktrolley (Li. 31)	20	127	23	114	21	87	20
Total	**19**	**73**	**19**	**59**	**19**	**53**	**19**

Linie	Fahrzeug	Zeitraum							
		Nacht WT/WT 22:00-06:00	Wochentag 06:00-22:00	NachtFr/Sa 22:00-06:00	Samstag 06:00-22:00	Nacht Sa/So 22:00-06:00	Sonntag 06:00-22:00	Nacht So/Mo	
67	Hybrid-Standardbus	3	3	3		3		3	
78	Hybrid-Standardbus	1	3	1	0	1	0	1	
80	Diesel-Gelenkbus / Hybrid-Gelenkbus	2	0	2	0	2	0	2	*Auf der Linie 80 verkehren dieselbetriebene so wie Hybridbusse, deren Einsatz variiert täglich
89	Hybrid-Gelenkbus	1	2	1	2	2	2	2	
89	Hybrid-Standardbus	1	0	1	0	0	0	0	
35	Diesel-Midibus	10	64	10	57	10	51	10	**Reguläre Fahrten, keine Dienstfahrten
304/308	Diesel-Gelenkbus	0	1	0	0	0	0	0	
	Diesel-Standardbus	1	0	1	0	1	0	1	
	Total	**19**	**73**	**19**	**59**	**19**	**53**	**19**	

. 2021

Verkehr Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof

			Fahrtrichtung Altstetten Bhf.															
			Verkehrsmenge				Geschwindigkeit											
Datum	Zeitfenster	Anzahl ausgewert-ete (gültige) Stunden	Anz. tot	Anz. Kat. N1	Anz. Kat. Schwer verk.	Anz. Motor räder	v-mean	v-mean N1	v-mean Schwer verk.	v-mean Motorr äder	SD v-mean	SD v-mean N1	SD v-mean Schwer verk.	SD- v-mean Motorr äder	v85	v85 N1	v85 Schwer verk.	v85 Motor räder
Fr. 11.9. - Sa.12.9.	WE Nacht	8.0	810	749	41	20	38	38	34	40	6.6	6.5	5.8	9.4	44	44	40	47
Sa. 12.9.	WE Tag	16.0	3496	3228	191	77	37	37	35	38	6.4	6.4	5.5	7.9	43	43	41	45
Sa. 12.9. - So.13.9.	WE Nacht	8.0	827	782	35	10	38	38	34	42	6.3	6.3	4.2	5.8	44	44	38	47
So. 13.9.	WE Tag	16.0	2421	2252	98	71	38	38	35	41	6.4	6.4	4.3	7.8	44	44	39	48
So. 13.9. - Mo. 14.9.	Werktag Nacht	6.8	418	377	32	9	39	39	33	42	6.8	6.7	4.8	8.7	45	45	37	51
Mo. 14.9. - Di. 15.9.	Werktag Nacht	8.0	387	346	36	5	39	39	34	43	6.8	6.9	4.3	2.9	45	45	39	45
Di. 15.9. - Mi. 16.9.	Werktag Nacht	8.0	470	420	40	10	39	39	35	38	7.2	7.2	5.3	10.9	45	46	39	46
Mi. 16.9.	Werktag Tag	15.5	4026	3582	355	89	35	35	33	36	6.8	6.9	4.9	8.3	42	42	38	44
Do. 17.9.	Werktag Tag	15.4	4010	3573	342	95	35	35	33	37	7.1	7.2	4.9	8.9	42	42	38	45
Fr. 18.9.	Werktag Tag	16.0	4154	3680	374	100	35	35	33	38	7.0	7.1	5.1	7.4	42	42	38	44
Fr. 18.9. - Sa. 19.9.	WE Nacht	7.8	790	736	44	10	39	39	35	44	6.6	6.6	5.6	5.3	44	44	41	48
Sa. 19.9.	WE Tag	16.0	3656	3400	188	68	37	37	35	38	6.6	6.6	4.7	9.0	43	43	40	45
Sa. 19.9. - So.20.9.	WE Nacht	8.0	890	839	37	14	39	39	34	38	6.6	6.5	5.5	10.3	45	45	40	47
So. 20.9.	WE Tag	14.0	2237	2112	84	41	38	38	36	41	6.4	6.4	4.8	8.8	44	44	41	48

Busse in Richtung Altstetten für den Zeitraum 11.09.2020 - 18.09.2020 (Li. 31 aus Fahrplan, restliche Angaben von VBZ, sh. nächste Tab. für Details bez. Bustypen und Linien):

	Nacht WT/WT 22:00-06:00	Wochentag 06:00-22:00	NachtFr/Sa 22:00-06:00	Samstag 06:00-22:00	Nacht Sa/So 22:00-06:00	Sonntag 06:00-22:00	Nacht So/Mo
Diesel-Gelenkbus	1	1	0	0	1	0	1
Diesel-Standardbus	0	0	2	0	2	0	0
Hybridbus	1	1	2	0	0	0	1
Elektro-Doppelgelenktrolley (Li. 31)	20	127	23	114	21	87	20
Total	**22**	**129**	**27**	**114**	**24**	**87**	**22**

Busfahrten, welche die Hohlstrasse auf Höhe Nummer 543 in Richtung Limmattal passieren. Die Fahrten basieren auf dem Fahrplan, welcher im Zeitraum **11.09.2020 - 18.09.2020** gültig war. Für die Zuordnung einer Fahrt zum jeweiligen Zeitfenster war die Abfahrtszeit an der Starthaltestelle ausschlaggebend. Fahrten der Linie 31 sind **nicht** miteingerechnet.

Linie	Fahrzeug	Zeitraum							
		Nacht WT/WT 22:00-06:00	Wochentag 06:00-22:00	NachtFr/Sa 22:00-06:00	Samstag 06:00-22:00	Nacht Sa/So 22:00-06:00	Sonntag 06:00-22:00	Nacht So/Mo	
80	Diesel-Gelenkbus / Hybrid-Gelenkbus	0	0	0	0	1	0	0	*Auf der Linie 80 verkehren dieselbetriebene so wie Hybridbusse, deren Einsatz variiert täglich
89	Hybrid-Gelenkbus	1	1	2	0	0	0	1	
304/308	Diesel-Gelenkbus	1	1	0	0	0	0	1	
304/308	Diesel-Standardbus	0	0	2	0	2	0	0	
	Total	**2**	**2**	**4**	**0**	**3**	**0**	**2**	

. 2021

Anhang D
Resultate Einzelereignisse

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

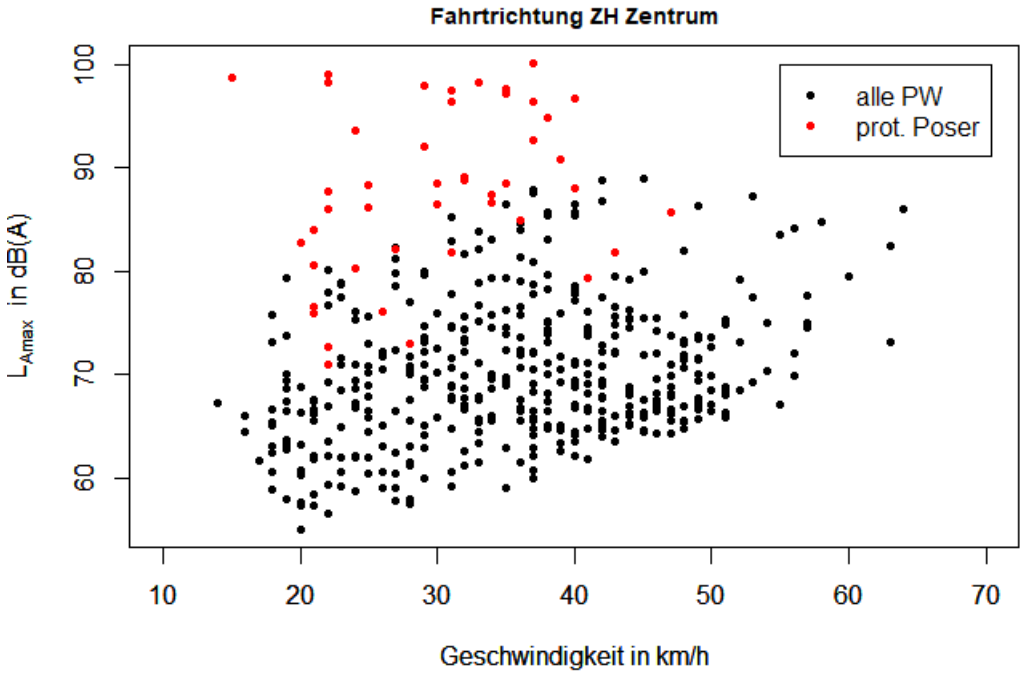


Abbildung 26. Ereignispegel $L_{Amax,100ms}$ einzelner PW-Vorbeifahrten, Fahrtrichtung Zürich Zentrum, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die ganze Messzeit. (Stichprobengrösse: alle PW = 473, prot. Poser = 46).

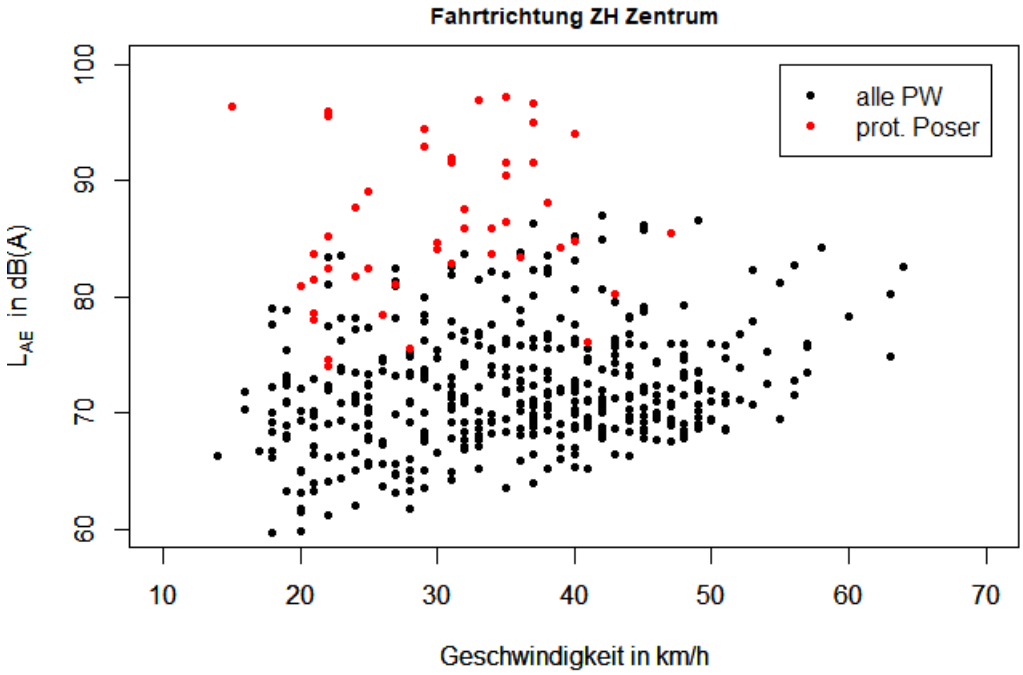


Abbildung 27. Ereignispegel L_{AE} einzelner PW-Vorbeifahrten, Fahrtrichtung Zürich Zentrum, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die ganze Messzeit. (Stichprobengrösse: alle PW = 473, prot. Poser = 46).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

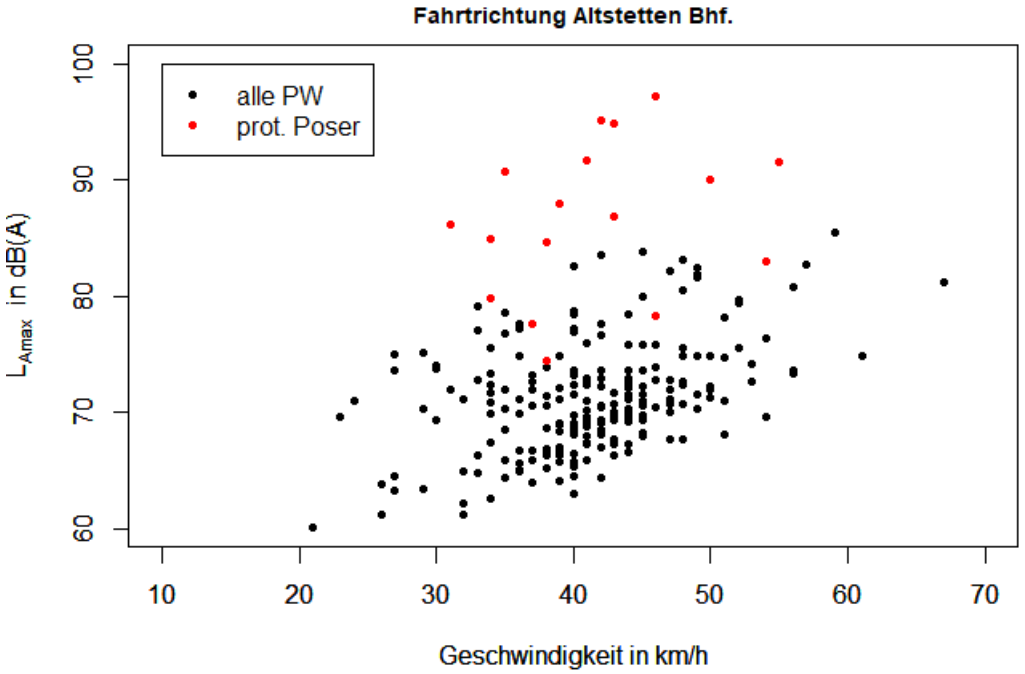


Abbildung 28. Maximalpegel $L_{Amax,100ms}$ einzelner PW-Vorbeifahrten in Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof Abhängigkeit der Geschwindigkeit. (Stichprobengrösse: alle PW = 236, prot. Poser n = 17).

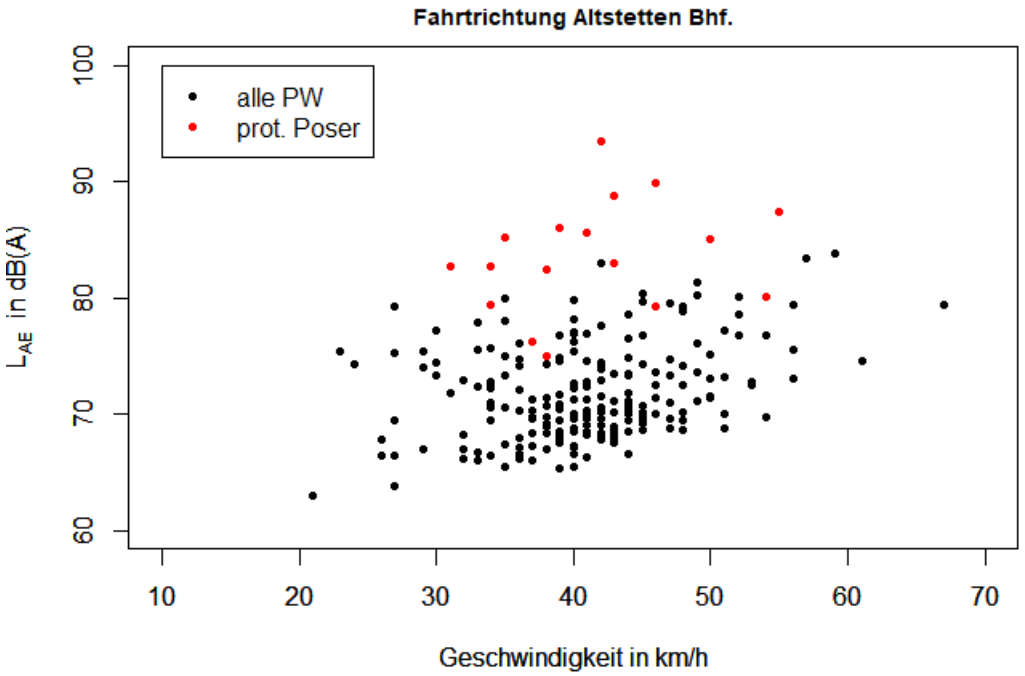


Abbildung 29. Ereignispegel L_{AE} einzelner PW-Vorbeifahrten, Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof., in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die ganze Messzeit. (Stichprobengrösse: alle PW = 236, prot. Poser n = 17).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

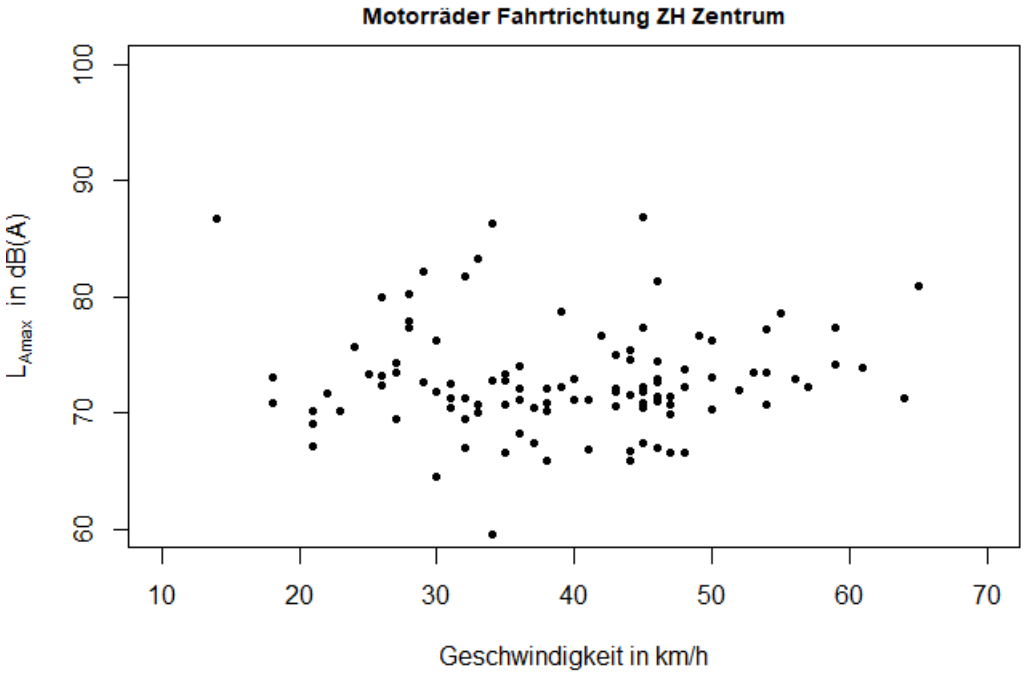


Abbildung 30. Maximalpegel $L_{Amax,100ms}$ einzelner Motorrad-Vorbeifahrten, Fahrtrichtung Zürich Zentrum, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die ganze Messzeit. (Stichprobengrösse: 109).

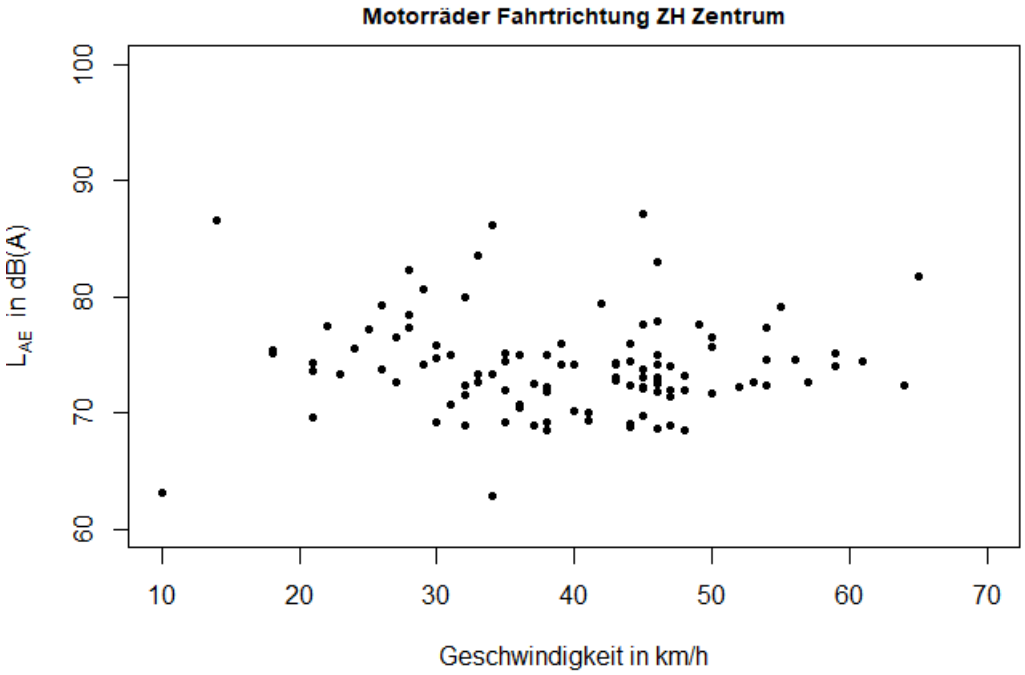


Abbildung 31. Ereignispegel L_{AE} einzelner Motorrad-Vorbeifahrten, Fahrtrichtung Zürich Zentrum, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die ganze Messzeit. (Stichprobengrösse: 109).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

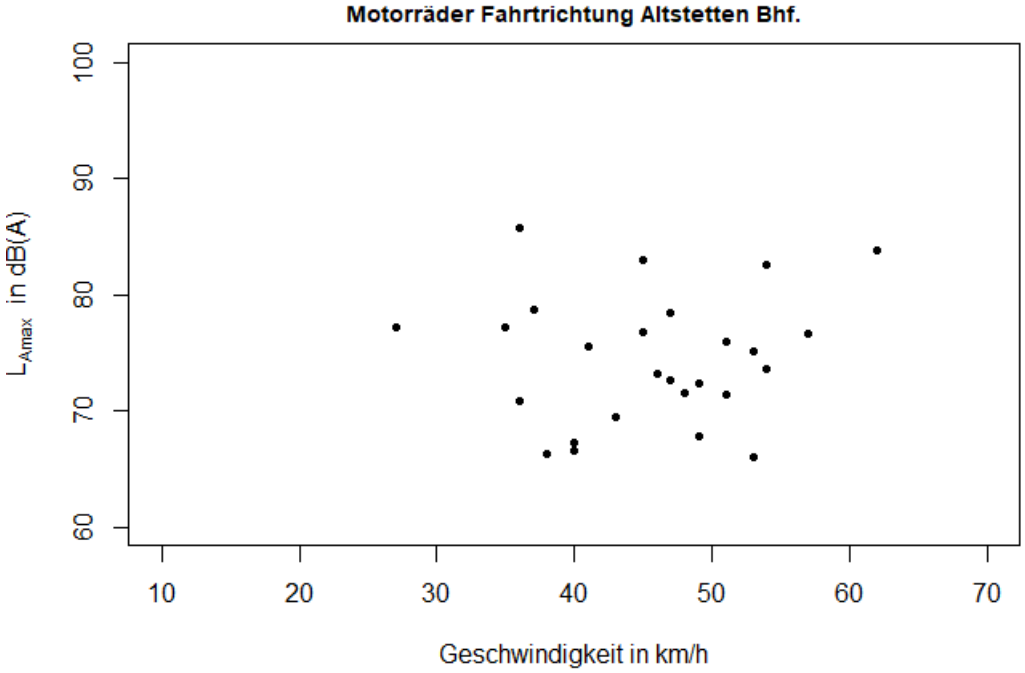


Abbildung 32. Maximalpegel $L_{Amax,100ms}$ einzelner Motorrad-Vorbeifahrten, Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die ganze Messzeit. (Stichprobengrösse: 26).

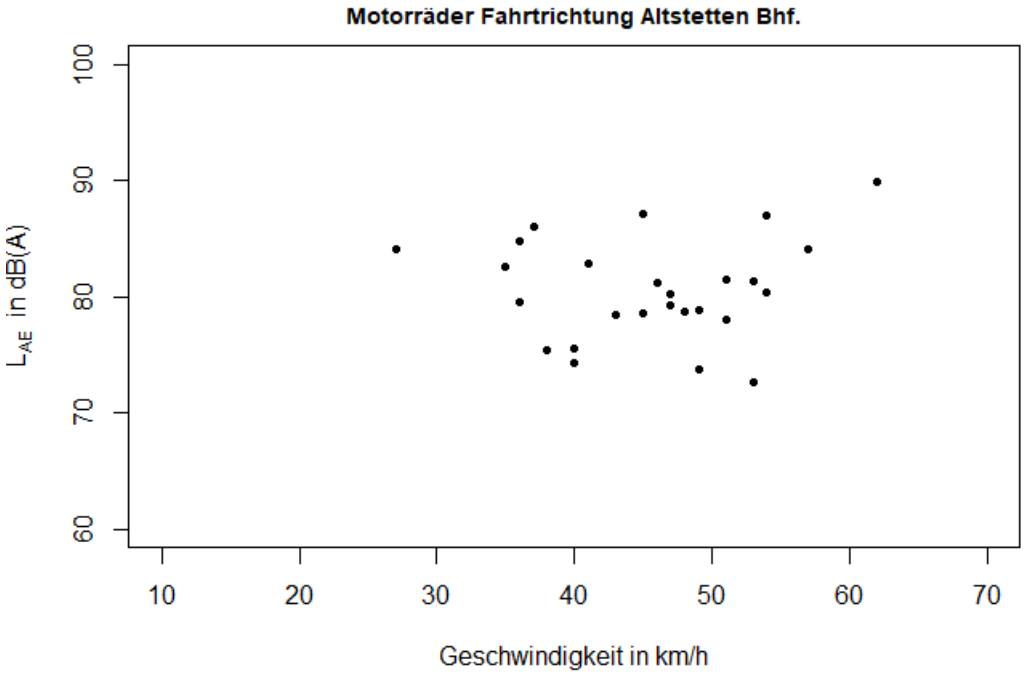


Abbildung 33. Ereignispegel L_{AE} einzelner Motorrad-Vorbeifahrten, Fahrtrichtung Altstetten Bahnhof, in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die ganze Messzeit. (Stichprobengrösse: 26).

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

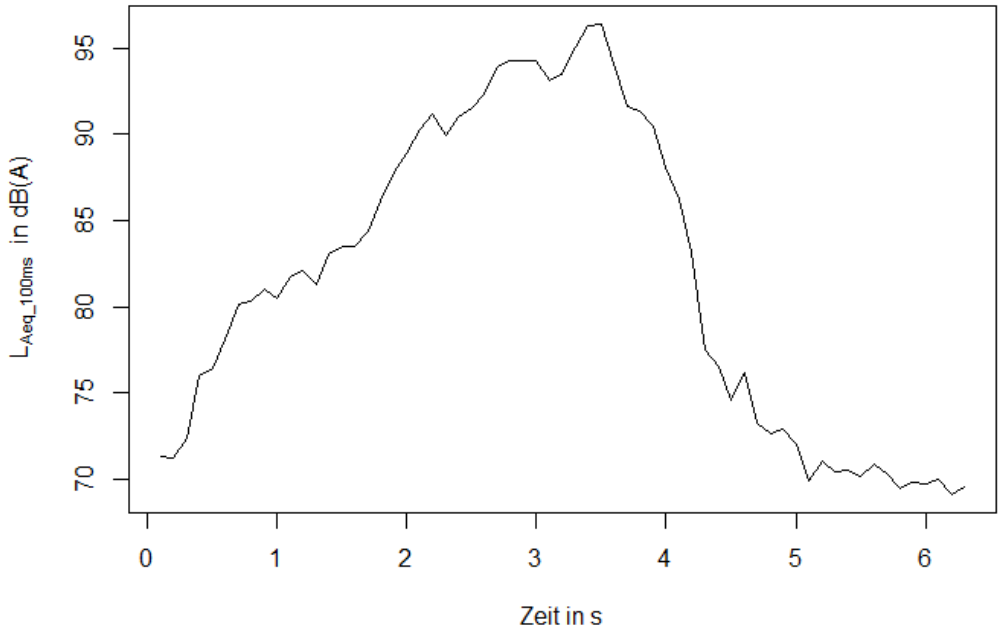
Anhang E
Dokumentation ausgewählter Einzelereignisse

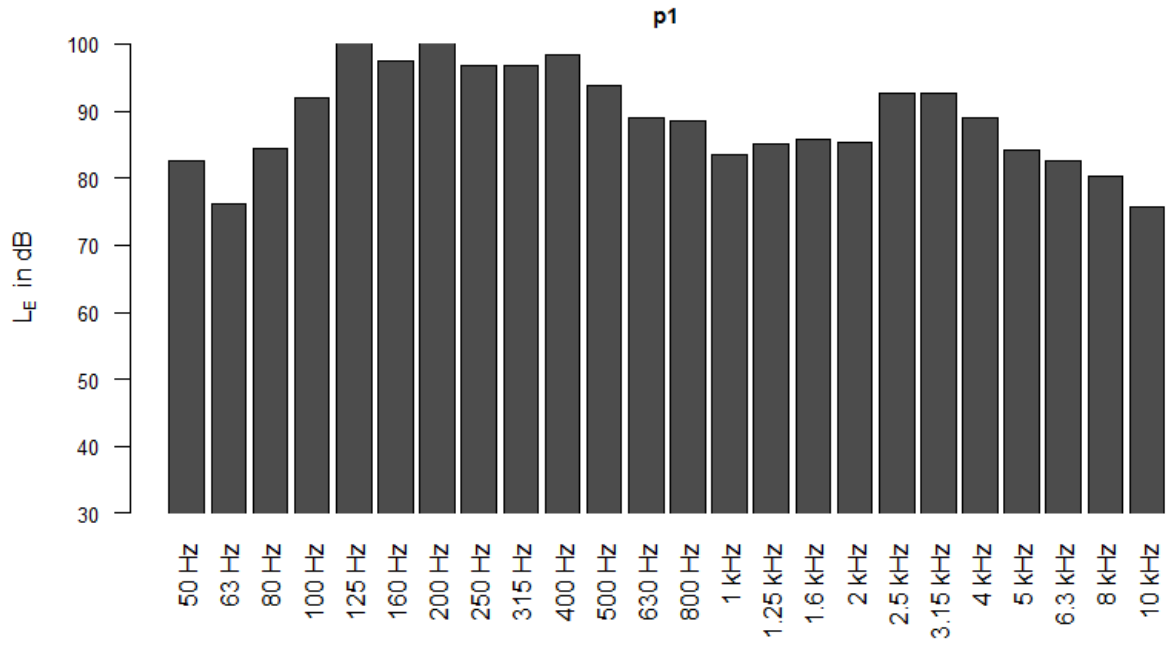
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 1 (p1)

Zeit:	12.09.2020 00:14:37
L_{AE} in dB(A)	96.6
L_{Aeq} in dB(A)	88.6
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	96.4

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	37
Flankensteilheit	7.6 dB(A)/s
Bemerkungen	beschleunigend





Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 1 (p1) – Frequenz-Zeit-Diagramm und Amplitudenspektrum

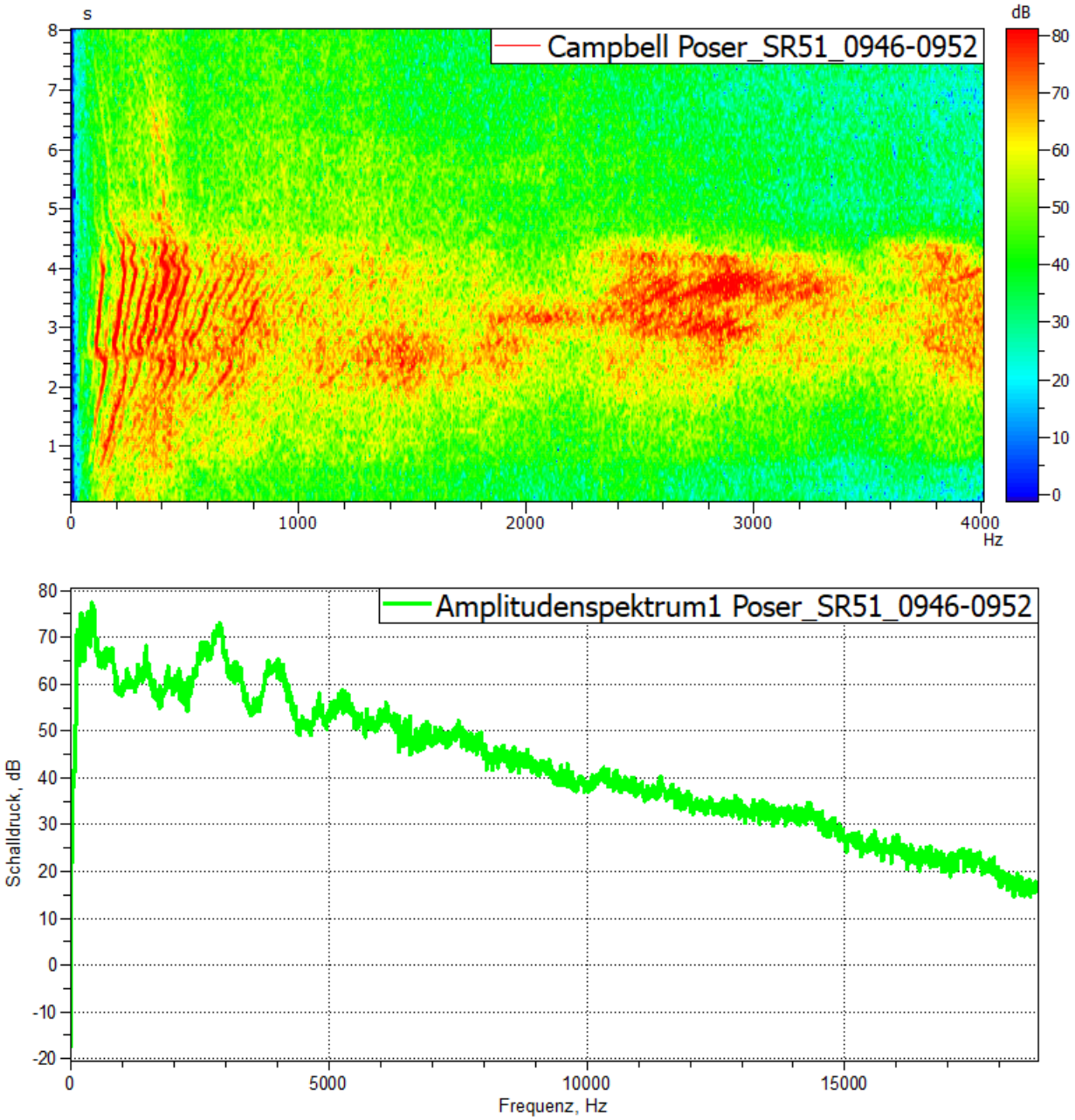


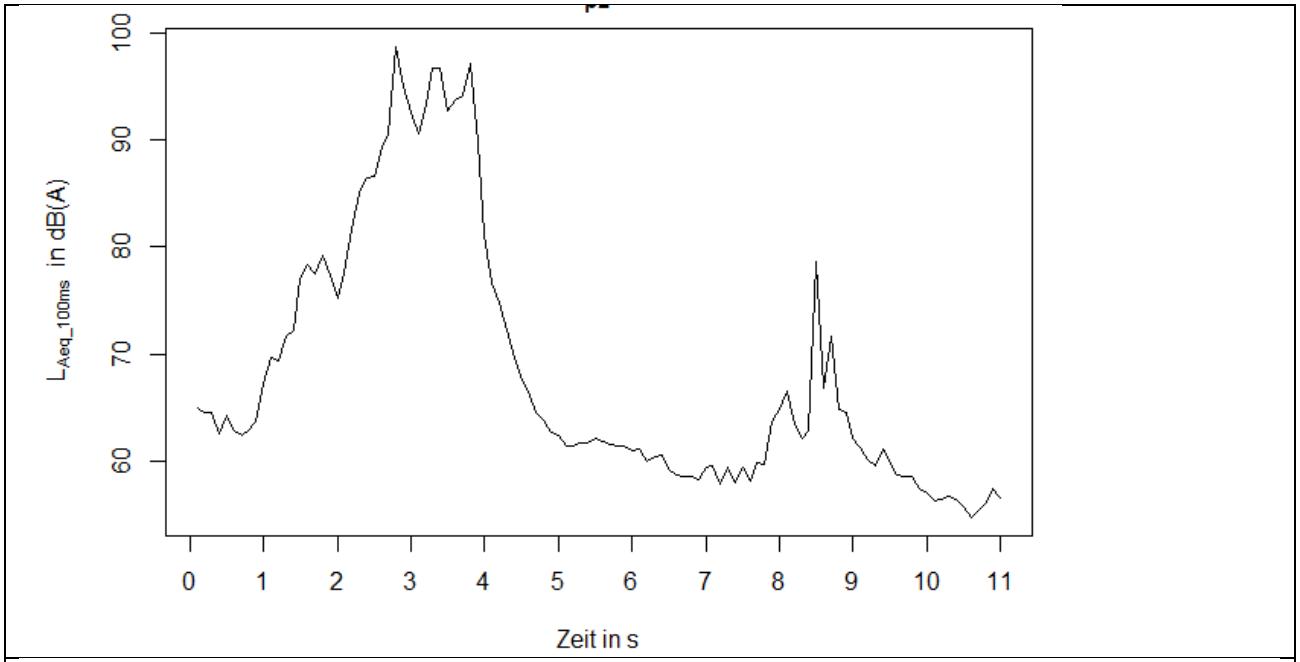
Abbildung 34. Frequenz-Zeitdiagramm der Poser-Vorbeifahrt p1 (oben) über eine Zeit von 8 s und dazugehöriges Amplitudenspektrum mit dem mittleren Pegel pro Frequenz über die gesamte Dauer von 8 Sekunden.

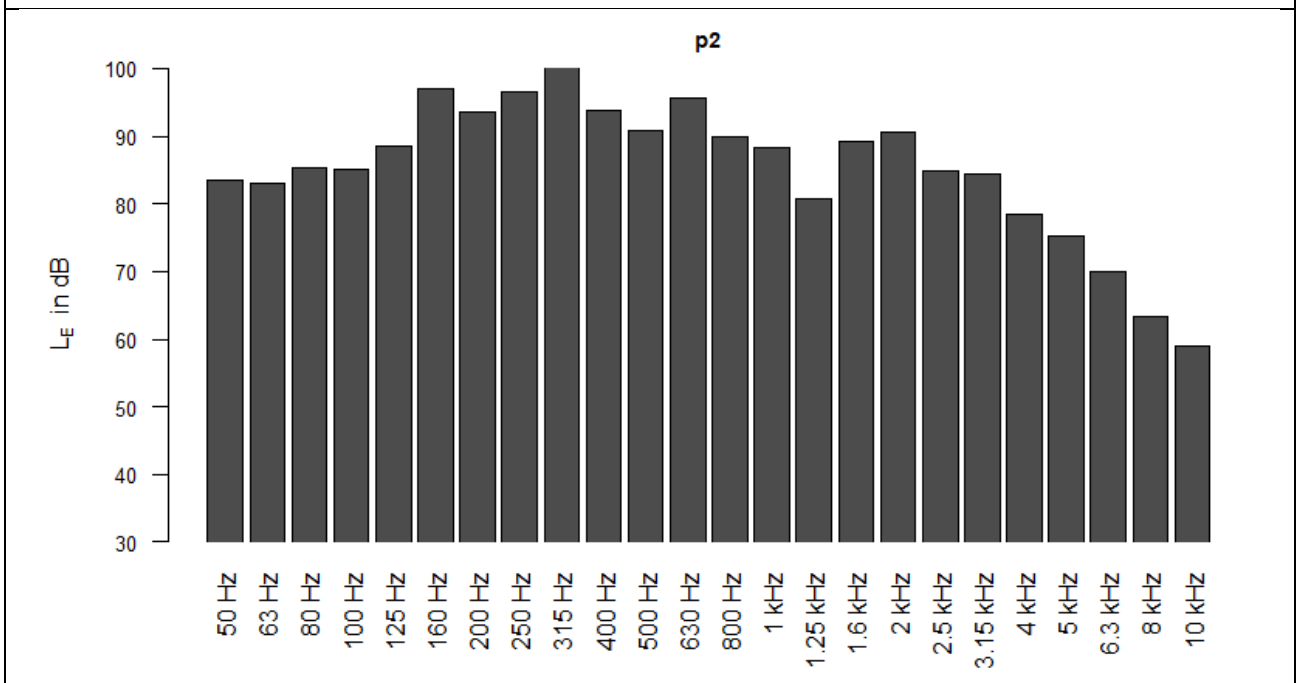
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 2 (p2)

Zeit:	11.09.2020 22:37:41
L_{AE} in dB(A)	96.3
L_{Aeq} in dB(A)	85.9
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	98.7

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	15
Flankensteilheit	17.3 dB(A)/s
Bemerkungen	beschleunigend, Fehl-zündungen





Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 2 (p2) – Frequenz-Zeit-Diagramm und Amplitudenspektrum

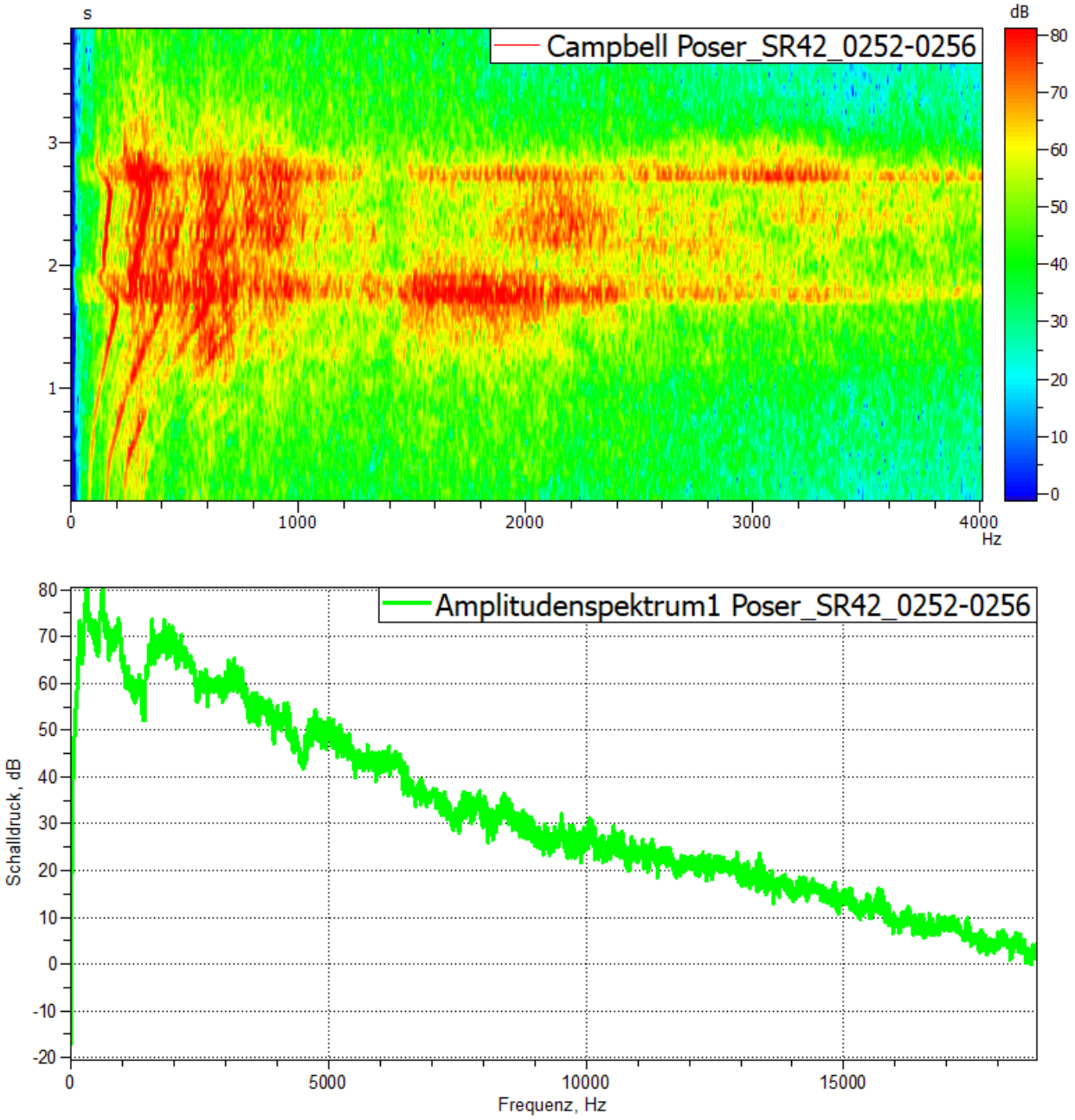
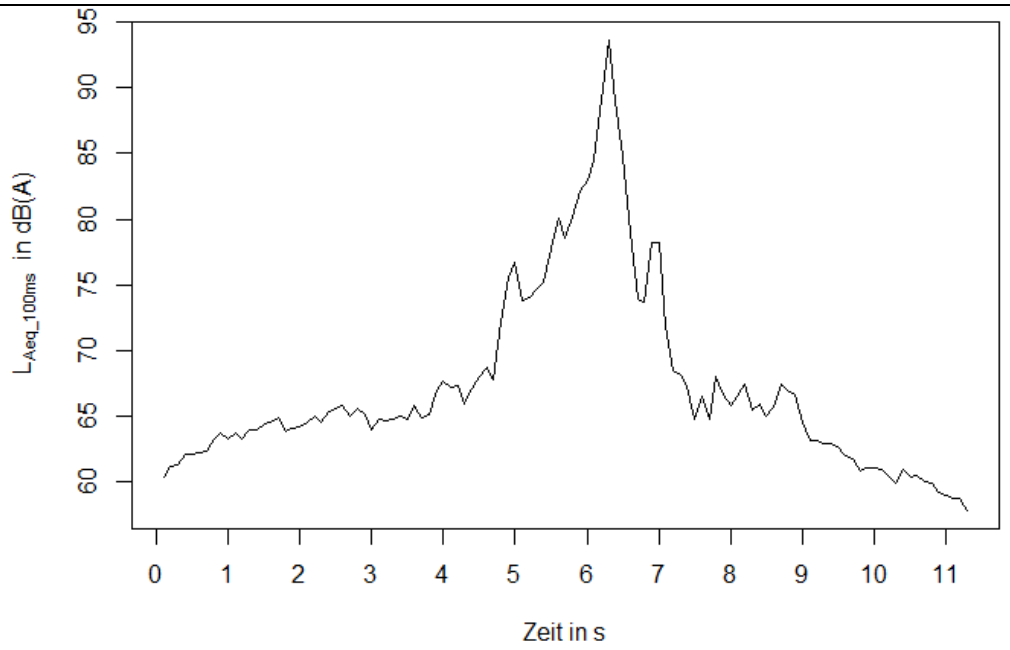


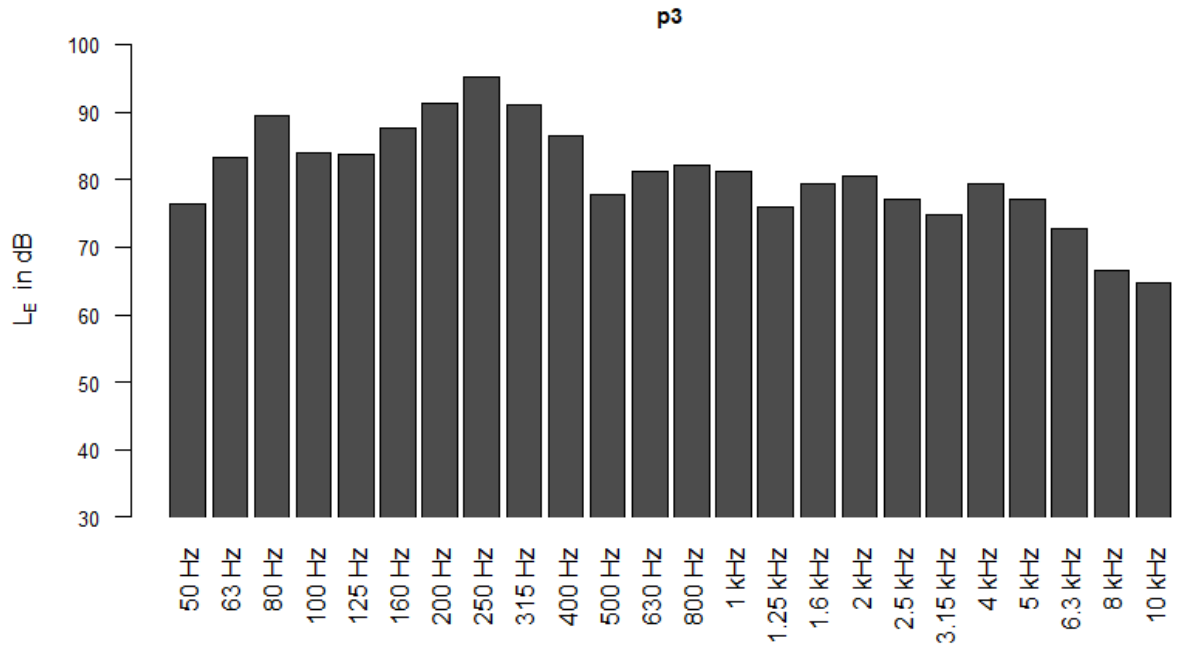
Abbildung 35. Frequenz-Zeitdiagramm der Poser-Vorbeifahrt p2 (oben) über eine Zeit von 4 s und dazugehöriges Amplitudenspektrum mit dem mittleren Pegel pro Frequenz über die gesamte Dauer von 4 Sekunden.

Poser-Vorbeifahrt Nr. 3 (p3)

Zeit:	12.09.2020 00:42:04
L_{AE} in dB(A)	87.7
L_{Aeq} in dB(A)	77.2
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	93.6

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	24
Flankensteilheit	11.4 dB(A)/s
Bemerkungen	Fehlzündung





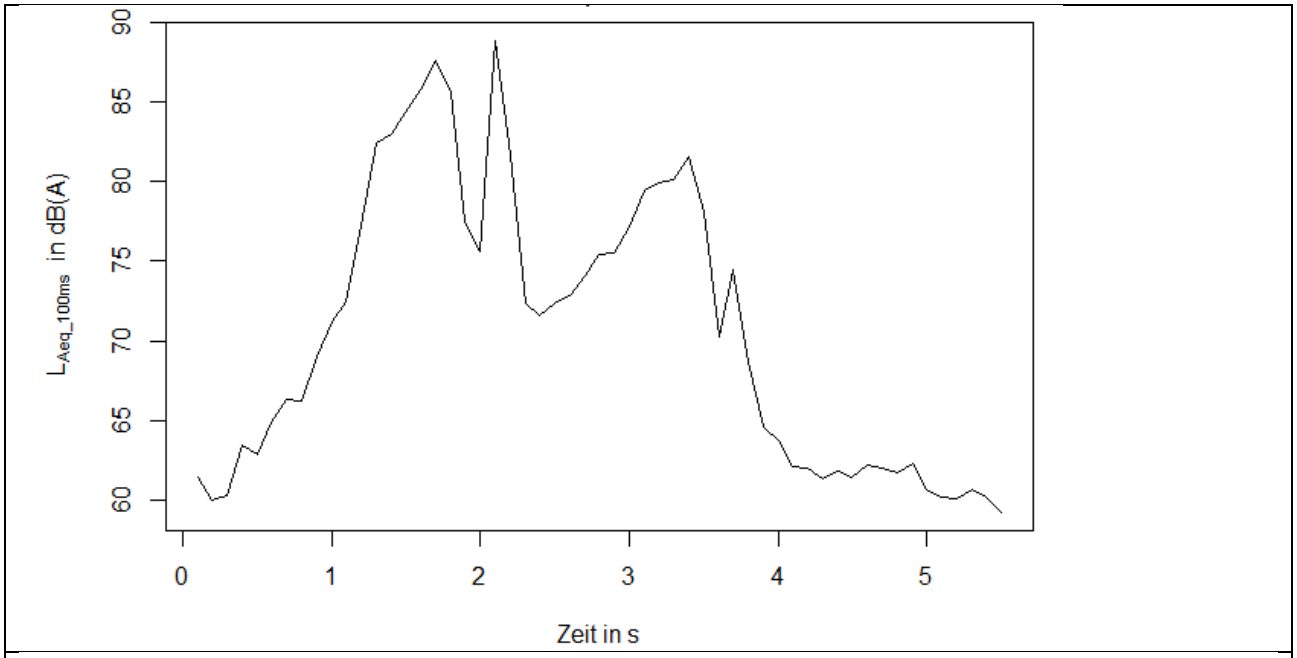
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

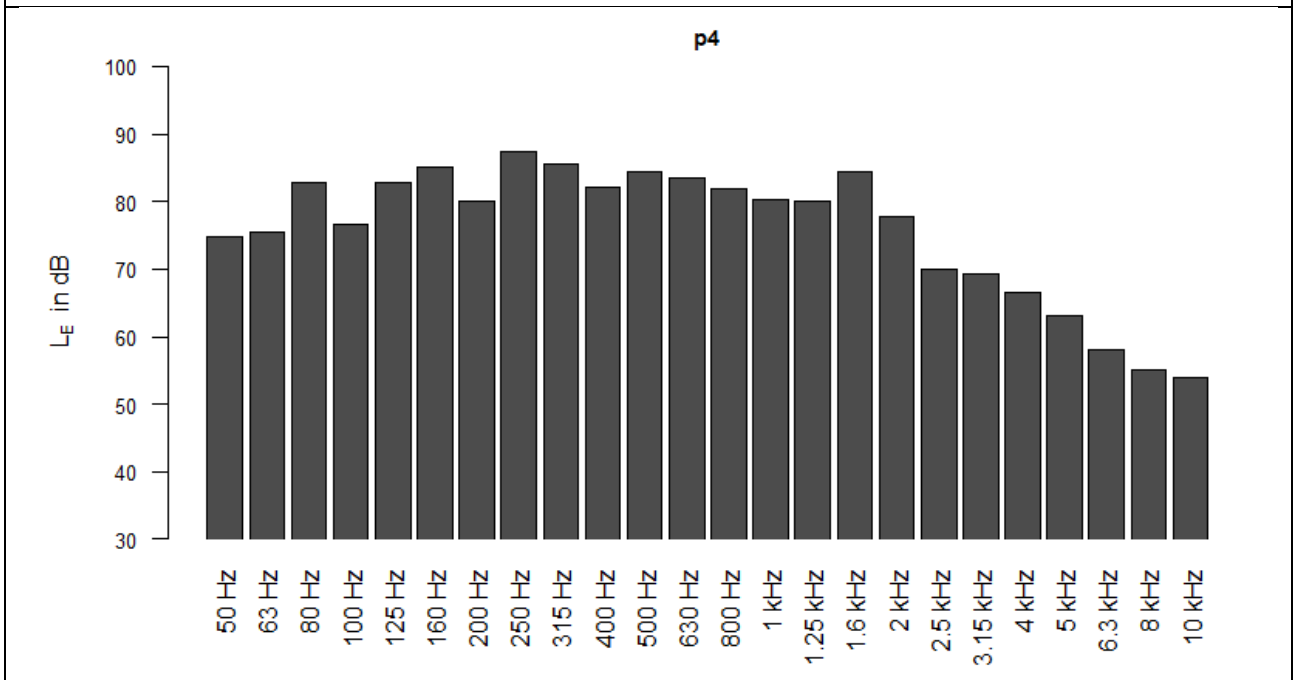
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 4 (p4)

Zeit:	12.09.2020 00:01:59
L_{AE} in dB(A)	85.9
L_{Aeq} in dB(A)	78.6
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	87.6

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	32
Flankensteilheit	17.3 dB(A)/s
Bemerkungen	Beschleunigend, Fehl-zündung

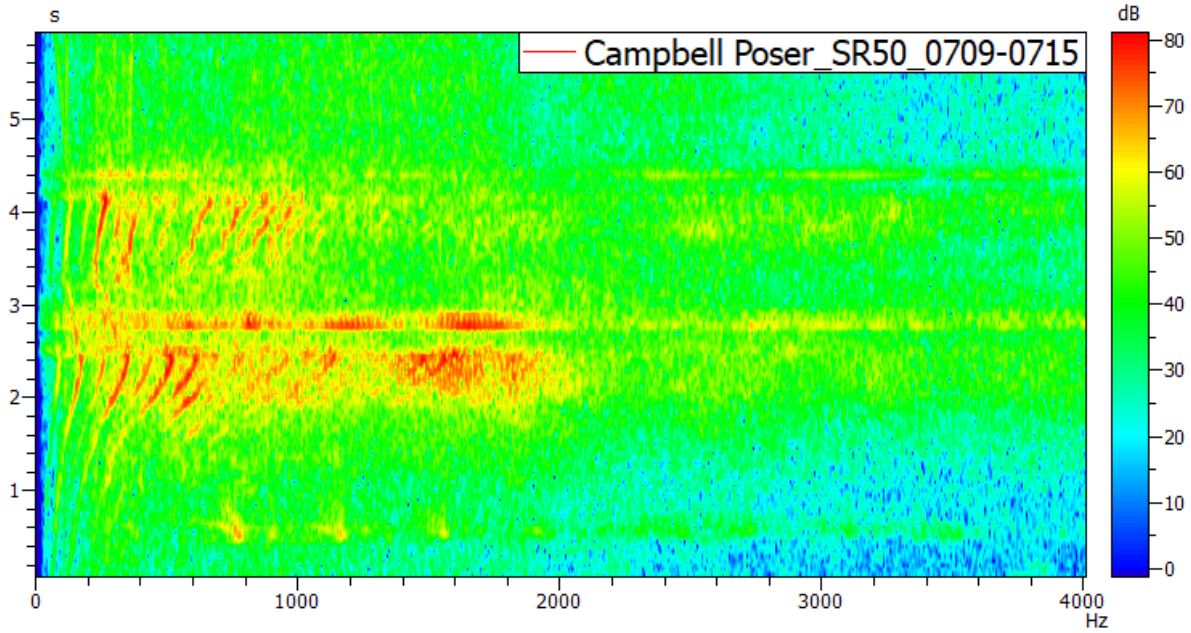


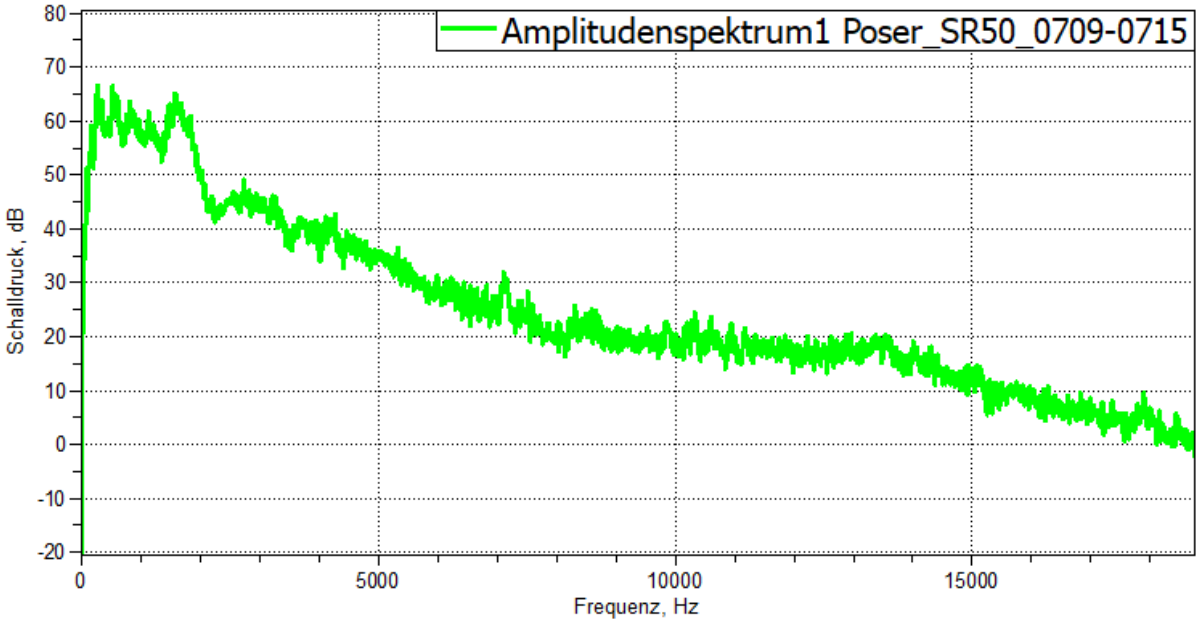


Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 4 (p4) – Frequenz-Zeit-Diagramm und Amplitudenspektrum



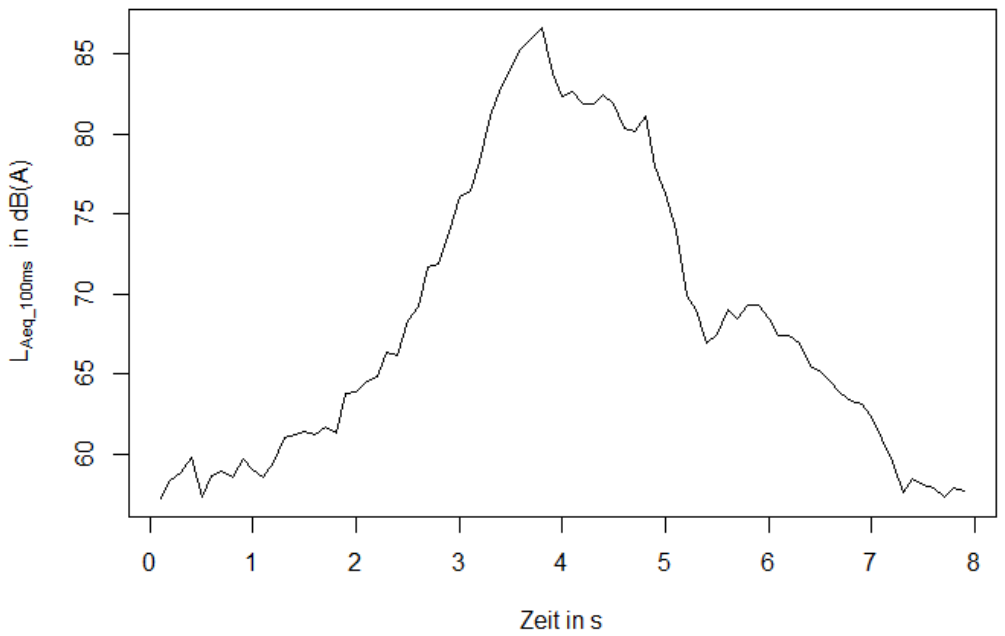


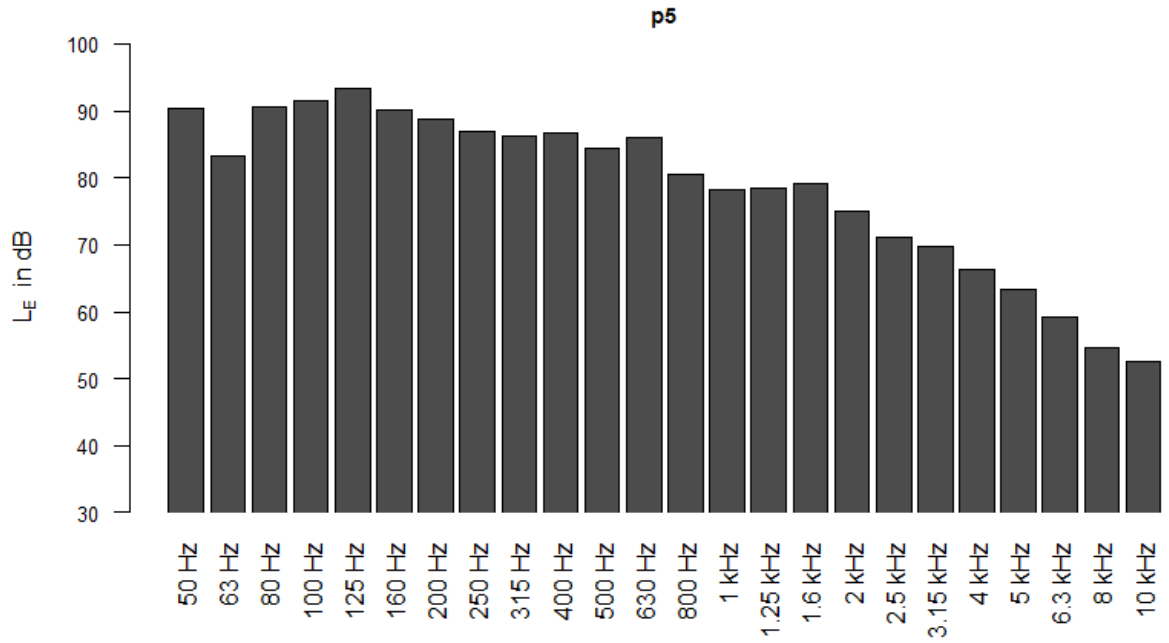
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 5 (p5)

Zeit:	11.09.2020 20:33:52
L_{AE} in dB(A)	85.8
L_{Aeq} in dB(A)	76.9
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	86.6

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	34
Flankensteilheit	12.7 dB(A)/s
Bemerkungen	beschleunigend





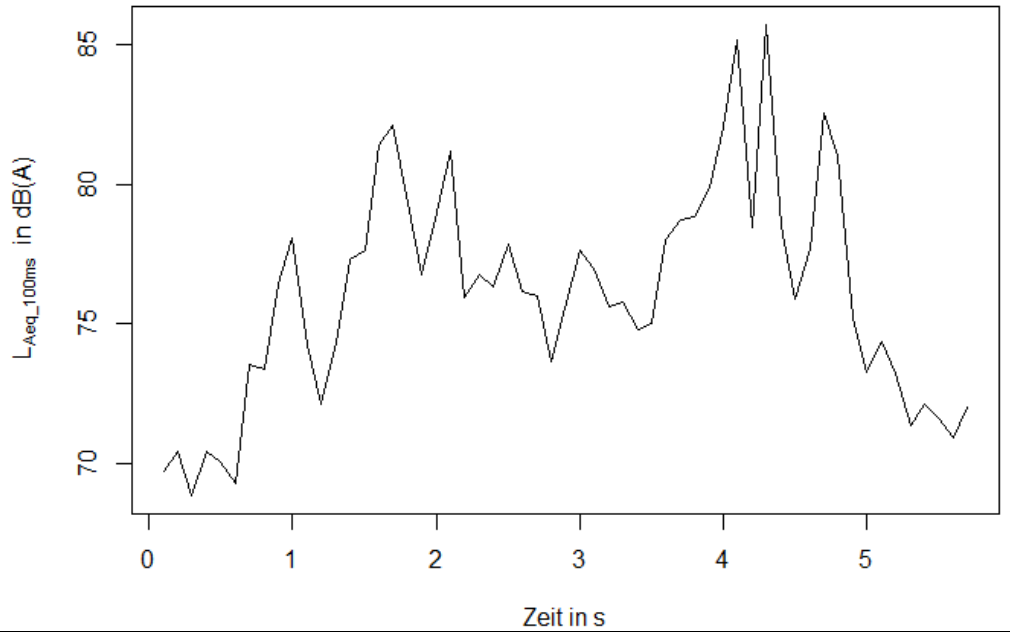
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

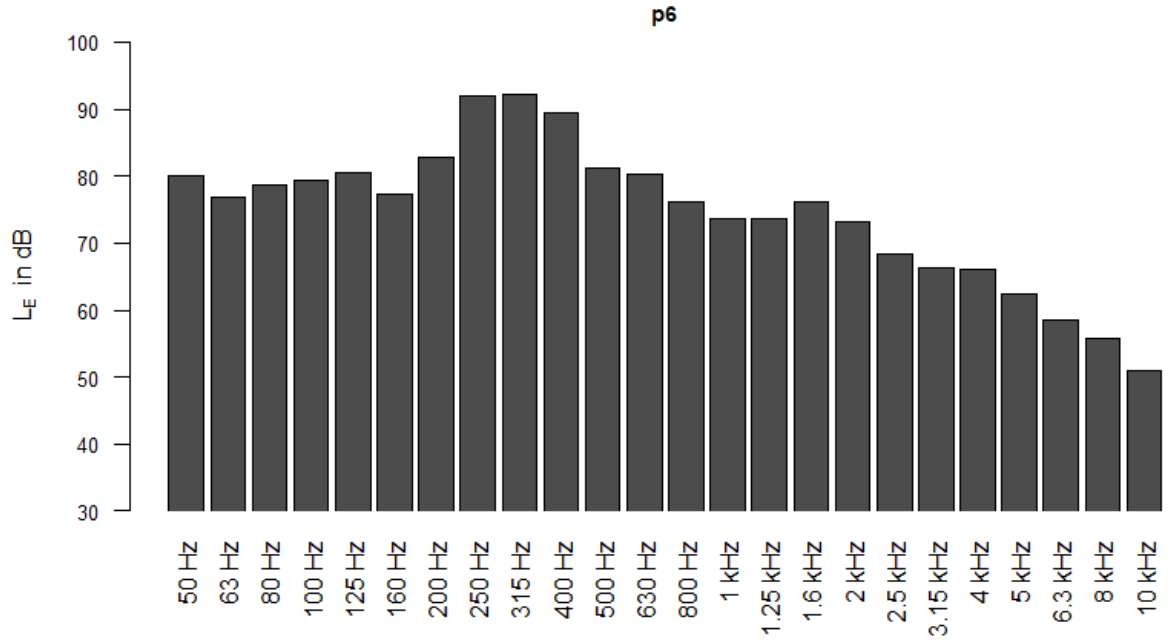
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 6 (p6)

Zeit:	11.09.2020 21:28:26
L_{AE} in dB(A)	85.5
L_{Aeq} in dB(A)	77.9
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	85.7

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	47
Flankensteilheit	14.8 dB(A)/s
Bemerkungen	Mehrere Fehlzündungen vor und nach Messort





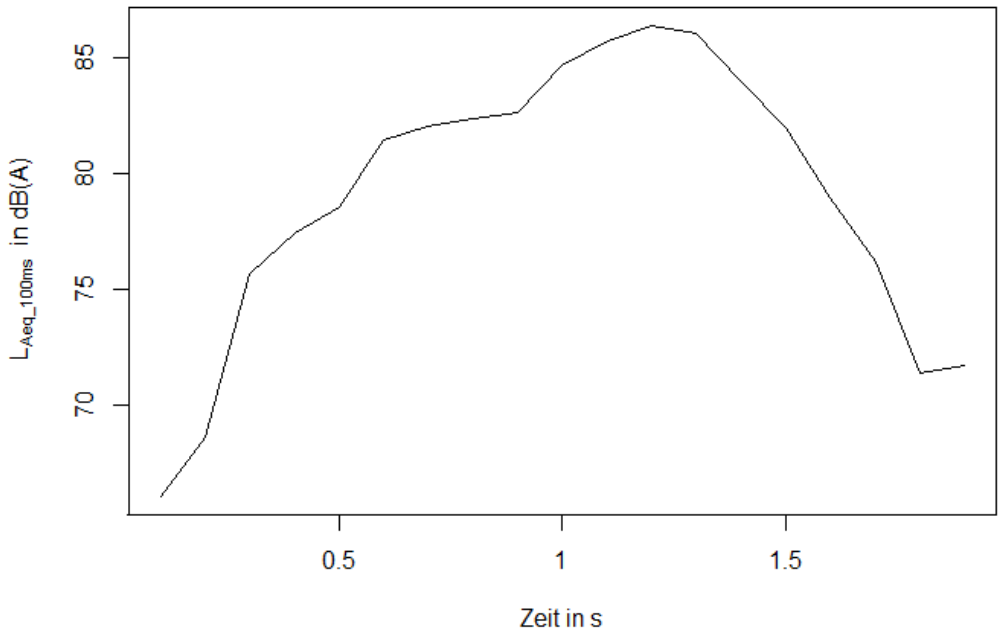
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

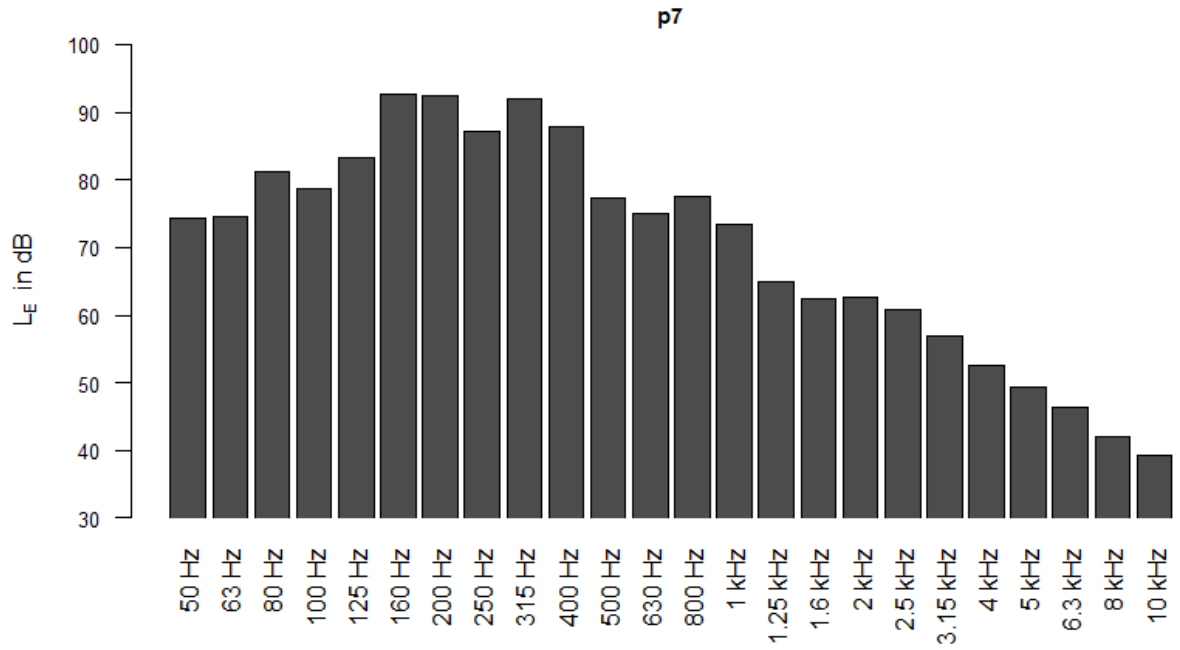
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 7 (p7)

Zeit:	12.09.2020 00:14:32
L_{AE} in dB(A)	84.6
L_{Aeq} in dB(A)	81.8
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	86.1

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	30
Flankensteilheit	18.5 dB(A)/s
Bemerkungen	beschleunigend





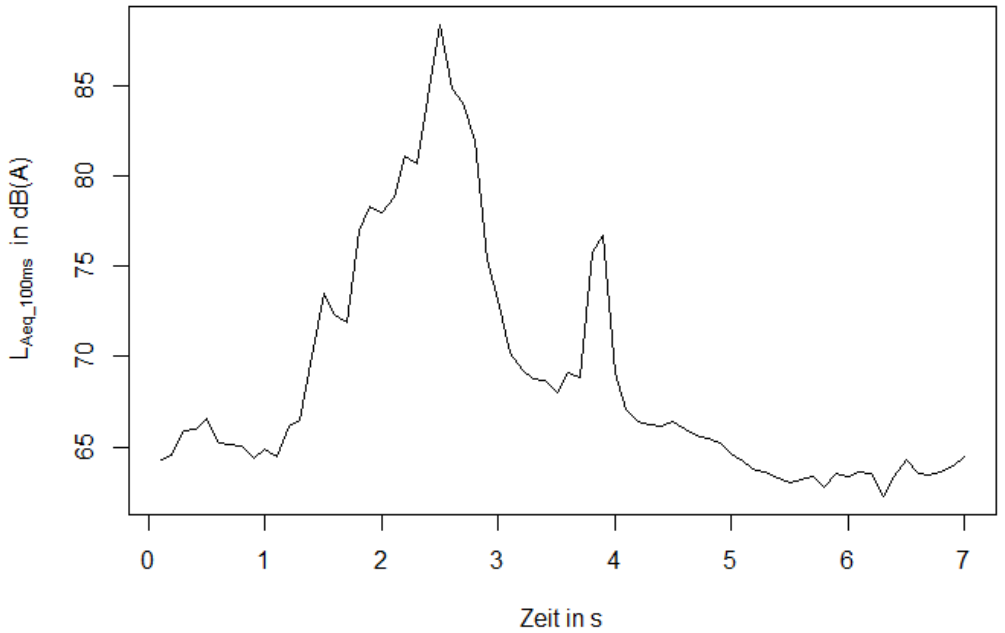
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

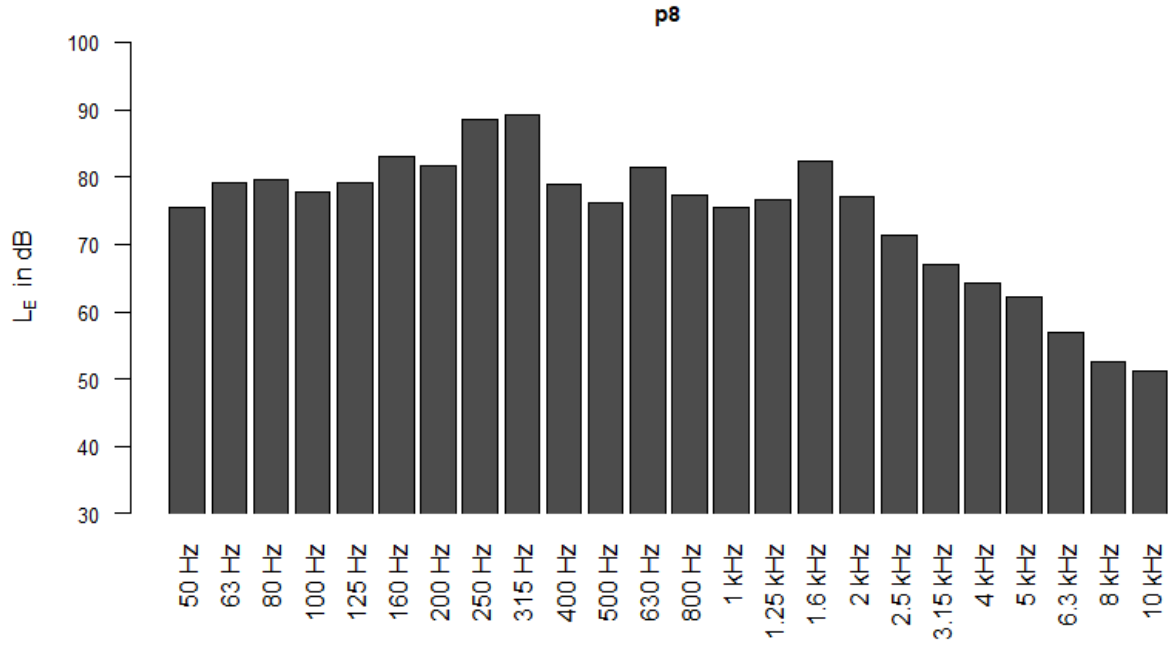
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 8 (p8)

Zeit:	12.09.2020 00:18:33
L_{AE} in dB(A)	84.1
L_{Aeq} in dB(A)	75.7
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	88.4

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	30
Flankensteilheit	17.1 dB(A)/s
Bemerkungen	Beschleunigend, Fehl-zündungen





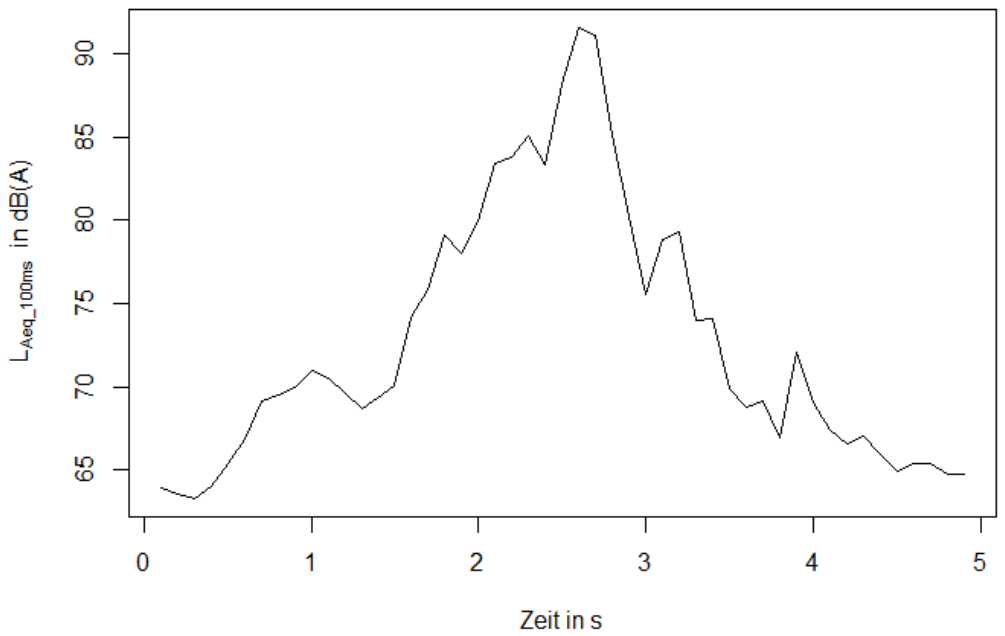
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

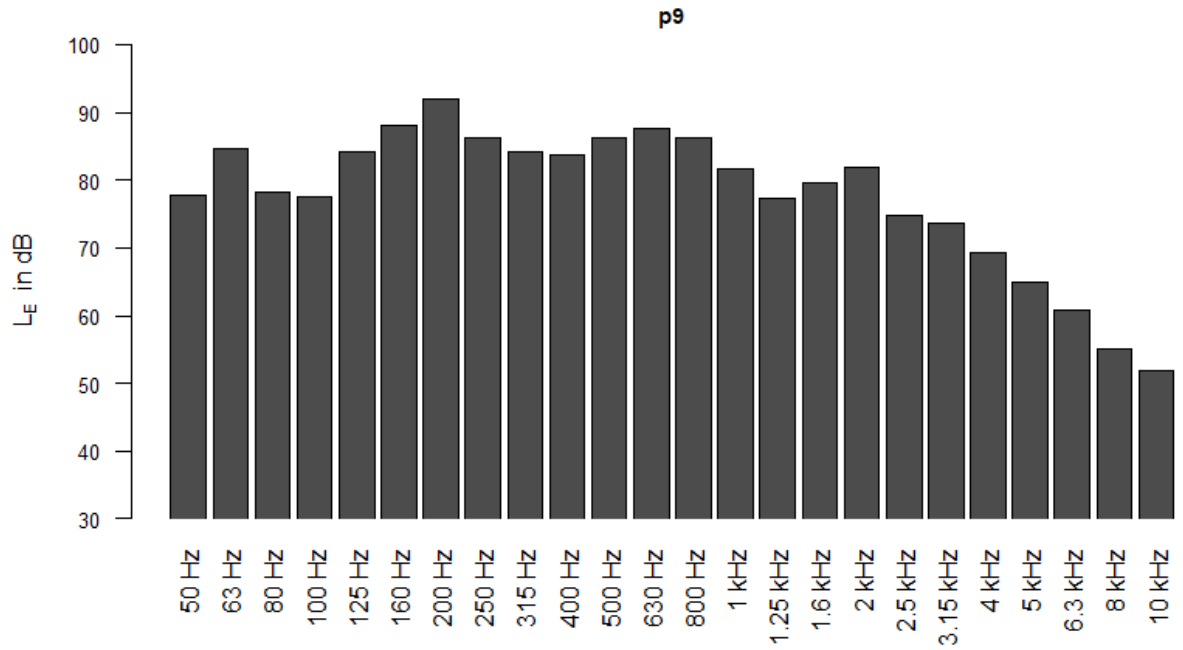
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 9 (p9)

Zeit:	11.09.2020 23:11:19
L_{AE} in dB(A)	87.4
L_{Aeq} in dB(A)	80.5
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	91.1

Fahrtrichtung:	Altstetten Bahnhof
v in km/h	55
Flankensteilheit	12.3 dB(A)/s
Bemerkungen	beschleunigend





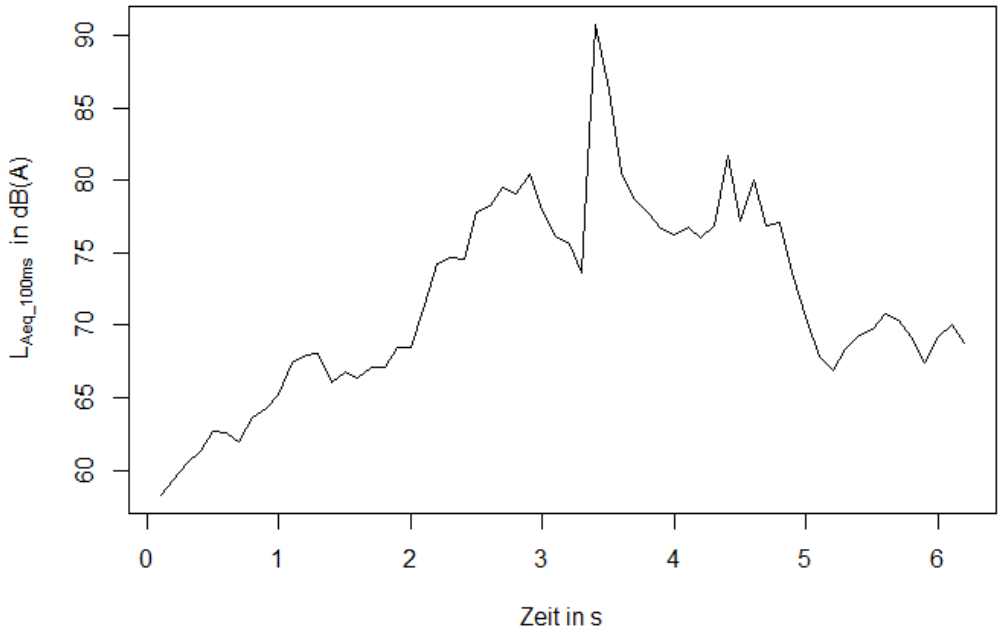
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

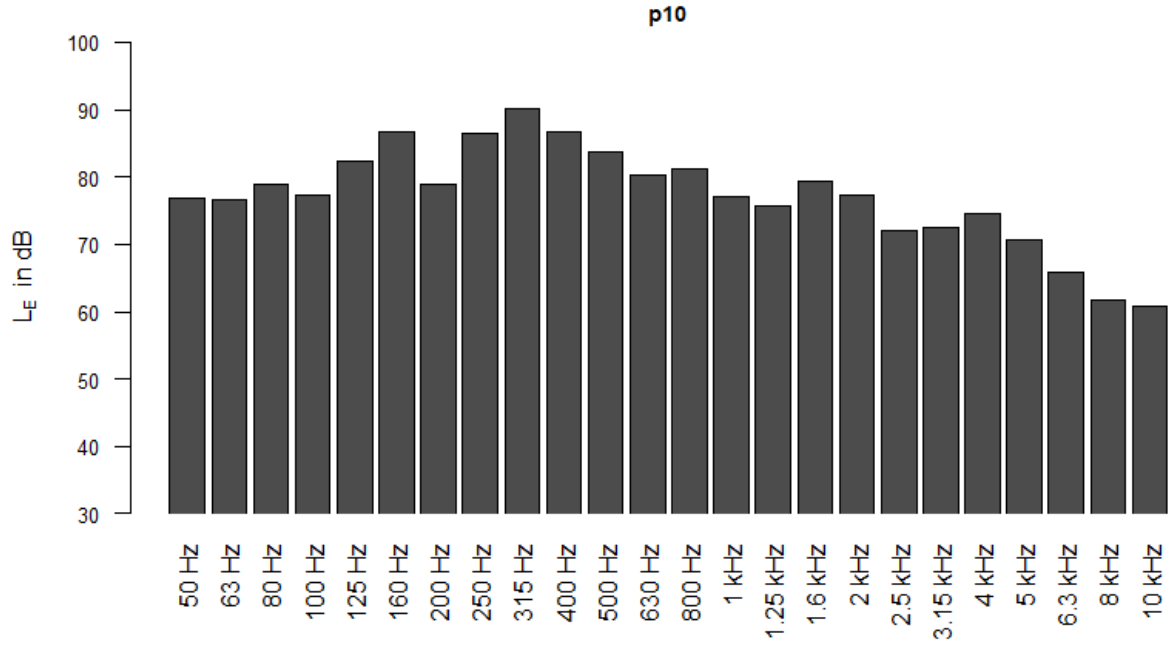
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Poser-Vorbeifahrt Nr. 10 (p10)

Zeit:	12.09.2020 01:24:40
L_{AE} in dB(A)	85.3
L_{Aeq} in dB(A)	77.3
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	90.7

Fahrtrichtung:	Altstetten Bahnhof
v in km/h	35
Flankensteilheit	12.4 dB(A)/s
Bemerkungen	Fehlzündung





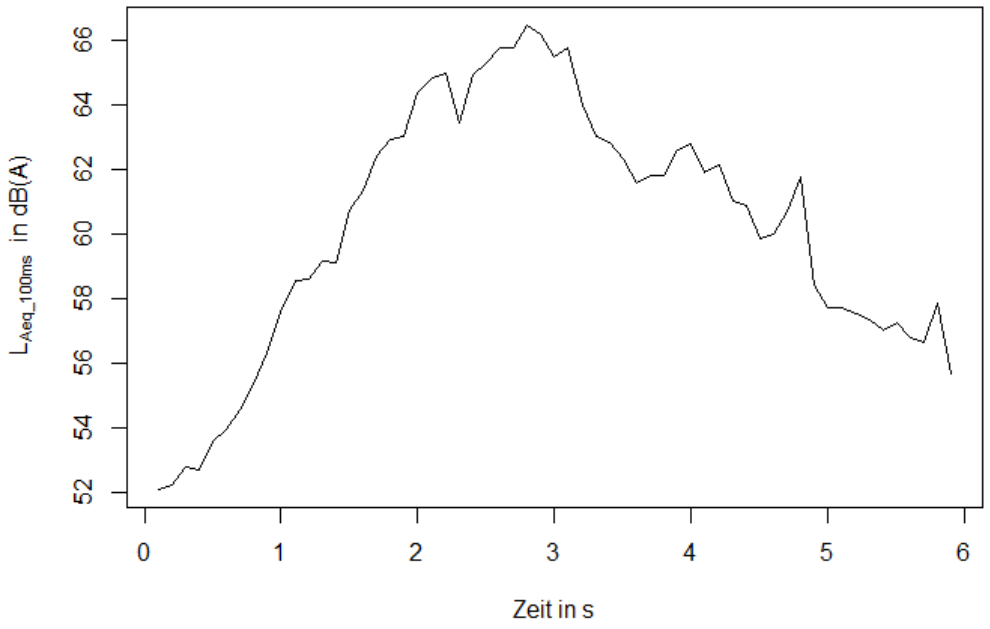
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

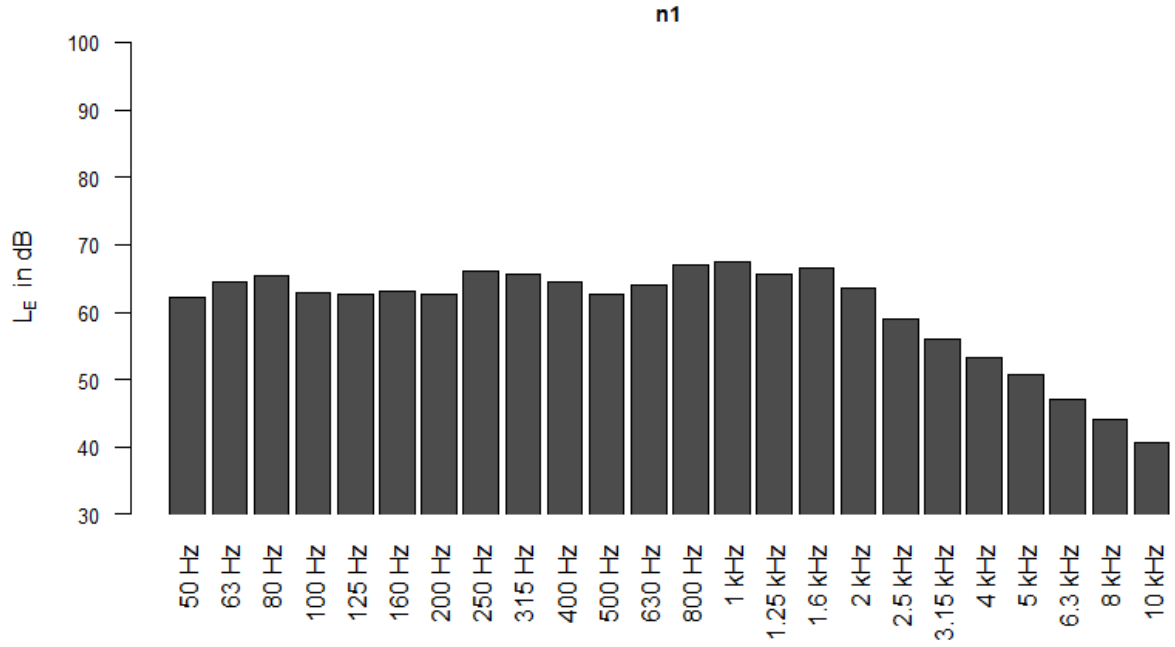
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 1 (n1)

Zeit:	11.09.2020 21:41:57
L_{AE} in dB(A)	69.4
L_{Aeq} in dB(A)	61.7
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	66.2

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	46
Flankensteilheit	5.3 dB(A)/s
Bemerkungen	





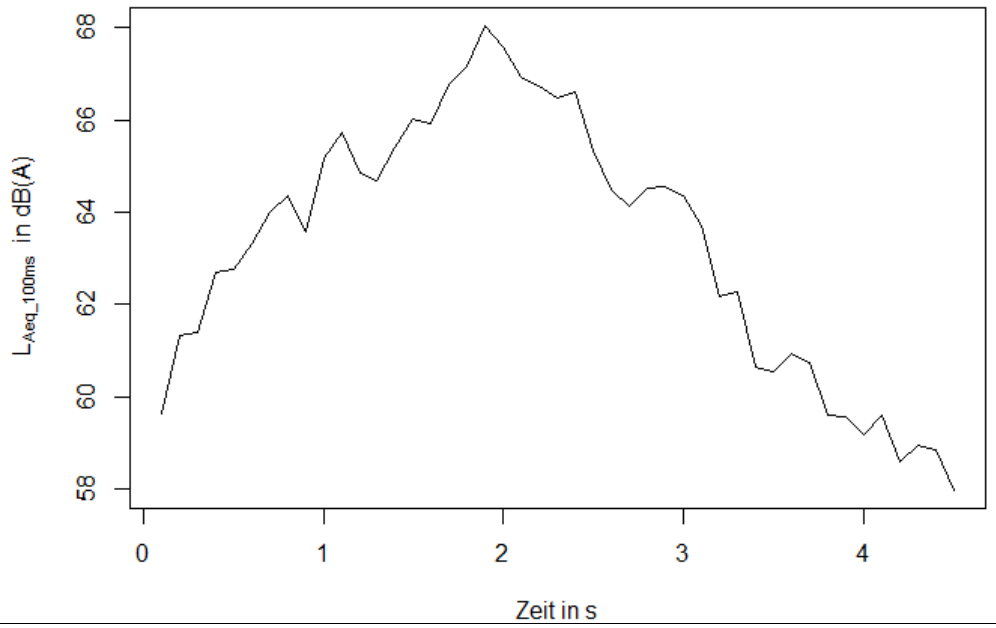
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

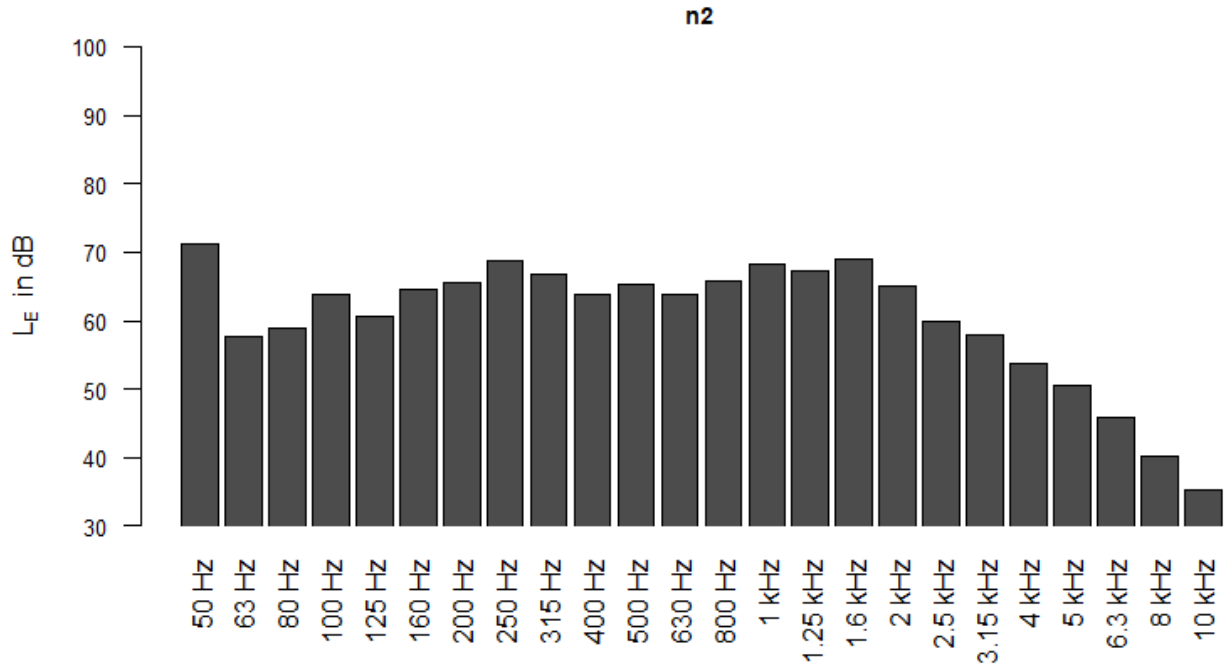
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 2 (n2)

Zeit:	12.09.2020 00:56:25
L_{AE} in dB(A)	70.7
L_{Aeq} in dB(A)	64.1
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	67.6

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	51
Flankensteilheit	4.7 dB(A)/s
Bemerkungen	





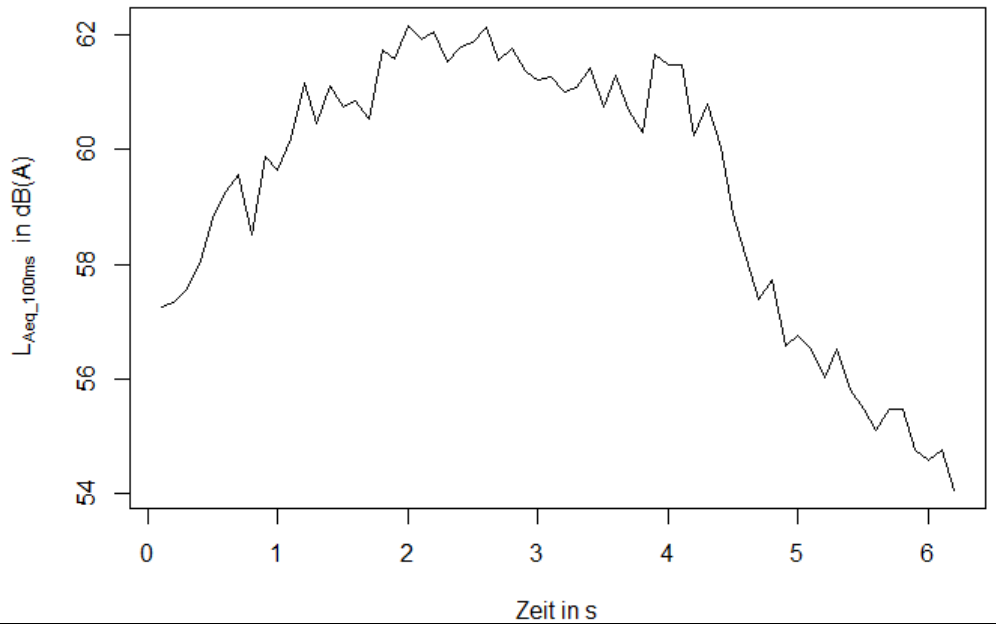
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

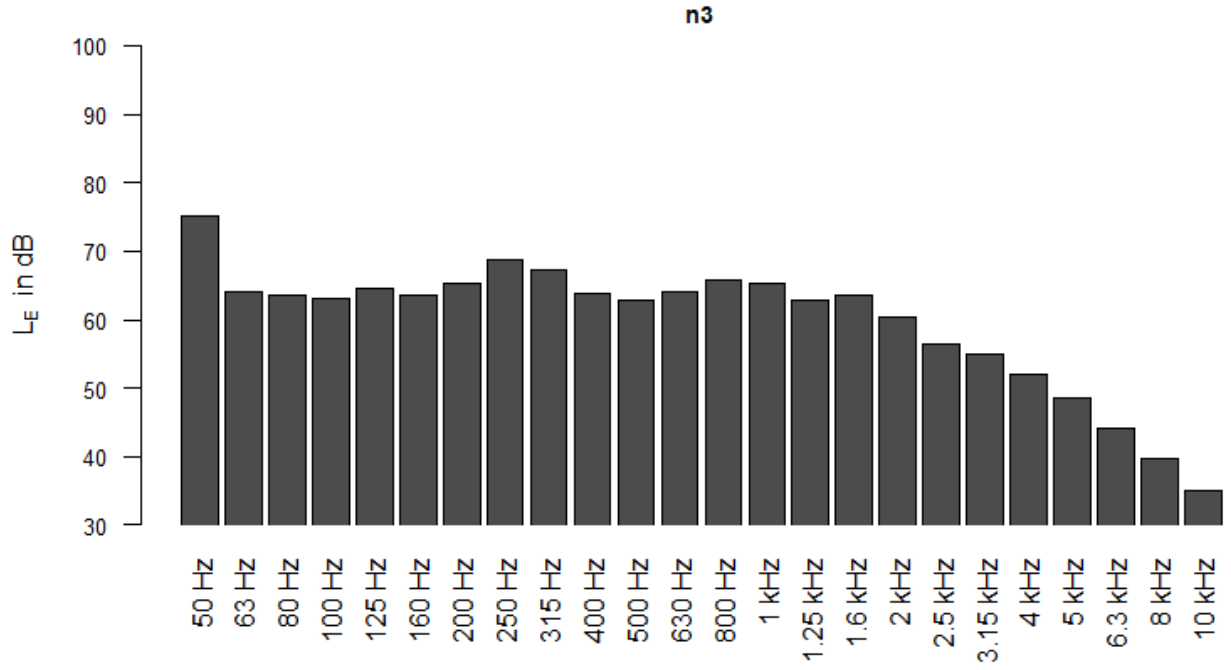
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 3 (n3)

Zeit:	12.09.2020 01:00:43
L_{AE} in dB(A)	67.8
L_{Aeq} in dB(A)	59.9
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	62.1

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	37
Flankensteilheit	2.0 dB(A)/s
Bemerkungen	





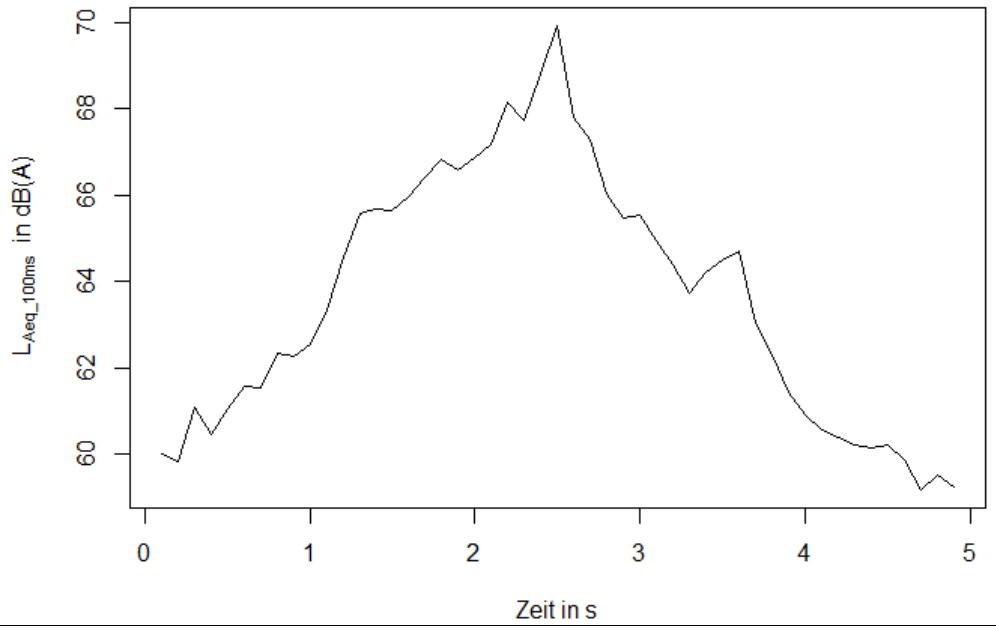
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

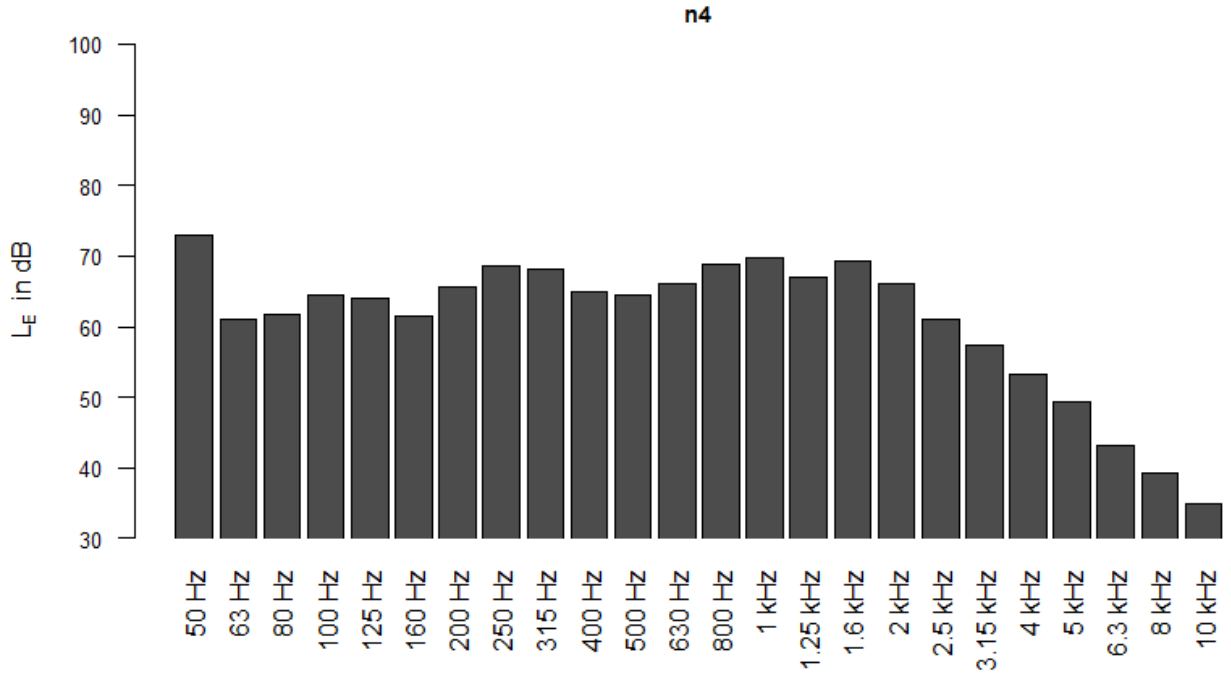
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 4 (n4)

Zeit:	12.09.2020 00:58:34
L_{AE} in dB(A)	71.5
L_{Aeq} in dB(A)	64.7
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	69.9

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	56
Flankensteilheit	4.1 dB(A)/s
Bemerkungen	schnell





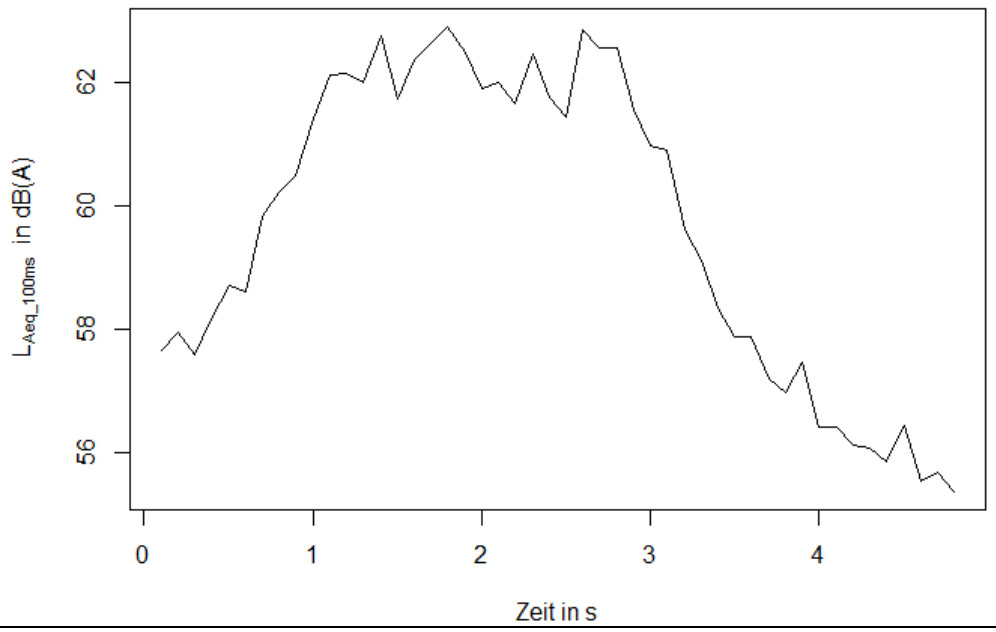
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

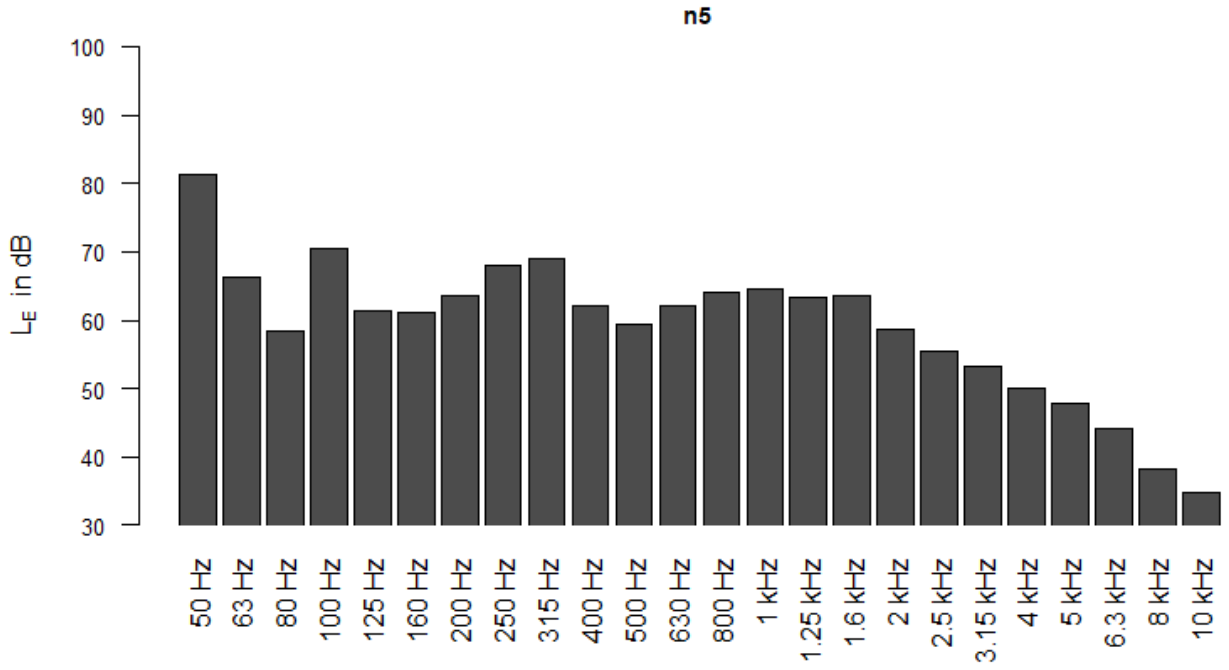
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 5 (n5)

Zeit:	12.09.2020 01:00:51
L_{AE} in dB(A)	67.1
L_{Aeq} in dB(A)	60.3
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	62.9

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	35
Flankensteilheit	2.1 dB(A)/s
Bemerkungen	





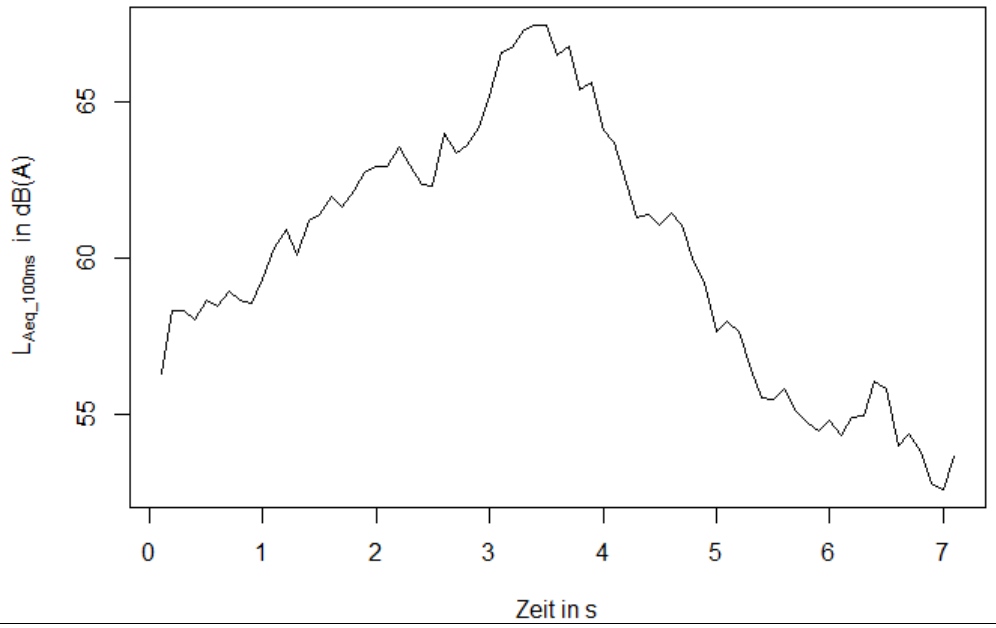
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

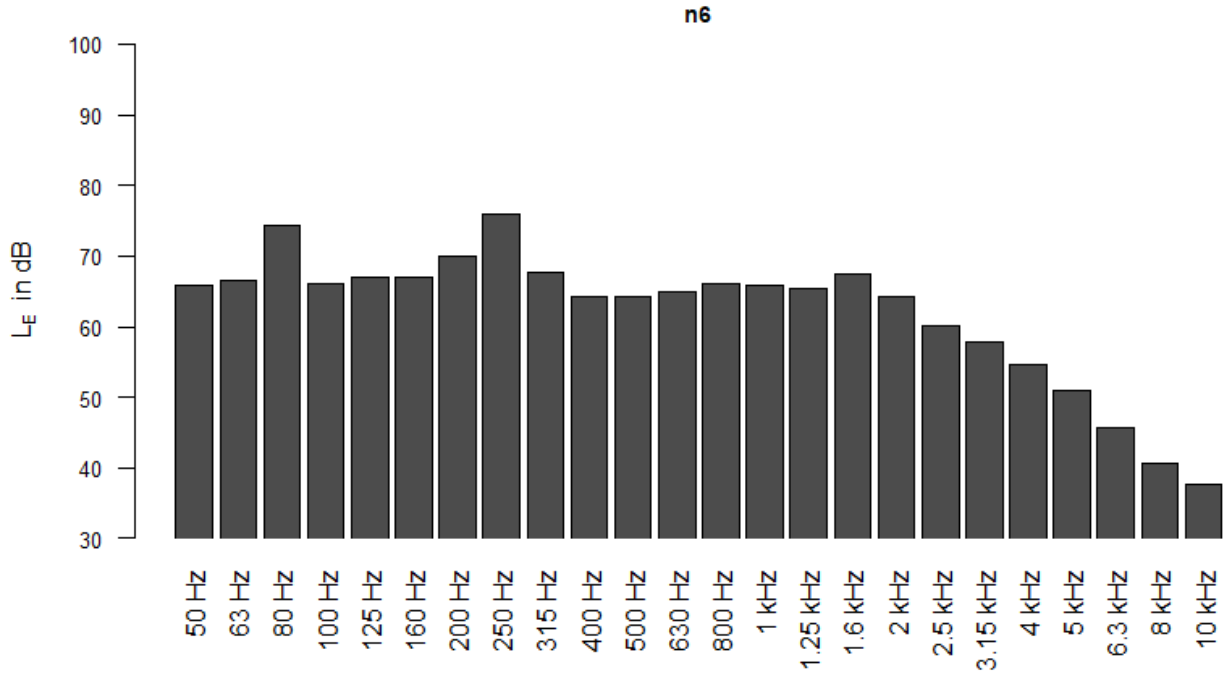
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 6 (n6)

Zeit:	12.09.2020 01:45:22
L_{AE} in dB(A)	70.3
L_{Aeq} in dB(A)	61.8
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	67.4

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	38
Flankensteilheit	3.4 dB(A)/s
Bemerkungen	





Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 6 (n6) – Frequenz-Zeit-Diagramm und Amplitudenspektrum

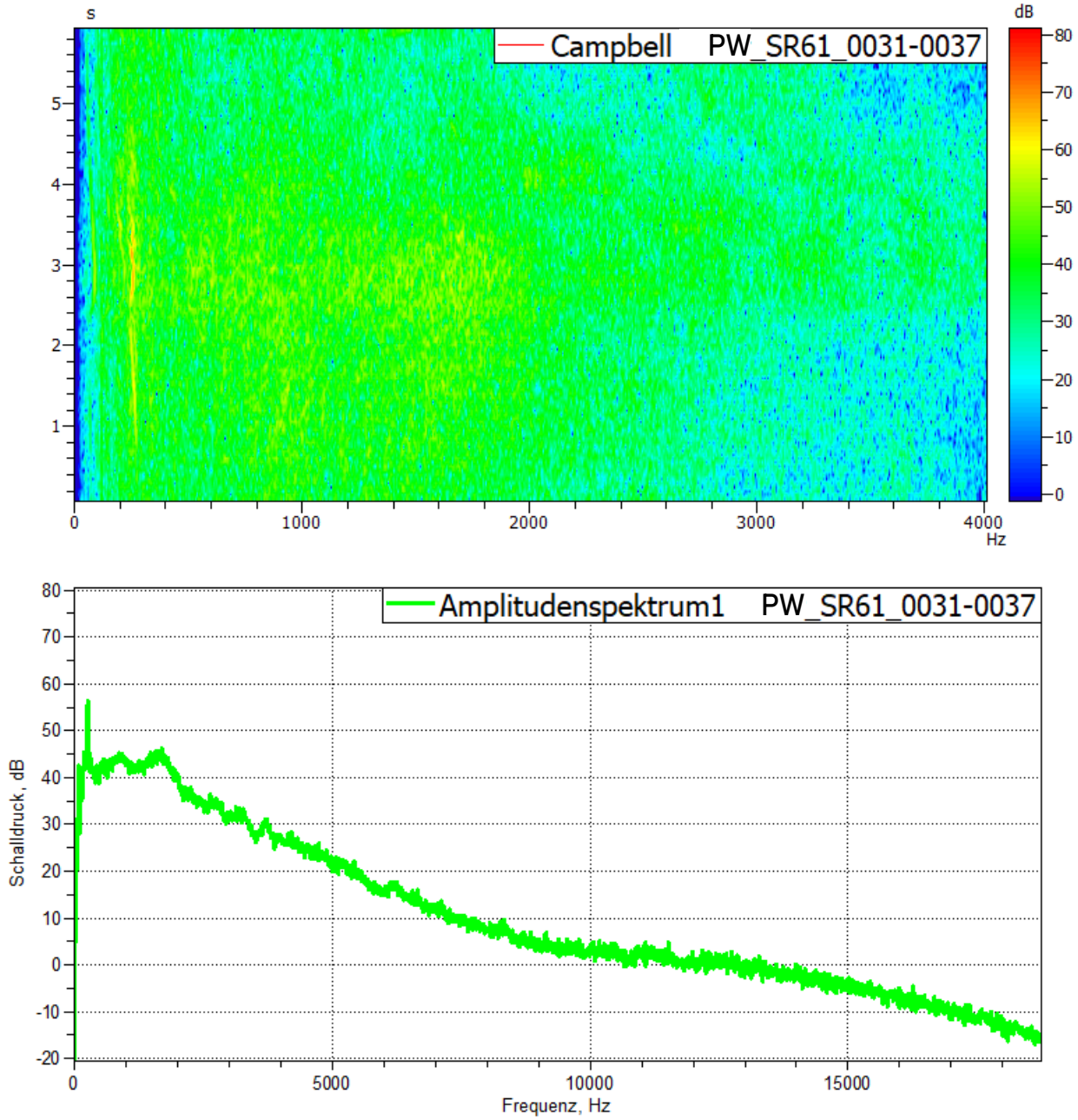


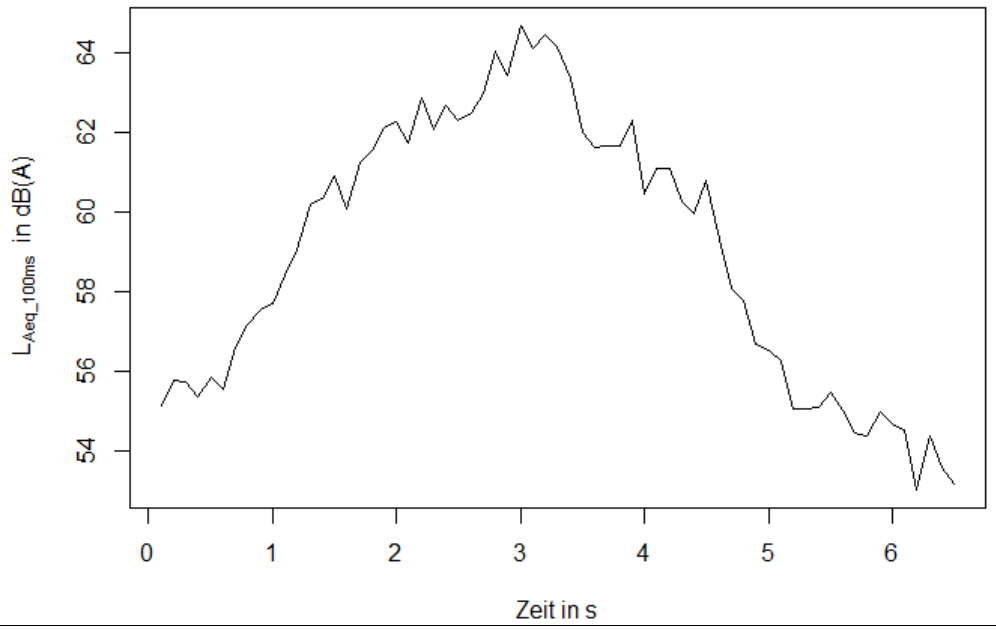
Abbildung 36. Frequenz-Zeitdiagramm der normalen Vorbeifahrt n6 (oben) über eine Zeit von 6 s und dazugehöriges Amplitudenspektrum mit dem mittleren Pegel pro Frequenz über die gesamte Dauer von 6 Sekunden.

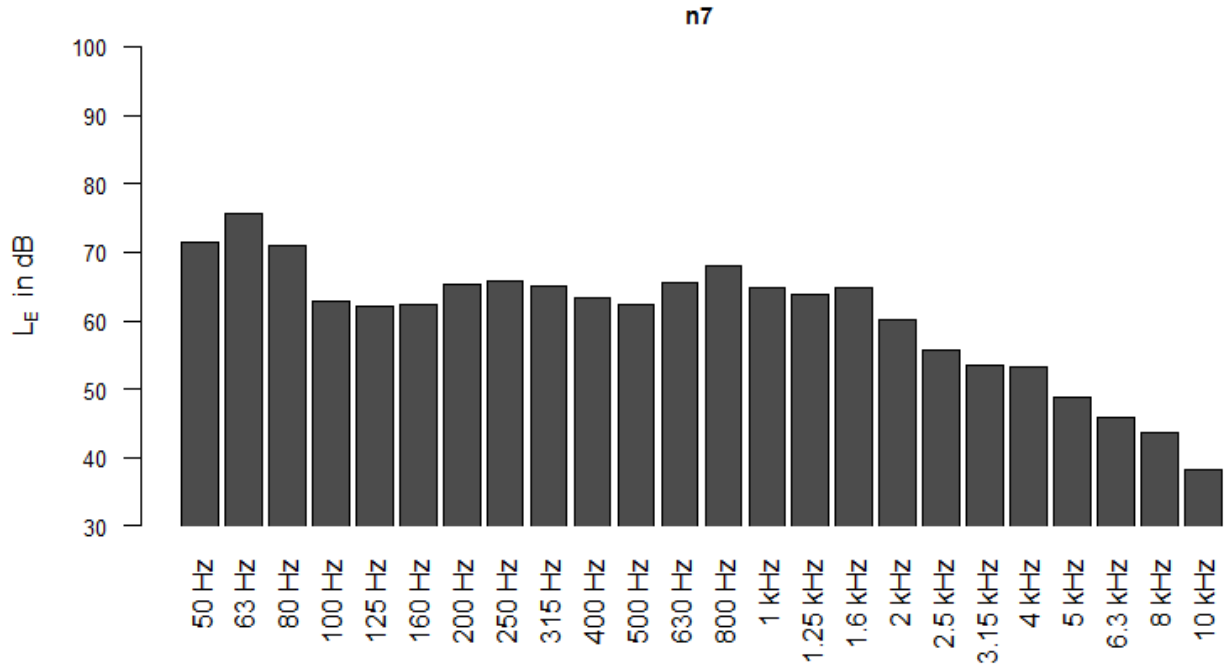
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 7 (n7)

Zeit:	12.09.2020 01:08:55
L_{AE} in dB(A)	68.3
L_{Aeq} in dB(A)	60.3
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	64.4

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	42
Flankensteilheit	3.3 dB(A)/s
Bemerkungen	





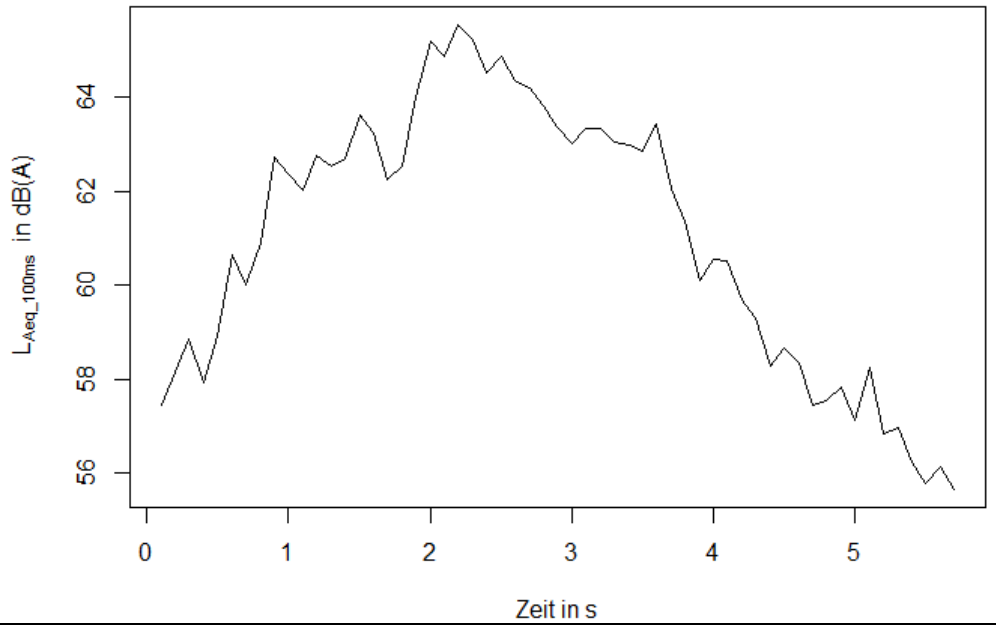
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

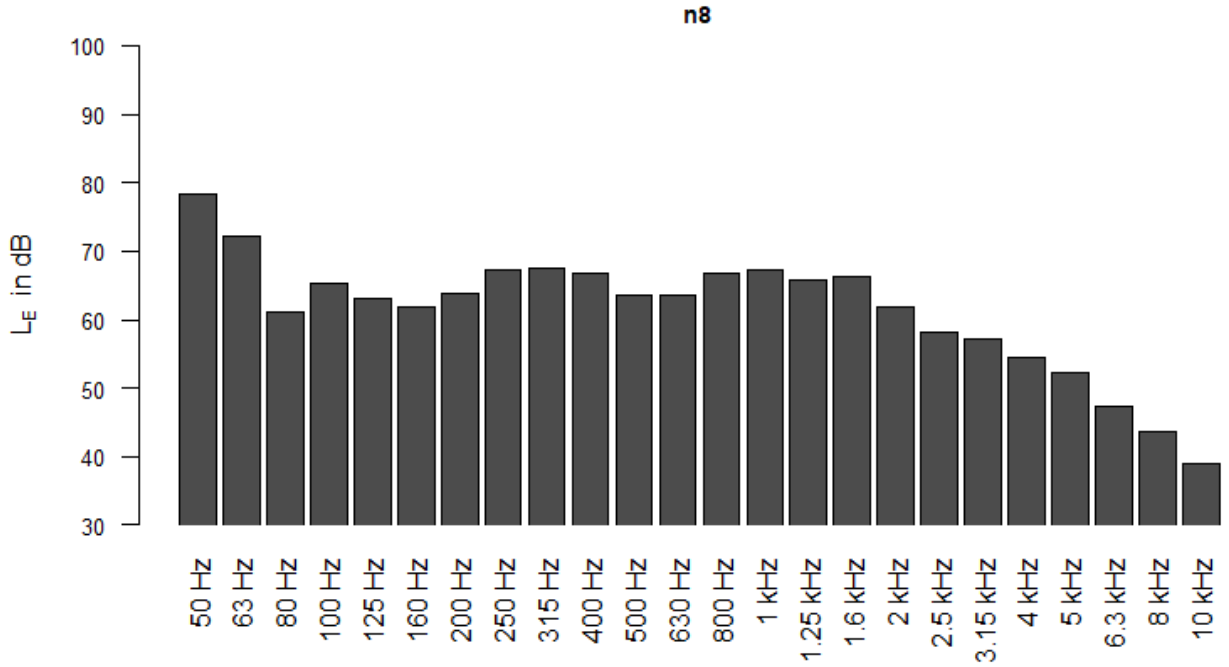
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 8 (n8)

Zeit:	12.09.2020 01:06:46
L_{AE} in dB(A)	69.4
L_{Aeq} in dB(A)	61.8
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	65.5

Fahrtrichtung:	ZH Zentrum
v in km/h	47
Flankensteilheit	3.8 dB(A)/s
Bemerkungen	





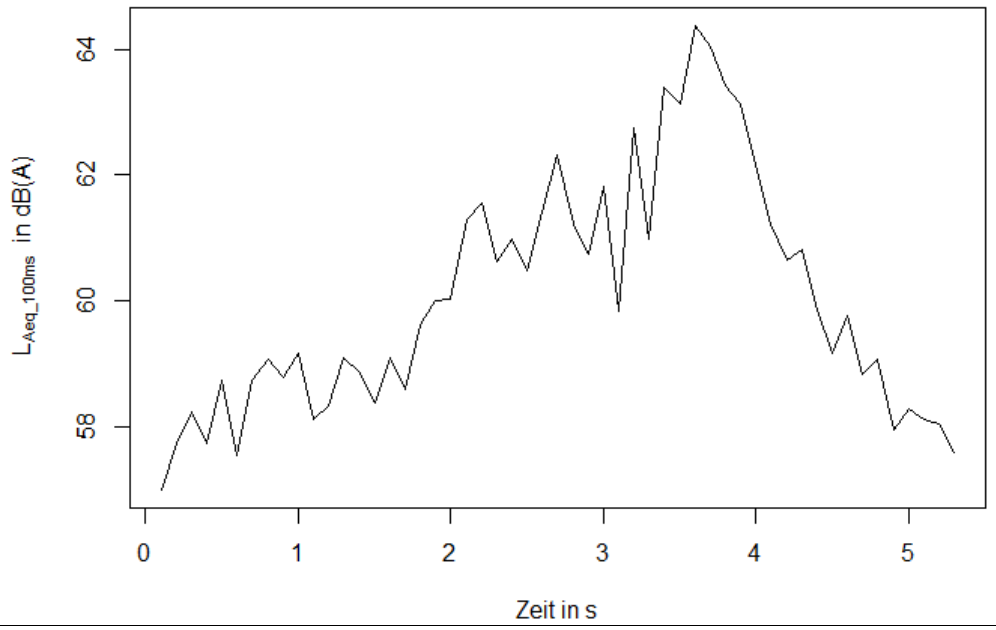
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

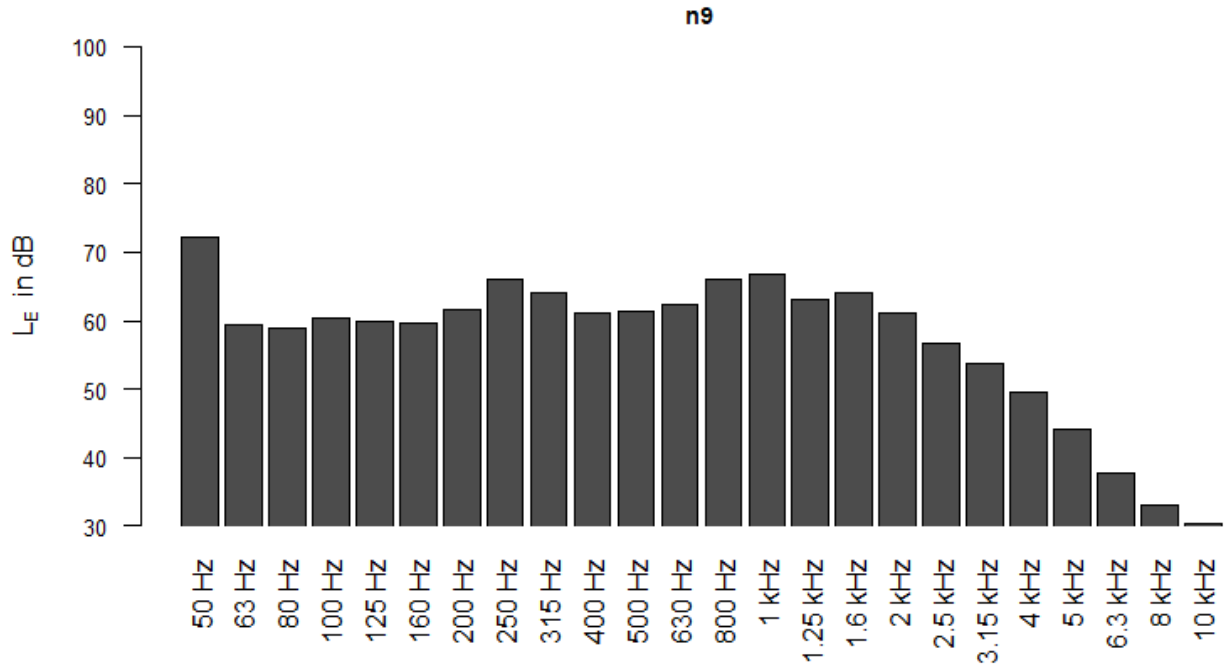
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 9 (n9)

Zeit:	12.09.2020 00:59:07
L_{AE} in dB(A)	67.7
L_{Aeq} in dB(A)	60.5
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	64.0

Fahrtrichtung:	Altstetten Bahnhof
v in km/h	42
Flankensteilheit	2.1 dB(A)/s
Bemerkungen	





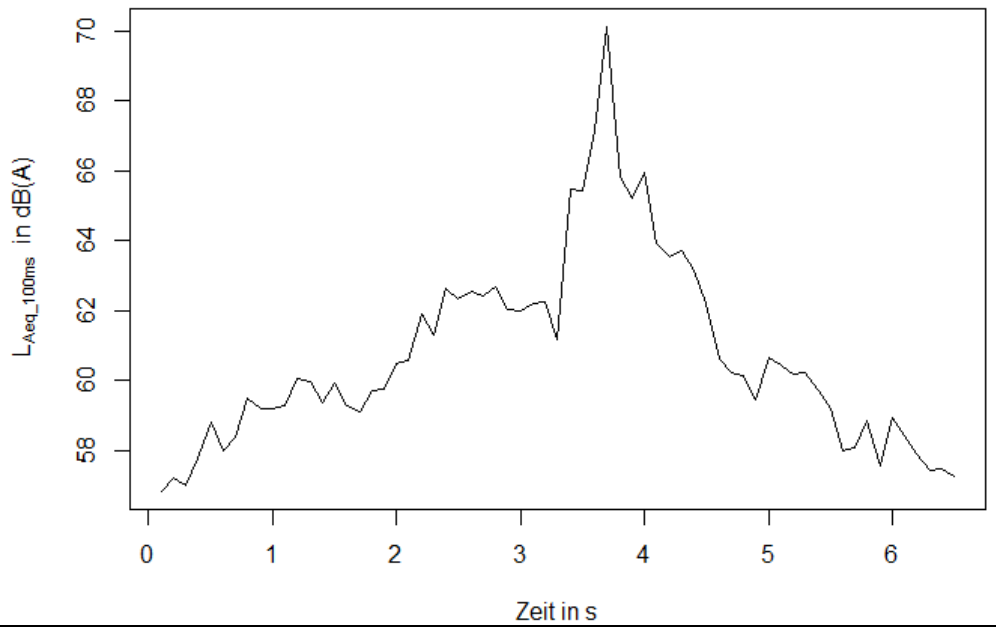
Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

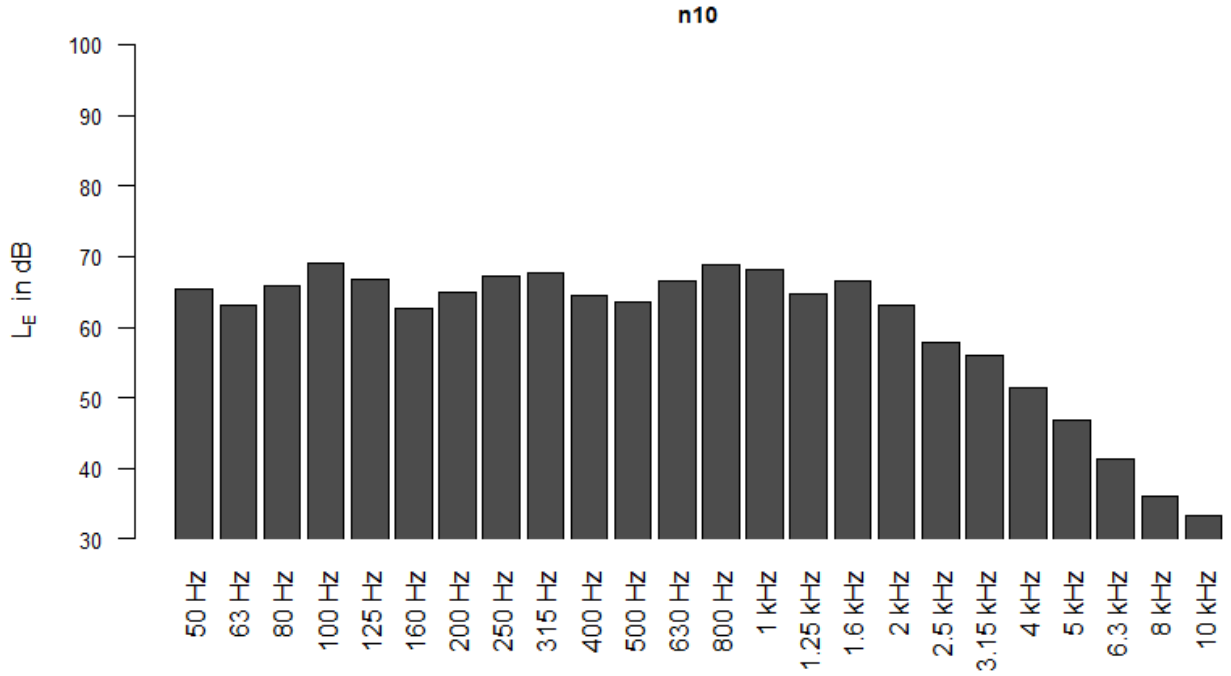
S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021

Normale Vorbeifahrt Nr. 10 (n10)

Zeit:	12.09.2020 01:09:11
L_{AE} in dB(A)	69.9
L_{Aeq} in dB(A)	61.7
$L_{Amax,100ms}$ in dB(A)	70.1

Fahrtrichtung:	Altstetten Bahnhof
v in km/h	41
Flankensteilheit	3.7 dB(A)/s
Bemerkungen	Dolendeckel hörbar





Ohne Korrektur für Anordnung in Grenzflächenmontage

S:\C\Proj\090\C90684\C90684_01_Ber_4D.DOCX:29. 01. 2021