

Lärmbelastung im Wiener Stadtteil Brigittenau

Abschlussprojekt der Übung Geographische Informationssysteme

1. Einleitung

EU-weit ist Lärm die zweithäufigste Ursache für umweltbedingte Gesundheitsprobleme, direkt hinter Luftverschmutzung. Straßenverkehr ist hierbei der Hauptverursacher von Lärmstörungen. Lärm kann zu Schlafstörungen und Bluthochdruck führen und schadet somit der Gesundheit. Kritisch ist Umgebungslärm, laut der EU, bereits ab einem Schalldruckpegel von 55 dB(A). Dieser Wert wird an vielen Orten bei Weitem überschritten (BUNDESMINISTERIUM VERKEHR INNOVATION UND TECHNOLOGIE 2017). Seit 2002 gibt es eine EU-Richtlinie zur Bekämpfung von Umgebungslärm mit dem Ziel, die Belästigung durch Umgebungslärm zu verhindern und schädliche Auswirkungen zu mindern. Als Maßnahme ist die Erstellung von Lärmkarten vorgesehen, anhand derer die Mitgliedstaaten Aktionspläne aufzustellen haben (UMWELTBUNDESAMT 2018). Lärmkarten sind demnach Voraussetzung, um Maßnahmen zur Reduzierung von Lärm einleiten zu können.

70 Prozent der von Lärm betroffenen Menschen leben in Ballungsgebieten (BUNDESMINISTERIUM VERKEHR INNOVATION UND TECHNOLOGIE 2017). Daher wurde für die GIS-Analyse der Wiener Stadtteil Brigittenau gewählt. Bei der Entstehung von Lärm spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. Vorrangig sind die Verkehrsstärke, die zulässige Höchstgeschwindigkeit sowie die Längsneigung der Straße zu nennen. Des Weiteren sind die Verkehrszusammensetzung und die Oberflächenbeschaffenheit der Straße zu beachten, welche allerdings in der Analyse zur Vereinfachung vernachlässigt wurden (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1998). Das Ergebnis der im Folgenden schrittweise beschriebenen Analyse ist eine Lärmkarte.

2. Material und Methodik

2.1 Bezogene Daten

Das Land Österreich stellt offene Daten zur Verfügung (COOPERATION OGD ÖSTERREICH 2018). Zur Analyse des Verkehrsaufkommens wurden folgende Daten bezogen:

- 1) „Straßenverkehrszählung 2010 Wien“ (Punktlayer, SHP Format)

Der Datensatz enthält Angaben zum Verkehrsaufkommen in Wien. An unterschiedlichen Messpunkten im betrachteten Gebiet Brigittenau, wurden mit mobilen Zählgeräten automatische Zählungen der durchfahrenden Kraftfahrzeuge in ausgewählten Zeiträumen

durchgeführt. Für die Analyse der Lärmbelastung sind die Spalten in der Attributtabelle „R1JDTVGES“ sowie „R2JDTVGES“ von Relevanz, welche den jährlich durchschnittlichen Tagesverkehr Mo-So für alle Kraftfahrzeuge angeben. „R1“ steht hierbei für Fahrtrichtung 1, „R2“ für Fahrtrichtung 2.

- 2) „Verkehrsgraph ASFINAG Wien“ (Linienlayer, SHP Format)
Angaben zu allen behördlich verordneten Geschwindigkeitsbeschränkungen, welche in der Attributtabelle in der Spalte „Value“ eingetragen sind.
- 3) „Bezirksgrenzen Wien“ (Polygonlayer, SHP-Format)
Der Datensatz liefert die politischen Landes- und Bezirksgrenzen von Wien.
- 4) „Geländemodell Raster Wien“ (DGM-Rasterdaten, TIF-Format)
Rasterdaten des Geländemodells (DGM) von Wien in 1 Meter Auflösung. Benötigt wurden die Kartenblätter 25/4, 35/1 und 35/2 des Bezirks Brigittenau.

Als weitere Quelle für Geodaten diente die Geofabrik (GEOFABRIK 2018).

- 5) „gis_osm_railways_free_1“
Daten zu Bahnstrecken für ganz Österreich
- 6) „gis_osm_roads_free_1“
Daten zu Straßen für ganz Österreich
- 7) „gis_osm_water_free_1“
Daten zu Gewässern für ganz Österreich
- 8) „gis_osm_buildings_free_1“
Daten zu Gebäuden für ganz Österreich

2.2 Schrittweises Vorgehen

Schritt 1 - Grundlegende Maßnahmen

Alle zu bearbeitenden Daten wurden in eine neu erstellte Geodatabase hineingeladen. Es wurde sichergestellt, dass alle Geodaten in dem für Wien geeigneten Koordinatensystem MGI, GK M34 vorliegen (EPSG:31256).

Schritt 2 – Erstellung von Thiessenpolygonen

Die Messstationen der Verkehrsdichte sind Punktdaten wohingegen das Straßennetz durch Linien dargestellt wird. Insofern galt es, die Zahlen der Verkehrsdichte der einzelnen, über das Gebiet des Stadtteils Brigittenau verteilten, Messpunkte auf die Straßen zu übertragen. Das Tool „create Thiessen Polygons“ kreiert aus einem Input-Punkt-Layer, in diesem Falle der Layer „Straßenverkehrszählung 2010 Wien“, ein Polygonnetz. Für jeden Ort innerhalb eines Thiessenpolygons ist der Punkt in dessen Mitte der ihm am nächsten liegende Punkt. Jede Straßenlinie sollte den Wert des ihr am nächsten liegenden Punktes zugewiesen bekommen.

In dem erstellten Netz aus Thiessenpolygonen konnten keine einzelnen Thiessenpolygone ausgewählt werden. Daher wurden alle Thiessenpolygone, welche Anteile am Stadtteil Brigittenau haben, digitalisiert und in einen eigenen Layer exportiert. Das Resultat waren 16 neue Featureclass-Layer. Mit dem Tool „select by location“ wurden die Straßen anschließend den passenden Thiessenpolygonen zugeordnet. Als „target layer“ wurde der Straßenlayer festgelegt, als „source layer“ wurden

nacheinander die digitalisierten Polygone 1-16 ausgewählt. Als Selektiermethode der "target layer features" wurde gewählt: „have their centroid in the source layer feature“. Die infolge dessen ausgewählten Straßen wurden durch Rechtsklick auf den Straßenlayer über „Export Data“ in einem eigenen Layer gespeichert. Auf diese Weise entstanden weitere 16 Linien-Layer. Den einzelnen Straßenlayern wurde in der Attributtabelle eine neue Spalte „Autos_beide_Richtungen“ hinzugefügt. Der hier einzutragende Wert stellt die durchschnittliche Summe der Kraftfahrzeuge am Tag aus beiden Fahrtrichtungen (R_1 und R_2) dar. Die Werte wurden aus der Attributtabelle der Thiesenpolygone abgelesen und entsprechend den Straßenausschnitten zugeordnet. In einem letzten Schritt wurden die einzelnen Straßenlayer zu einem Gesamtstraßenlayer zusammengefügt mit dem Tool „Merge“. Durch Anwendung des Tools „Clip“, wobei der Layer „Bezirksgrenzen Wien“ das Clip-feature darstellte, wurde das Straßennetz auf den Stadtteil Brigittenau begrenzt. Der daraus resultierende Layer wurde „Straßen_Brigittenau“ genannt.

Schritt 3 – Zuweisung von Schalldruckpegelwerten (in dB(A))

Die Lärmbelastung wurde nach drei Aspekten analysiert. Erstens wurden Schalldruckpegelwerte anhand des gemessenen Verkehrsaufkommens festgesetzt. Zweitens trägt die Geschwindigkeit entscheidend zum Verkehrslärm bei. Ausgehend von den Daten zur rechtlich erlaubten Höchstgeschwindigkeit wurde jeder Geschwindigkeit ein Richtwert des Schalldruckpegels in dB(A) zugewiesen. Als dritter Aspekt wurde die Neigung der Straße betrachtet. Je steiler der Straßenabschnitt, desto lauter ist das vom Kraftfahrzeug ausgehende Geräusch.

Kriterium 1 - Verkehrsdichte

Es wurden Richtwerte aus der Broschüre „Lärmschutz im Verkehr“ des Bundesministeriums für Verkehr übernommen (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1998). Demnach gilt, je größer die Verkehrsstärke bei ansonsten gleichbleibenden Randbedingungen, desto größer ist der Beurteilungspegel. Daher lassen sich folgende Werte annehmen: Ein Fahrzeug (je Stunde berechnet) bewirkt einen Schalldruckpegel von 37 dB(A). Pro zehnfacher Zahl an Fahrzeugen steigt der Schalldruckpegel um 10 dB(A) an (siehe Abb. 1).

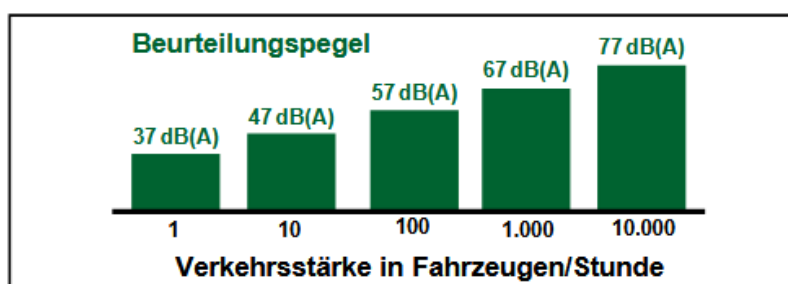


Abbildung 1: Schallpegelrichtwerte je nach Verkehrsstärke pro Stunde, (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1998).

In der Attributtabelle des Layers „Straßen_Brigittenau“ wurde eine Spalte „Autos_pro_h“ angelegt. Mit dem Feldrechner wurde berechnet:

$$\text{„Autos_pro_h“} = \text{„Autos_beide_Richtungen“} / 24$$

In einer weiteren neu angelegten Attributspalte „Dichte_dB“ wurden die Schalldruckpegel-Werte, die aus dem Aspekt der Verkehrsdichte abzuleiten sind in dB(A) angegeben. Aus den Messdaten von Brigittenau ergeben sich Werte zwischen 382 und 3.303 Fahrzeugen pro Stunde. Es wurden alle Attribute < 1000 selektiert durch „select by attribute“. Mithilfe des Feldrechners wurde für alle ausgewählten Straßenabschnitte der Wert 67dB(A) eingetragen. Alle Straßenabschnitte, welche eine Verkehrsdichte >= 10.000 aufweisen, wurden auf dieselbe Weise mit dem Wert 77dB(A) versehen.

Kriterium 2 – Geschwindigkeit

Hinsichtlich der Geschwindigkeit liefert das Bundesministerium für Verkehr ebenfalls Richtwerte (siehe Abbildung 2), welche für die Lärmanalyse auf Brigittenau übertragen wurden. Im verwendeten Datensatz sind Informationen zu 30er, 50er, 70er und 80er Zonen enthalten.

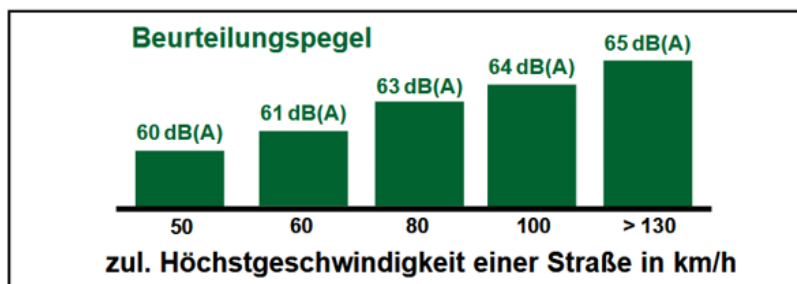


Abbildung 2: Schallpegelrichtwerte je nach zul. Höchstgeschwindigkeit einer Straße, (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1998).

Für alle Straßen mit Geschwindigkeitsbegrenzung 30km/h wurde in einer spalte „Lpi“ der Wert 57 (in dB(A)) eingetragen, für alle Straßen mit erlaubter Maximalgeschwindigkeit von 50km/h der Wert 60. Straßen, auf welchen 70km/h erlaubt sind, wurde ein Schallpegelwert von 62dB zugewiesen und Straßen, auf welchen maximal 80km/h gefahren werden dürfen, erhielten den Wert 63dB(A). Mit den übrigen Straßen, über welche keine Angabe zur Geschwindigkeitsbeschränkung im Datensatz zu finden ist, wurde folgendermaßen vorgegangen: Mithilfe von Open Street Map konnten die Namen der wesentlichen Hauptstraßen (z.B. B14, B227) ausfindig gemacht werden. Durch Attributabfragen nach den Namen der Straßen, welche im Datensatz eingetragen sind, wurde diesen Hauptverkehrsstraßen der Wert 63dB(A) zugeordnet. Dies entspricht dem Wert für eine Geschwindigkeit von 80km/h. Es wurde angenommen, dass auf diesen gut ausgebauten Straßen schnell gefahren wird, aufgrund fehlender Geschwindigkeitsbeschränkung. Bei kleinen Straßen, welche in der Attributtabelle als „Gassen“ beschrieben sind sowie bei als „Plätzen“ beschriebenen Gebieten, wurde angenommen, dass die gefahrene Geschwindigkeit in diesen Bereichen unter 30km/h liegt. Somit erhielten diese Polygone den Wert 55dB(A). Tabelle 1 stellt eine Übersicht dar, welche Dezibelwerte den Straßenabschnitten je nach vorliegender Geschwindigkeitsbeschränkung zugeordnet wurden.

Höchstgeschwindigkeit in km/h	Schallpegel in dB (A)
<30	55
=30	57
=50	60
=70	62
=80	63

Tabelle 1: Schallpegelwerte in dB(A) je nach zul. Höchstgeschwindigkeit in km/h

Kriterium 3 – Längsneigung der Straße

Das vom Land Österreich frei zur Verfügung gestellte digitale Geländemodell von Wien hat eine Auflösung von 1m und eignet sich somit für eine Neigungsanalyse von Straßen. Es wurden online die benötigten Kartenblätter für Brigittenau ausgewählt (25/4, 35/1 und 35/2). Die Rasterdaten wurden als TIF-Dateien heruntergeladen und in ArcMap geladen. Mit dem Tool „mosaic to new raster“ wurden die drei quadratischen Ausschnitte zu einem Raster vereint. Anschließend wurde mithilfe des Tools „slope“ die prozentuale Neigung berechnet. Das Bundesministerium für Verkehr liefert Schallpegelrichtwerte für unterschiedliche Straßenneigungen (siehe Abbildung 3).

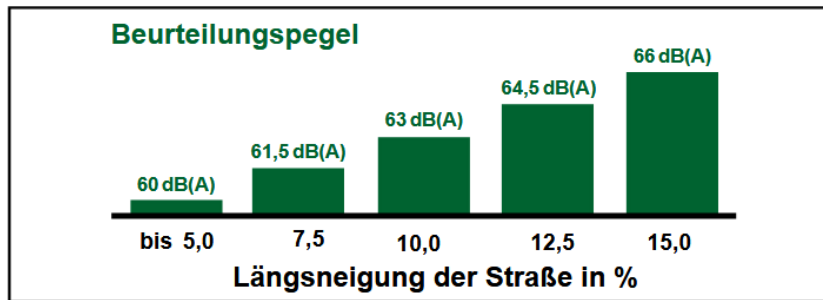


Abbildung 3: Schallpegel je nach Längsneigung der Straße in %, (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1998).

Es gilt, je größer die Längsneigung der Straße bei ansonsten gleichbleibenden Bedingungen, desto höher ist der Schallpegel (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1998). Für die Schallanalyse in Brigittenau wurde in zwei Kategorien unterschieden. Straßen mit weniger als fünf Prozent Steigung sollten den Wert 60dB(A), und Straßen mit einer Steigung von mehr als fünf Prozent den Wert 63dB(A) zugeschrieben bekommen. Mit dem Rasterrechner wurde berechnet: $Slope < 5$. Ergebnis war ein neuer Layer mit dem Wert „0“ für Neigungswerte größer als fünf Prozent und dem Wert „1“ für Neigungswerte kleiner als fünf Prozent. Als nächstes wurde der Rasterlayer mit dem Tool „Raster to Polygon“ in einen Polygonlayer umgewandelt. Diesem Layer wurde eine neue Attributspalte „Neigungs_dB“ hinzugefügt. Polygone welche eine Null, repräsentativ für eine Steigung größer als fünf Prozent, zeigten, erhielten den Wert 63dB(A). Bei den restlichen Polygonen, welche mit einer Eins gekennzeichnet waren, wurde der Wert 60dB(A) in der Spalte vermerkt. Da nur die Straßenneigung von Relevanz für die Analyse ist, wurde der Polygonlayer, welche die Information zur Neigung enthält, mit dem Layer „Straßen_Brigittenau“ unter Verwendung des Tools „intersect“ verschnitten. In dem neu entstandenen Layer waren folglich die Schalldruckpegel-Richtwerte zu allen drei betrachteten Aspekten (Verkehrsdichte, Geschwindigkeit und Straßenneigung) enthalten. In einer neu angelegten Attributspalte konnte somit der Mittelwert des Schallpegels berechnet werden.

$$\text{„Mittelwert_dB“} = (\text{„Dichte_dB“} + \text{„Geschw_dB“} + \text{„Neigungs_dB“}) / 3$$

Schritt 4 – Berechnung und Darstellung der Ausbreitung des Schalls

Die vorherigen Schritte dienten zur Berechnung des Schalldruckpegels an den jeweiligen Straßenabschnitten. Daran anknüpfend sollte die flächenhafte Lärmbelastung berechnet werden um als Endergebnis eine Lärmkarte des Stadtteils Brigittenau zu erhalten. Zuerst wurden mit dem Tool „Buffer“ einzelne Buffer in den Abständen 1m, 25m, 50m, 100m, 200m und 400m um die Straße gelegt. Die einzelnen Flächen sollten hierbei nicht „dissolved“ werden, was bedeutet, dass die Grenzen nicht

aufgelöst werden sollten. Da sich die entstandenen Buffer 1-6 überlappen, wurde mit dem Erase Tool gearbeitet. Das Eingabefeature stellte dabei zum Beispiel „Buffer_02“ dar, während der Inhalt des Erasefeatures „Buffer_01“ herausgeschnitten wurde. Übrig blieb der äußere Ring des größeren „Buffer_02“. Auf diese Weise entstanden fünf neue Layer welche nach dem Muster „Buffer_02_01“ benannt wurden.

In den fünf neuen Layern sowie in dem kleinsten Buffer mit 1m Entfernung „Buffer_01“ wurde eine neue Attributspalte angelegt mit dem Namen „final_dB“. Für jeden Abstand wurde berechnet, wie der von der Straße ausgehende Schallpegel abnimmt. Es wurde davon ausgegangen, dass der Schallpegel in 1m Entfernung zu Straße gemessen wurde. Insofern wurde bei „Buffer_01“ der Mittelwert des Schallpegels an der Straße eingetragen. Für „Buffer_02_01“ in 25m Entfernung wurde folgende Berechnung durchgeführt (Vergleich Abbildung 4):

Formel: $L_2 = L_1 - 10 \cdot \lg(r_2/r_1)$

„final_dB“ = „Mittelwert_dB“ – 10 * lg (25 – 1)

Ergebnis der Berechnung war, dass sich die Schallpegelwerte in 25m Entfernung zur Straße um 3dB(A) verringern.

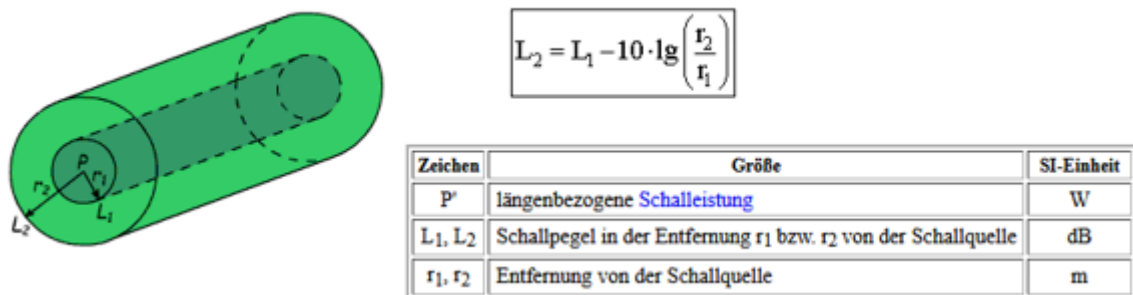


Abbildung 4: Schallpegelabnahme von einer Linien-schallquelle mit zunehmender Entfernung, (SCHWEIZER 2018).

Zudem gilt, dass die Schallpegelabnahme bei Entfernungsverdopplung von einer Linien-schallquelle 3dB(A) beträgt (SCHWEIZER 2018).

Hiervon ausgehend, wurden die Schallpegelwerte für die folgenden Buffer folgendermaßen berechnet:

„Buffer_03_02“ (50m Entfernung): „Mittelwert_dB“ – 6

„Buffer_04_03“ (100m Entfernung): „Mittelwert_dB“ – 9

„Buffer_05_04“ (200m Entfernung): „Mittelwert_dB“ – 12

„Buffer_06_05“ (400m Entfernung): „Mittelwert_dB“ - 15

Die sechs Bufferlayer wurden in einem letzten Schritt mit dem Tool „Merge“ zu einem Layer zusammengefügt. Die Spalte „final_dB“ enthielt folglich für jedes Gebiet in Brigittenau einen Schalldruckpegelwert im Wertebereich zwischen 47dB(A) und 68dB(A).

Schritt 5 – Kartenerstellung

Die Gebiete wurden basierend auf dem Schalldruckpegelwert farblich abgestuft. Die Werte wurden in 5 Klassen eingeteilt: <50dB(A), 50-55dB(A), 56-60dB(A), 61-65dB(A) und >65dB(A). Es wurde ein Farbverlauf von Grün (für geringe Schalldruckpegelwerte) nach Rot (hohe Schalldruckpegelwerte) gewählt. Im den Hintergrund des analysierten Stadtteils Brigittenau wurde eine Karte mit Open Street Map Daten zu Bahnstrecken, Häusern, Hauptverkehrsstraßen und Gewässern gelegt, um eine bessere Orientierung zu geben und die Größenverhältnisse besser ersichtlich zu machen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Für die GIS-Analyse wurden einige Vereinfachungen vorgenommen, welche die Ergebnisse beeinträchtigen. Erstens wurden nur die drei Aspekte Geschwindigkeit, Verkehrsstärke und Straßenneigung in die Berechnung miteinbezogen. In der Realität wird der Lärmpegel der Fahrzeuggeschwindigkeit sowohl von der Wahl des Reifens als auch von Art und Zustand der Fahrbahn beeinflusst (UMWELTBUNDESAMT 2017). Zudem ist die Verkehrszusammensetzung entscheidend (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR 1998). In der Analyse wurde jedoch für jedes Kraftfahrzeug, egal welcher Art und Marke, von einem Schalldruckpegel von 37dB(A) ausgegangen. Des Weiteren ist anzumerken, dass nur eine geringe Anzahl an Messdaten zur Verkehrsdichte zur Verfügung standen. Diese sind zudem als Punkte repräsentiert. Bei der Übertragung der Punktdaten auf die naheliegenden Straßen, ist davon auszugehen, dass es zu erheblichen Abweichungen kommt. Eine höhere Messwertdichte hätte sicherlich zu einem zuverlässigeren Ergebnis geführt.

Die Ergebniswerte liegen in einem Schalldruckpegelbereich von 47dB(A) – 68dB(A). Wie zu erwarten liegen die lautesten Gebiete in geringem Abstand zu den Hauptverkehrsstraßen, welche die größten Verkehrsdichten und Geschwindigkeiten aufweisen. Die Immissionsgrenzwerte für Österreich von 50dB(A) für den Nachtzeitraum und 60dB(A) für den Tag-Abend-Nachtzeitraum würden den Ergebnissen nach zu schließen an vielen Gebieten überschritten werden (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR INNOVATION UND TECHNOLOGIE 2011). Allerdings wurde in der Analyse nicht nach Tag und Nachtzeiten differenziert, sondern ein Durchschnittswert berechnet. Die Schallwerte liegen nachts vermutlich deutlich unter den Schallpegelwerten tagsüber. Den Ergebnissen nach, erscheint es notwendig Lärmschutzmaßnahmen im Stadtteil Brigittenau einzuleiten, da die dortige Bevölkerung in ihrem Alltag hohen Schalldruckpegeln ausgesetzt ist, was die Lebensqualität beeinflusst und sogar der Gesundheit schaden kann.

Während der Analyse kam es Problemen bei der Operation „Erase“. „Buffer_06“, welcher in einem Abstand von 400 Metern um die Straßen gelegt wurde, konnte nicht mit dem Erasefeature „Buffer_05“ bearbeitet werden. Vermutlich konnte der verwendete Laptop nicht mit den großen Datenmengen umgehen, wodurch trotz stundenlanger Rechenprozesse kein Ergebnis erhalten werden konnte. Aus diesem Grund gibt es nicht einen finalen Layer der Informationen zu jedem Bereich im Stadtteil Brigittenau enthält, sondern zwei übereinander gelagerte (Layer „Laerm_200m_um_Straßen“; „Laerm_ab400m“).

4. Literatur

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR. (1998): Lärmschutz im Verkehr. Online unter: http://www.gesundheitsfoerdernde-hochschulen.de/Inhalte/G_Themen/G13_Laerm/BMV_1998.pdf (abgerufen am 22.07.18).

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR INNOVATION UND TECHNOLOGIE. (2011): Dienstanweisung-Lärmschutz an bestehenden Bundesstraßen. Online unter: <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/autostrasse/laerschutz/downloads/bundesstrassen.pdf> (abgerufen am 22.07.18).

BUNDESMINISTERIUM VERKEHR INNOVATION UND TECHNOLOGIE. (2017): Warum Lärmschutz wichtig ist. Online unter: <https://infothek.bmvit.gv.at/warum-laerschutz-wichtig-ist/> (abgerufen am 22.07.18).

COOPERATION OGD ÖSTERREICH. (2018): Offene Daten Österreichs. Online unter: <https://www.data.gv.at/> (abgerufen am 22.07.18).

GEOFABRIK. (2018): OpenStreetMap Data Austria. Online unter: <https://www.geofabrik.de/> (abgerufen am 22.07.18).

SCHWEIZER. (2018): Schallpegelberechnung. Online unter: https://www.schweizer-fn.de/akustik/schallpegelaenderung/schallpegel.php#pegelabnahme_linie (abgerufen am 22.07.18).

UMWELTBUNDESAMT. (2017): Geräuschbelastung im Straßenverkehr. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verkehrs-laerm/> (abgerufen am 22.07.18).

UMWELTBUNDESAMT. (2018): Umgebungslärmrichtlinie. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/umgebungslaermrichtlinie> (abgerufen am 22.07.18).