

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. (FH) MBA & Eng. Manuel Männel
Telefon +49(89)85602 204
Manuel.Maennel@mbbm.com

01. Juli 2020
M116966/08 Version 1 MNL/SCHJ

BAB A94 Abschnitt Pastetten – Heldenstein

Statistische Vorbeifahrtmessungen auf DSH-V-Deckschichten in den Planungsabschnitten PA 02 und PA 03

Abschließende Bewertung der akustischen Eigenschaften

Bericht Nr. M116966/08

| | |
|------------------------|---|
| Auftraggeber: | ARGE Isentalautobahn A94 Winkl 2 84405 Dorfen |
| Bearbeitet von: | Dipl.-Ing. (FH) MBA & Eng. Manuel Männel Dipl.-Ing. (FH) Stefan Schubert Dipl.-Ing. Ronny Schreiter M.Sc. Maximilian Ertsey-Bayer |
| Berichtsumfang: | Insgesamt 64 Seiten, davon 16 Seiten Textteil, 21 Seiten Anhang A, 9 Seiten Anhang B, 7 Seiten Anhang C 8 Seiten Anhang D und 3 Seiten Anhang E |

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Zusammenfassung | 3 |
| 1 Situation und Aufgabenstellung | 5 |
| 2 Prüfbjekte | 5 |
| 3 Durchführung der Messungen | 5 |
| 3.1 CPX-Messungen | 5 |
| 3.2 SPB-Messungen | 5 |
| 4 Messergebnisse | 9 |
| 4.1 CPX-Messergebnisse | 9 |
| 4.2 SPB-Messungen | 10 |
| 5 Bewertung der Messergebnisse | 12 |
| 5.1 Allgemeines | 12 |
| 5.2 Repräsentativität der Messquerschnitte | 12 |
| 5.3 Bewertung der einzelnen Abschnitte | 14 |
| 6 Grundlagen | 16 |
| | |
| Anhang A: Messprotokolle der SPB-Messungen | |
| Anhang B: Beschreibung des SPB-Messverfahrens | |
| Anhang C: CPX-Messprotokolle | |
| Anhang D: Beschreibung des CPX-Messverfahrens | |
| Anhang E: Verwendete Prüfmittel | |

Zusammenfassung

Die Bundesautobahn A94 wurde in den letzten Jahren im Abschnitt zwischen Pastetten und Heldenstein neu gebaut. Der Abschnitt wurde als ÖPP-Modell geplant und ausgeführt.

In dem Gesamtabschnitt von Forstinning bis Heldenstein sind auf einzelnen Teilabschnitten besondere Anforderungen an die akustischen Eigenschaften des Fahrbahnbelages gestellt. Zur Überprüfung dieser Eigenschaften wurden Messungen (CPX-Messungen nach DIN EN ISO 11819-2 und SPB-Messungen nach DIN EN ISO 11819-1) durchgeführt.

Die SPB-Messungen werden für die Ermittlung der D_{Stro} -Vergleichswerte benötigt. Da diese nur punktuell sind und nur den rechten Fahrstreifen analysieren können, werden die CPX-Messungen verwendet, um die akustische Vergleichbarkeit über den gesamten Abschnitt und auf beiden Fahrstreifen sicherzustellen.

Auf den zu untersuchenden Abschnitten wurden Dünne Asphaltdeckschichten im Heißeinbau auf Versiegelung mit 5 mm Größtkorn (im Folgenden DSH-V 5) eingebaut. Der gesamte Untersuchungsabschnitt ist in zwei Planungsabschnitte gegliedert. Im Detail wurden folgende Abschnitte untersucht:

- Planungsabschnitt 2: von Pastetten bis Dorfen, mit DSH-V 5 von km 33,4 bis km 44,6, Baujahr 2019
- Planungsabschnitt 3: von Dorfen bis Heldenstein, mit DSH-V 5 von km 44,6 bis km 55,39, Baujahr 2019

Auf dem untersuchten Abschnitt muss ein D_{Stro} -Vergleichswert von -3 dB eingehalten werden. Um der Messunsicherheit – insbesondere im Zusammenhang mit der Repräsentativität der Messquerschnitte Rechnung zu tragen, wurde vereinbart, dass zum Anforderungswert ein Vorhaltemaß addiert wird, das auf 1 dB bzw. 0,5 dB festgelegt wurde, je nachdem wie viele SPB-Messungen durchgeführt werden. Aus dem Anforderungswert plus dem Vorhaltemaß ergibt sich der Übergabewert.

Aus den CPX-Messungen ergibt sich, dass die SPB-Messquerschnitte an repräsentativen Querschnitten stattgefunden haben.


Aus den SPB-Messungen ergibt sich, dass an beiden Planungsabschnitten und in beiden Fahrtrichtungen der Übergabewert von -4 dB auf den rechten Fahrstreifen eingehalten wird.

Mittels der CPX-Messungen auf den rechten und linken Fahrstreifen und der Differenzen von Fahrstreifen zu Fahrstreifen kann auch eine Aussage zu den linken Fahrstreifen getroffen werden. Hieraus ergibt sich, dass an beiden Planungsabschnitten und in beiden Fahrtrichtungen der Übergabewert von -4 dB auf den linken Fahrstreifen eingehalten wird.

Zum Zeitpunkt Mai 2020 sind die Übergabewerte somit sicher eingehalten.

Zum Zeitpunkt Mai 2020 ist die Anforderung eines D_{Stro} -Vergleichswerts von -3 dB für die DSH-V-5-Deckschichten auf der BAB A94 von km 33,4 bis km 55,4 in beiden Fahrtrichtungen sicher eingehalten.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



Dipl.-Ing. (FH) MBA & Eng. Manuel Männel
Telefon +49(89)85602-204

Projektverantwortlicher

Geprüft durch:



M.Sc. Maximilian Ertsey-Bayer
Telefon +49(89)85602-3530

Die dargestellten Messergebnisse gelten ausschließlich für die untersuchten Prüfkörper (hier Fahrbahnbeläge) zum Zeitpunkt der Messungen.

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Bundesautobahn A94 wurde in den letzten Jahren im Abschnitt zwischen Pastetten und Heldenstein neu gebaut. Der Abschnitt wurde als ÖPP-Modell geplant und ausgeführt.

In dem Gesamtabschnitt von Forstinning bis Heldenstein sind auf einzelnen Teilabschnitten besondere Anforderungen an die akustischen Eigenschaften des Fahrbahnbelages gestellt. Zur Überprüfung dieser Eigenschaften wurden Messungen durchgeführt. Hierbei handelt es sich um CPX-Messungen nach DIN EN ISO 11819-2 [3] und SPB-Messungen nach DIN EN ISO 11819-1 [1].

In diesem Bericht werden die Durchführung, Ergebnisse und Interpretation der Messungen auf den neu eingebauten DSH-V-5-Fahrbahnbelägen im Abschnitt von Pastetten bis Heldenstein beschrieben.

Die CPX-Messungen sind im Müller-BBM Bericht M116966/04 vom 11. Dezember 2019 detailliert beschrieben [4].

Die gesamten zu untersuchenden Deckschichten mit DSH-V 5, Baujahr 2019, sind in zwei Planungsabschnitte aufgeteilt. Die Messungen waren für jeden der beiden Planungsabschnitte und für jede Fahrtrichtung durchzuführen.

2 Prüfobjekte

Untersucht wurden die Dünnen Asphaltdeckschichten im Heißeinbau auf Versiegelung mit 5 mm Größtkorn (im Folgenden DSH-V 5) im Abschnitt von Pastetten bis Heldenstein. Diese sind gegliedert in zwei Planungsabschnitte. Im Detail handelt es sich um folgende Abschnitte:

- Planungsabschnitt 2: von Pastetten bis Dorfen mit DSH-V 5 von km 33,4 bis km 44,6, zwei Fahrstreifen je Fahrtrichtung, Baujahr 2019
- Planungsabschnitt 3: von Dorfen bis Heldenstein mit DSH-V 5 von km 44,6 bis km 55,39, zwei Fahrstreifen je Fahrtrichtung, Baujahr 2019

3 Durchführung der Messungen

3.1 CPX-Messungen

Die CPX-Messungen wurden bereits in 2019 durchgeführt und sind in [4] dokumentiert. Die Ergebnisse werden in diesem Bericht wieder aufgegriffen.

3.2 SPB-Messungen

Die Statistische Vorbeifahrtmethode bzw. **Statistical Pass-By-Method** (SPB) nach GESTrO [2] bzw. DIN EN ISO 11819-1 [1] ist eine Messmethode zur Erfassung und Beurteilung der schalltechnischen Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche. Bei jeder Vorbeifahrt eines einzelnen Fahrzeugs werden der maximale Schalldruckpegel neben dem Fahrstreifen und die Fahrzeuggeschwindigkeit erfasst. Eine ausführliche Beschreibung des Messverfahrens befindet sich im Anhang B zu diesem Bericht.

3.2.1 Verwendetes Messsystem und Prüfmittel

Es wurden Statistische Vorbeifahrtmessungen nach DIN EN ISO 11819-1 [1] an insgesamt zehn Messpunkten (zwei bis vier Messpunkte pro Abschnitt) durchgeführt.

Die Messungen wurden mit zwei bis drei SPB-Messsystemen und Messteams parallel durchgeführt. Das zur SPB-Messung verwendete Messverfahren sowie die Vorgehensweise zur Auswertung sind ausführlich im Anhang B beschrieben, die verwendeten Prüfmittel sind im Anhang E zu diesem Bericht aufgelistet.

3.2.2 Messquerschnitte

Der Messabstand beträgt 7,5 m zur Mitte des rechten durchgehenden Fahrstreifens. Die Messpunkte wurden in 1,2 m Höhe über der Fahrbahnoberkante eingerichtet. Für Aussagen über den Vergleichswert zum D_{Stro} -Wert ist diese Messhöhe maßgebend.

Je Planungsabschnitt und Fahrtrichtung sollen mindestens zwei SPB-Messungen durchgeführt werden.

Tabelle 1. Beschreibung der SPB-Messpunkte.

| Messpunkt | Fahrtrichtung | Kilometrierung | Fahrbahnbelag | Baujahr |
|-------------|---------------|----------------|---------------|---------|
| PA2_FRO_MP1 | Ost | 35,4 | DSH-V | 2019 |
| PA2_FRO_MP2 | Ost | 44,2 | DSH-V | 2019 |
| PA2_FRW_MP1 | West | 43,9 | DSH-V | 2019 |
| PA2_FRW_MP2 | West | 44,5 | DSH-V | 2019 |
| PA3_FRO_MP1 | Ost | 48,4 | DSH-V | 2019 |
| PA3_FRO_MP2 | Ost | 51,3 | DSH-V | 2019 |
| PA3_FRW_MP1 | West | 45,6 | DSH-V | 2019 |
| PA3_FRW_MP2 | West | 51,3 | DSH-V | 2019 |
| PA3_FRW_MP3 | West | 48,7 | DSH-V | 2019 |
| PA3_FRW_MP4 | West | 53,9 | DSH-V | 2019 |

Die Messpunkte wurden von Müller-BBM unter Berücksichtigung der normativen Anforderungen an Messstellen und deren Umgebung ausgewählt. Das Geländenumfeld sollte möglichst eben (keine Einschnitte und Dammlagen), reflexionsarm (keine Bebauung, Brücken, Straßenbeschilderungen oder Leitplanken) und ohne höheren Bewuchs beschaffen sein.

Zusätzlich wurde bei der Auswahl der SPB-Messpunkte darauf geachtet, dass die mit der CPX-Methode ermittelten Reifen-Fahrbahn-Geräusche im Umfeld der Messpunkte möglichst repräsentativ für die Gesamtstrecken sind. Da die Fahrbahnbeläge eine gute akustische Homogenität aufweisen (mit Schätzwerten der Standardabweichung $s_{\text{CPX}} \leq 0,8$ dB) ergeben sich hierdurch kaum zusätzliche Anforderungen an die Auswahl der Messpunkte. Weitere Details hierzu sind im Kapitel 5.2 beschrieben.

Gemessen wurden die Vorbeifahrten von Fahrzeugen auf dem rechten (ersten) Fahrstreifen. In den folgenden Abbildungen sind die Messquerschnitte fotografisch dokumentiert.



Abbildung 1. Messpunkte Planungsabschnitt 2, Fahrrichtung Ost.



Abbildung 2. Messpunkte Planungsabschnitt 2, Fahrrichtung West.



Abbildung 3. Messpunkte Planungsabschnitt 3, Fahrrichtung Ost.



Abbildung 4. Messpunkte Planungsabschnitt 3, Fahrtrichtung West.

3.2.3 Zeitpunkt und Witterung

Die SPB-Messungen wurden am 05., 06. und 29. Mai durchgeführt.

Zum Zeitpunkt aller SPB-Messungen war es im Bereich der zu messenden Streckenabschnitte niederschlagsfrei, die Fahrbahn war trocken. Auch an den Vortagen war es jeweils niederschlagsfrei.

Zu jeder einzelnen Schallpegelmessung wurden die aktuellen Lufttemperaturen und Windgeschwindigkeiten aufgezeichnet, um die in Anhang B angegebene Temperaturkorrektur anwenden zu können. Die Fahrbahntemperaturen wurden regelmäßig gemessen.

Die Windgeschwindigkeiten lagen immer und meist deutlich unter den nach Norm geforderten 5 m/s, auch in Böen.

In den Protokollen im Anhang A sind die mittleren Luft- und Fahrbahntemperaturen für jeden Messpunkt dargestellt. Die Temperaturen lagen bei allen Messungen über dem jeweiligen kompletten Zeitraum innerhalb der Normanforderungen.

3.2.4 Besonderheiten

Entgegen der Anforderung aus dem Konzessionsvertrag wurden die Messungen nicht in den Nachtstunden durchgeführt. Aufgrund der im Moment noch vorherrschenden sehr geringen Verkehrsstärke auf der A94 konnte auch während der Tagzeit sichergestellt werden, dass ein ausreichender Störgeräuschabstand bei den Einzelvorbeifahrten eingehalten werden konnte. In den Nachtstunden wäre es aller Voraussicht nach nicht gelungen eine statistisch ausreichende Anzahl an Lkw-Vorbeifahrten aufzunehmen. Diese Vorgehensweise wurde vorab mit dem Auftraggeber und der Autobahndirektion Südbayern abgestimmt und kann aus methodischer Sicht nicht zu einer Verringerung der ermittelten Vorbeifahrtgeräusche im Vergleich zur Nachtzeit führen.

4 Messergebnisse

4.1 CPX-Messergebnisse

Die CPX-Messergebnisse sind detailliert im Müller-BBM Bericht M116966/04 vom 11. Dezember 2019 dokumentiert [4]. Dort sind jedoch beide Planungsabschnitte zusammenhängend ausgewertet – für die abschnittsweise Betrachtung müssen die Daten erneut ausgewertet werden. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind im Folgenden dargestellt, das Verfahren zur Auswertung ist ausführlich im Anhang D zu diesem Bericht beschrieben.

Im Anhang C sind die Messprotokolle mit den örtlichen Verläufen des Schalldruckpegels (Einzelwerte aus 20-m-Abschnitten) L_p , den ermittelten CPX-Indizes¹ $CPXP$, $CPXH$ und $CPXI$ (Close-Proximity Sound Index) sowie den Mittelwerten der Frequenzspektren für $CPXP$ und $CPXH$ dargestellt. Alle in diesem Bericht und im Anhang A angegebenen Ergebnisse sind gemäß Anhang D temperaturkorrigiert und auf die Nominalgeschwindigkeit von 80 km/h bezogen. Alle Pegel und CPX-Indizes sind in dB(A) angegeben.

In der Tabelle 2 werden diese Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

¹ In [3] werden die entsprechenden CPX-Pegel jetzt mit $L_{CPX:P,80km/h}$ (bisher: $CPXP$ -Index), $L_{CPX:H,80km/h}$ (bisher: $CPXH$ -Index) und $L_{CPX:I,80km/h}$ (bisher: $CPXI$) bezeichnet. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden hier die bisherigen Bezeichnungen beibehalten.

Tabelle 2. CPX-Indizes der Planungsabschnitte PA2 und PA3 zum Zeitpunkt November 2019 getrennt nach Planungsabschnitten.

| Planungsabschnitt | Fahrt- richtung | Fahrstreifen | CPXP, dB(A) | SCPXP | CPXH, dB(A) | SCPXH |
|-------------------|--------------------|--------------|----------------|-------|----------------|-------|
| PA2 | Ost | rechts | 96,7 | 0,6 | 99,5 | 0,5 |
| PA2 | Ost | links | 96,5 | 0,5 | 99,7 | 0,3 |
| PA2 | West | rechts | 96,2 | 0,8 | 99,2 | 0,7 |
| PA2 | West | links | 96,2 | 0,5 | 99,1 | 0,3 |
| PA3 | Ost | rechts | 96,4 | 0,8 | 99,4 | 0,6 |
| PA3 | Ost | links | 96,4 | 0,6 | 99,7 | 0,4 |
| PA3 | West | rechts | 96,4 | 0,8 | 99,1 | 0,7 |
| PA3 | West | links | 96,2 | 0,5 | 99,1 | 0,4 |

4.2 SPB-Messungen

Die Ergebnisse der SPB-Messungen sind hier getrennt nach den Fahrzeuggruppen Pkw, leichte (zweiachsige) Lkw und schwere (mehrachsige) Lkw zusammenfassend dargestellt. Die detaillierten Ergebnisprotokolle der SPB-Messungen befinden sich in Anhang A.

Alle in diesem Bericht und im Anhang A angegebenen Ergebnisse sind gemäß Anhang B temperaturkorrigiert und A-bewertet.

4.2.1 Anzahl der Vorbeifahrten und Geschwindigkeit

In Tabelle 3 sind Anzahl der Vorbeifahrten n , der arithmetische Mittelwert \bar{x} und die Standardabweichungen s der Geschwindigkeiten getrennt nach Fahrzeugkategorien eingetragen. Die Standardabweichung ist ein Maß dafür, wie stark die beobachteten Werte (Messwerte) durchschnittlich von ihrem Mittelwert abweichen. Im Bereich von einer Standardabweichung s unter und über dem Mittelwert liegen bei normal verteilten Messwerten 68 % und im Bereich von $\pm 2 s$ 95 % aller Messwerte.

Tabelle 3. Anzahl der Vorbeifahrten n , arithmetische Mittelwerte \bar{x} und Standardabweichungen s der gemessenen Geschwindigkeiten an den Messpunkten.

| Messpunkt | Anzahl der Vorbeifahrten n | | | Mittlere Geschwindigkeit, km/h | | | Standardabweichung der Geschwindigkeit, km/h | | |
|-------------|------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| | Pkw | leichte Lkw | schwere Lkw | Pkw | leichte Lkw | schwere Lkw | Pkw | leichte Lkw | schwere Lkw |
| PA2_FRO_MP1 | 117 | -- | 43 | 121,0 | -- | 87,1 | 6,9 | -- | 3,0 |
| PA2_FRO_MP2 | 104 | 17 | 83 | 121,8 | 101,6 | 89,3 | 8,5 | 11,4 | 2,3 |
| PA2_FRW_MP1 | 175 | -- | 84 | 116,4 | -- | 86,7 | 10,1 | -- | 2,5 |
| PA2_FRW_MP2 | 106 | -- | 54 | 119,9 | -- | 90,2 | 8,7 | -- | 3,8 |
| PA3_FRO_MP1 | 114 | 18 | 69 | 128,1 | 105,3 | 92,5 | 6,3 | 10,2 | 2,6 |
| PA3_FRO_MP2 | 121 | 10 | 82 | 121,8 | 101,0 | 89,3 | 8,1 | 16,0 | 2,7 |
| PA3_FRW_MP1 | 108 | -- | 57 | 116,6 | -- | 89,1 | 6,8 | -- | 4,5 |
| PA3_FRW_MP2 | 123 | -- | 63 | 119,0 | -- | 88,7 | 7,0 | -- | 3,7 |
| PA3_FRW_MP3 | 117 | -- | 25 | 117,6 | -- | 87,9 | 8,4 | -- | 3,5 |
| PA3_FRW_MP4 | 107 | -- | 21 | 124,6 | -- | 87,2 | 6,9 | -- | 4,3 |

S:\MProj\116MM116966MM116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Die Sollwerte für die Mindestanzahl der Vorbeifahrten für Pkw (100) werden an allen Messpunkten eingehalten bzw. übertroffen.

Die Mindestanzahl für zweiachsige Lkw (30) aus DIN EN ISO 11819-1 [1] wird aufgrund der wenigen Fahrzeuge dieser Kategorie an den Messabschnitten deutlich unterschritten. Die Mindestanzahl von schweren Lkw (30) wird an acht von zehn Messpunkten erreicht, an zwei Messpunkten geringfügig unterschritten.

Die statistisch gesicherte Aussagekraft ist somit hinsichtlich der Fahrzeugkategorie Pkw gegeben. Für die Ermittlung von Vergleichswerten zu D_{StrO} -Werten nach GESTrO 92 wird nur die Fahrzeugkategorie Pkw betrachtet.

Der für die Fahrzeugkategorie Pkw anzugebende mittlere Vorbeifahrpegel wird auf der Regressionsgeraden bei einer bestimmten Referenzgeschwindigkeit abgelesen, die für die Straßengattung typisch ist (siehe Anhang B). Für den Messpunkt ist die Geschwindigkeitsklasse „hoch“ (für Pkw) relevant (mit der Referenzgeschwindigkeit 110 km/h). Zur Bestimmung von Vergleichswerten zum D_{StrO} -Wert ist abweichend von der Norm eine Referenzgeschwindigkeit von 120 km/h für Pkw zu wählen. Die normgemäßen Ergebnisse für 110 km/h können den Messprotokollen in Anhang A entnommen werden, im Folgenden werden die Messergebnisse für 120 km/h dargestellt.

4.2.2 Vorbeifahrtpegel

In Anhang A sind die Ergebnisse der Vorbeifahrtpegelmessungen in Form von Scatterdiagrammen getrennt nach Messpunkten und Fahrzeugkategorien dargestellt.

In Tabelle 4 sind die Werte in 1,2 m Höhe mit Temperaturkorrektur nach Anhang B angegeben.

Tabelle 4. Ergebnisse der Regressionsanalyse. Arithmetische Mittelwerte \bar{x} und 95%-Vertrauensbereiche der gemessenen Vorbeifahrtpegel in 1,2 m Höhe für die jeweiligen Referenzgeschwindigkeiten v_0 . Alle Werte temperaturkorrigiert.

| Messpunkt | Vorbeifahrtpegel $L_{Af, max}$, dB(A) | | 95% Vertrauensbereich, dB | |
|-------------|---|----------------------------|---------------------------|-------------|
| | Pkw- Vorbeifahrtpegel bei 120 km/h, | | Pkw | schwere Lkw |
| | | schwere Lkw bei 85 km/h | | |
| PA2_FRO_MP1 | 81,8 | 88,0 | 0,3 | 0,8 |
| PA2_FRO_MP2 | 80,5 | 86,2 | 0,4 | 1,0 |
| PA2_FRW_MP1 | 81,1 | 88,9 | 0,3 | 0,5 |
| PA2_FRW_MP2 | 80,5 | 87,1 | 0,3 | 1,1 |
| PA3_FRO_MP1 | 80,7 | 88,7 | 0,5 | 1,8 |
| PA3_FRO_MP2 | 80,7 | 86,8 | 0,3 | 0,8 |
| PA3_FRW_MP1 | 81,7 | 87,7 | 0,3 | 0,7 |
| PA3_FRW_MP2 | 81,0 | 87,7 | 0,3 | 0,7 |
| PA3_FRW_MP3 | 80,4 | 88,0 | 0,3 | 1,2 |
| PA3_FRW_MP4 | 80,0 | 87,1 | 0,3 | 1,2 |

Im 95%-Vertrauensbereich liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der wahre Mittelwert des Vorbeifahrtpegels bei der jeweiligen Geschwindigkeit. Der erwartete Vertrauensbereich von 0,3 dB für Pkw nach Anhang B wird an acht von zehn Messpunkten erreicht, an zwei Messpunkten geringfügig überschritten. Im Anhang B sind die Messergebnisse auch spektral dargestellt.

5 Bewertung der Messergebnisse

5.1 Allgemeines

In dem untersuchten Abschnitt muss ein D_{Stro} -Vergleichswert von -3 dB eingehalten werden. Um der Messunsicherheit – insbesondere im Zusammenhang mit der Repräsentativität der Messquerschnitte Rechnung zu tragen, wurde vereinbart, dass zum Anforderungswert ein Vorhaltemaß addiert wird, das auf 1 dB festgelegt wurde. Somit sind die Messergebnisse mit einem vereinbarten Übergabewert von -4 dB zu vergleichen, wenn zwei SPB-Messungen je Abschnitt und Fahrtrichtung durchgeführt werden. Für den Fall, dass nicht nur zwei, sondern vier SPB-Messungen je Abschnitt und Fahrtrichtung durchgeführt werden, so ergibt sich eine statistisch besser abgesicherte Aussage, sodass das Vorhaltemaß auf 0,5 dB verringert werden kann und die Messwerte mit einem Übergabewert von -3,5 dB vergleichen werden können.

5.2 Repräsentativität der Messquerschnitte

Wie bereits in Kapitel 3.2.2 erwähnt weisen die Fahrbahnbeläge eine gute akustische Homogenität auf (vgl. hierzu auch die Ausführungen in [4]). Aufgrund der örtlichen Situation und der Anforderungen an das Umfeld von SPB-Messstellen (keine Reflexionen, keine Steigungen, keine Kurven) konnten die SPB-Querschnitte nicht in allen Fällen homogen über den Gesamtabschnitten verteilt werden. Zur genaueren Betrachtung der Repräsentativität der Messquerschnitte der SPB-Messungen sind in Abbildung 5 die Pegel-Orts-Verläufe der CPXP-Indizes getrennt für die beiden Fahrtrichtungen und Planungsabschnitte dargestellt und die SPB-Messquerschnitte eingezeichnet. Zusätzlich sind in Tabelle 5 die CPX-Messwerte an den SPB-Querschnitten auch den CPX-Messwerten der jeweiligen Gesamtabschnitte zahlenmäßig gegenübergestellt.

Tabelle 5. CPXP-Indizes an den SPB-Querschnitten und der jeweiligen Gesamtabschnitte.

| SPB Messquerschnitt | Kilometrierung | CPXP-Index Gesamtabschnitt dB(A) | CPXP-Index am SPB-Querschnitt dB(A) | Δ dB |
|------------------------|----------------|--|---|----------------|
| PA2_FRO_MP1 | 35,4 | 96,7 | 97 | 0,3 |
| PA2_FRO_MP2 | 44,2 | | 97,1 | 0,4 |
| PA2_FRW_MP1 | 43,9 | 96,2 | 95,8 | -0,4 |
| PA2_FRW_MP2 | 44,5 | | 96,9 | 0,7 |
| PA3_FRO_MP1 | 48,4 | 96,4 | 96,7 | 0,3 |
| PA3_FRO_MP2 | 51,3 | | 97,7 | 1,3 |
| PA3_FRW_MP1 | 45,6 | 96,4 | 96,6 | 0,2 |
| PA3_FRW_MP2 | 51,3 | | 95,6 | -0,8 |
| PA3_FRW_MP3 | 48,7 | | 96,2 | -0,2 |
| PA3_FRW_MP4 | 53,9 | | 95,4 | -1 |
| Mittelwert | | | | 0,1 |

Es zeigt sich, dass die CPXP-Indizes auf Höhe der Messquerschnitte in den meisten Fällen sehr nah an den jeweiligen Werten der Gesamtabschnitte liegen. Nur in einem Fall ergibt sich eine Differenz > 1dB. Der Mittelwert aller Differenzen liegt bei 0,1 dB und zeigt, dass sich keine systematischen Differenzen von den SPB-Querschnitten zu den Gesamtstrecken ergeben.

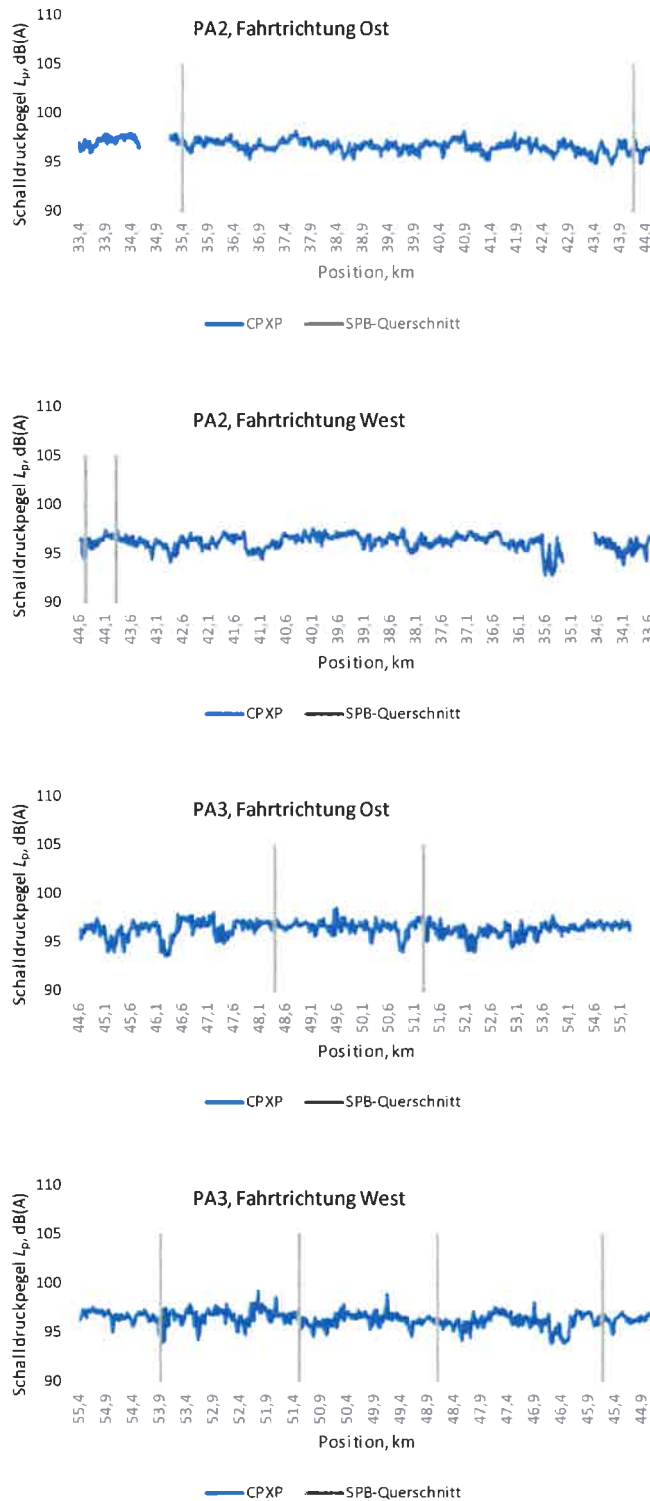


Abbildung 5. Pegel-Orts-Verläufe der CPXP-Indizes getrennt für die beiden Fahrrichtungen und Planungsabschnitte (jeweils in Fahrrichtung) und die SPB-Messquerschnitte.

5.3 Bewertung der einzelnen Abschnitte

Für die Bewertung der rechten Fahrstreifen werden die SPB-Messergebnisse je Abschnitt und Fahrtrichtung zu einem Einzelwert gemittelt und dann mit dem oben beschriebenen Übergabewert verglichen.

Als referenzwert werden 85,2 dB(A) für Pkw bei 120 km/h verwendet. Diese Werte sind identisch zu denen der dem Stand der Technik entsprechenden Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau, z.B. [6].

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6. Rechte Fahrstreifen: Vorbeifahrtpegel, Vergleichswerte zum D_{Stro} -Wert je Messquerschnitt, Einzelwerte je Abschnitt und Fahrtrichtung, Übergabewerte und abschließende Bewertung. *Im Planungsabschnitt PA3 wurden in Fahrtrichtung West vier SPB-Messungen durchgeführt, sodass mit einem Übergabewert von -3,5 dB verglichen werden kann.

| Messpunkt | Pkw-Vorbeifahrtpegel bei 120 km/h, dB(A) | Vergleichswert zum Referenzwert, dB | Übergabewert, dB | Einzelwert je Abschnitt, dB |
|-------------|--|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| PA2_FRO_MP1 | 81,8 | -3,4 | -4 | -4,1 |
| PA2_FRO_MP2 | 80,5 | -4,7 | | -4,4 |
| PA2_FRW_MP1 | 81,1 | -4,1 | -4 | -4,5 |
| PA2_FRW_MP2 | 80,5 | -4,7 | | -4,4 |
| PA3_FRO_MP1 | 80,7 | -4,5 | -4 | -4,5 |
| PA3_FRO_MP2 | 80,7 | -4,5 | | -4,4 |
| PA3_FRW_MP1 | 81,7 | -3,5 | -3,5* | -4,4 |
| PA3_FRW_MP2 | 81,0 | -4,2 | | -4,4 |
| PA3_FRW_MP3 | 80,4 | -4,8 | | -4,4 |
| PA3_FRW_MP4 | 80,0 | -5,2 | | -4,4 |

Somit kann zum Zeitpunkt der Messungen (Mai 2020) festgestellt werden, dass die Anforderungswerte von -3 dB in beiden Planungsabschnitten (PA2 und PA3) auch unter Berücksichtigung der Vorhaltemaße für die rechten Fahrstreifen eingehalten (unterschritten) sind. Auf dem Planungsabschnitt PA3 führten die ersten beiden Messungen in Fahrtrichtung West zu einem Ergebnis oberhalb des Anforderungswertes plus Vorhaltemaß (-3 dB - 1 dB = -4 dB). Aus diesem Grund wurde gemäß oben beschriebener Vorgehensweise beschlossen zwei weitere Messungen in diesem Abschnitt in Fahrtrichtung West durchzuführen, um das Vorhaltemaß auf 0,5 dB reduzieren zu können. Der sich dann ergebende Einzelwert (Mittelwert aus den vier SPB-Messquerschnitten) liegt letztendlich bei -4,4 dB und erfüllt damit schließlich nicht nur den „erleichterten“ Übergabewert von -3,5 dB, sondern auch den ursprünglich vereinbarten Übergabewert von -4 dB.

S:\MIP\proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Für die Bewertung der linken Fahrstreifen werden die Einzelwerte der rechten Fahrstreifen (vgl. Tabelle 6) als Grundlage herangezogen und mit einem Umrechnungswert verrechnet, der sich aus der Differenz der CPX-Messungen vom rechten zum linken Fahrstreifen ergibt. Dies ist in folgender Formel zusammengefasst.

$$SPB_{\ddot{U}} = SPB_R - (CPXP_R - CPXP_{\ddot{U}})$$

Dabei sind:

- $SPB_{\ddot{U}}$: der zu errechnende maßgebende Schalldruckpegel des Überholstreifens in dB(A)
- SPB_R : der Schalldruckpegel des rechten Fahrstreifens ermittelt nach DIN EN ISO 11 819-1 in dB(A)
- $CPXP_R$: der mittlere CPX-Wert nach DIN EN ISO 11819-2 des rechten Fahrstreifens für den der SPB-Messung zugeordneten Streckenabschnitt in dB(A) bei Verwendung des Reifens P1
- $CPXP_{\ddot{U}}$: der mittlere CPX-Wert nach DIN EN ISO 11819-2 des Überholstreifens für den der SPB-Messung zugeordneten Streckenabschnitt in dB(A) bei Verwendung des Reifens P1

Somit ergeben sich folgende Ergebnisse für die linken Fahrstreifen.

Tabelle 7. SPB-Messergebnisse für den rechten Fahrstreifen für Pkw, Umrechnungswert zum linken Fahrstreifen, Übergabewert und Wert für den linken Fahrstreifen $SPB_{\ddot{U}}$.

| Planungsabschnitt | Fahrtrichtung | SPB_R , dB | $CPXP_R$, dB(A) | $CPXP_{\ddot{U}}$, dB(A) | $(CPXP_R - CPXP_{\ddot{U}})$, dB | Übergabewert, dB | $SPB_{\ddot{U}}$, dB |
|-------------------|---------------|-----------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| PA2 | Ost | -4,1 | 96,7 | 96,5 | +0,2 | -4 | -4,3 |
| PA2 | West | -4,4 | 96,2 | 96,2 | ±0,0 | -4 | -4,4 |
| PA3 | Ost | -4,5 | 96,4 | 96,4 | ±0,0 | -4 | -4,5 |
| PA3 | West | -4,4 | 96,4 | 96,2 | +0,2 | -4 | -4,6 |

Somit kann zum Zeitpunkt der Messungen (Mai 2020) festgestellt werden, dass die Anforderungswerte von -3 dB in beiden Planungsabschnitten (PA2 und PA3) auch unter Berücksichtigung der Vorhaltemaße für die linken Fahrstreifen eingehalten (unterschritten) sind.

6 Grundlagen

- [1] DIN EN ISO 11819-1: Akustik – Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren (ISO 11819-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11819-1:2001.
- [2] GESTrO-92 „Verfahren zur Messung der Geräuschemission von Straßenoberflächen“, Ausgabe 1992.
- [3] DIN EN ISO 11819-2: Akustik – Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 2: Nahfeldmessverfahren (ISO 11819-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 11819-2:2017.
- [4] Müller-BBM Bericht M116966/04 vom 11. Dezember 2019: Fahrbahnbeläge auf der Bundesautobahn A94 Abschnitte Forstinning – Pastetten und Pastetten – Heldenstein; Messungen nach Verkehrsfreigabe, Untersuchung des DSH-V-Belages, Nahfeld- (CPX-) Messungen der Reifen-Fahrbahn-Geräusche nach DIN ISO 11819-2.
- [5] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 3/2009 vom 31.03.2009 (S 13/7144.2/02-09/1005908, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung) zu Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90 und Fahrbahnoberflächen-Korrekturwerte DStrO für offeneporige Asphaltdeckschichten; mit Anlage: Statuspapier Offeneporige Asphaltdeckschichten (OPA) vom 10.02.2009.
- [6] RLS-19: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, FGSV 052. Ausgabe 2019.
- [7] TP KoSD-19: Technische Prüfvorschriften zur Korrekturwertbestimmung der Geräuschemission von Straßendeckschichten, FGSV 053. Ausgabe 2019.

Anhang A

Messprotokolle der SPB-Messungen

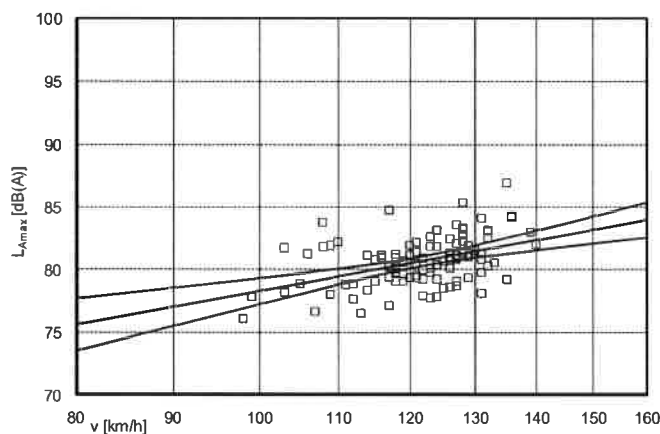
S:\M\Proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|---------|---------------------------------|----------|
| Messort | A94 PA2 | Fahrzeugkategorie | PKW |
| | MP2 | Datum | 6.5.2020 |
| km | 44.2 | Temperatur Luft [°C] | 12.9 |
| Richtung | Passau | Temperatur Fahrbahn [°C] | 22.0 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v [km/h] | $L_{A,max}$ [dB(A)] | 95%VB [dB(A)] |
|----------|---------------------|---------------|
| 80 | 75.7 | 2.1 |
| 90 | 77.1 | 1.5 |
| 100 | 78.3 | 1.0 |
| 110 | 79.5 | 0.6 |
| 120 | 80.5 | 0.4 |
| 130 | 81.5 | 0.5 |
| 140 | 82.4 | 0.8 |
| 150 | 83.2 | 1.1 |
| 160 | 84.0 | 1.4 |

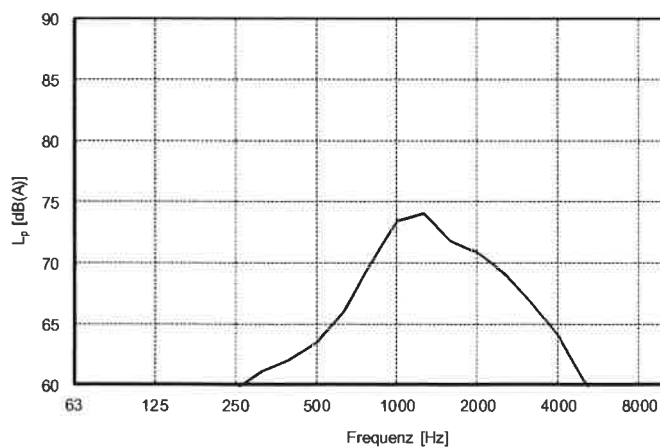
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \lg(v/v_0)$

| | |
|--------------------------------------|------|
| Achsenabschnitt a | 80.5 |
| Steigung b | 27.7 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.4 |
| Residuum [dB(A)] | 1.8 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 [km/h] | 120 |

| | |
|--|-------|
| Anzahl der Messwerte | 104 |
| Mittlere Geschwindigkeit [km/h] | 121.8 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit [km/h] | 8.5 |
| Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$ [dB(A)] | 80.7 |
| Standardabweichung $L_{A,max}$ [dB(A)] | 2.0 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 120 km/h



Oktavspektrum für 120 km/h

| f [Hz] | L_p [dB(A)] |
|--------|---------------|
| 63 | 47.8 |
| 125 | 57.3 |
| 250 | 64.3 |
| 500 | 68.9 |
| 1k | 77.6 |
| 2k | 75.5 |
| 4k | 69.2 |
| 8k | 59.1 |
| gesamt | 80.5 |

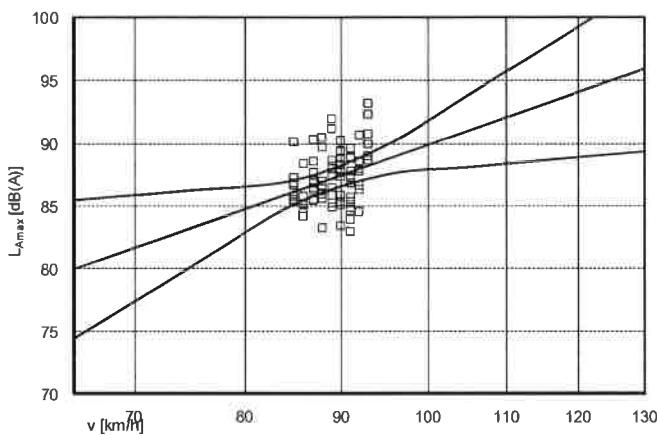
S:\M\Proj\1161M116966\116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|---------|---------------------------------|----------|
| Messort | A94 PA2 | Fahrzeugkategorie | LKW |
| | MP2 | Datum | 6.5.2020 |
| km | 44.2 | Temperatur Luft [°C] | 13.0 |
| Richtung | Passau | Temperatur Fahrbahn [°C] | 22.8 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



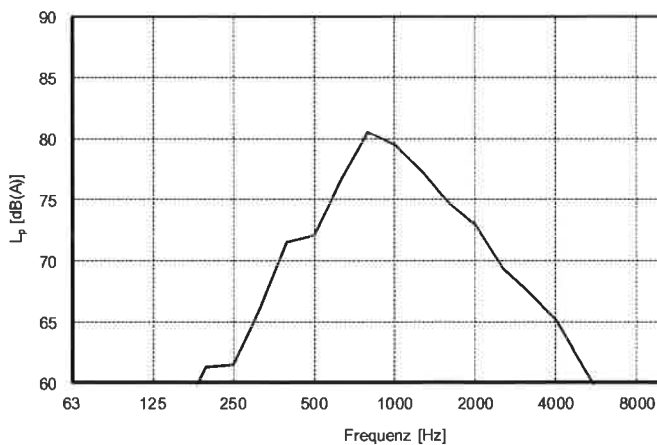
| v [km/h] | $L_{A,max}$ [dB(A)] | 95%VB [dB(A)] |
|----------|---------------------|---------------|
| 65 | 80.0 | 5.6 |
| 75 | 83.3 | 3.1 |
| 85 | 86.2 | 1.0 |
| 95 | 88.7 | 1.2 |
| 105 | 91.0 | 2.9 |
| 115 | 93.1 | 4.4 |
| 125 | 95.1 | 5.9 |
| 135 | 96.8 | 7.2 |
| 145 | 98.5 | 8.5 |

Trendlinie $L_{A,max} = a + b \lg(v/v_0)$

| | | | |
|--------------------------------------|------|--|------|
| Achsenabschnitt a | 86.2 | Anzahl der Messwerte | 83 |
| Steigung b | 53.2 | Mittlere Geschwindigkeit [km/h] | 89.3 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.3 | Standardabweichung Geschwindigkeit [km/h] | 2.3 |
| Residuum [dB(A)] | 2.1 | Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$ [dB(A)] | 87.3 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 [km/h] | 85 | Standardabweichung $L_{A,max}$ [dB(A)] | 2.2 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 85 km/h



Oktavspektrum für 85 km/h

| f [Hz] | L_p [dB(A)] |
|--------|---------------|
| 63 | 51.4 |
| 125 | 59.6 |
| 250 | 68.5 |
| 500 | 78.9 |
| 1k | 84.1 |
| 2k | 77.7 |
| 4k | 70.1 |
| 8k | 59.4 |
| gesamt | 86.2 |

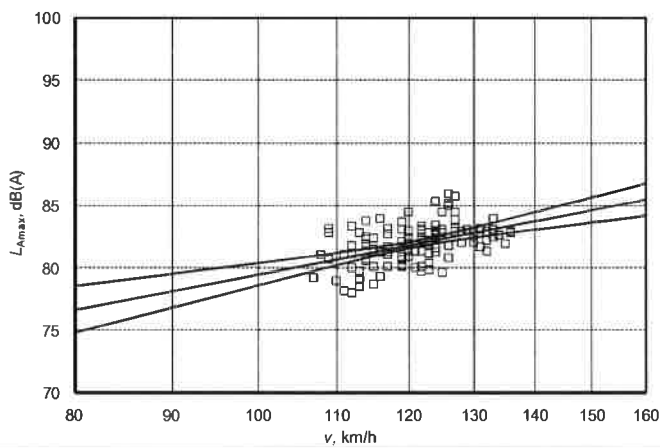
S:\M\Proj\116\116M116966M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|---------------|--------------|-------------------------|----------|
| Messort | BAB A94 | Fahrzeugkategorie | PKW |
| km | 35,459 | Datum | 5.5.2020 |
| Richtung | Ost (Passau) | Temperatur Luft, °C | 16.6 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V | Temperatur Fahrbahn, °C | 28.6 |
| | | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v km/h | L _{A,max} dB(A) | 95%VB dB(A) |
|-----------|-----------------------------|----------------|
| 80 | 76.7 | 1.9 |
| 90 | 78.2 | 1.4 |
| 100 | 79.5 | 0.9 |
| 110 | 80.7 | 0.5 |
| 120 | 81.8 | 0.3 |
| 130 | 82.9 | 0.4 |
| 140 | 83.8 | 0.7 |
| 150 | 84.7 | 1.0 |
| 160 | 85.5 | 1.3 |

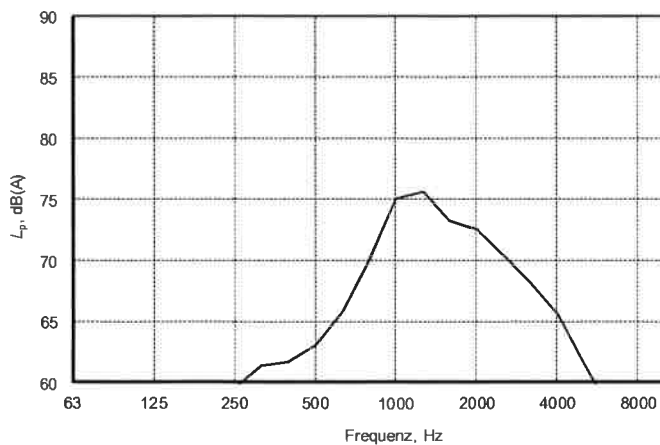
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \lg(v/v_0)$

| | |
|---|------|
| Achsenabschnitt a | 81.8 |
| Steigung b | 29.3 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.5 |
| Residuum, dB(A) | 1.4 |
| Referenzgeschwindigkeit v ₀ , km/h | 120 |

| | |
|---|-------|
| Anzahl der Messwerte | 117 |
| Mittlere Geschwindigkeit, km/h | 121.0 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit, km/h | 6.9 |
| Mittlerer Maximalpegel L _{A,max} , dB(A) | 81.9 |
| Standardabweichung L _{A,max} , dB(A) | 1.6 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 120 km/h



Oktavspektrum für 120 km/h

| f Hz | L _p dB(A) |
|---------|-------------------------|
| 63 | 47.6 |
| 125 | 58.0 |
| 250 | 64.3 |
| 500 | 68.6 |
| 1k | 79.0 |
| 2k | 77.0 |
| 4k | 70.7 |
| 8k | 59.7 |
| gesamt | 81.8 |

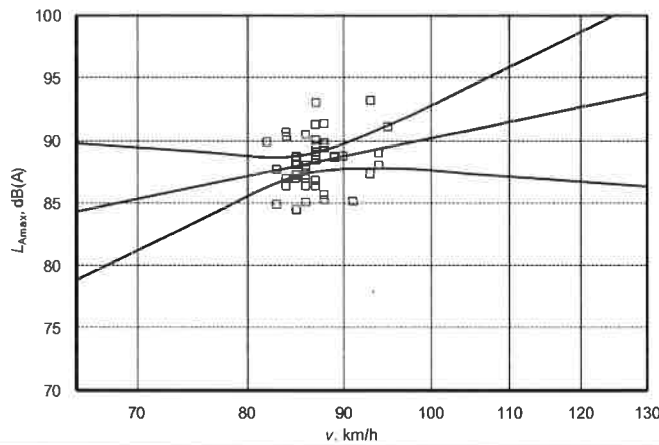
S:\M\Proj\116\116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|---------------|--------------|-------------------------|----------|
| Messort | BAB A94 | Fahrzeugkategorie | LKW |
| km | 35,459 | Datum | 5.5.2020 |
| Richtung | Ost (Passau) | Temperatur Luft, °C | 16.6 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V | Temperatur Fahrbahn, °C | 28.7 |
| | | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v km/h | $L_{A,max}$ dB(A) | 95%VB dB(A) |
|-----------|----------------------|----------------|
| 65 | 84.3 | 5.5 |
| 75 | 86.3 | 2.9 |
| 85 | 88.0 | 0.8 |
| 95 | 89.5 | 1.7 |
| 105 | 90.9 | 3.5 |
| 115 | 92.1 | 5.2 |
| 125 | 93.3 | 6.7 |
| 135 | 94.3 | 8.2 |
| 145 | 95.3 | 9.5 |

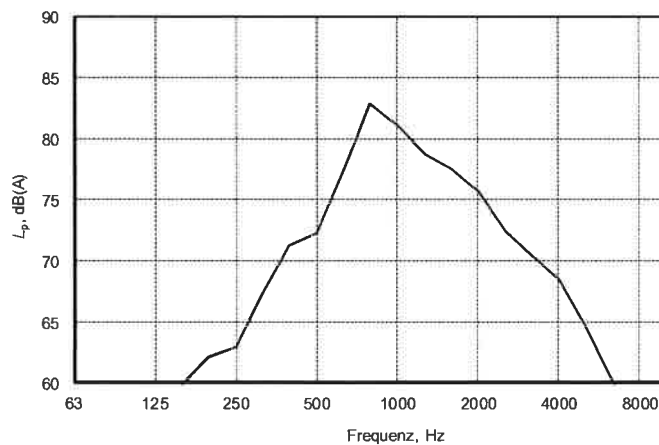
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \lg(v/v_0)$

| | |
|--------------------------------------|------|
| Achsenabschnitt a | 88.0 |
| Steigung b | 31.6 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.2 |
| Residuum, dB(A) | 2.0 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 , km/h | 85 |

| | |
|--|------|
| Anzahl der Messwerte | 43 |
| Mittlere Geschwindigkeit, km/h | 87.1 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit, km/h | 3.0 |
| Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$, dB(A) | 88.3 |
| Standardabweichung $L_{A,max}$, dB(A) | 2.1 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 85 km/h

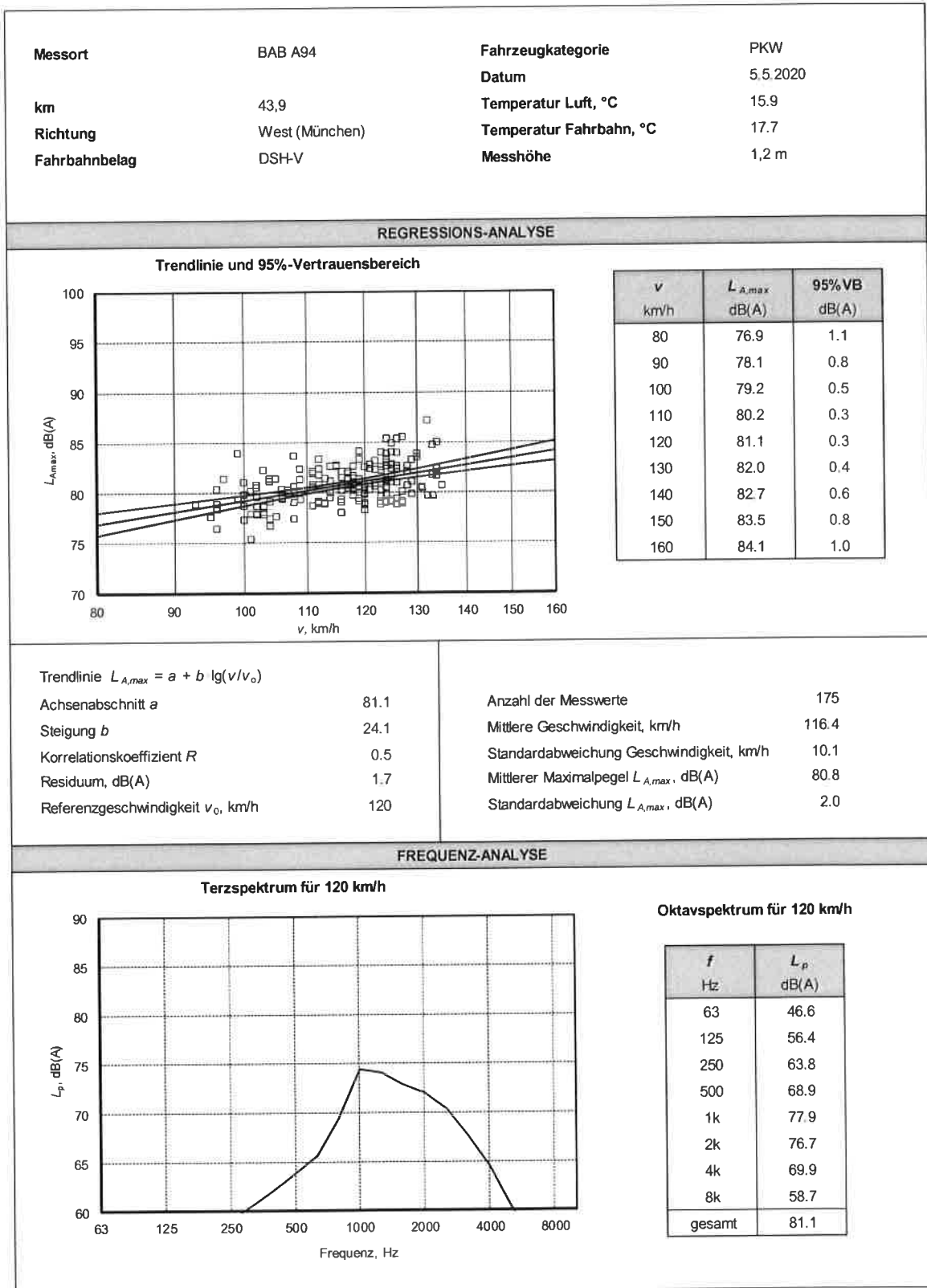


Oktavspektrum für 85 km/h

| f Hz | L_p dB(A) |
|---------|----------------|
| 63 | 54.5 |
| 125 | 62.5 |
| 250 | 69.6 |
| 500 | 79.4 |
| 1k | 86.0 |
| 2k | 80.5 |
| 4k | 73.2 |
| 8k | 61.8 |
| gesamt | 88.0 |

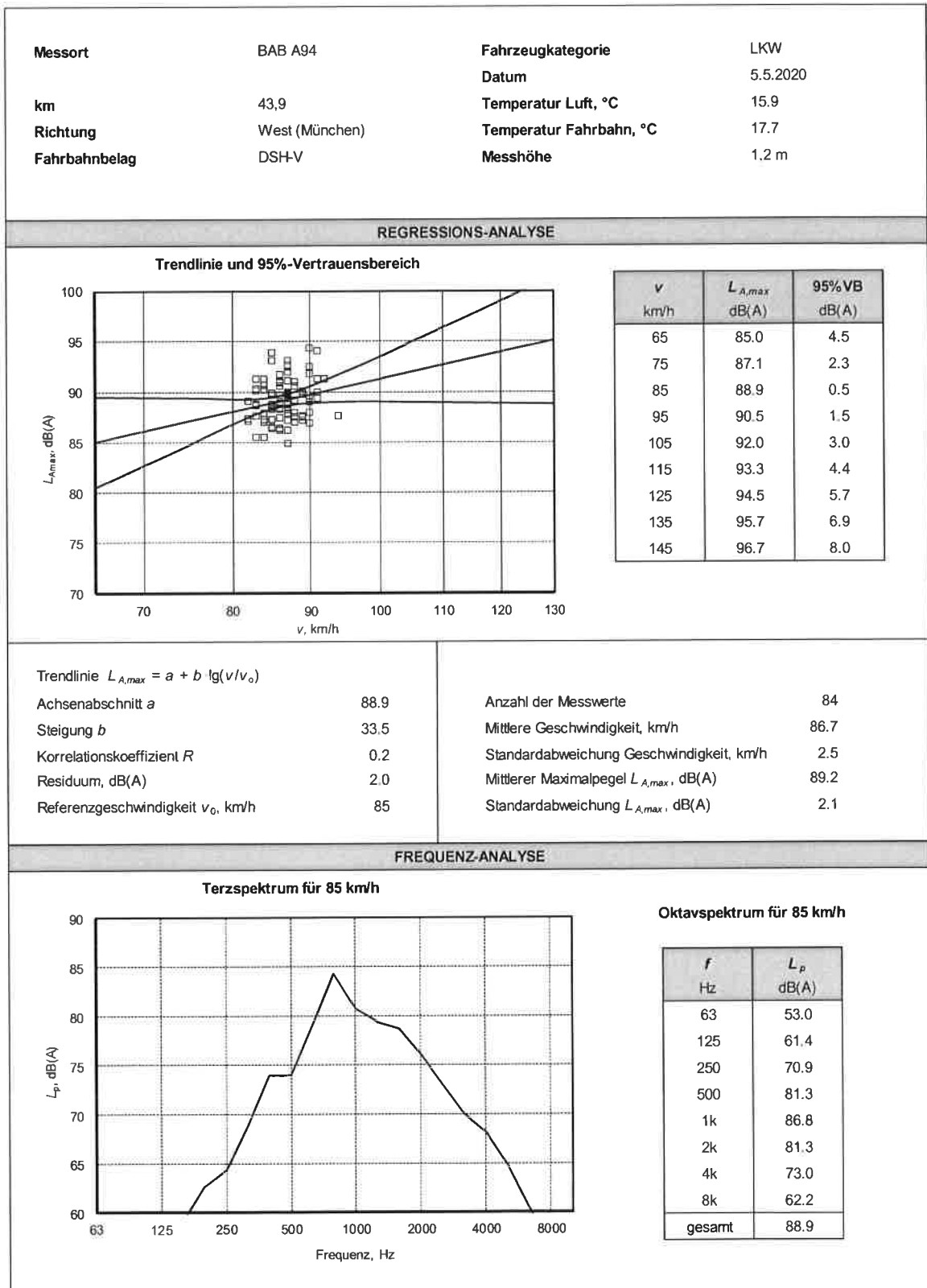
S:\M\Proj\116\116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



S:\MP\Proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



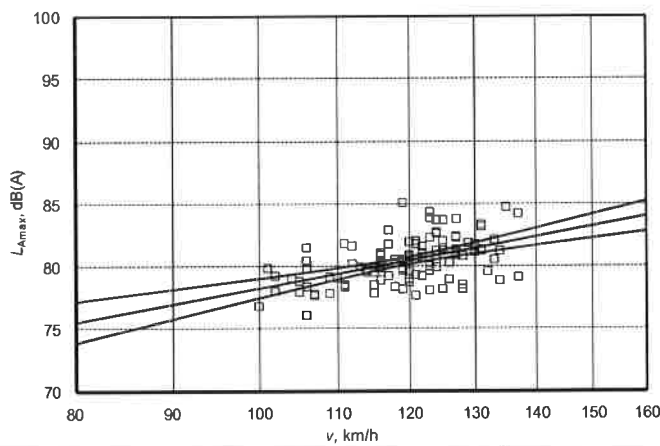
S:\M\Proj\116\M116966\MM116966_08_Ber_1D.DOCX.01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------------|----------|
| Messort | BAB A94 | Fahrzeugkategorie | PKW |
| km | 44,5 | Datum | 5.5.2020 |
| Richtung | West (München) | Temperatur Luft, °C | 16.2 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V | Temperatur Fahrbahn, °C | 20.7 |
| | | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v km/h | $L_{A,max}$ dB(A) | 95% VB dB(A) |
|-----------|----------------------|-----------------|
| 80 | 75.5 | 1.7 |
| 90 | 77.0 | 1.2 |
| 100 | 78.3 | 0.8 |
| 110 | 79.4 | 0.5 |
| 120 | 80.5 | 0.3 |
| 130 | 81.5 | 0.5 |
| 140 | 82.4 | 0.7 |
| 150 | 83.2 | 1.0 |
| 160 | 84.0 | 1.2 |

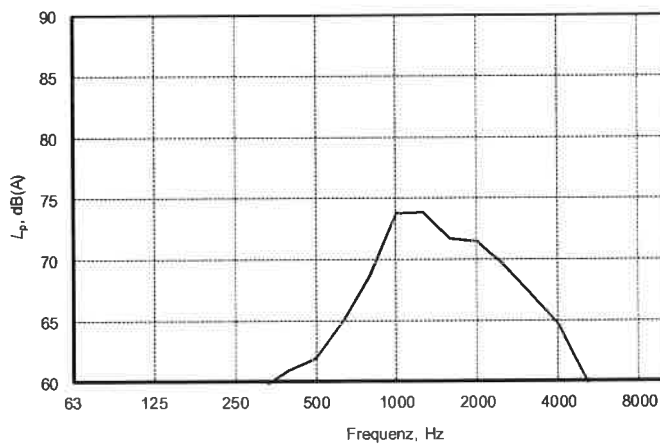
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \lg(v/v_0)$

| | |
|--------------------------------------|------|
| Achsenabschnitt a | 80.5 |
| Steigung b | 28.3 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.5 |
| Residuum, dB(A) | 1.6 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 , km/h | 120 |

| | |
|--|-------|
| Anzahl der Messwerte | 106 |
| Mittlere Geschwindigkeit, km/h | 119.9 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit, km/h | 8.7 |
| Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$, dB(A) | 80.5 |
| Standardabweichung $L_{A,max}$, dB(A) | 1.8 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 120 km/h



Oktavspektrum für 120 km/h

| f Hz | L_p dB(A) |
|---------|----------------|
| 63 | 48.9 |
| 125 | 57.8 |
| 250 | 62.9 |
| 500 | 67.8 |
| 1k | 77.5 |
| 2k | 75.8 |
| 4k | 69.7 |
| 8k | 57.9 |
| gesamt | 80.5 |

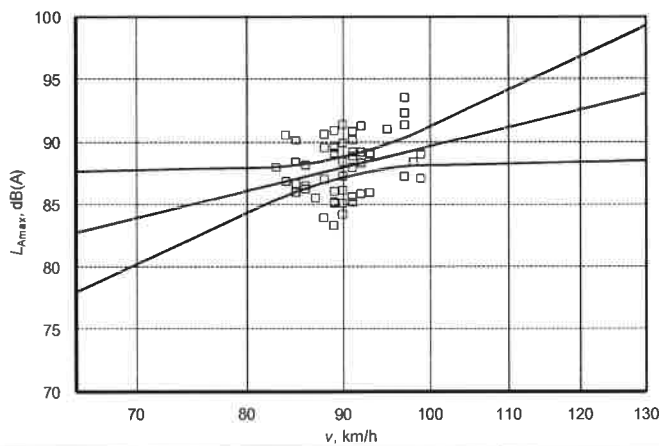
S:\MP\proj\116\116M116966\116966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|---------------|----------------|-------------------------|----------|
| Messort | BAB A94 | Fahrzeugkategorie | LKW |
| km | 44,5 | Datum | 5.5.2020 |
| Richtung | West (München) | Temperatur Luft, °C | 16.2 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V | Temperatur Fahrbahn, °C | 21.9 |
| | | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v km/h | $L_{A,max}$ dB(A) | 95%VB dB(A) |
|-----------|----------------------|----------------|
| 65 | 82.8 | 4.9 |
| 75 | 85.1 | 2.8 |
| 85 | 87.1 | 1.1 |
| 95 | 88.9 | 1.0 |
| 105 | 90.5 | 2.3 |
| 115 | 91.9 | 3.6 |
| 125 | 93.3 | 4.8 |
| 135 | 94.5 | 6.0 |
| 145 | 95.6 | 7.0 |

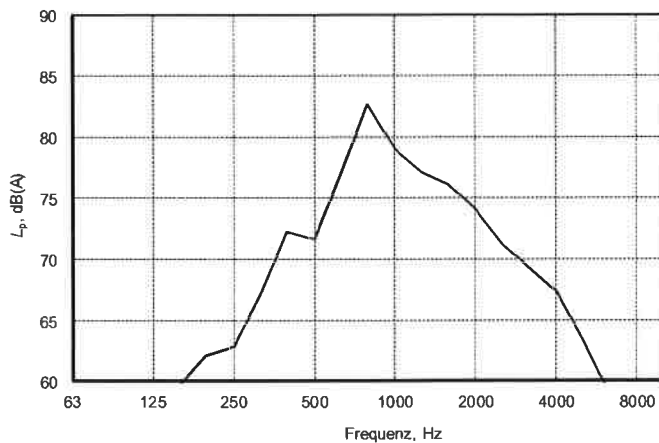
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \cdot \lg(v/v_0)$

| | |
|--------------------------------------|------|
| Achsenabschnitt a | 87.1 |
| Steigung b | 36.9 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.3 |
| Residuum, dB(A) | 2.2 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 , km/h | 85 |

| | |
|--|------|
| Anzahl der Messwerte | 54 |
| Mittlere Geschwindigkeit, km/h | 90.2 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit, km/h | 3.8 |
| Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$, dB(A) | 88.0 |
| Standardabweichung $L_{A,max}$, dB(A) | 2.3 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 85 km/h



Oktavspektrum für 85 km/h

| f Hz | L_p dB(A) |
|---------|----------------|
| 63 | 54.9 |
| 125 | 62.3 |
| 250 | 69.4 |
| 500 | 79.2 |
| 1k | 85.0 |
| 2k | 79.0 |
| 4k | 72.1 |
| 8k | 60.7 |
| gesamt | 87.1 |

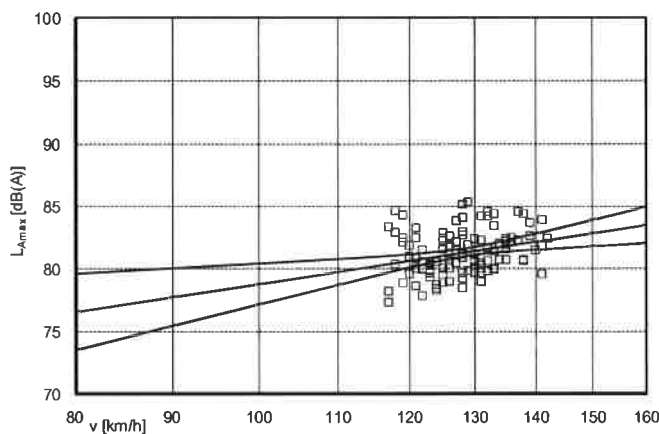
S:\MP\Proj\116\116\116966\116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|---------|---------------------------------|----------|
| Messort | A94 PA3 | Fahrzeugkategorie | PKW |
| | MP1 | Datum | 6.5.2020 |
| km | 48.4 | Temperatur Luft [°C] | 14.6 |
| Richtung | Passau | Temperatur Fahrbahn [°C] | 26.1 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v [km/h] | $L_{A,max}$ [dB(A)] | 95%VB [dB(A)] |
|----------|---------------------|---------------|
| 80 | 76.6 | 3.0 |
| 90 | 77.8 | 2.3 |
| 100 | 78.8 | 1.6 |
| 110 | 79.8 | 1.0 |
| 120 | 80.7 | 0.5 |
| 130 | 81.5 | 0.3 |
| 140 | 82.2 | 0.7 |
| 150 | 82.9 | 1.1 |
| 160 | 83.5 | 1.5 |

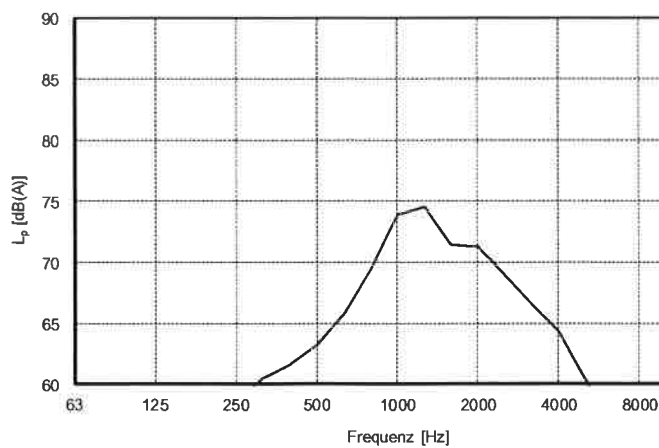
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \cdot \lg(v/v_o)$

| | |
|--------------------------------------|------|
| Achsenabschnitt a | 80.7 |
| Steigung b | 23.1 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.3 |
| Residuum [dB(A)] | 1.7 |
| Referenzgeschwindigkeit v_o [km/h] | 120 |

| | |
|--|-------|
| Anzahl der Messwerte | 114 |
| Mittlere Geschwindigkeit [km/h] | 128.1 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit [km/h] | 6.3 |
| Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$ [dB(A)] | 81.3 |
| Standardabweichung $L_{A,max}$ [dB(A)] | 1.7 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 120 km/h



Oktavspektrum für 120 km/h

| f [Hz] | L_p [dB(A)] |
|--------|---------------|
| 63 | 48.2 |
| 125 | 57.7 |
| 250 | 63.6 |
| 500 | 68.7 |
| 1k | 77.9 |
| 2k | 75.5 |
| 4k | 69.2 |
| 8k | 58.9 |
| gesamt | 80.7 |

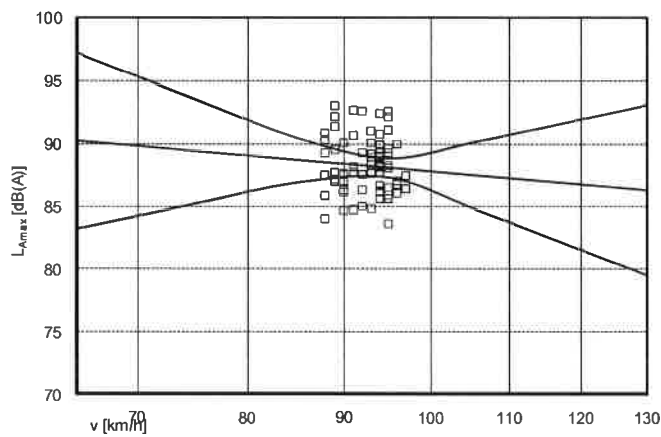
S:\M\Proj\116MM116966\116966_08_Ber_1D_DOCX.01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|---------|---------------------------------|----------|
| Messort | A94 PA3 | Fahrzeugkategorie | LKW |
| | MP1 | Datum | 6.5.2020 |
| km | 48.4 | Temperatur Luft [°C] | 14.5 |
| Richtung | Passau | Temperatur Fahrbahn [°C] | 26.0 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v [km/h] | $L_{A,max}$ [dB(A)] | 95%VB [dB(A)] |
|----------|---------------------|---------------|
| 65 | 90.3 | 7.0 |
| 75 | 89.4 | 4.2 |
| 85 | 88.7 | 1.8 |
| 95 | 88.1 | 0.8 |
| 105 | 87.5 | 2.6 |
| 115 | 87.0 | 4.4 |
| 125 | 86.6 | 6.0 |
| 135 | 86.1 | 7.5 |
| 145 | 85.7 | 9.0 |

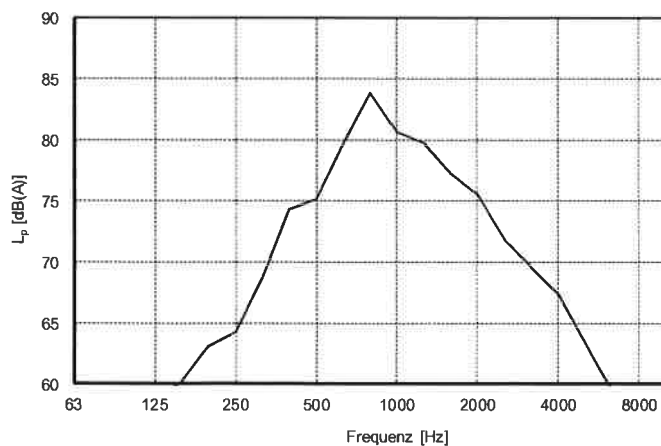
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \cdot \lg(v/v_0)$

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Achsenabschnitt a | 88.7 |
| Steigung b | -13.0 |
| Korrelationskoeffizient R | -0.1 |
| Residuum [dB(A)] | 2.3 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 [km/h] | 85 |

| | |
|--|------|
| Anzahl der Messwerte | 69 |
| Mittlere Geschwindigkeit [km/h] | 92.5 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit [km/h] | 2.6 |
| Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$ [dB(A)] | 88.3 |
| Standardabweichung $L_{A,max}$ [dB(A)] | 2.3 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 85 km/h

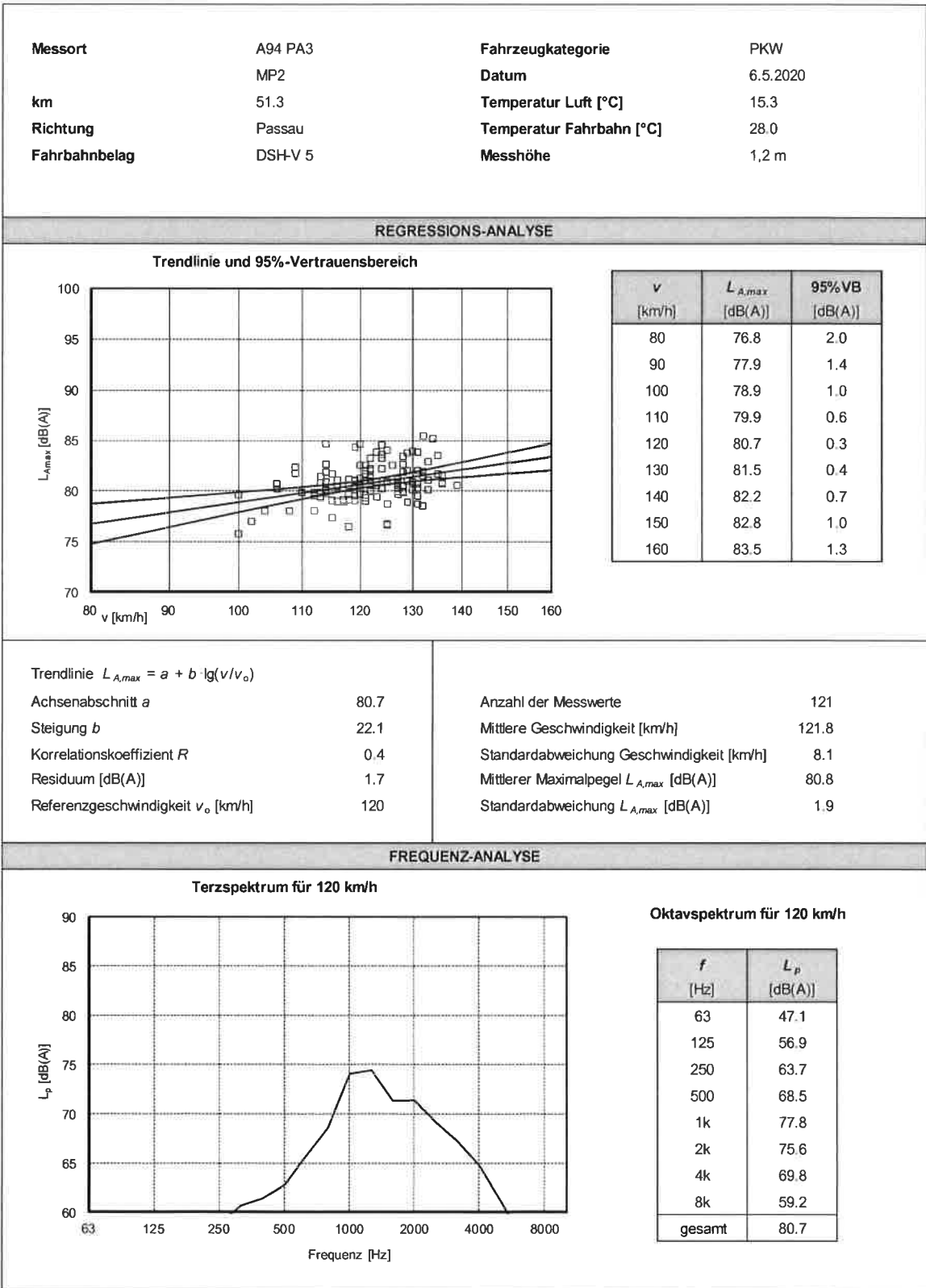


Oktavspektrum für 85 km/h

| f [Hz] | L_p [dB(A)] |
|--------|---------------|
| 63 | 54.7 |
| 125 | 62.9 |
| 250 | 70.9 |
| 500 | 81.9 |
| 1k | 86.6 |
| 2k | 80.2 |
| 4k | 72.2 |
| 8k | 61.2 |
| gesamt | 88.7 |

S:\WP\Proj\116\M116966\M116966_08_Ber_ID.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



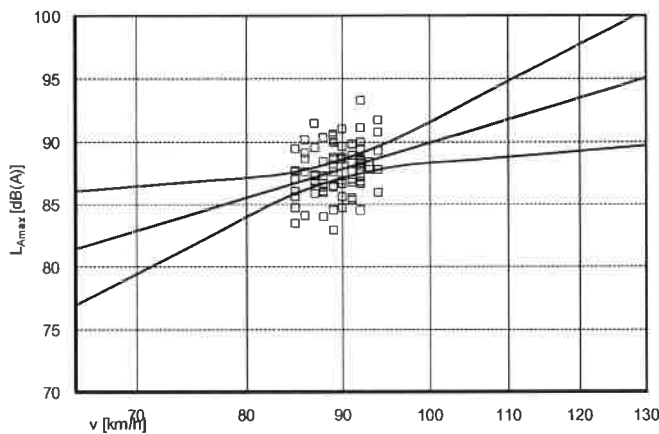
S:\M\Proj\116\116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|---------|---------------------------------|----------|
| Messort | A94 PA3 | Fahrzeugkategorie | LKW |
| | MP2 | Datum | 6.5.2020 |
| km | 51.3 | Temperatur Luft [°C] | 15.3 |
| Richtung | Passau | Temperatur Fahrbahn [°C] | 27.9 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



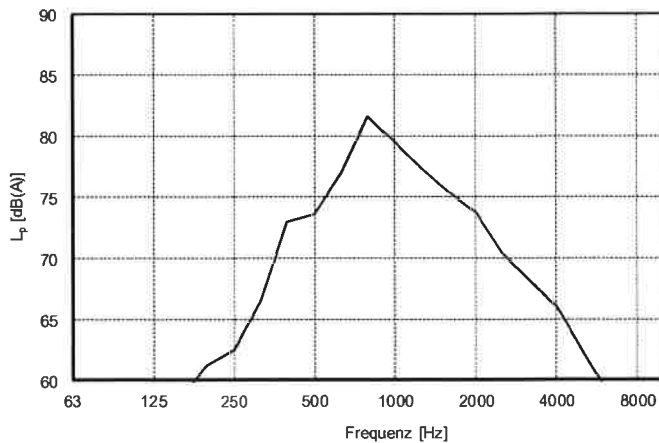
| v [km/h] | $L_{A,max}$ [dB(A)] | 95%VB [dB(A)] |
|----------|---------------------|---------------|
| 65 | 81.5 | 4.5 |
| 75 | 84.3 | 2.5 |
| 85 | 86.8 | 0.8 |
| 95 | 88.9 | 1.0 |
| 105 | 90.9 | 2.3 |
| 115 | 92.7 | 3.6 |
| 125 | 94.3 | 4.8 |
| 135 | 95.8 | 5.9 |
| 145 | 97.2 | 6.9 |

Trendlinie $L_{A,max} = a + b \lg(v/v_0)$

| | | | |
|--------------------------------------|------|--|------|
| Achsenabschnitt a | 86.8 | Anzahl der Messwerte | 82 |
| Steigung b | 45.1 | Mittlere Geschwindigkeit [km/h] | 89.3 |
| Korrelationskoeffizient R | 0.3 | Standardabweichung Geschwindigkeit [km/h] | 2.7 |
| Residuum [dB(A)] | 1.9 | Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$ [dB(A)] | 87.7 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 [km/h] | 85 | Standardabweichung $L_{A,max}$ [dB(A)] | 2.0 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 85 km/h

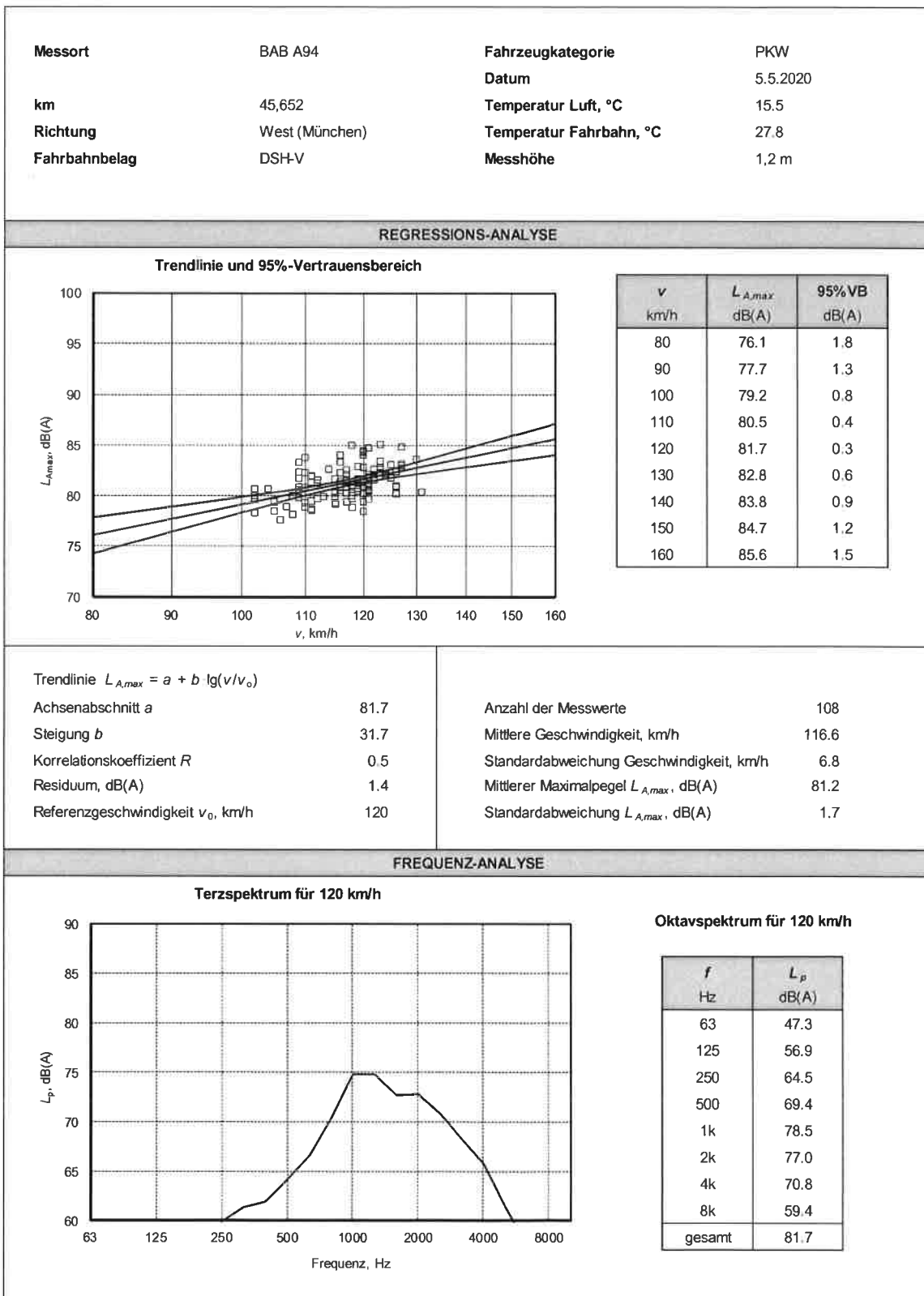


Oktavspektrum für 85 km/h

| f [Hz] | L_p [dB(A)] |
|--------|---------------|
| 63 | 53.4 |
| 125 | 61.2 |
| 250 | 68.8 |
| 500 | 79.8 |
| 1k | 84.6 |
| 2k | 78.4 |
| 4k | 70.9 |
| 8k | 60.4 |
| gesamt | 86.8 |

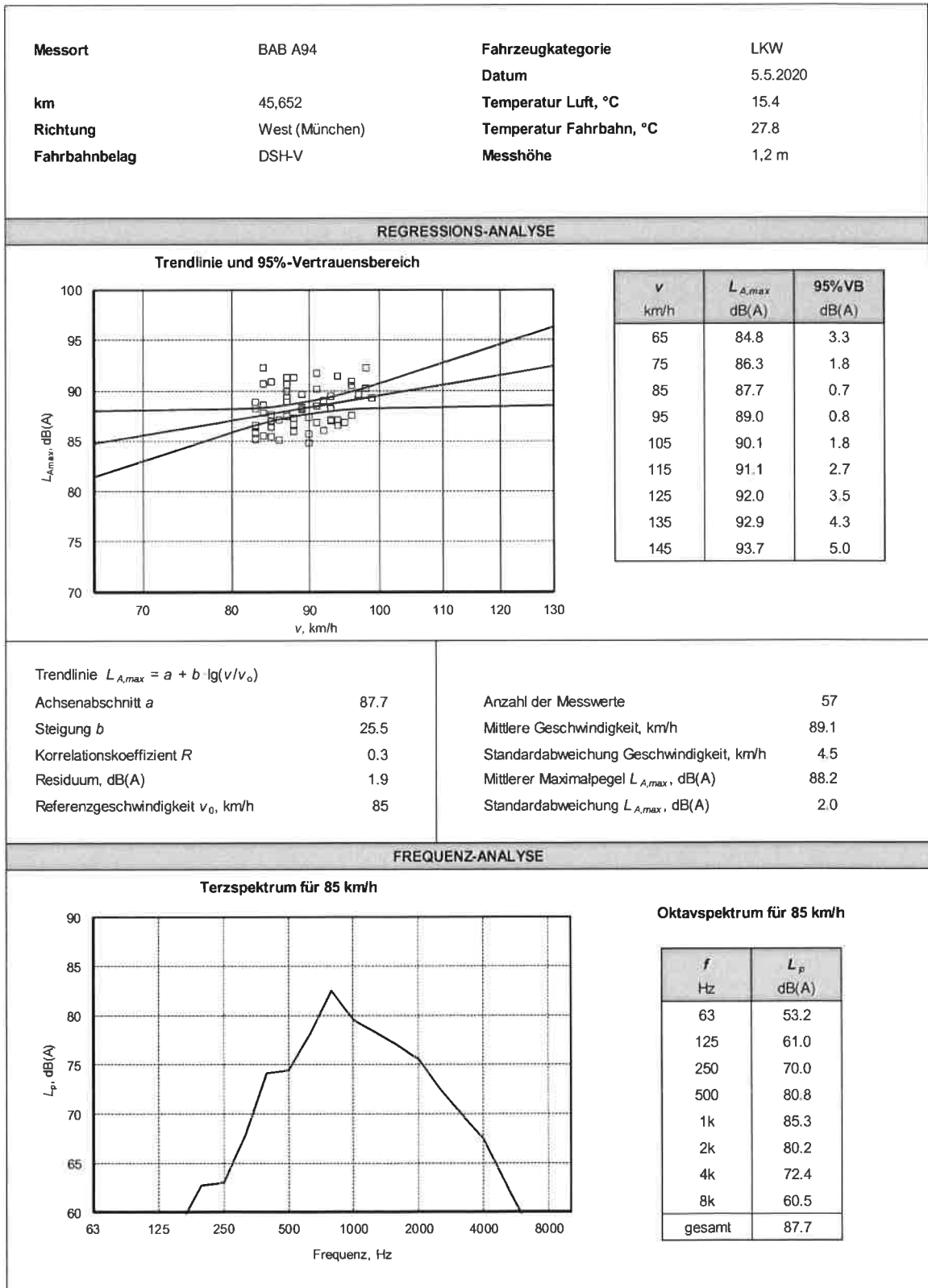
S:\M\Proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



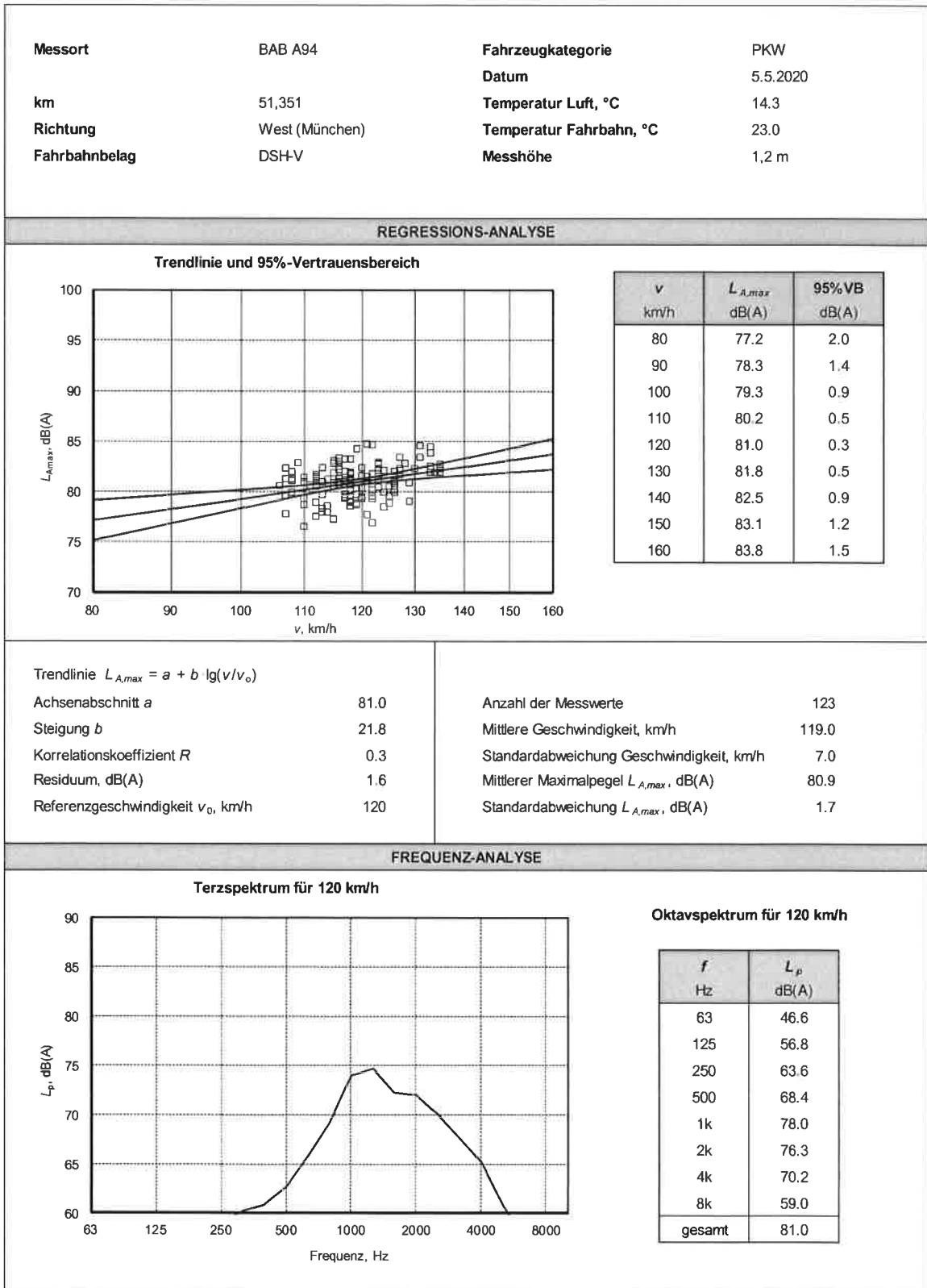
S:\M\Proj\116\W116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



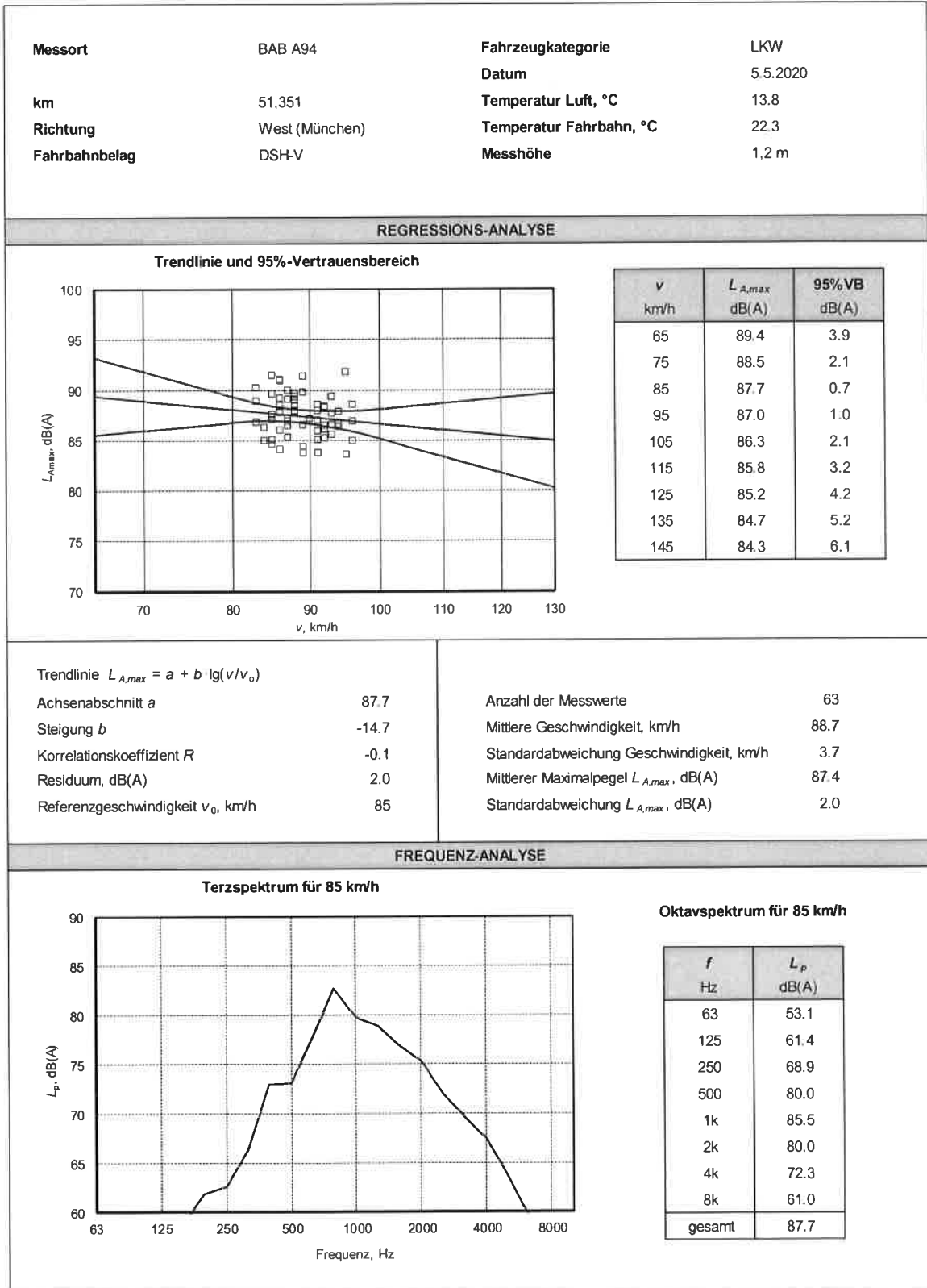
S:\MProj\116M116966M116966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



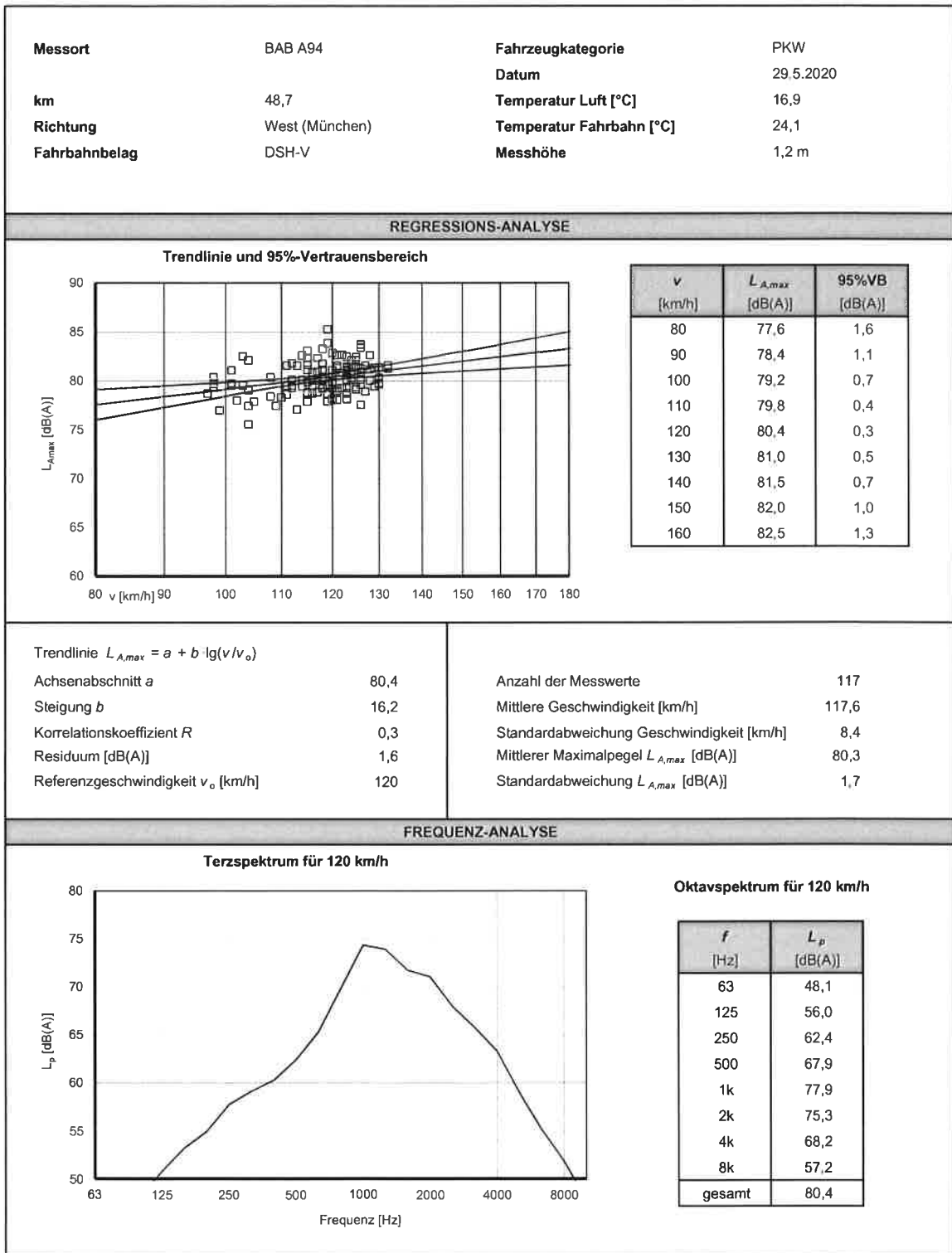
S:\WP\Proj\116\116M116966\116966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



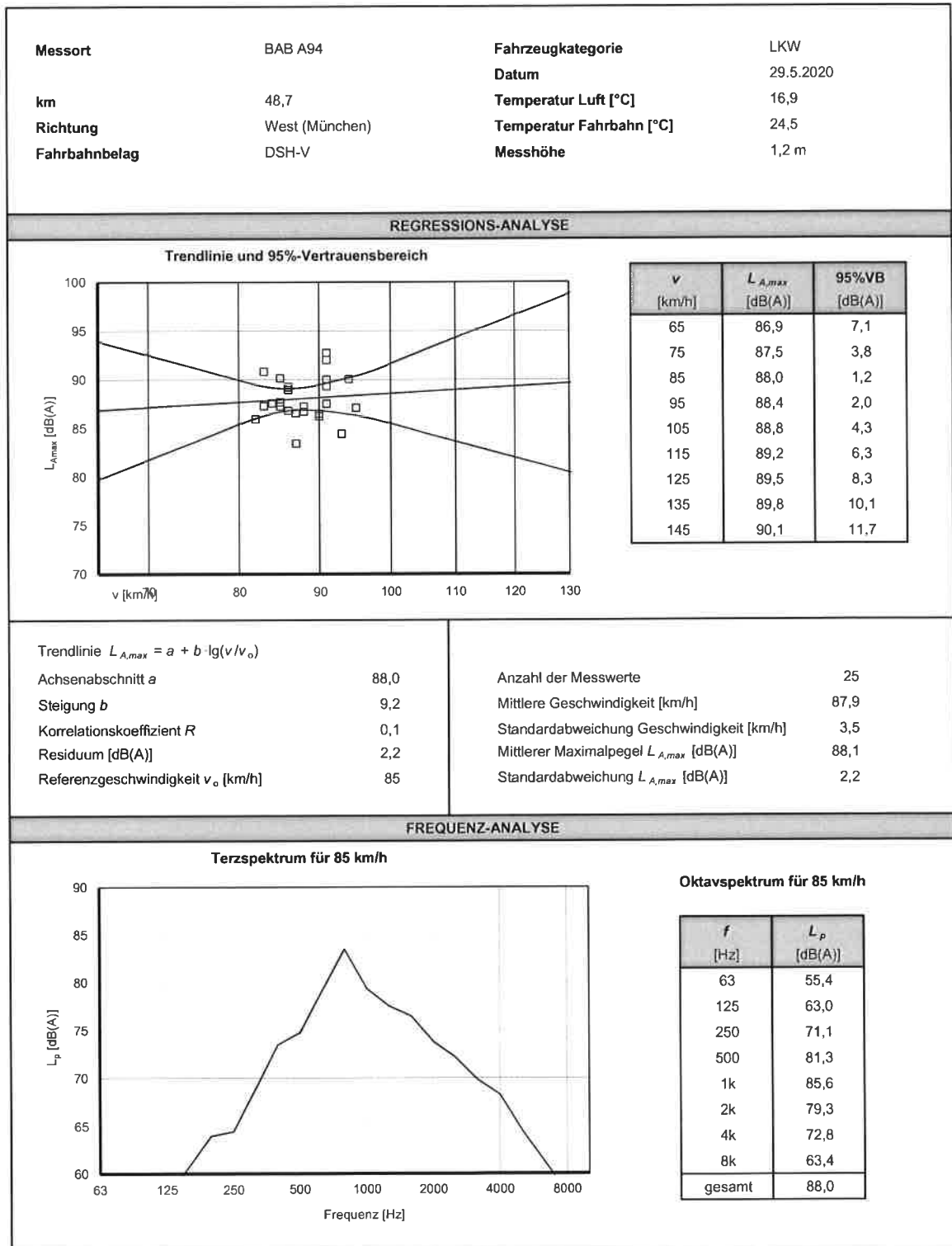
S:\MP\proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



S:\M\Proj\116\116966M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)



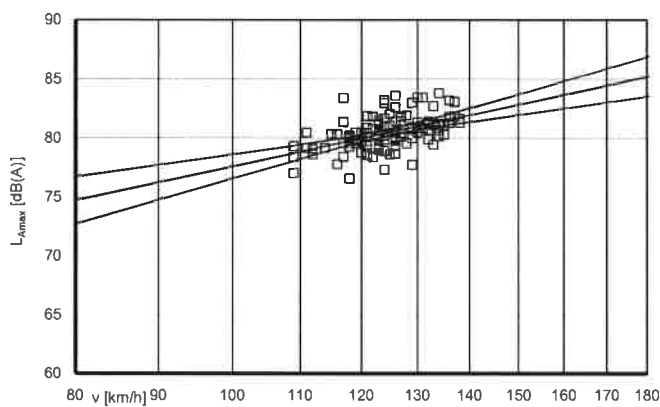
S:\M\Proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|----------------|---------------------------------|-----------|
| Messort | BAB A94 | Fahrzeugkategorie | PKW |
| km | 53,9 | Datum | 29.5.2020 |
| Richtung | West (München) | Temperatur Luft [°C] | 16,5 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V | Temperatur Fahrbahn [°C] | 26,0 |
| | | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v [km/h] | L _{A,max} [dB(A)] | 95%VB [dB(A)] |
|----------|----------------------------|---------------|
| 80 | 74,8 | 2,0 |
| 90 | 76,3 | 1,5 |
| 100 | 77,6 | 1,0 |
| 110 | 78,9 | 0,6 |
| 120 | 80,0 | 0,3 |
| 130 | 81,0 | 0,3 |
| 140 | 82,0 | 0,6 |
| 150 | 82,9 | 0,9 |
| 160 | 83,7 | 1,2 |

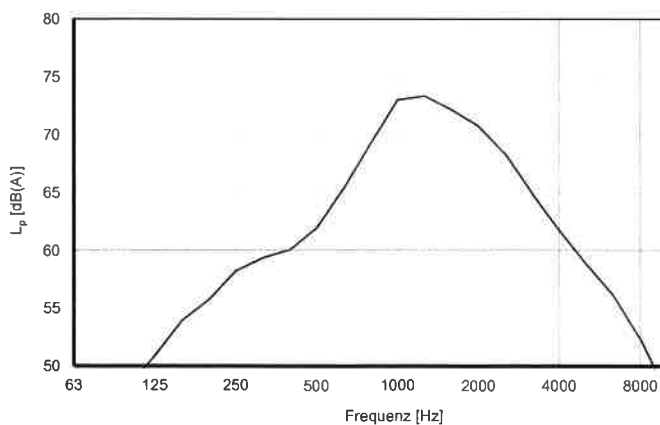
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \cdot \lg(v/v_0)$

| | |
|---|------|
| Achsenabschnitt a | 80,0 |
| Steigung b | 29,7 |
| Korrelationskoeffizient R | 0,5 |
| Residuum [dB(A)] | 1,3 |
| Referenzgeschwindigkeit v ₀ [km/h] | 120 |

| | |
|---|-------|
| Anzahl der Messwerte | 107 |
| Mittlere Geschwindigkeit [km/h] | 124,6 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit [km/h] | 6,9 |
| Mittlerer Maximalpegel L _{A,max} [dB(A)] | 80,5 |
| Standardabweichung L _{A,max} [dB(A)] | 1,5 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 120 km/h



Oktavspektrum für 120 km/h

| f [Hz] | L _p [dB(A)] |
|--------|------------------------|
| 63 | 46,0 |
| 125 | 56,4 |
| 250 | 62,8 |
| 500 | 67,8 |
| 1k | 77,0 |
| 2k | 75,5 |
| 4k | 67,3 |
| 8k | 58,0 |
| gesamt | 80,0 |

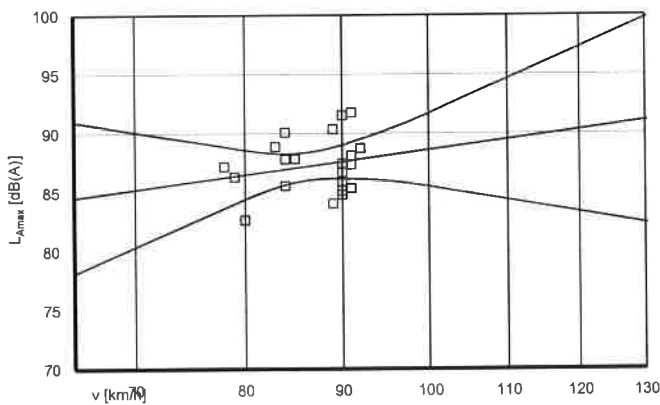
S:\MIP\proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Statistische Vorbeifahrt (SV)

| | | | |
|----------------------|----------------|---------------------------------|-----------|
| Messort | BAB A94 | Fahrzeugkategorie | LKW |
| km | 53,9 | Datum | 29.5.2020 |
| Richtung | West (München) | Temperatur Luft [°C] | 16,4 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V | Temperatur Fahrbahn [°C] | 26,0 |
| | | Messhöhe | 1,2 m |

REGRESSIONS-ANALYSE

Trendlinie und 95%-Vertrauensbereich



| v [km/h] | $L_{A,max}$ [dB(A)] | 95%VB [dB(A)] |
|----------|---------------------|---------------|
| 65 | 84,6 | 6,4 |
| 75 | 85,9 | 3,4 |
| 85 | 87,1 | 1,2 |
| 95 | 88,1 | 2,1 |
| 105 | 89,1 | 4,2 |
| 115 | 89,9 | 6,1 |
| 125 | 90,7 | 7,8 |
| 135 | 91,4 | 9,5 |
| 145 | 92,1 | 11,0 |

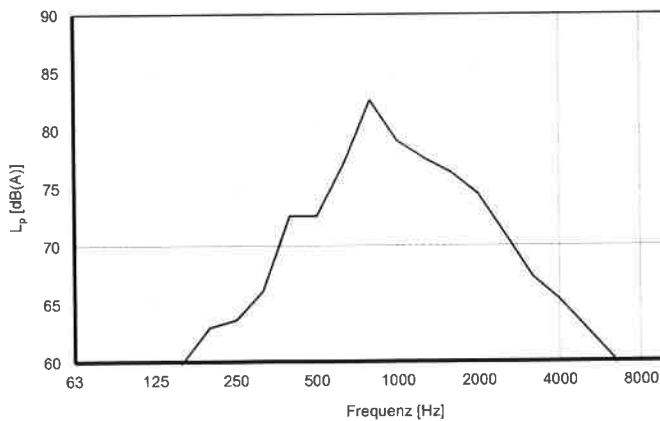
Trendlinie $L_{A,max} = a + b \cdot \lg(v/v_0)$

| | |
|--------------------------------------|------|
| Achsenabschnitt a | 87,1 |
| Steigung b | 21,6 |
| Korrelationskoeffizient R | 0,2 |
| Residuum [dB(A)] | 2,3 |
| Referenzgeschwindigkeit v_0 [km/h] | 85 |

| | |
|--|------|
| Anzahl der Messwerte | 21 |
| Mittlere Geschwindigkeit [km/h] | 87,2 |
| Standardabweichung Geschwindigkeit [km/h] | 4,3 |
| Mittlerer Maximalpegel $L_{A,max}$ [dB(A)] | 87,3 |
| Standardabweichung $L_{A,max}$ [dB(A)] | 2,3 |

FREQUENZ-ANALYSE

Terzspektrum für 85 km/h



Oktavspektrum für 85 km/h

| f [Hz] | L_p [dB(A)] |
|--------|---------------|
| 63 | 53,1 |
| 125 | 62,1 |
| 250 | 69,2 |
| 500 | 79,4 |
| 1k | 85,0 |
| 2k | 79,2 |
| 4k | 70,3 |
| 8k | 61,9 |
| gesamt | 87,1 |

S:\MIP\Proj\116\116966\M116966_08_Ber_ID.DOCX:01_07_2020

Anhang B

Beschreibung des SPB-Messverfahrens

S:\MP\Proj\16\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01. 07. 2020

Beschreibung des Messsystems

Allgemein

Die Statistische Vorbeifahrtmethode bzw. **Statistical Pass-By-Method (SPB)** nach GEstro [SPB1] bzw. DIN EN ISO 11819-1 [SPB2] ist eine Messmethode zur Erfassung und Beurteilung schalltechnischer Eigenschaften des Straßenverkehrs im Allgemeinen und der Fahrbahnoberfläche im Besonderen.

Messmethode

Es wird ein Mikrofon in 7,5 m Abstand zur Mitte des zu untersuchenden Fahrstreifens und 1,2 m Höhe über Fahrbahnoberkante installiert (Abbildung 1). Bei jeder Vorbeifahrt eines einzelnen Fahrzeugs werden der maximale Schalldruckpegel und die Fahrzeuggeschwindigkeit registriert.

Derzeit wird in Fachkreisen diskutiert, die Messhöhe von 1,2 m über Fahrbahnoberkante auf 5,0 m über Fahrbahnoberkante zu erhöhen, um in entsprechenden Situationen der Beeinflussung der Messergebnisse durch Reflexionen und Abschirmungen von Objekten an der Straße (Leitplanken, Verkehrsschilder usw.) zu entgehen. Um die Vergleichbarkeit mit früheren Messungen zu gewährleisten, können derzeit Messungen in beiden Mikrofonhöhen durchgeführt werden.

Die Geschwindigkeitsmessungen erfolgen mit Hilfe eines Radar-Messgeräts. Die Geschwindigkeitsmessungen erfolgen kontinuierlich mit Datenübertragung an den Messrechner. Bei gültiger akustischer Messung eines einzelnen Fahrzeugs wird die dazugehörige Fahrgeschwindigkeit mit abgespeichert.

Die Fahrbahntemperatur wird in bestimmten zeitlichen Abständen berührungslos mit einem Laser-Temperaturmessgerät gemessen. Der Fühler für die Lufttemperatur ist im freien Luftstrom in einer Höhe von ca. 2 m über Fahrbahnoberkante in 7,5 m Abstand zur Fahrstreifenachse angebracht.

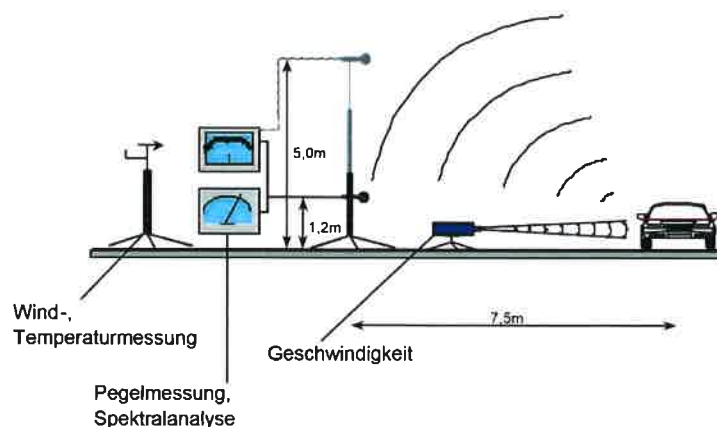


Abbildung 1. Schema der Messanordnung zur Durchführung von Messungen nach der Statistischen Vorbeifahrtmethode (SPB).



Abbildung 2. Beispielhafter Messaufbau nach der Statistischen Vorbeifahrtmethode (SPB).

Durchführung und Auswertung

Messablauf

Die SPB-Messungen werden beobachtet durchgeführt und getrennt nach folgenden Fahrzeugkategorien aufgezeichnet:

- Fahrzeugkategorie „Pkw“
 - alle Pkw ohne Anhänger,
 - keine Vans, SUVs, Geländewagen und Lieferfahrzeuge
- Fahrzeugkategorie „zweiachsige Lkw“
 - Lkw ohne Anhänger mit einer Hinterachse mit Zwillingsbereifung, keine Busse
- Fahrzeugkategorie „mehrachsig Lkw“
 - Lkw mit Doppelachse hinten, keine Busse
 - Lkw mit Anhänger
 - Lkw mit Auflieger

Zur Erzielung einer ausreichenden Genauigkeit nach DIN EN ISO 11819-1 soll die nachfolgend angegebene Mindestanzahl von Fahrzeugen erfasst werden:

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| • Pkw | mindestens 100 Fahrzeuge |
| • zweiachsige Lkw | mindestens 30 Fahrzeuge |
| • mehrachsige Lkw | mindestens 30 Fahrzeuge |

Von den zwei- und mehrachsigen Lkw sind grundsätzlich insgesamt mindestens 80 Fahrzeuge zu erfassen.

Witterungsverhältnisse

Die Messungen können nur dann durchgeführt werden, wenn trockenes niederschlagsfreies Wetter mit Luft- und Fahrbahntemperaturen über 5 °C herrscht. Je nach Fahrbahnbelagstyp und vorherrschender Lufttemperatur darf sechs Stunden bis drei Tage vor Durchführung der Messungen kein Niederschlag erfolgt sein. Dadurch wird verhindert, dass Restfeuchtigkeit das Messergebnis beeinflusst.

Anforderungen an den Messpunkt

Das Umfeld der Messstelle muss vom Gelände her möglichst eben (keine Einschnitte und Dammlagen), reflexionsarm (keine Bebauung) und ohne höheren Bewuchs beschaffen sein. Dies gilt für einen Radius von 25 m um die Messstelle.

Ergebnisdarstellung

Die Messergebnisse werden in Form eines Scatterdiagramms dargestellt, worin jeder Punkt den maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel $L_{pAF,max}$ einer Vorbeifahrt mit der jeweils zutreffenden Geschwindigkeit v wiedergibt. Eine Regressionsanalyse liefert Mittelwerte für beliebige Geschwindigkeiten v .

Je nach Niveau der auf dem betreffenden Straßenabschnitt gefahrenen Geschwindigkeiten werden die den drei Fahrzeugkategorien (vehicle category) zuzuordnenden Vorbeifahrtpegel L_{veh} gemäß DIN EN ISO 11819-1 als Mittelwert (Ergebnis der Regressionsanalyse) bei folgenden Referenzgeschwindigkeiten v_{ref} abgelesen:

- Geschwindigkeitsklasse „Niedrig“
 $v_{ref} = 50$ km/h für alle Fahrzeugkategorien
- Geschwindigkeitsklasse „Mittel“
 $v_{ref} = 80$ km/h für Pkw und $v_{ref} = 70$ km/h für Lkw
- Geschwindigkeitsklasse „Hoch“
 $v_{ref} = 110$ km/h für Pkw und $v_{ref} = 85$ km/h für Lkw

Die ermittelten Messwerte werden temperaturkorrigiert. Es werden spektrale Auswertungen der Messergebnisse durchgeführt und in den Messprotokollen dargestellt.

Durch die oben genannte Mindestanzahl von Fahrzeugen bzw. Messwerten sind die in Tabelle 1 genannten Standardabweichungen und 95 %-Vertrauensbereiche bei den für die verschiedenen Geschwindigkeitsklassen genannten Referenzgeschwindigkeiten v_{ref} zu erwarten.

Tabelle 1. Zu erwartende Standardabweichungen und Vertrauensbereiche der Vorbeifahrtpegel bei Zugrundelegung der Mindestanzahl von gemessenen Fahrzeugen und den entsprechenden Referenzgeschwindigkeiten v_{ref} .

| Fahrzeugkategorie | Standardabweichung bei einzelnen Fahrzeugen | 95%-Vertrauensbereich über und unter dem Mittelwert |
|-------------------|---|---|
| Pkw | 1,5 dB | 0,3 dB |
| Zweiachsige Lkw | 2,0 dB | 0,7 dB |
| Mehrachsige Lkw | 2,0 dB | 0,7 dB |

Temperaturkorrektur

Die durch das Reifen-Fahrbahn-Geräusch entstehenden Schallpegel sind temperaturabhängig. Da man davon ausgehen kann, dass die an den Messpunkten messbaren Vorbeifahrtpegel von Pkw, die sich aus Reifen-Fahrbahn-Geräuschen, Antriebs- und Strömungsgeräuschen an der Karosserie zusammensetzen, von den Reifen-Fahrbahn-Geräuschen dominiert sind, ist die Temperaturabhängigkeit der Schallpegel der Reifen-Fahrbahn-Geräusche auch auf die Vorbeifahrtpegel anwendbar.

Den Anforderungen der ISO 11819-1, Abschnitt 9.4 und 11.2, gemäß sollen die Vorbeifahrtpegel auf die Referenz-Lufttemperatur von

$$T_{\text{Luft, ref.}} = 20 \text{ °C}$$

bezogen werden. Werden die Vorbeifahrtpegel bei anderen Lufttemperaturen gemessen, sind die einzelnen Messwerte entsprechend zu korrigieren, wobei in der Norm kein Verfahren angegeben ist, wie die Korrektur vorzunehmen ist. Im Bericht sollen die korrigierten und nicht korrigierten Werte angegeben werden.

Die Vorbeifahrtpegel nehmen mit steigender Lufttemperatur ab. Die Temperaturgänge der Vorbeifahrtpegel bezogen auf Lufttemperatur und Fahrbahntemperatur verlaufen nahezu deckungsgleich, weshalb kein Unterschied zwischen Luft- und Fahrbahntemperatur zu machen ist.

Für den A-bewerteten Gesamtpegel $L_{pAF,max}$ ist folgende Korrektur maßgeblich:

$$L_{pAF,max,korr.} = L_{pAF,max,mess} + c_{TL} (T_L - T_0)$$

mit

| | |
|---------------------|--|
| $L_{pAF,max,korr.}$ | temperaturkorrigierter Vorbeifahrtpegel in dB(A) |
| $L_{pAF,max,mess}$ | gemessener, nicht temperaturkorrigierter Vorbeifahrtpegel in dB(A) |
| c_{TL} | Korrekturfaktor in dB/ °C, hier $c_{TL} = 0,04$ dB/ °C für PKW |
| T_0 | Referenztemperatur in °C, hier $T_0 = 20$ °C |
| T_L | Lufttemperatur zum Zeitpunkt der Messung des Vorbeifahrtpegels in °C |

Die Lufttemperatur muss nach Norm während der Messungen zwischen 5 °C und 30 °C liegen, die Fahrbahntemperatur zwischen 5 °C und 50 °C.

Die Temperaturkorrektur ist nur auf die Fahrzeugkategorie Pkw anwendbar.

Ermittlung des D_{StrO} -Wertes

In den Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/2006 [SPB4] und Nr. 3/2009 [SPB5] ist im beigelegten Statuspapier der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) der Referenzwert für den mittleren Pkw-Vorbeifahrtpegel bei 120 km/h auf bis zu drei Jahre alten Deckschichten mit dem Referenzbelag „nicht geriffelter Gussasphalt“ von

$$L_{ref,Statuspapier 2009} = 85,2 \text{ dB(A)}$$

festgelegt.

Die Korrektur D_{StrO} des betreffenden Fahrbahnbelages wird ausgedrückt als Pegeldifferenz der gemessenen Vorbeifahrtpegel zum Referenzwert. Der von der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, ermittelte Referenzwert, mit dem die gemessenen Vorbeifahrtpegel verglichen werden, bezieht sich auf folgende Randbedingungen:

- Fahrzeugkategorie Pkw,
- Fahrbahnbelag nicht geriffelter Gussasphalt 0/11 mit Abstreifung 5/8 oder 2/5+5/8,
- Referenzgeschwindigkeit $v_{ref.} = 120$ km/h,
- Messhöhe 1,2 m über Fahrbahnoberkante.

Für die anderen Fahrzeugkategorien und die Messhöhe 5,0 m bestehen keine nationalen Referenzwerte. Insofern sind also allein die Messwerte in 1,2 m Höhe über Fahrbahnoberkante für Pkw ausschlaggebend für den D_{StrO} -Wert.

Qualitätsmanagement

Die verwendeten Messgeräte und Prüfmittel unterliegen dem bei Müller-BBM eingeführten Qualitätsmanagement und werden regelmäßig mit Prüfnormalen verglichen.

Grundlagen

- [SPB1] Verfahren zur Messung der Geräuschemission von Straßenoberflächen (GStrO), herausgegeben durch den Bundesminister für Verkehr, Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 16/1992, Bonn, 16.03.1992.
- [SPB2] DIN EN ISO 11819-1: Akustik. Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche. Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren. 2002-05.
- [SPB3] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90: Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr. Bonn, den 22. Mai 1990. Berichtigter Nachdruck Februar 1992.
- [SPB4] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/2006 vom 17. Februar 2006 (S 13/7244.4/01, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung) zu Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90 – Fahrbahnoberflächen-Korrekturwerte D_{StrO} für Betone mit Waschbetonoberflächen mit Anlage: Statuspapier Deckschichten aus Waschbeton der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) vom 03.11.2003.
- [SPB5] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 3/2009 vom 31.03.2009 (S 13/7144.2/02-09/1005908, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung) zu Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS90 und Fahrbahnoberflächen-Korrekturwerte D_{StrO} für offenporige Asphalte; mit Anlage: Statuspapier Offenporige Asphaltdeckschichten (OPA) vom 10.02.2009.

Anhang C

CPX-Messprotokolle

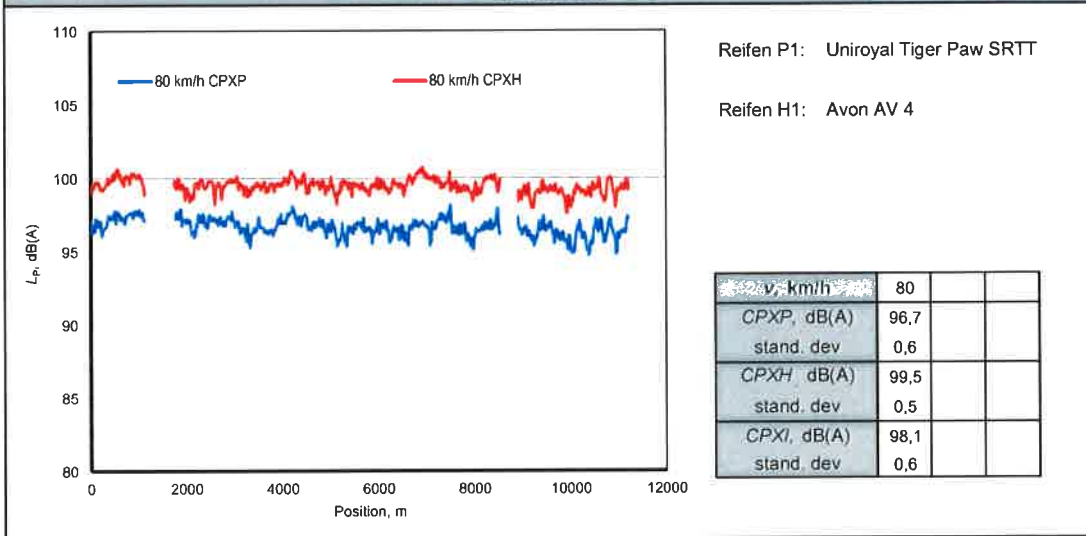
S:\MIP\proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D_DOCX:01.07.2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

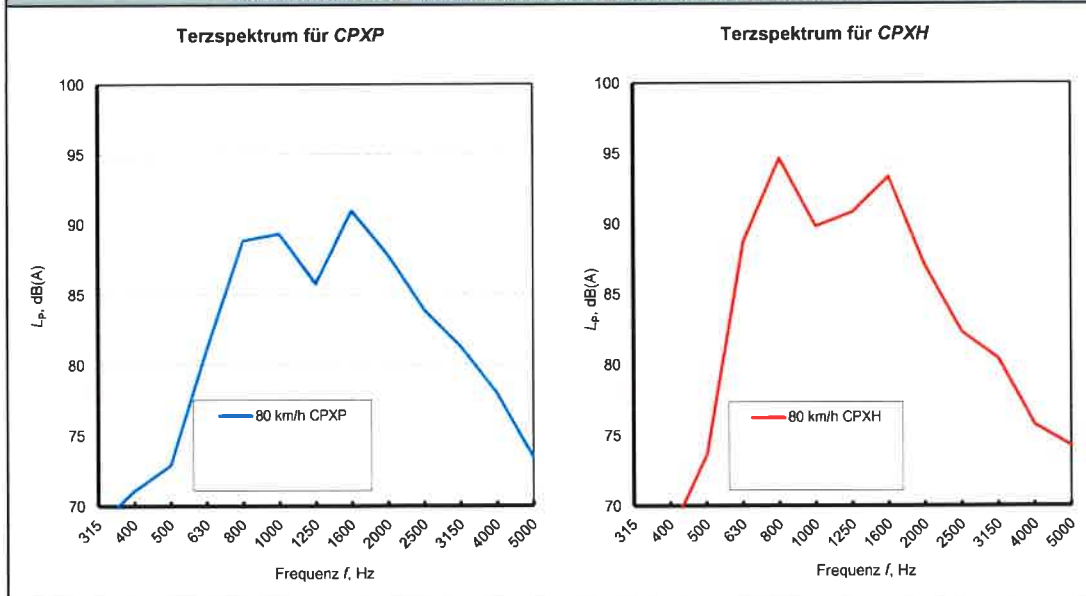
(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 8 - 10 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 12 |
| Richtung | Ost, km 33,4 - 44,6 rechts | | |
| | Planungsabschnitt PA2 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3



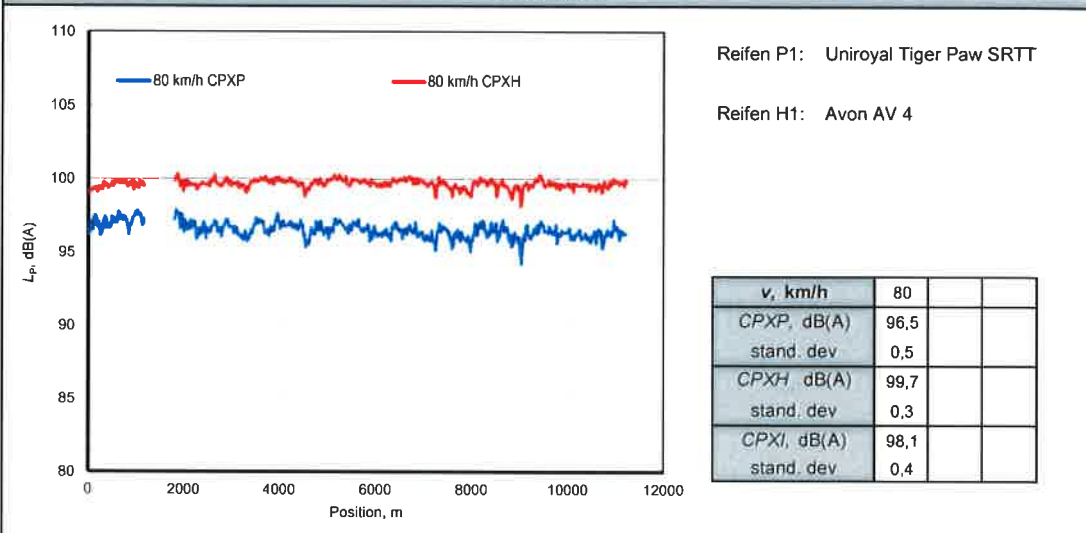
S:\MIP\Proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D.DOCX:01.07.2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

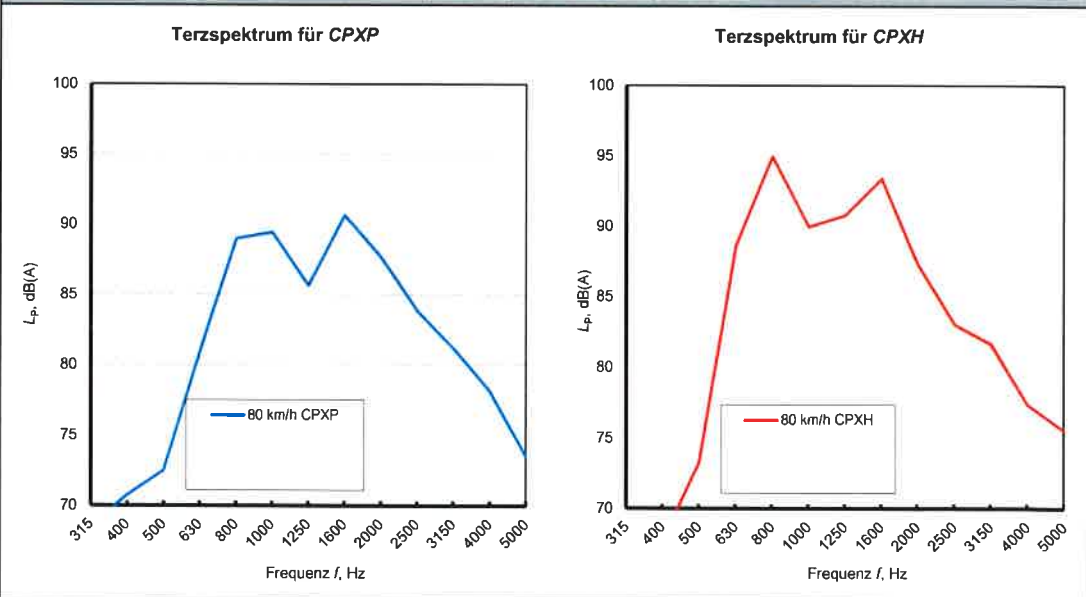
(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 7 - 10 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 12 |
| Richtung | Ost, km 33,4 - 44,6 links | | |
| | Planungsabschnitt PA2 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3



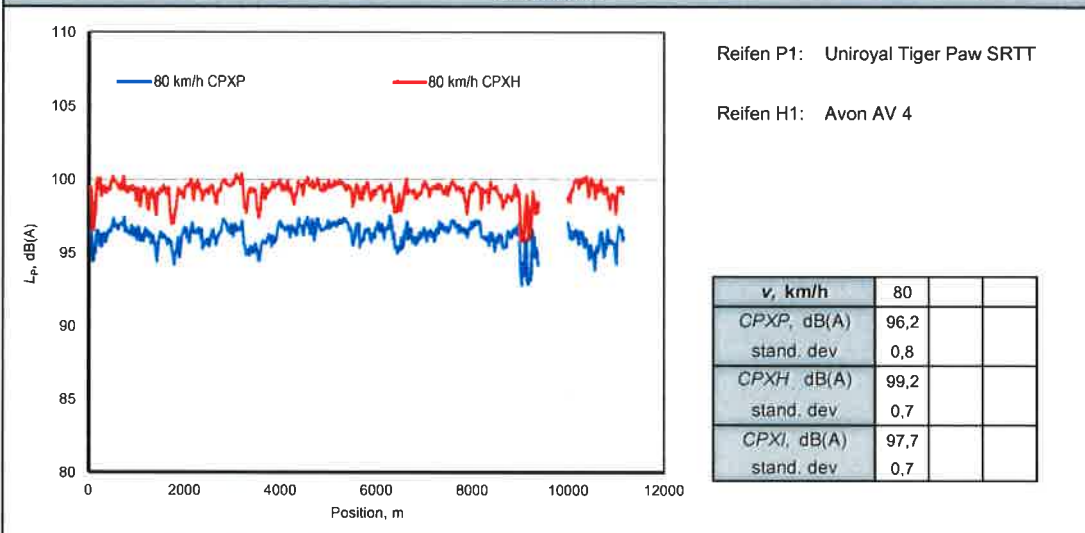
S:\MIP\Proj\116\116966\116966_08_Ber_1D_DOCX\01_07_2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

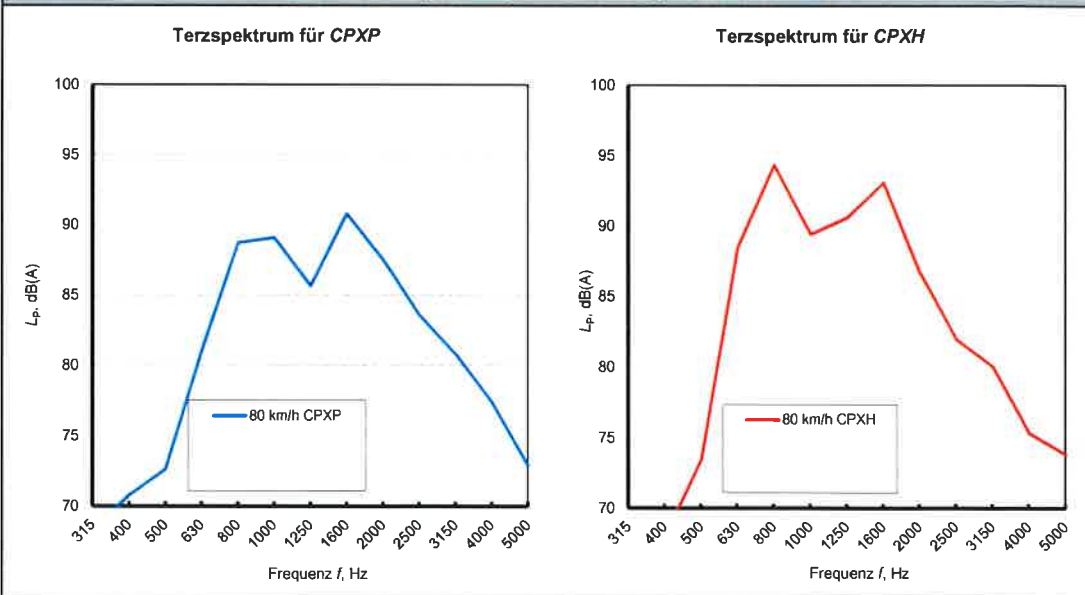
(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 7 - 8 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 10 |
| Richtung | West, km 44,6 - 33,4 rechts | | |
| | Planungsabschnitt PA2 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3



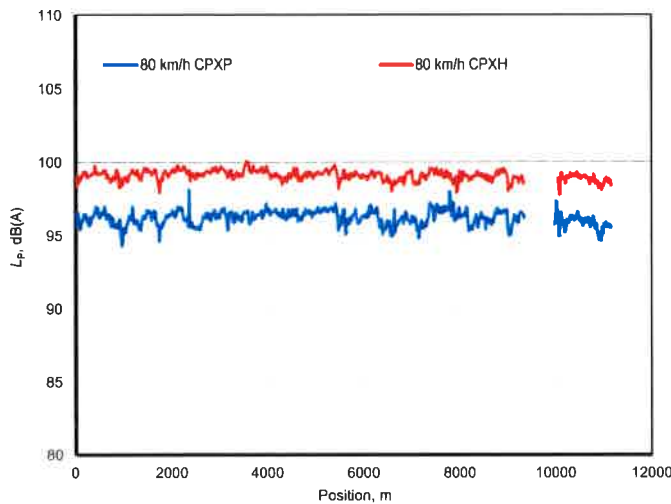
S:\M\Proj\116\MM116966\MM116966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 7 - 9 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 12 |
| Richtung | West, km 44,6 - 33,4 links | | |
| | Planungsabschnitt PA2 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



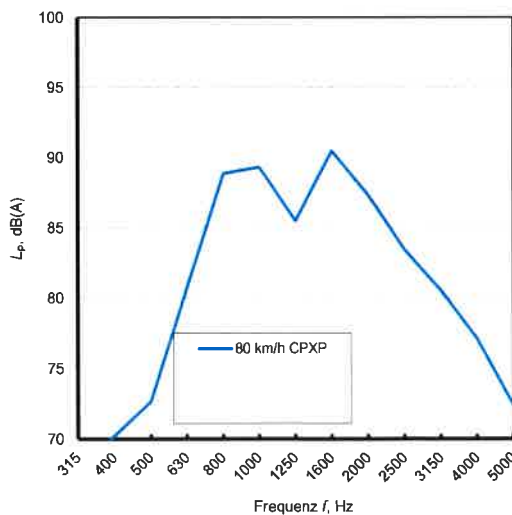
Reifen P1: Uniroyal Tiger Paw SRTT

Reifen H1: Avon AV 4

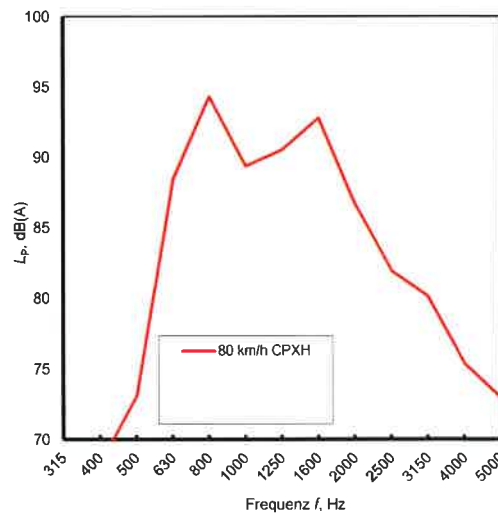
| Parameter | 80 | | |
|-------------|------|--|--|
| CPXP, dB(A) | 96,2 | | |
| stand. dev | 0,5 | | |
| CPXH, dB(A) | 99,1 | | |
| stand. dev | 0,3 | | |
| CPXI, dB(A) | 97,7 | | |
| stand. dev | 0,4 | | |

zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3

Terzspektrum für CPXP



Terzspektrum für CPXH



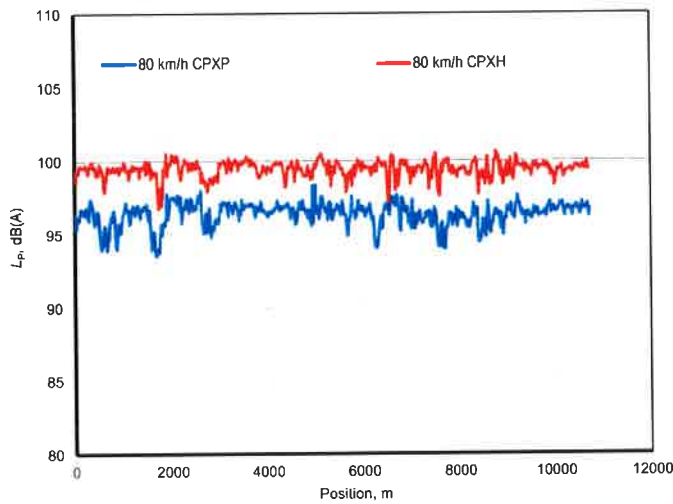
S:\M\Proj\116\116966\116966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 8 - 10 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 12 |
| Richtung | Ost, km 44,6 - 55,4 rechts | | |
| | Planungsabschnitt PA3 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



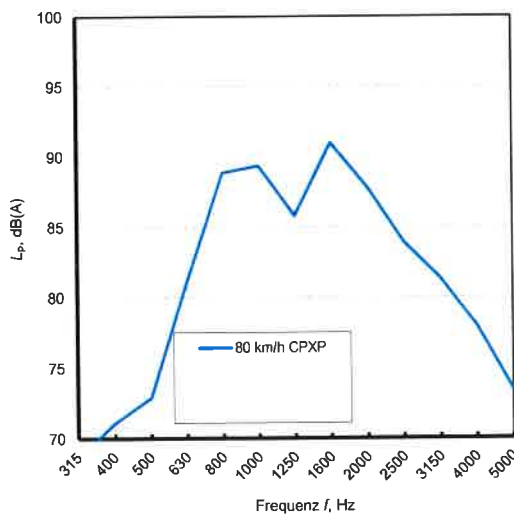
Reifen P1: Uniroyal Tiger Paw SRTT

Reifen H1: Avon AV 4

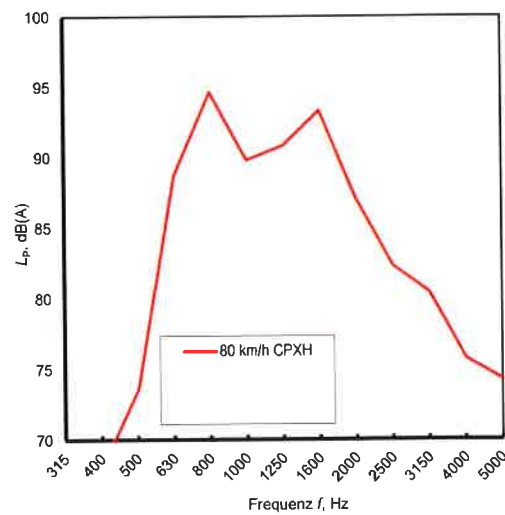
| | | | |
|--------------------|------|--|--|
| v, km/h | 80 | | |
| CPXP, dB(A) | 96,4 | | |
| stand. dev | 0,8 | | |
| CPXH, dB(A) | 99,4 | | |
| stand. dev | 0,6 | | |
| CPXI, dB(A) | 97,9 | | |
| stand. dev | 0,7 | | |

zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3

Terzspektrum für CPXP



Terzspektrum für CPXH



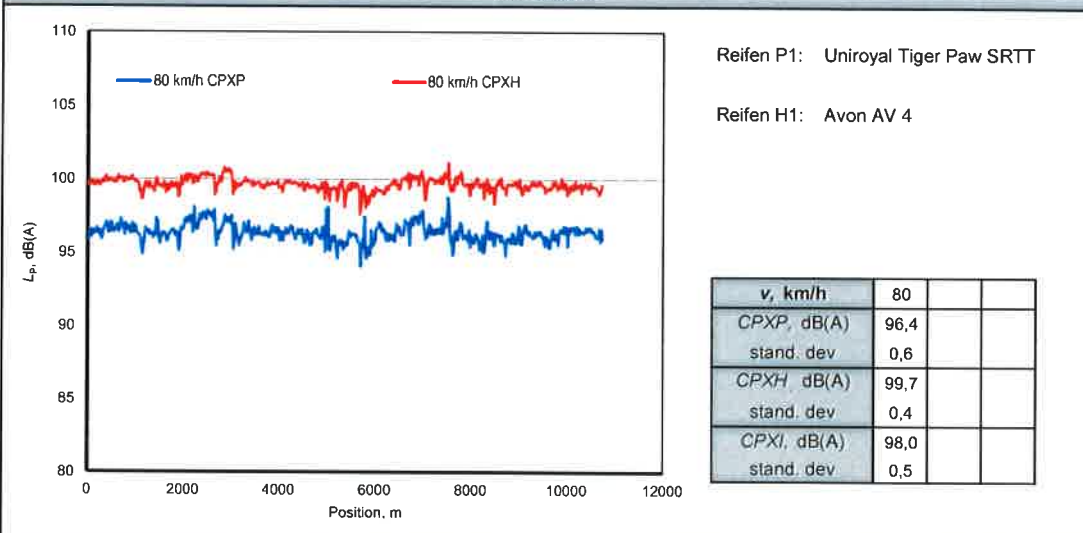
S:\M\Proj\116M116966M116966_08_Ber_ID.DOCX:01.07.2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

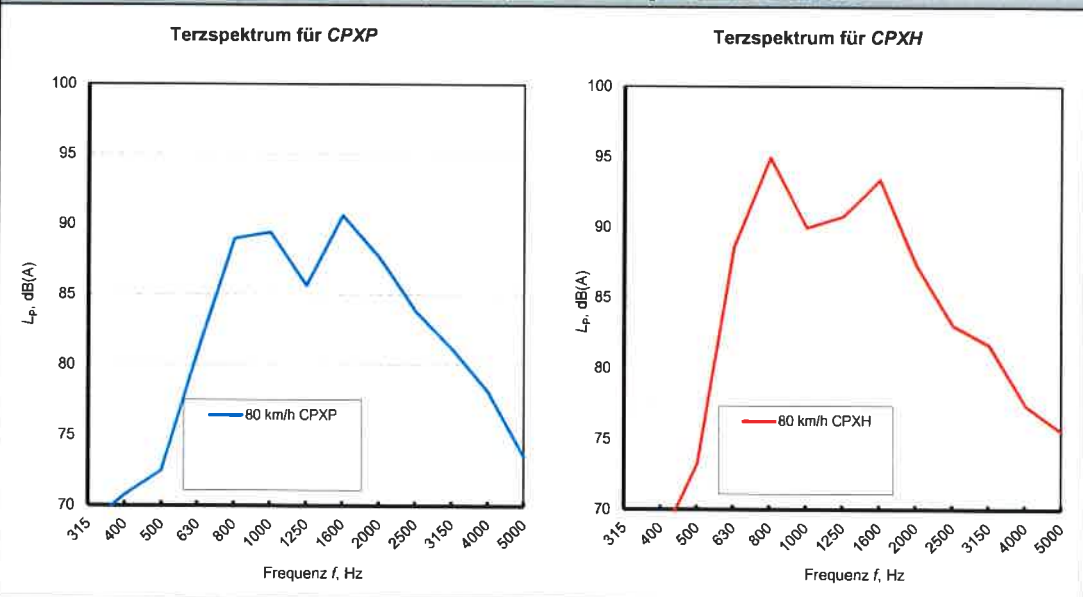
(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 7 - 10 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 12 |
| Richtung | Ost, km 44,6 - 55,4 links | | |
| | Planungsabschnitt PA3 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3



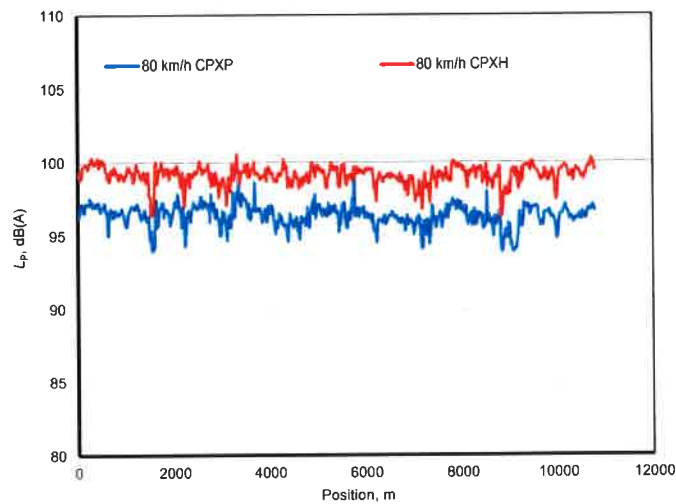
S:\MIP\Proj\116M\116966\08_Ber_1D DOCX:01_07_2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 7 - 8 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 10 |
| Richtung | West, km 55,4 - 44,6 rechts | | |
| | Planungsabschnitt PA3 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



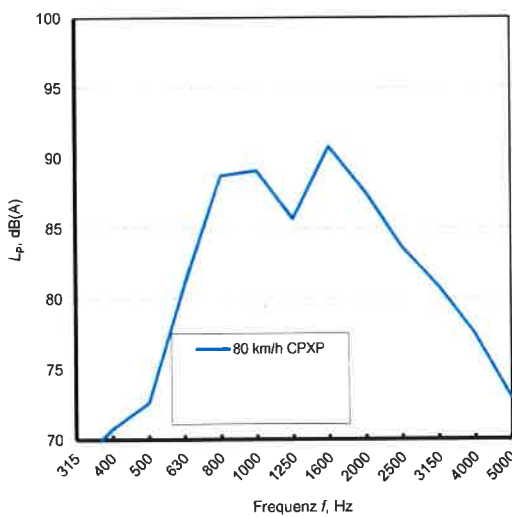
Reifen P1: Uniroyal Tiger Paw SRTT

Reifen H1: Avon AV 4

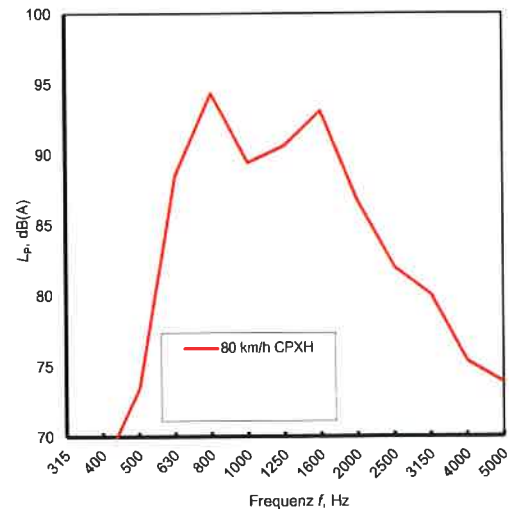
| | | | |
|--------------------|------|--|--|
| V, km/h | 80 | | |
| CPXP, dB(A) | 96,4 | | |
| stand. dev | 0,8 | | |
| CPXH, dB(A) | 99,1 | | |
| stand. dev | 0,6 | | |
| CPXI, dB(A) | 97,8 | | |
| stand. dev | 0,7 | | |

zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3

Terzspektrum für CPXP



Terzspektrum für CPXH



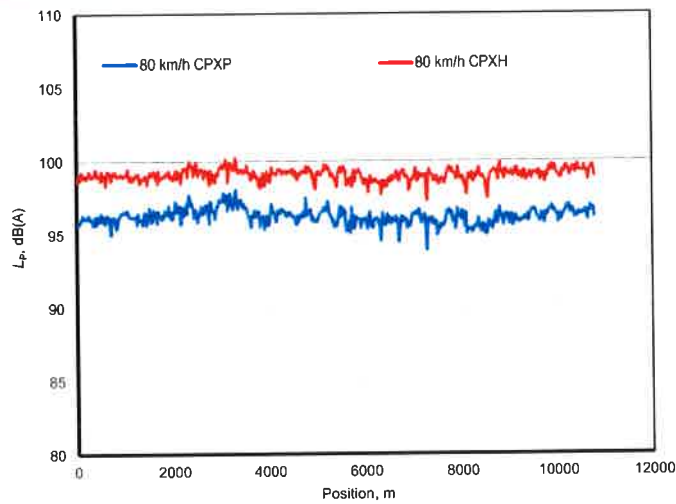
S:\MIP\Proj\116M116966\08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Close Proximity - Messung nach DIN EN ISO 11819-2

(obligatorische Mikrofonpositionen)

| | | | |
|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Ort | A94 Isental | Datum | 26. November 2019 |
| Fahrbahnbelag | DSH-V 5 | Temperatur Luft, °C | 7 - 9 |
| Länge des Straßenabschnitts | 21,96 km | Temperatur Fahrbahn, °C | 6 - 12 |
| Richtung | West, km 55,4 - 44,6 links | | |
| | Planungsabschnitt PA3 | | |
| Auftraggeber / Bestell-Nr. | ARGE Isental A94 | | |

CPX-WERTE



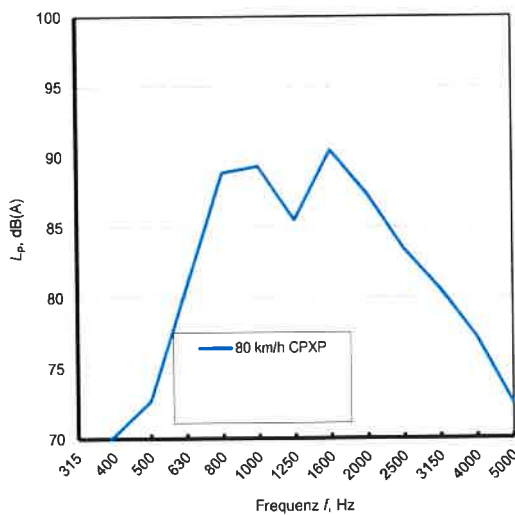
Reifen P1: Uniroyal Tiger Paw SRTT

Reifen H1: Avon AV 4

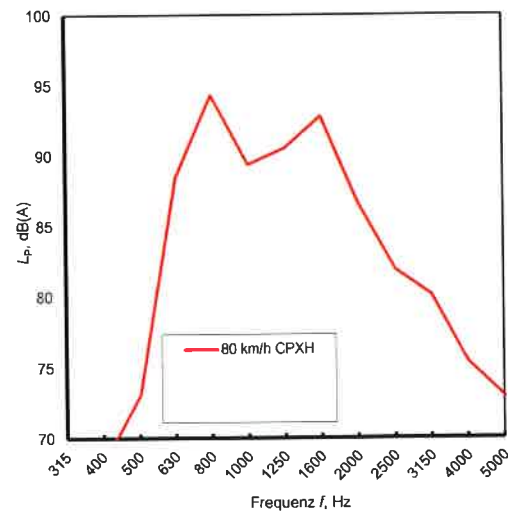
| | | | |
|--------------------|------|--|--|
| v, km/h | 80 | | |
| CPXP, dB(A) | 96,2 | | |
| stand. dev | 0,5 | | |
| CPXH, dB(A) | 99,1 | | |
| stand. dev | 0,4 | | |
| CPXI, dB(A) | 97,7 | | |
| stand. dev | 0,5 | | |

zusammenfassende Frequenzanalyse für die Planungsabschnitte PA2 und PA3

Terzspektrum für CPXP



Terzspektrum für CPXH



S:\IMP\Proj\116\IM116966\IM116966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Anhang D

Beschreibung des CPX-Messverfahrens

S:\MP\Proj\16\M116966\M116966_08_Ber_1D_DOCX:01_07_2020

Zweck

Mit der Nahfeldmessmethode (**C**lose **P**roximity **M**ethod – CPX) nach DIN EN ISO 11819-2: „Akustik – Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 2: Nahfeldmessverfahren (ISO 11819-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 11819-2:2017“ [CPX1] können die Reifen-Fahrbahn-Geräusche unbeeinflusst von den speziellen Gegebenheiten der Messumgebung und unabhängig von Antriebs- und Strömungsgeräuschen an der Karosserie gemessen werden. Da die Messungen kontinuierlich für ganze Straßenabschnitte erfolgen, ist diese Messmethode auch zur Kennzeichnung der Homogenität der akustischen Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen geeignet.

Beschreibung der Messgeräte

Messanhänger

Für die Messung wird ein der Norm entsprechender, speziell konstruierter Messanhänger verwendet, der hinter einem Zugfahrzeug nachgezogen wird. Dieser Messanhänger rollt auf zwei speziellen Messreifen, die das Reifen-Fahrbahn-Geräusch erzeugen. In einem definierten Abstand zur Reifenaufstandsfläche sind jeweils vor und hinter dem Reifen Messmikrofone montiert, die der Schallaufzeichnung dienen. Die Räder laufen in akustisch getrennten Radkästen, so dass die beiden Rollspuren getrennt vermessen werden können.

Da die Messungen im fließenden Verkehr durchgeführt werden, muss der Messanhänger besondere Anforderungen an die Schalldämmung gegenüber den Außengeräuschen erfüllen, die durch im Gegenverkehr vorbeifahrende sowie durch nachfolgende, vorausfahrende oder überholende Fahrzeuge hervorgerufen werden. Besondere Anforderungen werden auch an die Auskleidung der Innenflächen des Messanhängers gestellt: diese sorgt dafür, dass in den Messkammern im maßgeblichen Frequenzbereich quasi Freifeldbedingungen herrschen, d. h. dass die von den Mikrofonen registrierten Reifen-Fahrbahn-Geräusche nicht durch Schallreflexionen an den Innenflächen gestört werden.

Die Müller-BBM Messanhänger erfüllen die Anforderungen der Norm [CPX1]. Ihr Aufbau ist in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

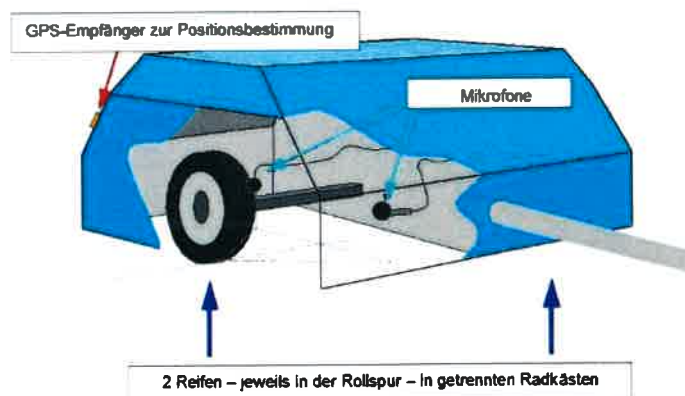


Abbildung 1. Schema der Messanordnung zur Durchführung von Messungen mit der Nahfeldmessmethode.



Abbildung 2. Müller-BBM Messanhänger.

Messreifen

Für reproduzierbare Messungen mit Hilfe der Nahfeldmessmethode sind nach Norm die nachfolgend beschriebenen Reifen mit den angegebenen Abmessungen zu verwenden (vgl. Abbildung 3):

- Reifen P1: Uniroyal Tiger Paw SRTT 225/60 R16,
- Reifen H1: AVON AV4 195/80 R14.



Abbildung 3. Verwendete Messreifentypen P1 und H1 gemäß [CPX2].

Der Reifenluftdruck wird vor jeder Messreihe überprüft und gemäß den Anforderungen der Norm auf 2,0 bar eingestellt.

Mikrofonposition

Die Position der Messmikrofone relativ zur Reifenaufstandsfläche ist in [CPX1] festgelegt. Die Messpositionen der Mikrofone sind vorgegeben, um vergleichbare Messergebnisse auch mit verschiedenen Anhängern zu erzielen. Es wird unterschieden zwischen obligatorischen Messpositionen, die in jedem Fall zu untersuchen sind, und optionalen Messpositionen, die für besondere Fragestellungen zusätzlich untersucht werden können. Alle Messpositionen sind in Abbildung 4 dargestellt.

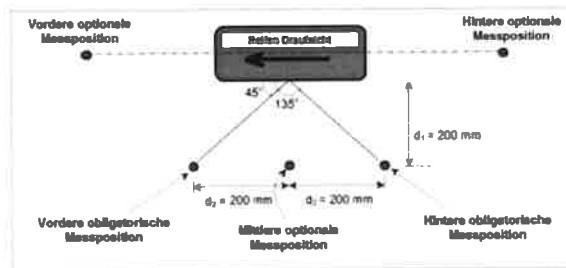


Abbildung 4. Anordnung der Messmikrofone gemäß [CPX1] in der Draufsicht. Die Höhe der Messmikrofone über der Fahrbahnoberkante beträgt 100 mm.

Die Messungen wurden an den obligatorischen Messpositionen (vgl. Abbildung 4) durchgeführt.



Abbildung 5. Reifen P1 mit Messmikrofon (obligatorische Mikrofonposition vorne).

Ermittlung der Messwerte

Es werden nacheinander Messungen mit den Messreifensätzen P und H durchgeführt. Dabei werden an jedem der beiden Messreifen, die jeweils in einer Rollspur eines Fahrstreifens rollen, die A-bewerteten Schalldruckpegel mit der Zeitkonstante "FAST" an den obligatorischen Messpositionen vor und hinter der Reifenaufstandsfläche ermittelt.

Zusätzlich werden jede Sekunde die aktuellen Werte für Luft- und Fahrbahnoberflächentemperatur sowie die Fahrzeuggeschwindigkeit aufgezeichnet. Die Bestimmung der Lufttemperatur findet in 1,5 m über der Fahrbahnoberkante in freier Anströmung statt. Die Messung der Fahrbahnoberflächentemperatur wird mit einem Infrarotthermometer berührungslos durchgeführt.

Zur ortsgenauen Positionierung werden die Messergebnisse zusammen mit den Signalen eines GPS-Empfängers gespeichert.

Auswertemethode und Messergebnisse

Auswertemethode

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln $L_{p,P}$ und $L_{p,H}$ werden durch energetische Mittelung 20 m-Intervalle für den Reifen P und H $L_{P,20m}$ und $L_{H,20m}$ für jede Messmikrofonposition gebildet.

$$L_{P,20m} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{p,P,i}/10 \text{ dB}} \right) \text{ dB}$$

$$L_{H,20m} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{p,H,i}/10 \text{ dB}} \right) \text{ dB}$$

Im Anschluss werden für jeden Messreifen der beiden Messreifensätze P und H die ermittelten Schalldruckpegel der einzelnen 20 m-Intervalle der beiden obligatorischen Messpositionen vor und hinter dem Reifen arithmetisch gemittelt.

Die so ermittelten Schalldruckpegel werden gemäß folgender Gleichung bezüglich der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten anhand der Größe C_v auf die Referenzgeschwindigkeiten korrigiert:

$$C_v = -B \cdot \lg \left(\frac{v}{v_{ref}} \right)$$

mit:

- C_v : Geschwindigkeitskorrektur in dB,
- B : Geschwindigkeitskoeffizient in dB,
- v : tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit in km/h,
- v_{ref} : die Referenzgeschwindigkeit in km/h.

Gemäß DIN EN ISO 11819-2 [CPX1] sind hier folgende belagsabhängigen Geschwindigkeitskoeffizienten anzusetzen:

- $B = 25$: offenporige Deckschicht,
- $B = 30$: semiporöse Deckschicht, dichte Asphaltdeckschicht,
- $B = 35$: (nicht poröse) Zementbeton-/Betondeckschicht,
- $B = 30$: alle anderen bzw. unbekanntenen Deckschichten.

Weiterhin wird auf die Ergebnisse eine Temperaturkorrektur C_T gemäß folgender Gleichung angewendet (analog ISO/DIS 11819-2 [CPX4]²):

$$C_T = 0,03 \text{ dB/}^\circ\text{C} \cdot (T - 20 \text{ }^\circ\text{C})$$

mit:

- C_T : Temperaturkorrektur in dB,
- T : Lufttemperatur in $^\circ\text{C}$ während der Messungen.

Somit ergibt sich der temperatur- und geschwindigkeitskorrigierte Schalldruckpegel für die beiden Messreifen zu

$$L_{P, vr, \text{korr}} = L_{P, 20m} + C_T + C_v,$$

$$L_{H, vr, \text{korr}} = L_{H, 20m} + C_T + C_v.$$

Nach DIN EN ISO 11819-2 [CPX1] ist eine Korrektur für die Gummihärte der Referenzreifen anzuwenden. Der Korrekturfaktor $C_{SH,t}$ ist in ISO/TS 11819-3 angegeben. Da die Messreifen jährlich ausgetauscht werden, kann davon ausgegangen werden, dass Alterungserscheinungen der Reifen die Messergebnisse nicht beeinflussen. Daher wird derzeit auf eine Korrektur für die Gummihärte verzichtet.

² In [CPX1] steht hierzu unter Abschnitt 11.1 e) „[...] Temperaturkorrekturen μ anwenden. Die Korrekturfaktoren für Reifen P1 und Reifen H1 sind in ISO/TS 13471-1 angegeben; bei anderen Reifen müssen die Korrekturfaktoren festgelegt werden, sobald die Reifen ausgewählt wurden.“

Hierzu ist anzumerken, dass sich die ISO/TS 13471-1 zum Zeitpunkt des Projektstarts noch im Entwurfsstadium befand. Daher wird hier – auch aus Gründen der Vergleichbarkeit mit früheren Messungen - auf die in [CPX3] eingeführten Korrekturfaktoren zurückgegriffen.

Messergebnisse

Das Pegel-Orts-Diagramm der 20 m-Intervalle ist für jeden der beiden Messreifen-sätze in den Messprotokollen dargestellt.

Durch arithmetische Mittelung aller für den Streckenabschnitt relevanten 20 m-Inter- valle ergeben sich die CPX-Indizes $CPXP$ (Passenger cars), $CPXH$ (Heavy cars) und der Close-Proximity Sound Index $CPXI$, der einen Fahrzeugmix repräsentiert.

$$CPXP_{vr} = \bar{L}_{CPXP, vr, \text{korr}}$$

$$CPXH_{vr} = \bar{L}_{CPXH, vr, \text{korr}}$$

$$CPXI_{vr} = 0,5 \cdot CPXP_{vr} + 0,5 \cdot CPXH_{vr}$$

Zusätzlich wird das mittlere Frequenzspektrum der geschwindigkeits- und tempera- turkorrigierten Messergebnisse in den Messprotokollen getrennt für die Reifen P und H dargestellt.

Nahfeldmessungen geben auch Auskunft über die Homogenität eines Fahrbahnbe- lags. Inhomogenitäten, wie beispielsweise großflächige Beschädigungen oder Schwankungen im Schallabsorptionsvermögen in der Deckschicht, können anhand dieser Messungen festgestellt werden. Neben dem Verlauf des Schalldruckpegels in Abhängigkeit von der Position auf dem Straßenabschnitt, der einen ersten Eindruck von der akustischen Homogenität einer Fahrbahnoberfläche vermittelt, wird die Stan- dardabweichung der ermittelten 20 m-Intervalle als Größe zur quantitativen Be- schreibung der Homogenität angegeben. Bei starken Schwankungen der Belagsgüte im Untersuchungsabschnitt kann die Standardabweichung bis zu 2,0 dB betragen. Bei sehr guter Homogenität liegt die Standardabweichung unter 0,5 dB.

Kalibrierung und Messgenauigkeit

Kalibrierung

Zur Einhaltung der Nominalgeschwindigkeiten des Messfahrzeugs wird das Signal der elektronischen Fahrzeugsteuerung des Fahrzeuges ausgelesen. Über einen re- gelmäßig stattfindenden Vergleich mit Messungen mit einem Radargeschwindig- keitsmessgerät kann die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt werden. Während der Messungen wird die Fahrzeuggeschwindigkeit elektronisch durch die fahrzeugeigene Geschwindigkeitsregelanlage eingestellt.

Die akustische Messgeräteketten wird vor und nach den Messungen und gegebenen- falls in Messpausen mit einem Kalibrator überprüft. Falls sich relevante Abweichun- gen ergeben, so werden die bis dato durchgeführten Messungen verworfen und wie- derholt.

Messgenauigkeit

Die Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit ist mit einer Unsicherheit von ± 1 km/h, die der Luft- und Oberflächentemperatur mit einer Unsicherheit von $\pm 0,5$ °C behaftet. Die akustische Messunsicherheit, interpretiert als die Standardabweichung der Wiederholgenauigkeit der CPX-Indizes, liegt erfahrungsgemäß bei $\pm 0,5$ dB.

Qualitätsmanagement

Die verwendeten Messgeräte und Prüfmittel unterliegen dem bei Müller-BBM eingeführten Qualitätsmanagement und werden regelmäßig mit Prüfnormalen verglichen.

Grundlagen

- [CPX1] DIN EN ISO 11819-2: Akustik – Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 2: Nahfeldmessverfahren. 2017-10.
- [CPX2] ISO/TS 11819-3: Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference tyres. 2017-03.
- [CPX3] DIN EN ISO 11819-2: Akustik – Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 2: Nahfeldmessmethode (ISO/DIS 11819-2.2:2015); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 11819-2:2015; (Entwurf, November 2015).
- [CPX4] ISO/DIS 11819-2: Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close-proximity method. Norm-Entwurf vom 30.08.2012.
- [CPX5] ISO/CD 3rd 11819-2: Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close-proximity method. Entwurf, Arbeitsvorlage vom 20.04.2009.
- [CPX6] ISO/CD 11819-2: Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close-proximity method. Entwurf, Arbeitsvorlage vom 13.12.2000.

Anhang E

Verwendete Prüfmittel

S:\MIP\Proj\116\M116966\M116966_08_Ber_1D DOCX.01_07.2020

Verwendete Prüfmittel

Für die SPB-Messungen wurden folgende Prüfmittel verwendet:

Tabelle 1. SPB-Messung – verwendete Messgeräte, SPB-Messsystem 1.

| Beschreibung | Hersteller | Typ | Seriennummer |
|--|--------------------------------------|------------------|--------------|
| Mikrofon, 1/2" | PCB | 377B02 | 122830 |
| Vorverstärker | PCB | 426E01 | 018264 |
| Digitales Messsystem mit 4-Kanal Messkarte | Müller BBM | SPB-Inomos | 380601 |
| Akustischer Kalibrator | Brüel & Kjaer | 4230 | 1655709 |
| Radar-Geschwindigkeitsmessgerät | via traffic controlling | Viacount II 0682 | 08VZZ0133 |
| Wetterstation (u. a. Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit) | Reinhardt System- und Messelectronic | MWS 4M | 1016538 |
| Fahrbahntemperaturmessgerät (Infrarotthermometer) ab 01/2018 | Testo | 830-T2 | 41930642 |

Tabelle 2. SPB-Messung – verwendete Messgeräte, SPB-Messsystem 2.

| Beschreibung | Hersteller | Typ | Seriennummer |
|---|--------------------------------------|------------------|--------------|
| Mikrofon, 1/2" | PCB | 377B02 | 120490 |
| Vorverstärker | PCB | 426E01 | 018223 |
| Digitales Messsystem mit 4-Kanal Messkarte | Müller BBM | SPB-Inomos | 380600 |
| Akustischer Kalibrator | Brüel & Kjaer | 4230 | 1645575 |
| Radar-Geschwindigkeitsmessgerät | via traffic controlling | Viacount II 0682 | 09VZZ0039 |
| Wetterstation (u. a. Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit) | Reinhardt System- und Messelectronic | MWS 4M | 1017096V1.0g |
| Fahrbahntemperaturmessgerät (Infrarotthermometer) | Testo | 830-T3 | 30168794 |

S:\MI\Proj\16\MI16966\MI16966_08_Ber_1D.DOCX:01_07_2020

Tabelle 3. SPB-Messung – verwendete Messgeräte, SPB-Messsystem 3.

| Beschreibung | Hersteller | Typ | Seriennummer |
|---|--------------------------------------|-------------|--------------|
| Mikrofon, 1/2" | PCB | 377B02 | 123567 |
| Vorverstärker | PCB | 426E01 | 018271 |
| Digitales Messsystem mit 4-Kanal Messkarte | Müller BBM | SPB-Inomos | 380602 |
| Akustischer Kalibrator | Brüel & Kjaer | 4231 | 3004278 |
| Radar-Geschwindigkeitsmessgerät | via traffic controlling | Viacount II | 16VZZ0135 |
| Wetterstation (u. a. Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit) | Reinhardt System- und Messelectronic | MWS 4M | 1034303 |
| Fahrbahntemperaturmessgerät (Infrarotthermometer) | Testo | 830-T2 | 41959146 |