

Schalltechnische Untersuchung

A94

Abschnitt Pastetten - Heldenstein

Messung von Verkehrsgeräuschen

Bericht Nr. 300-6363-01

im Auftrag der

Autobahndirektion Südbayern
Abteilung 4 Planung, Bau
Sachgebiet 43
München

Augsburg, im Januar 2021

Schalltechnische Untersuchung

BAB A94

Abschnitt Pastetten - Heldenstein

Messung von Verkehrsgeräuschen

Bericht-Nr.: 300-6363-01

Datum: 29.01.2021

Auftraggeber: Autobahndirektion Südbayern
Abteilung 4 Planung, Bau
Sachgebiet 43
Seidlstr. 7 - 11
80335 München

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Prinzstraße 49
D-86153 Augsburg
T + 49 821 455 497 - 0
F + 49 821 455 497 - 29
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Manfred Schneider, stattl. gepr. Maschinenbautechniker
Sarah Müller
M.Sc. Martin Crljenkovic
Dipl.-Ing. Manfred Liepert

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Zusammenfassung | 7 |
| 1. Aufgabenstellung | 8 |
| 2. Vorgehensweise | 10 |
| 3. Normative Grundlagen zu Schallmessungen | 12 |
| 4. Auswahlkriterien von Messpunkten | 15 |
| 4.1 Technische Kriterien | 15 |
| 4.2 Akustische Kriterien | 15 |
| 4.3 Meteorologische Kriterien | 16 |
| 5. Auswahl von Messpunkten | 18 |
| 6. Messdurchführung | 20 |
| 6.1 Messaufbau | 20 |
| 6.2 Messdauer | 20 |
| 6.3 Messunsicherheiten | 21 |
| 6.4 Erfassung meteorologischer Parameter | 21 |
| 7. Auswertung von Messergebnissen | 22 |
| 7.1 Fremdgeräuschanalyse | 22 |
| 7.2 Auswertung meteorologischer Daten | 22 |
| 7.3 Bewertung der Messrepräsentativität | 22 |
| 8. Messergebnisse | 24 |
| 8.1 Statistische Messauswertung | 24 |
| 8.2 Resultierende Schallimmissionspegel und Gegenüberstellung mit Immissionsgrenzwerten | 25 |
| 9. Anlagen | 28 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------------|---|----|
| Abbildung 1: | Gemittelte Windgeschwindigkeit und Windrichtung für die Region des betrachteten Streckenabschnitts | 16 |
| Abbildung 2: | Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung für die Region des betrachteten Streckenabschnitts | 17 |
| Abbildung 3: | Eingesetzter Schallpegelmesser | 20 |
| Abbildung 4: | Detailaufnahme der Messgeräteanordnung..... | 20 |
| Abbildung 5: | Häufigkeitsverteilung aufgetretener Schalldruckpegel am Beispiel des lautesten Messpunkts MP-04 im Beurteilungszeitraum Nacht (06:00 h -22:00 h) über den Messzeitraum..... | 24 |
| Abbildung 6: | Invers kumulative Häufigkeitsverteilung am Beispiel des lautesten Messpunkts MP-04 im Beurteilungszeitraum Nacht (06:00 h -22:00 h) über den Messzeitraum | 25 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------------|--|----|
| Tabelle 1: | Resultierende Schallimmissionspegel $L_{Aeq, 1h}$ an Dauermesspunkten (Messzeitraum ca. 8 Wochen), gemittelt über Stundenintervalle..... | 26 |
| Tabelle 2: | Resultierende Schallimmissionspegel $L_{Aeq, 16/8h}$ an Dauermesspunkten (Messzeitraum ca. 8 Wochen), gemittelt über Beurteilungszeiträume Tag/Nacht | 26 |

Quellenverzeichnis

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- [2] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV)
- [3] RLS-90, „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“, Ausgabe 1990
- [4] VDI 3723-2, „Anwendung statistischer Methoden bei der Kennzeichnung schwankender Geräuschemissionen – Teil 2: Qualitätsprüfung bei der Beurteilung von Geräuschsituationen“, März 2006
- [5] VDI 2714, „Schallausbreitung im Freien“, Januar 1988
- [6] DIN EN 61672-1, „Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2013)“, Juli 2014
- [7] DIN 45642, „Messung von Verkehrsgereuschen“, Juni 2004
- [8] DIN 45641, „Mittelung von Schallpegeln“, Juni 1990
- [9] DIN 45645-1, „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschemissionen in der Nachbarschaft“, Juli 1996
- [10] 01dB DUO Smart Noise Monitor, Technical Data Sheet, Mai 2018
- [11] Planfeststellungsbeschluss, „A 94 München – Pocking; Abschnitt Pastetten - Dorfen; Neubau von km 16+980 bis km 34+423“, Dezember 2009
- [12] Planfeststellungsbeschluss, „A 94 München – Pocking; Abschnitt Dorfen – Heldenstein; Neubau von km 34+730 bis km 50+040“, November 2011
- [13] Planänderungsbeschluss „A 94 München – Pocking, Neubau Pastetten – Dorfen km 16+980 bis km 34+423, Änderung von Lärm- und Immissionsschutzwänden sowie des Fahrbahnbelags“, Mai 2015
- [14] Planänderungsbeschluss „A 94 München – Pocking, Neubau Dorfen – Heldenstein km 34+730 bis km 50+040, Änderung von Lärm-, Irritations- und Immissionsschutzwänden sowie des Fahrbahnbelags“, Mai 2015
- [15] DIN EN 60942, Elektroakustik – Schallkalibratoren, Juli 2018
- [16] VDI 3723 Blatt 1, Anwendung statistischer Methoden bei der Kennzeichnung schwankender Geräuschemissionen, Mai 1993

-
- [17] Bundesanstalt für Straßenwesen, Möhler + Partner Ingenieure AG, Deutsches Zentrum für Luft- u. Raumfahrt e.V.: Aufbau einer Datenbank zur Berechnung exemplarischer Lärmsituation unter Einbeziehung von Geräuschdaten des Verkehrsträger Straße und meteorologischer Daten, November 2020
 - [18] Schriftverkehr zur Repräsentativität von Verkehrszahlen vor und während des Messzeitraums, E-Mail der Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Südbayern, 26.01.2021

Zusammenfassung

Die Abschnitte „Pastetten - Dorfen“ und „Dorfen - Heldenstein“ der A 94 wurden entsprechend den durch die Regierung von Oberbayern festgestellten Plänen errichtet und am 01.10.2019 für den Verkehr freigegeben [1][12][13][14].

Aufgrund von Beschwerden aus der Bevölkerung über starke vom neuen Teilstück der A 94 ausgehende Lärmbelästigung hat der Bayerische Landtag die Bayerische Staatsregierung aufgefordert, „durch Messungen zu prüfen, ob die vorhandenen Lärmschutzmaßnahmen ausreichend sind und den Vorgaben des Planfeststellungsverfahrens entsprechen“.

Für einen Abgleich mit den im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens einschlägigen Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV (Verkehrslärmschutzverordnung) [2] waren an 5 Immissionsorten jeweils Mittelungspegel für die Beurteilungszeiträume Tag (06:00 bis 22:00) und Nacht (22:00 bis 06:00) messtechnisch zu ermitteln. Hierzu wurden entsprechend den einschlägigen DIN-Normen [7][8][9] Langzeitmessungen durchgeführt und unter Berücksichtigung von meteorologischen Einflüssen und Fremdgeräuschen ausgewertet.

Die für die Messungen ausgewählten 5 Immissionsorte sind zum einen ausreichend repräsentativ, da sie gleichverteilt in den Landkreisen Erding und Mühldorf am Inn und in Bereichen der A 94 mit Fahrbahnbelägen aus Waschbeton (WB) und Dünnere Schicht im Heißeinbau auf Versiegelung (DSH-V) liegen, und da sie zum anderen den messtechnischen erforderlichen Anforderungen, wie möglichst geringer Fremdgeräuschbelastung, möglichst ungestörter Schallausbreitungsbedingungen, etc. genügen.

Die Langzeitmessungen sollten im Mai und Juni 2020 durchgeführt werden. Aufgrund der seit März 2020 geltenden Einschränkung in Folge der COVID-19-Pandemie wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber der Messzeitraum verschoben, da sich aufgrund reduzierten Verkehrsaufkommens niedrigere und damit nichtrepräsentative Messwerte für die Verkehrsgeräusche ergeben hätten. Auf Grundlage der fortlaufenden Analyse der Verkehrsbelastung durch den Auftraggeber wurden die Messungen im Zeitraum zwischen Ende des 3. bis Mitte des 4. Quartals 2020 terminiert. Die Analyse zeigt, dass die Fahrbewegungen auf der A 94, vor allem des pegelbestimmenden Schwerlastverkehrs, während der Messdurchführung nicht durch pandemiebedingte Sondereffekte beeinflusst wurden.

Im Ergebnis liegen die Beurteilungspegel an den repräsentativ untersuchten Immissionsorten im erfassten Messzeitraum von 8 Wochen unterhalb der einschlägigen Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung 16. BImSchV, die für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen gilt.

1. Aufgabenstellung

die Abschnitte „Pastetten-Dorfen“ und „Dorfen-Heldenstein“ der A 94 wurden entsprechend den durch die Regierung von Oberbayern festgestellten Plänen errichtet und am 01.10.2019 für den Verkehr freigegeben.

Aufgrund von Beschwerden aus der Bevölkerung über starke vom neuen Teilstück der A 94 ausgehende Lärmbelastung hat der Bayerische Landtag die Bayerische Staatsregierung aufgefordert, „durch Messungen zu prüfen, ob die vorhandenen Lärmschutzmaßnahmen ausreichend sind und den Vorgaben des Planfeststellungsverfahrens entsprechen“.

Für einen Abgleich mit den im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens einschlägigen Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV (Verkehrslärmschutzverordnung) [2] waren an 5 Immissionsorten jeweils Mittelungspegel für die Beurteilungszeiträume Tag (06:00 bis 22:00) und Nacht (22:00 bis 06:00) messtechnisch zu ermitteln. Hierzu wurden entsprechend den einschlägigen DIN-Normen (u.a. DIN 45641, DIN 45642, DIN 45645-1) [8][7][9] und VDI-Richtlinien (u.a. VDI 3723 Blatt 1) [16] Langzeitmessungen in einem Zeitraum von 8 Wochen durchgeführt und unter Berücksichtigung von meteorologischen Einflüssen und Fremdgeräuschen ausgewertet. Die Ergebnisse waren zu visualisieren und in einem Schlussbericht sowie in einer allgemeinverständlichen Kurzfassung darzustellen.

Die Langzeitmessungen sollten im Mai und Juni 2020 durchgeführt werden. Aufgrund der seit März 2020 geltenden Einschränkung in Folge der COVID-19-Pandemie wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber der Messzeitraum verschoben, da sich aufgrund reduzierten Verkehrsaufkommens niedrigere und damit nichtrepräsentative Messwerte für die Verkehrsgeräusche ergeben hätten. Auf Grundlage der fortlaufenden Analyse der Verkehrsbelastung durch den Auftraggeber sowie der Prognose von meteorologischen Parametern wurde die Durchführung der Messungen auf den Zeitraum zwischen Ende des 3. bis ca. Mitte des 4. Quartals 2020 terminiert.

Vergleiche des Auftraggebers zwischen den Verkehrsbelastungen auf der A 94 im Abschnitt Pastetten - Heldenstein vor Beginn der COVID-19-Pandemie und während der Messdurchführung kommen zu dem Ergebnis, dass die Fahrbewegungen, vor allem des pegelbestimmenden Schwerlastverkehrs, während der Messdurchführung nicht durch pandemiebedingte Sondereffekte beeinflusst wurden.

Die Prognose meteorologischer Daten lässt erwarten, dass für den Jahreszeitraum von Spätsommer bis Herbst in der Regel wechselhafte Wetterlagen zu erwarten sind. Die Durchführung von Messungen in diesem Zeitraum können damit sicherstellen, dass die Schallausbreitung an den gewählten Messpunkten bei möglichst vielen unterschiedlichen Wettersituationen erfasst werden können (z. B. bei unterschiedlichen Windrichtungen).

Es wird darauf hingewiesen, dass beim Bau öffentlicher Straßen gemäß Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV, §3) die Lärmsituation immer mit Hilfe des Berechnungsverfahrens der Anlage 1 (zu §3) bzw. der Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - Ausgabe 1990 - RLS-90 zu ermitteln und zu beurteilen ist. Die Berechnung ermöglicht bundesweit objektive Maßstäbe für die Dimensionierung von Schutzmaßnahmen und den Vergleich zwischen unterschiedlichen Fällen von Lärmbelastung. In den Berechnungen werden u.a. die örtliche Topographie, Verkehrsstärke und -zusammensetzung, Geschwindigkeit und Art der Straßenoberfläche berücksichtigt. Schallmessungen können

hingegen nur eine kurzfristige Situation erfassen, die hinsichtlich Verkehrsbedingungen, Windverhältnissen und anderen Faktoren erhebliche Veränderung erfährt. Auch ist eine für einen Aus- und Neubau maßgebliche Prognosesituation durch eine Messung nicht abbildbar. Messungen geben damit Momentansituationen für einen bestimmten Ort in einem bestimmten Zeitraum wieder. Das Merkmal der Reproduzierbarkeit gegenüber berechneten Beurteilungspegeln fehlt. Dieses ist jedoch aus rechtlichen Gründen unbedingt erforderlich, da sich davon Ansprüche benachbarter Anwohner auf Schallschutzmaßnahmen bundeseinheitlich ableiten.

Mit der Durchführung der schalltechnischen Untersuchung, insbesondere der messtechnischen Erfassung von Verkehrsgeräuschen wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG mit Schreiben vom 13.03.2020 vom Freistaat Bayern, vertreten durch die Autobahndirektion Südbayern, beauftragt.

2. Vorgehensweise

Entsprechend der Aufgabenstellung wurden an 5 Immissionsorten Dauermessungen über einen Zeitraum von 8 Wochen im Bereich der A 94 zwischen Pastetten und Heldenstein durchgeführt. Anhand der Ergebnisse soll überprüft werden, ob die vorhandenen Lärmschutzmaßnahmen ausreichend sind und den Anforderungen der im Planfeststellungsverfahren zu berücksichtigenden 16. BImSchV [2] entsprechen.

Der jeweilige Mikrofonstandort bei Immissionsmessungen wird entsprechend der Aufgabenstellung durch die Norm DIN 45642, Abschnitt 8.2, vorgegeben [7]. Die Aufgabenstellung wird als Überprüfung der in der Planfeststellung zugrunde gelegten Beurteilungspegel an schutzbedürftiger Bebauung interpretiert, die mit den zulässigen Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV [2] zu vergleichen sind. Gemäß DIN 45642 [7] liegen Messpunkte in bebauten Flächen „0,5 m außen vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen Aufenthaltsraum“.

Die Zahl der Gebäude, für die diese Überprüfung durchgeführt werden soll, ist zunächst auf 5 Messpunkte zur Dauerüberwachung über o.g. Zeitraum von 8 Wochen festgelegt. Daher waren sinnvolle Messorte an 5 Gebäuden entlang des ca. 34 km langen Planfeststellungsabschnitts auszuwählen.

Die Messorte sollten ausreichend repräsentativ und daher möglichst gleichmäßig über die Neubau-
strecke verteilt liegen und die wichtigsten Siedlungsschwerpunkte umfassen. Weiterhin sollte beidseitig der Autobahn gemessen werden, um den Einfluss vorherrschender Windrichtungsverteilungen möglichst bei den Messungen mit zu erfassen. Weiter war der Einfluss unterschiedlicher Fahrbahnbeläge bzw. Belagswechsel bei den Messungen zu berücksichtigen und möglichst eine Gleichverteilung der Messpunkte in den beteiligten Landkreisen Erding und Mühldorf am Inn anzustreben.

Für die Auswahl der Messpunkte in bzw. an einem Siedlungsschwerpunkt wird angestrebt, Ortsrandlagen abseits von Hauptdurchgangsstraßen zu wählen. Dies hat folgende Vorteile:

- Die Fremdgeräuschbelastung ist in der Regel gering; dies ist innerorts grundsätzlich nicht der Fall
- Der Einfluss von Gebäuden insbesondere der Dächer zur schalltechnischen Abschirmung ist gering.
- Es ist auf eine möglichst ungestörte Schallausbreitung (abgesehen von Schallschutzmaßnahmen) von der Autobahn gegeben.

Die Auswahl der Immissionsorte muss plausibel und nachvollziehbar erscheinen, d.h. es sind Immissionsorte zu bevorzugen, die, sofern möglich, lokale Pegelmaxima und/oder spezielle akustische Besonderheiten (Störstellen, Steigungen, etc.) aufweisen.

Die Lage der Messorte ist so zu wählen, dass sie möglichst nicht in unmittelbarem Bereich von Anschlussstellen liegen, da bei der Immissionsmessung keine Trennung von Geräuschanteilen verschiedener Straßen möglich ist.

Wenn möglich sind Messungen, wie oben beschrieben, am Immissionsort vor dem geöffneten Fenster durchzuführen. Messungen am Immissionsort sind selbstverständlich nur möglich, wenn einer Dauer-messung bei geöffnetem Fenster anwohnerseits zugestimmt wird. Es ist jedoch regelmäßig davon aus-zugehen, dass dies nicht der Fall ist.

Ist eine Messung bei geöffnetem Fenster nicht möglich, erfolgt der Messaufbau vor dem Gebäude. Dabei kommen nach DIN 45645-1 [9] grundsätzlich zwei Messpunkte in Frage:

- Die Messung erfolgt neben dem Gebäude in Höhe des Fensters des am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raums
- Die Messung erfolgt in 2 m Abstand vor Fassaden, die der Quelle zugewandt sind, bei ge-schlossenem Fenster

Die Auswahl der Messorte erfolgt nach ausführlicher Ortsbesichtigung und Dokumentation potenziel-ler Standorte. In diesem Zusammenhang ist auch der subjektive akustische Eindruck zu beschreiben. Ferner ist jeder potenzielle Standort auf die technische Eignung einer Messung zu überprüfen (z.B. Energiezufuhr, relevante Störsignale).

Darüber hinaus ist jeder Standort hinsichtlich meteorologischer Einflüsse zu bewerten. Damit soll si-chergestellt werden, dass Messpunkte verworfen werden, deren Messpegel überproportional von unterschiedlichen Windsituationen beeinflusst werden, sofern dies nicht den repräsentativen Fall wie-dergibt (z.B. Messpunkt abgeschirmt durch SSW bei Westwind, jedoch exponiert bei Ostwind).

Die Ortsbesichtigung kommt zu dem Ergebnis, dass 5 Standorte für die Durchführung der Messung geeignet erscheinen. (Siehe Kapitel 5.

3. Normative Grundlagen zu Schallmessungen

Zur Ermittlung von Schallimmissionen des Straßenverkehrs von bestehenden Verkehrswegen durch Messung mit Bestimmung von Mittelungspegeln sind die DIN 45641, DIN 45642, DIN 45645-1 und VDI 3723 [8][7][9][16] einschlägig. Diese definieren Vorgaben zu Messgeräten, Messort, Messdauer/-zeit, Fremdgeräuschen, Witterungsbedingungen, Messunsicherheit, Durchführung und Auswertung von Messdaten. Nachfolgend werden zentrale Anforderungen der Normen an die vorliegende Aufgabenstellung zusammengefasst:

Messgeräte:

- Schallpegelmesser, Schallpegelmesseinrichtungen und Schallkalibratoren müssen den jeweiligen zu treffenden Normen DIN 45657, DIN EN 61672-1 und DIN EN 60942 entsprechen
- Die Messgeräte sind vor und nach jeder Messreihe nach den Angaben des Herstellers auf Funktionstüchtigkeit zu prüfen und zu kalibrieren.

Messort:

- Der Messort wird durch die Aufgabenstellung vorgegeben. Ist dies nicht der Fall, liegt er bei bebauten Flächen in der Regel 0,5 m außen vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen Aufenthaltsraums. Besteht keine andere Möglichkeit, kann das Mikrofon in etwa 2 m Abstand von der Fassade bei geschlossenem Fenster angeordnet werden. Dann sind wegen des Einflusses der Reflexionen an der der Quelle zugewandten Fassade vom Messwert 3 dB abzuziehen.

Diese Abzüge wurden nicht vorgenommen. Die Messorte wurden so ausgewählt, dass keine Schallreflexionen durch Gebäudefassaden auf das Mikrofon einwirkten. Dies wurde auch anhand kurzzeitiger Nachweismessungen mit einem zusätzlichen Mikrofonpaar (Messort + Referenzort in Freifeld) nachgewiesen.

Messzeit/-dauer:

- Zeit und Dauer der Messungen sind je nach Aufgabenstellung so zu wählen, dass die Messergebnisse für die zu beurteilende Geräuschimmission kennzeichnend sind.
- Da die Geräuschbelastung am jeweiligen Messort vorwiegend von der Stärke und Zusammensetzung des Verkehrs abhängt, ist der Zeitpunkt der Messung entsprechend der Aufgabenstellung so zu wählen, dass die Messergebnisse für die zu ermittelnde Geräuschimmission kennzeichnend sind, z.B. während der Hauptpendelzeiten, während der Nacht, an bestimmten Wochentagen oder zu bestimmten Jahreszeiten.
- Die Messdauer ist so zu wählen, dass folgende Bedingungen erfüllt sind:
 - Messdauer mindestens 15 min;
 - Erfassung von mindestens 100 Fahrzeugen während der Messdauer bei Lkw-Anteilen bis 10 %;

- Erfassung von mindestens 50 Lkw während der Messdauer bei Lkw-Anteilen über 10 %.

Alle Punkte wurden mit der Messdauer von 8 Wochen zuverlässig erfüllt

Fremdgeräusche:

- Wirken auf einen Messort neben dem zu messenden Geräusch Fremdgeräusche ein, so ist vorzugsweise in Pausen der Fremdgeräusche zu messen oder in Zeiten, in denen der Pegel der Fremdgeräusche um mindestens 10 dB unter dem Pegel des zu messenden Geräusches liegt.
- Ist das nicht möglich und kann der Mittelungspegel der Fremdgeräusche, ermittelt für die gleiche Messdauer T_M wie für die Messung der Immission – z. B. in Pausen des zu messenden Geräusches –, bestimmt werden und liegt dieser um $\Delta L = 5$ dB bis 10 dB unter dem des Gesamtgeräusches (Schallimmission mit überlagerten Fremdgeräuschen), so ist vom Mittelungspegel des Gesamtgeräusches eine Fremdgeräuschkorrektur K abzuziehen.

Witterungsbedingungen:

- Alle Messungen sind vorzugsweise bei Windgeschwindigkeiten unter 5 m/s durchzuführen. Bei Windgeschwindigkeiten über 10 m/s kann die Schallausbreitung gestört sein, und erhebliche Windgeräusche am Mikrofon sind zu erwarten.
- Mitwindwetterlage oder Temperaturinversion begünstigen die Schallausbreitung. Eine Mitwindwetterlage liegt vor, wenn der Wind von dem Messort nächstliegenden Punkt der Mittelachse des Verkehrsweges in Richtung Messort in einem Sektor bis zu $\pm 60^\circ$ weht und wenn die Windgeschwindigkeit im Bereich weitgehend ungestörter Windströmung (z. B. auf freiem Feld) in mindestens 5 m Höhe etwa zwischen 0,5 m/s und 3 m/s liegt. Leichte Temperaturinversion liegt in der Regel in den Morgenstunden vor Sonnenaufgang und in den Abendstunden nach Sonnenuntergang und in der Nacht bei Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s vor.
- Bei Niederschlägen, bei nasser Fahrbahn (auf Straßen), bei Temperaturen unter 0°C , über gefrorenem oder schneebedecktem Boden und bei Windgeschwindigkeiten über 10 m/s darf nicht gemessen werden.

Messunsicherheit:

Die verschiedenen Ursachen der Messunsicherheit wirken sich in zufälligen Abweichungen der Ergebnisse für den Beurteilungspegel aus. Die Streuung bei wiederholten Bestimmungen des Beurteilungspegels ist daher ein Maß für die Messunsicherheit und wird als Standardabweichung zahlenmäßig ausgedrückt. Für die von den Messgeräten herrührende Beiträge zur Messunsicherheit können erfahrungsgemäß (bei einem Vertrauensniveau von 0,8) folgende Werte angesetzt werden.

- ± 1 dB für Geräte der Klasse 1 und
- $\pm 1,5$ dB für Geräte der Klasse 2.

Durchführung:

Messung ohne Vorwissen – wie im hier vorliegenden Fall – heißt, dass der Betrieb der Geräuschquelle, die Zeiten mit geringem Fremdgeräusch und die meteorologische Situation im Wesentlichen nicht von vornherein bekannt sind.

In diesem Fall können langfristige Immissionserhebungen erforderlich werden, mit denen der Schwankungsbereich der Beurteilungspegel bestimmt werden kann. Es ist zu ermitteln, ob Pegelschwankungen emissions- und/oder wetterbedingt sind. Außerdem ist zu prüfen, ob und in welcher Stärke Fremdgeräusche zeitgleich mit dem zu messenden Geräusch auftreten. Diese Umstände wurden im vorliegenden Fall berücksichtigt.

Auswertung von Messdaten:

Mittlere Geräuschpegel während der Messdauer werden durch den äquivalenten Dauerschallpegel gekennzeichnet. Der äquivalente Dauerschallpegel L_{eq} aus einem zeitlich veränderlichen Schallpegel über die Mittelungsdauer T ist durch folgende Gleichung definiert:

$$L_{eq} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 L(t)/dB} dt \right] \text{ dB}$$

Der äquivalente Dauerschallpegel von N äquivalenten Dauerschallpegeln L_{eqi} ($i=1 \dots N$) für die einzelnen Teildauern der Mittelungsdauer T ergibt sich wie folgt:

$$L_{eq} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N T_i 10^{0,1 L_{eqi}/dB} \right] \text{ dB}$$

$$\text{mit } T = \sum_{i=1}^N T_i$$

Ist jeder Teildauer T_i gleich lang, geht Gleichung in folgende Gleichung über. Der Mittelungspegel L_m aus einzelnen Schallpegelwerten ($i=1 \dots n$) ist durch folgende Gleichung definiert:

$$L_m = 10 \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i/dB} \right] \text{ dB}$$

4. Auswahlkriterien von Messpunkten

Entsprechend der Aufgabenstellung sowie der normativen Vorgaben wurden an 5 Immissionsorten Dauermessungen über einen Zeitraum von 8 Wochen im Bereich der A 94 zwischen Pastetten und Heldenstein durchgeführt.

4.1 Technische Kriterien

Technische Voraussetzungen für die Auswahl der Messstandorte ist die Sicherstellung der dauerhaften Zugänglichkeit zum Messgerät zur Kalibrierung von Mikrofonen sowie zur uneingeschränkten Möglichkeit der Datensicherung sowie die Sicherstellung der Energieversorgung (dauerhafte Stromnetzanbindung, alternativ Möglichkeit zum Austausch von Energiezellen im Messsystem). Es ist sicherzustellen, dass die Messung nicht durch benachbarte technische Anlagen beeinflusst werden kann (z.B. Netzbrummen von Transformatoren, Tackern von Funknetzsendern).

4.2 Akustische Kriterien

Die Messorte sollten ausreichend repräsentativ und daher möglichst gleichmäßig über die Neubau-
strecke verteilt liegen und die wichtigsten Siedlungsschwerpunkte umfassen. Demnach waren repräsentative Immissionsorte mit hohen Schallimmissionen ausgehend von der Autobahn A 94 auszuwählen und mit den zulässigen Immissionsgrenzwerten zu vergleichen. Weiter war der Einfluss unterschiedlicher Fahrbahnbeläge bzw. Belagswechsel bei den Messungen zu berücksichtigen und möglichst eine Gleichverteilung der Messpunkte in den beteiligten Landkreisen Erding und Mühldorf am Inn anzustreben.

Es wurde darauf geachtet, dass bei den Messungen Störgeräusche bis auf ein unvermeidliches Minimum reduziert werden, so dass die aufgezeichneten Schalldruckpegel unmittelbar dem Geräusch der A 94 zugeordnet werden können.

Sogenannte Fremdgeräusche können beispielsweise auftreten in Bereichen von

- anderen Verkehrswegen (z.B. Kreisstraßen, Gemeindestraßen, Zubringer zur Autobahn, häufig genutzte landwirtschaftliche Verkehrswege) durch verkehrsbedingte Geräusche,
- gewerblichen Anlagen oder landwirtschaftlichen Betrieben bei Fahrten von Landmaschinen, Speditionsbetrieben mit Zugmaschinen im Leerlaufbetrieb bzw. Lüftungsanlagen,
- Biotopen, Wäldern, Nist- bzw. Brutstätten von Vögeln. Demnach können mitunter dauerhafte messungsbeeinflussende Geräusche durch Vogelgezwitscher auftreten.

Bezüglich der Auswahl von Messpunkten ist darauf zu achten, dass möglichst genaue Aussagen zu Parametern der Schallemissionen vorliegen. Der Auftraggeber hat während der Messdurchführung die Verkehrsbelastung auf der A 94 kontinuierlich erfasst.

Zuletzt ist zu beachten, dass Messpunkte einen entsprechenden Abstand zur Schallquelle nicht überschreiten dürfen, so dass die messtechnisch zu erfassenden Schallimmissionen eindeutig der Schallquelle der A 94 zugeordnet werden können und eine klare Abhebung des Signals gegenüber einem allgemein vorhandenen Hintergrundrauschen zweifelsfrei möglich ist.

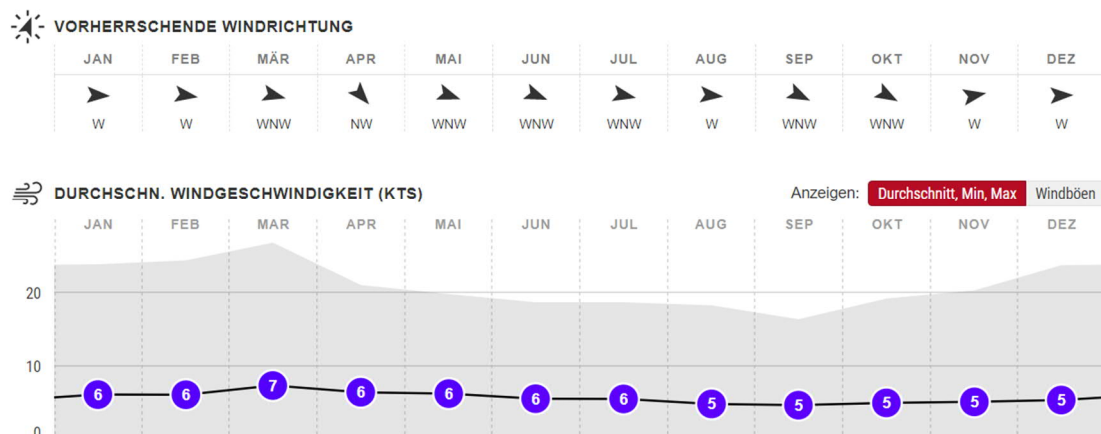
4.3 Meteorologische Kriterien

Einschlägige Untersuchungen [17] kommen zu dem Ergebnis, dass Mitwindsituationen, d.h. die Schallausbreitung erfolgt mit der Windrichtung von der Schallquelle zum Empfänger, die Höhe des gemessenen Schallpegels beeinflussen. In diesem Szenario werden in der Regel höhere Schallpegel gemessen. Der gegenteilige Effekt tritt bei Gegenwindsituationen ein, wonach sich bei einer Windrichtung entgegen der Schallausbreitungsrichtung deutlich niedrigere Messwerte ergeben.

Die Schallausbreitung zwischen dem Emissionsort (A 94) und Immissionsorten im Entfernungsbereich ab etwa 50 m bis 100 m wird von den atmosphärischen Bedingungen (Wetter) und den Eigenschaften des Bodens bestimmt. Messtechnische Erhebungen sind daher z. B. nach A.3 der TA Lärm ab 200 m nur bei Mitwind durchzuführen. Die physikalischen Prozesse, die hierbei eine Rolle spielen (z. B. Absorption, Reflexion, Refraktion), sind komplex, frequenzabhängig und treten vielfach in Kombination auf. Der Einfluss der wechselnden atmosphärischen Bedingungen (Windprofil, Temperaturschichtung, Luftfeuchte) bewirkt Schwankungen der Pegeldämpfung auf dem Ausbreitungsweg von bis zu 25 dB (in 1000 m Entfernung von der Straße, vgl. Bild 1 aus VDI 2714).

Nachfolgende **Abbildung 1** zeigt die gemittelten vorherrschenden Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen der nächstgelegenen Messstation im Bereich des Flugplatzes in Mühldorf, ca. 15 bis 35 km Entfernung zu den Messorten.

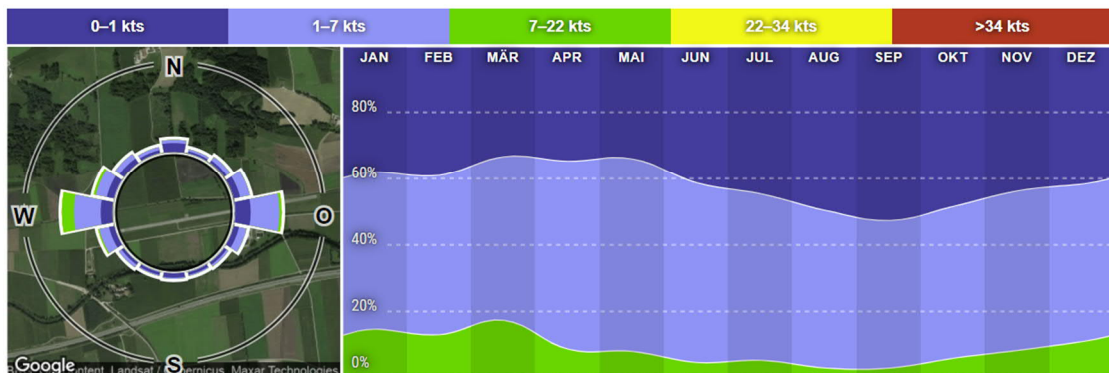
Gemittelte Windgeschwindigkeit und Windrichtung für Mühldorf Flugplatz



Quelle: <https://www.windfinder.com/windstatistics/muehldorf>

Abbildung 1: Gemittelte Windgeschwindigkeit und Windrichtung für die Region des betrachteten Streckenabschnitts

Windrichtungs- und Stärkenverteilung



Quelle: <https://www.windfinder.com/windstatistics/muehldorf>

Abbildung 2: Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung für die Region des betrachteten Streckenabschnitts

Demnach treten im Untersuchungsraum hauptsächlich Westwinde mit Windgeschwindigkeiten von 1 bis 8 Knoten (0,5 bis 4 m/s) auf. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit beträgt ca. 5 Knoten (2,6 m/s). Die zweite überwiegend auftretende Windrichtung im Untersuchungsabschnitt sind Ostwinde mit Hauptgeschwindigkeiten von 1-6 Knoten (0,5 bis 3 m/s) (**Abbildung 2**), die damit bzgl. der Durchschnittswindgeschwindigkeiten niedrigere Werte als die Westwinde aufweisen.

Die Hauptwindrichtungen verlaufen damit im Wesentlichen parallel zu großen Teilen des hier untersuchten Abschnitts der A 94. Dieser Sachverhalt ist bei Auswahl der Messorte adäquat zu berücksichtigen. Demnach war zu überprüfen, inwieweit Messpunkte durch meteorologische Einflüsse beeinflusst werden.

Während schalltechnische Berechnungen von Verkehrsräuschen immer eine Mitwindsituation abbilden, sind reale Messungen entsprechenden witterungsbedingten Schwankungen unterworfen. Beispielhaft können Messpunkte durch natürliche oder künstliche Hindernisse gegenüber Westwindsituationen gut abgeschirmt, jedoch bei Ostwindsituationen verhältnismäßig gut exponiert sein.

Insofern sind Messpunkte bevorzugt witterungsunabhängig zu wählen, so dass die während des Messzeitraums auftretenden Windsituationen keinen unverhältnismäßig hohen Einfluss auf das Messergebnis nehmen. Gleichzeitig ist darauf zu achten, dass die Messdurchführung optimalerweise den Jahreszustand wiedergibt.

Entsprechend werden neben den akustisch relevanten Kennwerten meteorologische Daten Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur und Niederschlagsmenge erfasst.

Durch die Berücksichtigung dieser Daten kann während Durchführung und Auswertung der Messung sichergestellt werden, dass pegelbeeinflussende und normativ unzulässige Witterungsbedingungen (z. B. nasse Fahrbahn, Negativtemperaturen, Starkregenereignisse, etc.) nicht in die Bewertung von Beurteilungspegeln einfließen.

5. Auswahl von Messpunkten

Folgende Messpunkte wurden nach Ortsbesichtigung, Eignungsprüfung durch das sachverständige Büro und in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt:

| | | | | | |
|--------------------------|--|----------|--------------------|---|--------|
| MP-01 | Außerbittlbach 22, 84435 Lengdorf | | Lkr: ED | Messzeitraum: KW36 - KW45/2020 | |
| Geographische Angaben | Gemeinde | Lengdorf | | 33U 279263, 5347714 | |
| | Gemarkung | Lengdorf | | 32U 724697, 5347869 | |
| Angaben zu IO bzgl. A 94 | Entfernung [m] | 135 | | Strecken-km | 34,147 |
| | Lage [nördl./südl. A94] | südlich | | Deckschicht | DSH-V |

| | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|----------|--------------------|---|--------|
| MP-02 | Westholz 2, 84405 Dorfen | | Lkr: ED | Messzeitraum: KW36 - KW44/2020 | |
| Geographische Angaben | Gemeinde | Dorfen | | 33U 287584, 5348659 | |
| | Gemarkung | Watzling | | 32U 732920, 5349461 | |
| Angaben zu IO bzgl. A 94 | Entfernung [m] | 163 | | Strecken-km | 42,572 |
| | Lage [nördl./südl. A94] | nördlich | | Deckschicht | DSH-V |

| | | | | | |
|--------------------------|---|-----------------|--------------------|---|-------|
| MP-03 | Friedlrimbach 6, 84419 Obertaufkirchen | | Lkr: MÜ | Messzeitraum: KW36 - KW44/2020 | |
| Geographische Angaben | Gemeinde | Obertaufkirchen | | 33U 296295, 5347914 | |
| | Gemarkung | Obertaufkirchen | | 32U 741663, 5349398 | |
| Angaben zu IO bzgl. A 94 | Entfernung [m] | 45 | | Strecken-km | 51,76 |
| | Lage [nördl./südl. A94] | nördlich | | Deckschicht | DSH-V |

| | | | | | |
|--------------------------|---|-----------------|--------------------|---|----------|
| MP-04 | Ebering 2, 84419 Obertaufkirchen | | Lkr: MÜ | Messzeitraum: KW36 - KW45/2020 | |
| Geographische Angaben | Gemeinde | Obertaufkirchen | | 33U 299587, 5348166 | |
| | Gemarkung | Obertaufkirchen | | 32U 744927, 5349907 | |
| Angaben zu IO bzgl. A 94 | Entfernung [m] | 264 | | Strecken-km | 55,135 |
| | Lage [nördl./südl. A94] | nördlich | | Deckschicht | DSH-V/WB |

| | | | | | |
|--------------------------|---|---------------|--------------------|---|-------|
| MP-05 | Klebing 3, 84431 Rattenkirchen | | Lkr: MÜ | Messzeitraum: KW37 - KW45/2020 | |
| Geographische Angaben | Gemeinde | Rattenkirchen | | 33U 300712, 5347668 | |
| | Gemarkung | Rattenkirchen | | 32U 746087, 5349498 | |
| Angaben zu IO bzgl. A 94 | Entfernung [m] | 180 | | Strecken-km | 56,36 |
| | Lage [nördl./südl. A94] | südlich | | Deckschicht | WB |

6. Messdurchführung

6.1 Messaufbau

Der Messzeitraum begann am 31.08.2020 und endet am 05.11.2020. Über die gesamte Messdauer wurden an fünf Langzeitmessstellen, die sich in Abständen von 45 m bis zu 264 m zur Autobahn befanden, Mikrophone installiert. Hierzu wurden Messgeräte der Baureihe 01dB-METRAVIB Smart Noise Monitor Type DUO (**Abbildung 3**) sowie Wetterstationen des Typs VAISALA Weather Transmitter WXT530 (**Abbildung 4**) eingesetzt.

Der Aufbau der Messstationen, die Schall und meteorologische Daten gleichzeitig messen besteht aus

- Mikrofon in einer Höhe von 4 m über Gelände;
- Wetterstation in einer Höhe von ca. 3,5 m über Gelände.

Um eine Beeinflussung der Messwerte durch Strömungsgeräusche gering zu halten, wird das Mikrofon mit einem Schaumstoff-Windschirm versehen.



Abbildung 3: Eingesetzter Schallpegelmesser



Abbildung 4: Detailaufnahme der Messgeräteanordnung

Die Messgeräte werden durch das Messpersonal laufend online überwacht. Dies ermöglicht ein schnelles Eingreifen, sofern Störungen oder Defekte vorliegen. Dies war im vorliegenden Fall im Messzeitraum von 31.08.2020 bis 05.11.2020 nicht erforderlich.

6.2 Messdauer

Aufbau und Durchführung der Messungen wurden aufgrund der beabsichtigten Erfassung möglichst unterschiedlicher Wetterlagen bei gleichzeitig trockener Fahrbahn von Mai und Juni 2020 pandemiegeschuldet in den Spätsommer bis Spätherbst gelegt.

Demnach fanden die Messungen im Zeitraum vom 01.09.2020 bis zum 30.10.2020 statt. Die genaue Messdauer je Immissionspunkt kann den Datenblättern der Anlage entnommen werden.

Vergleiche des Auftraggebers zwischen den Verkehrsbelastungen auf der A 94 im Abschnitt Pastetten - Heldenstein vor Beginn der COVID-19-Pandemie und während der Messdurchführung kommen zu dem Ergebnis, dass die Fahrbewegungen, vor allem des pegelbestimmenden Schwerlastverkehrs, während der Messdurchführung nicht durch pandemiebedingte Sondereffekte beeinflusst wurden.

Die Messungen werden jeweils über den täglichen Zeitraum von 24 h durchgeführt.

6.3 Messunsicherheiten

Für die von den Messgeräten herrührende Beiträge zur Messunsicherheit können erfahrungsgemäß (bei einem Vertrauensniveau von 0,8) folgende Werte angesetzt werden[9].

- ± 1 dB für Geräte der Klasse 1 und
- $\pm 1,5$ dB für Geräte der Klasse 2.

Die eingesetzten Messgeräte der Baureihe 01dB-METRAVIB Smart Noise Monitor Type DUO sind der IEC-61672 Klasse 1 zugeordnet.

Die Mikrofone wurden im einwöchigen Rhythmus kalibriert und die jeweiligen Abweichungen festgehalten. Etwaige Abweichungen (Drift) der Mikrofone um mehr als 0,3 dB(A) wurden nicht festgestellt.

Um die Windrichtung erfassen zu können, wurden die Wetterstationen manuell anhand einer Markierung nach Norden ausgerichtet. Die aufgezeichnete Windsituation kann dabei bis zu ca. $22,5^\circ$ ($\approx 360^\circ/12$) von der tatsächlich vorherrschenden Windrichtung abweichen, da beim Ausrichten der Stative zwischen Kalibrier- und Messhöhe Verdrehungen des Stativs zwar minimiert, jedoch nicht vollständig vermieden werden können.

6.4 Erfassung meteorologischer Parameter

Der meteorologische Übergang vom Spätsommer zum Herbst bis in den Spätherbst während der Messdurchführung enthält sehr unterschiedliche Wettersituationen wie z. B. Spätsommertage mit starker Sonneneinstrahlung und labiler/konvektiver Schichtung, ruhiges Herbstwetter mit neutraler Schichtung, aber auch Frontdurchgänge mit labiler Schichtung und stärkeren Winden aus unterschiedlichen Richtungen. Daher wird der gewählte Zeitraum bezüglich der Einflüsse des Wetters auf die Schallausbreitung als repräsentativ für das Jahreswettergeschehen erachtet. Folgende Wetterparameter, die den gemessenen Schalldruckpegel mitunter relevant beeinflussen können oder die das Ausschließen von Messdaten erforderlich machen können, wurden laufend aufgezeichnet:

- | | |
|------------------|-----------------------|
| ▪ Lufttemperatur | ▪ Windrichtung |
| ▪ Luftdruck | ▪ Windgeschwindigkeit |
| ▪ Luftfeuchte | ▪ Niederschlagsmenge |

7. Auswertung von Messergebnissen

7.1 Fremdgeräuschanalyse

Unter Fremdgeräuschen versteht man grundsätzlich alle Geräusche, welche nicht der zu beurteilenden Geräuschquelle entstammen. Normativ ist vorzugsweise in Pausen der Fremdgeräusche zu messen oder in Zeiten, in denen der Pegel der Fremdgeräusche um mindestens 10 dB unter dem Pegel des zu messenden Geräusches liegt [9]. Da es sich laut Aufgabenstellung um eine durchgehende Dauermessung handelt, sind die Fremdgeräusche nach Aufzeichnung manuell als solche zu markieren und aus der Auswertung herauszunehmen. Der aufgezeichnete Pegelschrieb wird hierfür im Sekundentakt zuerst visuell gefiltert und anschließend akustisch (Hörprobe der Audioaufzeichnung) eingeordnet.

Die nichtautomatisierte Prüfung und Wiedergabe der Tonspur und die Einstufung des Signals durch das Messpersonal stellt damit sicher, dass Audiosignale der jeweiligen Quelle eindeutig zugeordnet werden. Demnach können hohe Pegelspitzen durch Einzelereignisse auch der Autobahn zuzuordnen sein (z. B. Vorbeifahrt Motorrad, „singender“ LKW-Reifen, etc.) und werden entsprechend erkannt und berücksichtigt. Eindeutige Fremdgeräusche werden in den Messprotokollen der Anlage gekennzeichnet und benannt und bleiben bei der Bildung der Beurteilungspegel unberücksichtigt.

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten handelt es sich hier typischerweise um Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen und Vorbeifahrten auf benachbarten Straßen. Die Zuordnung von Auffälligkeiten im Pegelverlauf nach Quell- und Fremdgeräuschen wurde als Anmerkung in den Datenblättern der Messprotokolle (s. Anhang 2) erfasst.

7.2 Auswertung meteorologischer Daten

Die meteorologischen Daten wurden den Schalldruckpegelmessungen gegenübergestellt. Anhand der meteorologischen Daten wird definiert, wann einzelne Messzeiten nach normativen Vorgaben verworfen werden müssen (z. B. bei nasser Fahrbahn, Minustemperaturen oder Starkwindereignissen, s. Punkt 3). Eine regennasse Fahrbahn wird dann unterstellt, wenn Niederschläge von mehr als 2 mm/m² kurzzeitig oder über einen längeren Zeitraum mit mehr als 0,5 mm/m² festgestellt werden. Ferner wird eine Trocknungszeit der Fahrbahn berücksichtigt (ca. 1 bis 3 h in Abhängigkeit von Temperatur und Windverhältnissen). Aufgrund des ausreichend langen Messzeitraums erlaubte der Datensatz das Verwerfen von Messdaten in nicht eindeutigen Fällen nach konservativen Maßstäben im Sinne einer worst-case-Betrachtung immissionsseitig, d. h. im Sinne benachbarter Anwohner.

7.3 Bewertung der Messrepräsentativität

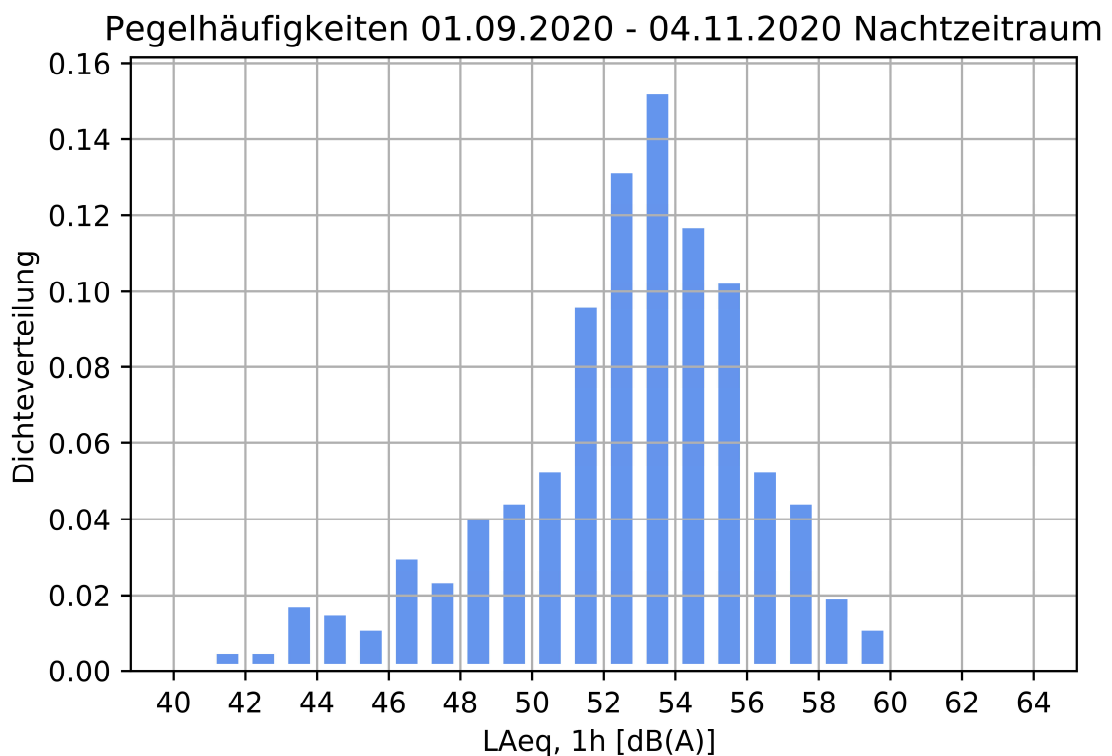
Der Auftraggeber analysierte fortlaufend die Entwicklung des Verkehrsaufkommens auf der A 94 im Abschnitt Pastetten bis Heldenstein. Im ursprünglich vorgesehenen Zeitraum der Langzeitmessungen im Mai und Juni 2020 lag die tägliche Verkehrsbelastung rund 8 % niedriger als vor Beginn der Corona-Maßnahmen. Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke lag im Messzeitraum Oktober/November 2020 durchschnittlich 14 % über den zwischen der Verkehrsfreigabe 2019 und Mitte März 2020 erhobenen täglichen Verkehrsstärken. Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des

Schwerverkehrs lag im Messzeitraum 29 % über den Werten vor den Einschränkungen in Folge der COVID-19-Pandemie. Der Anteil der für die Lärmemissionen besonders maßgebenden Lkw-Verkehre über 2,8 t zulässigem Gesamtgewicht lag im Messzeitraum tagsüber 37 % und in der Nacht 9 % über dem Vor-COVID-19-Zeitraum. Demnach ist der Zeitraum der Immissionsmessungen repräsentativ in Bezug auf die Verkehrsstärken im Abschnitt Pastetten bis Heldenstein der A 94 nach Verkehrsfreigabe und den daraus resultierenden Verkehrsverlagerungen. [18]

8. Messergebnisse

8.1 Statistische Messauswertung

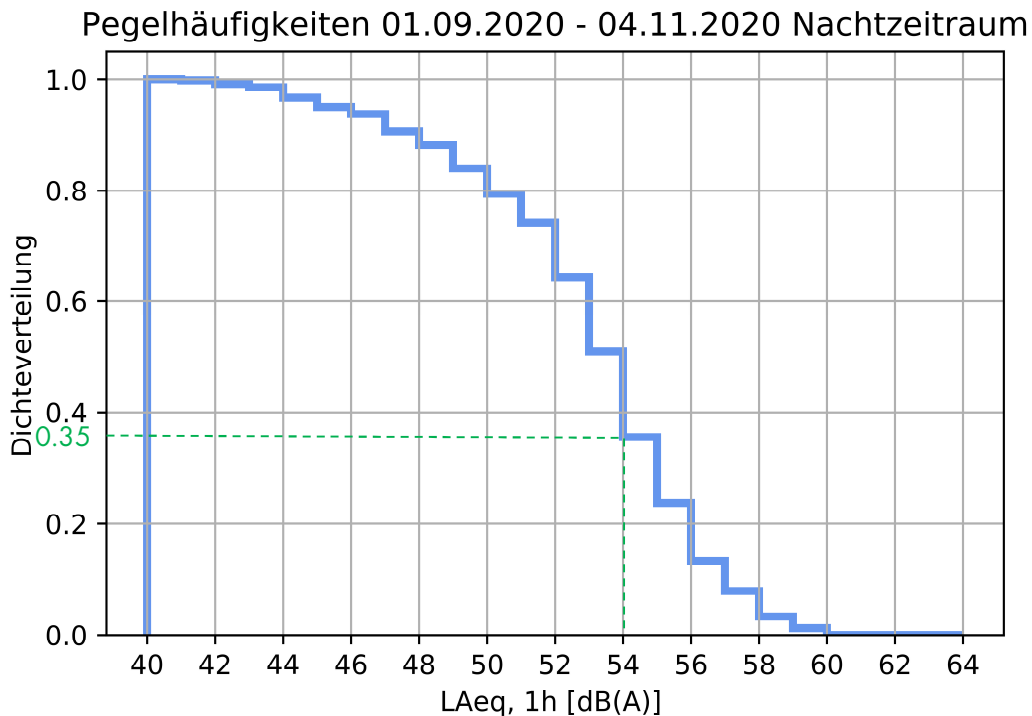
Die Messergebnisse werden nach Auswertung in Häufigkeitsklassen dargestellt. Anhand nachfolgender **Abbildung 5** wird erläutert, welche Informationen den Abbildungen des Anhangs 1 entnommen werden können. Exemplarisch erfolgt die Erläuterung für den lautesten erfassten Messpunkt MP-04 im Nachtzeitraum über die Messdauer.



Histogramm: n=483

Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung aufgetretener Schalldruckpegel am Beispiel des lautesten Messpunkts MP-04 im Beurteilungszeitraum Nacht (06:00 h -22:00 h) über den Messzeitraum

- Abszissenachse (x-Achse, horizontal): Darstellung des äquivalenten Dauerschallpegels über Zeitbereiche von 1 h bzw. 16/8 h (tags/nachts)
- Ordinatenachse (y-Achse, vertikal): Darstellung der Dichteverteilung, dimensionslos, $1/100 \times [\%]$
- Linienzahl Histogramm: Die Linienzahl n gibt die Gesamtzahl der im Histogramm verwendeten Werte wieder



Histogramm: n=483

Abbildung 6: Invers kumulative Häufigkeitsverteilung am Beispiel des lautesten Messpunkts MP-04 im Beurteilungszeitraum Nacht (06:00 h -22:00 h) über den Messzeitraum

- Abszissenachse (x-Achse, horizontal): Darstellung des äquivalenten Dauerschallpegels über Zeitbereiche von 1 h bzw. 16/8 h (tags/nachts)
- Ordinatenachse (y-Achse, vertikal): Darstellung der Dichteverteilung, dimensionslos, $1/100 \times [\%]$
- Histogramm: Die Linienzahl n gibt die Gesamtzahl der im Histogramm verwendeten Werte wieder

Lesebeispiel (grün gestrichelt): $y = 35 \% \rightarrow 35 \%$ der Zeit traten Beurteilungspegel im Nachtzeitraum über den Messzeitraum von mehr als 54 dB(A), 1 % der Zeit traten Beurteilungspegel zwischen 60 und 64 dB(A) auf.

8.2 Resultierende Schallimmissionspegel und Gegenüberstellung mit Immissionsgrenzwerten

Aus dem oben beschriebenen Vorgehen und den durchgeführten Messverfahren resultieren an den Messorten folgende Schallimmissionspegel. Diese werden den jeweils für den Messpunkt relevanten, gebietsabhängigen Immissionsgrenzwerten der 16. BImSchV gegenübergestellt. Im vorliegenden Fall werden die identischen Gebietseinstufungen der Unterlagen zu den Planfeststellungen [11][12][13][14] übernommen.

Die Anzahl der in die energetische Mittelung einfließenden Werte kann Einfluss auf das Ergebnis haben. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Aufzeichnungen aufgrund von Fremdgeräuschen oder Witterungsbedingungen in über- oder unterdurchschnittlich leisen Betriebsphasen als ungültig gekennzeichnet wurden (z. B. regennasse Fahrbahn in leisen Nachtstunden). Nachfolgend werden daher sowohl die Ergebnisse der Mittelungen aus den jeweiligen Beurteilungszeiträumen Tag/Nacht, als auch aus den gültigen Stundenintervallen dargestellt.

| Tabelle 1: Resultierende Schallimmissionspegel $L_{Aeq, 1h}$ an Dauermesspunkten (Messzeitraum ca. 8 Wochen), gemittelt über Stundenintervalle | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------|-----------------------------|-----|-------|
| Bezeichnung | Schallimmissionspegel (dB(A)) | | Immissionsgrenzwert (dB(A)) | | |
| | Messpunkt | Tag / 1 h | Nacht / 1 h | Tag | Nacht |
| MP-01 | | 56,5 | 52,5 | 64 | 54 |
| MP-02 | | 49,6 | 46,3 | 64 | 54 |
| MP-03 | | 54,1 | 48,8 | 64 | 54 |
| MP-04 | | 57,0 | 53,7 | 64 | 54 |
| MP-05 | | 57,7 | 53,5 | 64 | 54 |

| Tabelle 2: Resultierende Schallimmissionspegel $L_{Aeq, 16/8h}$ an Dauermesspunkten (Messzeitraum ca. 8 Wochen), gemittelt über Beurteilungszeiträume Tag/Nacht | | | | | |
|--|-------------------------------|------------|-----------------------------|-----|-------|
| Bezeichnung | Schallimmissionspegel (dB(A)) | | Immissionsgrenzwert (dB(A)) | | |
| | Messpunkt | Tag / 16 h | Nacht / 8 h | Tag | Nacht |
| MP-01 | | 56,6 | 52,5 | 64 | 54 |
| MP-02 | | 49,9 | 46,4 | 64 | 54 |
| MP-03 | | 54,1 | 48,7 | 64 | 54 |
| MP-04 | | 57,0 | 53,8 | 64 | 54 |
| MP-05 | | 57,6 | 53,5 | 64 | 54 |

Die resultierenden Messergebnisse zeigen, dass die Beurteilungspegel an den repräsentativ untersuchten Immissionsorten über den jeweils erfassten Messzeitraum unterhalb der Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV liegen.

Diese Untersuchung umfasst 28 Seiten und 2 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Augsburg, den 29. Januar 2021

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i.V. Manfred Schneider,
staatl. gepr. Maschinenbautechniker



i.V. M.Sc. Martin Crljenkovic

9. Anlagen

Anlage 1.1 - 1.5: Statistische Auswertungen

Anlage 2.1 - 2.5: Messprotokolle und Datenblätter