



EnvironmentINdb

Projektarbeit für die Teilnahme am BUW

Lukas Kurz & Jonas Haug

2019

Ein Projekt zur Erfassung von Lärmbelästigungen, sowie
Darstellung der Messpunkte in einer Karte



Eigenständigkeitserklärung:

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen Publikationen, Vorlagen und Hilfsmitteln als die angegebenen benutzt habe. Alle Teile meiner Arbeit, die wortwörtlich oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Gleichermaßen gilt für von mir verwendete Internetquellen. Die Arbeit ist weder von mir noch von einem/einer anderen bereits in einem anderen Wettbewerb vorgelegt worden.

Donnerstag, 7. Mai



Datum, Unterschrift

Donnerstag, 7. Mai 2020



Datum, Unterschrift

0. Danksagung

Viele Dank an alle, die uns während der ganzen Zeit unterstützt haben.

Vielen Dank zunächst allen Personen, die uns mit ihrer Antwort auf unsere Fragen weitergeholfen haben. Davon habe ich (Lukas) sehr profitiert. Ich hatte im Vorfeld ja schon einige Apps entwickelt, jedoch wusste ich nicht, wie man Lautstärke mit dem Handy am besten messen kann.

Ein herzliches Dankeschön auch an den Autor dieses Demo-Projekts:

<https://developer.xamarin.com/samples/monodroid/LiveWallpaperDemo/>.

Dieses hat mir (Lukas) sehr beim Erstellen eines so genannten „LiveWallpaper“ für die App geholfen.

Danke auch an den Autor dieses Nuget-Package:

<https://www.nuget.org/packages/GMap.NET.Windows/>

Dieses war sehr hilfreich für die Datenauswertung, da diese Bibliothek ein Steuerelement zum Anzeigen von Karten bereitstellt.

Zu guter Letzt vielen Dank an unsere Eltern, die uns während dieser Zeit tatkräftig unterstützt haben wo es nur ging.

Vielen Dank an alle diese Personen, ohne die dieses Projekt jetzt nicht so aussähe, wie es ist.

Inhalt

0.	Danksagung	1
1.	Motivation und Einleitung	3
2.	Theoretische Vorüberlegungen	5
2.1.	Schalldruck.....	5
2.2.	Dezibel – Was ist das?! ¹	5
2.3.	Lärm als Umweltfaktor.....	6
2.4.	Maßnahmen gegen Lärm	8
3.	Durchführung.....	9
3.1.	Allgemeines.....	9
3.2.	Unser Projekt im Detail	10
3.3.	Vorgehensweise.....	10
3.4.	Alpha-Test.....	13
3.5.	Gespräch mit der Schulleitung	13
3.6.	Beta-Test und Release.....	14
4.	Auswertung.....	14
4.1.	Gesamtüberblick	15
4.2.	Filterung nach Tageszeiten	17
4.3.	Filterung nach Wochentagen	18
4.4.	Filterung nach Lautstärke.....	20
5.	Resümee und Ausblick.....	23
	Literaturverzeichnis	25

1. Motivation und Einleitung

Nichts an unserer Neuen Zeit scheint mir so neu zu sein wie der Lärm, den sie macht.¹

Karl Heinrich Waggerl (1897-1973)

Mit Beginn der Industrialisierung entwickelte sich auch die ständige Lärmbelästigung auf die Menschen. Angefangen bei den ersten mit Dampf betriebenen Eisenbahnen, über große Fabriken bis hin zum heutigen Verkehrslärm. Die ersten Mittel gegen die Lärmbelästigung waren einfache Lärmschutzwände, diese wurden schon Mitte des 20. Jahrhunderts in den USA entwickelt und eingesetzt. Mittlerweile werden diese Wände an großen Straßen, Autobahnen oder Bahnlinien eingesetzt, das Problem besteht jedoch darin, dass diese Lärmschutzmaßnahmen meist nicht ausreichend sind und deswegen allein in Nordrhein-Westfalen 1,4 Millionen Bürger/innen gesundheitsschädlichen Lärmpegeln ausgesetzt sind.

Wir, das sind Lukas Kurz aus der Klasse 9a und Jonas Haug aus der 10a, beide Schüler am Hans-Grüninger-Gymnasium in Markgröningen, haben uns zu dieser Problematik Gedanken gemacht. Uns interessierte die Frage, was wir gegen die ständige Lärmbelästigung tun können. Dass Lärm

zur Belastung
werden kann, ist



Abbildung 1: Jonas Haug und Lukas Kurz

¹ http://www.glaube-und-kirche.de/zitate_laerm.htm

seit langem bekannt, darum sind wir zu dem Schluss gekommen, dass das eigentliche Problem fehlende Daten zur Erfassung des Lärms sind und darum die Politik nur zögerlich gegen diese Form der Umweltbelastung vorgeht. Gerade für kleinere Gemeinden ist es schwierig konkrete Messungen zu erheben, die Aufschluss darüber geben, wo und zu welchen Zeiten der Lärm schädlich für Mensch und Umwelt ist. Systeme, die Lärm an „heiklen“ Positionen

messen, gibt es schon, jedoch sind diese teuer in der Anschaffung. Außerdem haben diese stationären Messstationen den Nachteil, dass diese nicht mobil sind und man deswegen an vielen Punkten solche Messstationen benötigt um „Brennpunkte“ erkennen zu können. So ist es schwierig Lärmschutzmaßnahmen effizient zu planen.

Wir haben deshalb ein Programm geschrieben, mit dem sich an jedem Ort die Lautstärke messen lässt und die Werte dann übersichtlich in einer Karte eingetragen werden. Außerdem wurde das Programm so konstruiert, dass es für viele Nutzer zugänglich und leicht zu bedienen ist. Das Smartphone bietet sich für dieses Vorhaben besonders an, da dieses alle Voraussetzungen erfüllt, die wir benötigen: Es bietet ein Mikrofon zur Lautstärkemessung, es besitzt GPS für die Bestimmung der Position und via Internet lassen sich die Daten einfach herunterladen.

Wir erhoffen uns, dass wir in diesem Projekt viele beispielhafte Messungen in einem begrenzten Gebiet durchführen können, die ein eindeutiges Ergebnis in Bezug auf die Lärmbelastung für Mensch und Umwelt zulassen. Die genaue Erfassung des Ortes lassen außerdem Schlüsse darauf zu, ob bestehende Lärmschutzmaßnahmen wirksam sind. So können beispielsweise die beiden Situationen „Zug ohne Lärmschutzwand“ und „Zug mit Lärmschutzwand“ verglichen werden. Viele Studien weisen darauf hin, dass momentan zu wenig für den Lärmschutz im Allgemeinen unternommen wird. Doch Studien allein helfen nicht beim Umdenken. Bei unserer App messen die Benutzer die Lautstärke selbstständig und erhalten durch den Farocode sofort eine Rückmeldung, ob der Umgebungslärm schädlich ist. Dadurch hoffen wir, dass wir einen Beitrag zur Sensibilisierung für dieses Problem in der Bevölkerung leisten können.

2. Theoretische Vorüberlegungen

2.1. Schalldruck²

Der Schalldruck wird in der Einheit des Drucks „Pascal“ (Pa) angegeben und durch Luftdruckänderungen verursacht. Dieser wird dann als „Lautstärke“ wahrgenommen.

Um den Schalldruck entsprechend der sinnlichen Wahrnehmung durch die Ohren wiederzugeben, benutzt man eine logarithmische Größe (Schalldruckpegel). Die Werte werden in „Dezibel“ (dB) angegeben.

2.2. Dezibel – Was ist das?!¹

Die Dezibel-Skala ist eine logarithmische Skala. Diese Skala wurde so gewählt, weil das menschliche Ohr eine enorme Differenz von Schallintensitäten wahrnehmen kann. So ist das leiseste Geräusch, das ein Mensch normalerweise gerade noch so hören kann, eine Billion Mal kleiner, als die „Schmerzgrenze“. Um nicht mit riesigen Brüchen rechnen zu müssen, hat man sich dazu entschieden eine logarithmische Skala zu benutzen.

Der Dezibel-Wert wird wie folgt berechnet:

$$L = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

mit $P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$

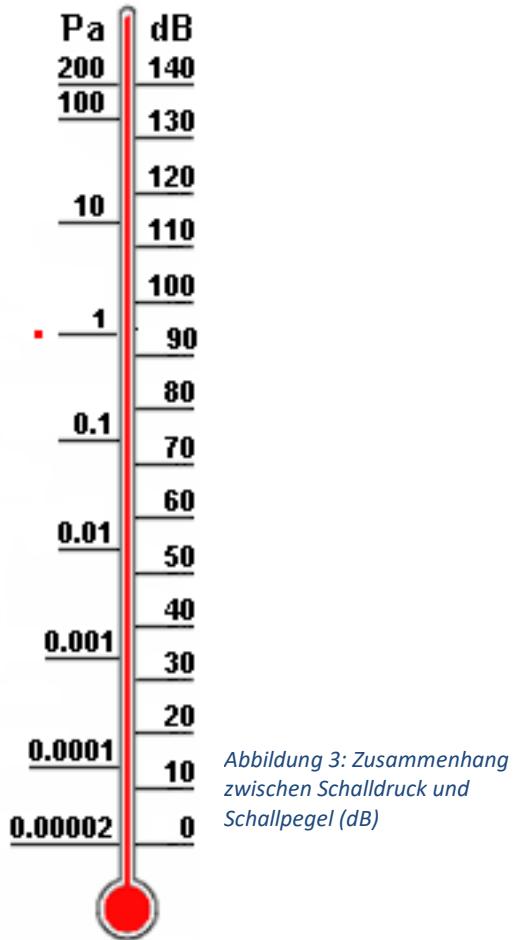
**L, Schallpegel
P, Schalldruck
P₀, Schalldruck bei Hörschwelle**

Abbildung 2: Umrechnung Schalldruck in Schallpegel

Daraus folgt: Eine Erhöhung des Schallpegels um 3dB hat eine Verdopplung der Lautstärkewerte zur Folge. Der Schall wird aber erst ab einem Zuwachs von 10dB als doppelt so laut empfunden.

²

<https://www.itwissen.info/Schalldruck-sound-pressure-level-SPL.html>



2.3. Lärm als Umweltfaktor

Lärm macht krank! – Darüber sind sich die Forscher einig. Eine Studie im Auftrag der WHO ergab, dass Menschen mit ständiger Lärmbelastung und Schlafstörungen deutlich gefährdet für Allergien aber auch Bluthochdruck und Herzkreislauferkrankungen bis hin zum Herzinfarkt sind.

Die WHO empfiehlt, dass in Aufenthaltsbereichen im Freien 55dB auf Dauer nicht überschritten werden sollten. Bei Kindern sollte eine Höchstgrenze von 55dB eingehalten werden. Bereits ab einem Dauerschallpegel über 55dB ist mit Beeinträchtigungen des Wohlbefindens zu rechnen.³ Ab einem Dauer-Verkehrs-Pegel von über 65dB am Tag steigt bei Männern das Risiko von Herzinfarkt um 30%. In der Nacht ist das schon ab 55dB der Fall.

⁴

⁴ QUELLE EINFÜGEN WHO

Auch wenn dieser Bereich deutlich unter der akustischen Schmerzgrenze von ca. 100dB liegt, ist diese Lautstärke bereits schädlich. So schreibt das Gesundheitsamt Bremen:

„Lärm kann bereits bei Belastungswerten weit unterhalb der Grenze zur Gehörschädigung die Kommunikation, Erholung und Entspannung beeinträchtigen. Zu diesen sogenannten extraauralen Lärmwirkungen zählen die Belästigung oder Störung der Kommunikation, Schlafstörungen, eine Erhöhung von Blutdruck, Herzfrequenz oder Atemfrequenz, die Steigerung der Schweißsekretion oder eine Steigerung der Ausschüttung von Stresshormonen aus der Nebenniere. Als Folge erhöht sich das Risiko von Herz- und Kreislauferkrankungen.“⁵

Man sieht also, dass nicht nur besonders laute Geräusche unsere Gesundheit und die Umwelt belasten, sondern auch die Länge der Lärmbelastung eine Rolle spielt.



Abbildung 4: Beispiele für bestimmte Dezibel-Werte

⁵ QUELLE EINFÜGEN GESUNDHEITSAMT BREMEN

2.4. Maßnahmen gegen Lärm

Die Auswirkungen von Lärm sind bekannt, daher werden Methoden die Lärmbelastung zu verringern gesucht und gezielt eingesetzt. Dabei wird zwischen aktivem und passivem Lärmschutz unterschieden:

Zu den aktiven Lärmschutzmaßnahmen gehört beispielsweise die Lärmschutzwand.

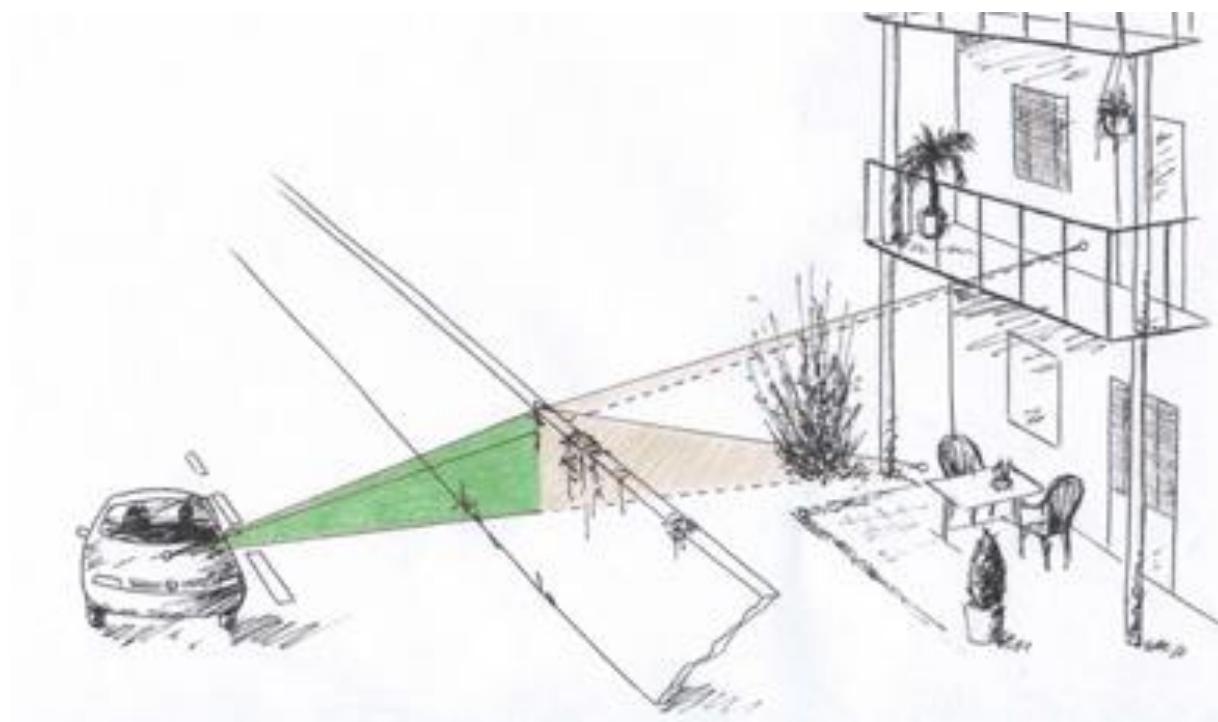


Abbildung 5: Wirkung einer Lärmschutzwand

Hierbei gilt: Je näher die Wand an der Lärmquelle steht, desto größer der Bereich, den die Wand vom Lärm schützt. Wenn die Sicht zur Lärmquelle abgeschnitten ist, bedeutet das, dass der Lärm auf der anderen Seite der Lärmquelle um 10dB reduziert wird. Das bedeutet, wie bereits bekannt, eine Halbierung der wahrgenommenen Lautstärke.

Auf dieser Webseite gibt es eine gute Animation zur Veranschaulichung der Wirkung einer Lärmschutzwand:

- http://www.laermorama.ch/m7_laermenschutz/laermenschutzaende.html

Weitere aktive Maßnahmen sind siedlungsferne Straßenführung, lärmindernde Straßenbeläge, Tunnel und Troglagen mit Bepflanzung.

Eine umstrittene Maßnahme hingegen ist das Einrichten einer 30-iger-Zone in dem betroffenen Gebiet. Informationen zu der Diskussion finden Sie beispielweise auf diesen Seiten:

- <https://www1.wdr.de/wissen/technik/dialog-tempo-dreissig-moers-100~cid-1039776~compage-12.html>
- <https://gegen-tempo-30.de/argumente-gegen-tempo-30/>
- <http://www.staedtebauliche-laermfibel.de/?p=111&p2=7.1.5>

Passive Lärmschutzmaßnahmen sind vor allem schalltechnische Verbesserungen an Gebäuden wie Lärmschutzfenster und -türen, Dämmung der Außenwände und Dächern oder der Einbau von schallgedämmten Wandlüftern.

Der Gehörschutz durch zum Beispiel Kapselgehörschutz oder Ohrstöpsel können die Lärmbelästigung ebenfalls senken, spielen aber für diese Arbeit keine Rolle, da sich unser Projekt auf alltäglichen Lärm bezieht und nicht mit Lärm am Arbeitsplatz oder Ähnlichem. Diesem Lärm kann man sich normalerweise nicht entziehen und wirkt sich auf die Gesundheit von Mensch und Tier aus. Ziel ist es eine Lärmkarte zu erstellen, die dann dazu dienen soll Verantwortliche (z.B. die Stadt) darauf aufmerksam zu machen, wie groß das Problem ist und wo man gegebenenfalls lärmschutzbauliche Maßnahmen errichten sollte.

Das Erstellen der Lärmkarte soll ein Analyseverfahren sein, das zeigt, wo Lärm wann zur Belastung wird und liefert so eine Grundlage zur Diskussion und Planung effizienter Lärmschutzmaßnahmen.

3. Durchführung

3.1. Allgemeines

Unser Projekt lebt von der Beteiligung vieler. Die App ist deshalb kostenfrei und kann (auch von Ihnen) unter <http://umwelt.kurzweb.de/> heruntergeladen werden. Die App ist für alle aktuellen Android-Versionen (ab Android 4.1 JellyBean) funktionsfähig und erfordert Zugriff auf die Standortdaten, das Mikrofon, Internet und den Speicher. Da die App nicht im Google PlayStore vermarktet wird, muss man in den Einstellungen beim Installieren festlegen, dass man dieser Quelle vertraut.

3.2. Unser Projekt im Detail

Das Projekt beschäftigt sich ausschließlich mit der Erfassung des uns ständig umgebenden Lärms, dem wir uns nicht entziehen können. Dabei kümmern wir uns nicht um lokale Lärmbelästigungen wie beispielsweise den Lärm am Arbeitsplatz, sondern um die Lärmentwicklung in öffentlich zugänglichen Bereichen wie Straßen, Plätzen oder dem Schul- und Arbeitsweg.

Unsere Idee besteht darin, die Lautstärke mittels einer Handy-App zu messen und auf einer digitalen Landkarte als farbige Messpunkte darzustellen. Diese Karte kann sowohl auf einer Website wie auch in der App abgerufen werden. Anhand der Farbskala erkennt man schnell und einfach, in welchem Lautstärkebereich (angegeben in Dezibel) der jeweilige Messpunkt liegt. Für genauere Informationen kann man den Punkt anklicken und erhält folgende, anonymisierte Daten: Datum, Uhrzeit, Lautstärke in Dezibel und ein Hinweis, falls sich die Person mit einer Geschwindigkeit über 30km/h fortbewegt. Folgender Kommentar wird dem Messpunkt dann automatisch angehängt: "[In Auto etc. gemessen]", um klarzustellen, dass dieser Messpunkt wohl keinen Anhaltspunkt für die Lautstärke außerhalb des Fahrzeuges liefert.⁶

3.3. Vorgehensweise

Jonas und ich (Lukas) haben die Arbeit zunächst in zwei große Themenblöcke aufgeteilt: Jonas hat die Webseite und ich (Lukas) die App programmiert.

Die App

Um einfach und relativ genaue Messdaten zu erhalten, haben wir uns dazu entschieden eine Handy-App zu programmieren. Die Verwendung des Handys ermöglicht via GPS eine genaue Ortung und das Handy verfügt über ein Mikrofon mit dem die Lautstärke gemessen werden kann.

Die App wurde mit der Entwicklungsumgebung VisualStudio in der Programmiersprach C# entwickelt. Die Firma *Xamarin*, die inzwischen zu Microsoft gehört, stellt hierfür eine *Runtime* für mobile Endgeräte zur Verfügung, die es mir ermöglicht Programmiersprachen (wie C#) zu benutzen, die man normalerweise nur mit dem .Net

⁶ Diese Funktion ist erst ab der Version 1.1.0 der App verfügbar.

Framework für Windows benutzen kann. Dies bietet einen weiteren Vorteil: Ich kann Quellcode von Windowsanwendungen direkt in mein Android-Projekt übernehmen. Dies geschieht ohne Verlust von Funktionalität oder Bedienkomfort für den Nutzer.

Leider sind die Mikrophone, je nach Handymodell, nicht dazu ausgelegt Lautstärken exakt aufzunehmen. Dadurch können, ebenso wie durch den noch ausbaufähigen Algorithmus zum Berechnen der Dezibel-Werte, Ungenauigkeiten auftreten. Zusätzlich können Handymikrofone normalerweise nur Lautstärken bis 80dB angeben. Diese Begrenzung nach oben ermöglicht es uns also nicht besonders laute Geräusche zu erfassen. Allerdings treten Lautstärken über 80dB hauptsächlich in Ausnahmefällen (Siehe Theorie) wie bei der Benutzung eines Presslufthammers (85dB), dem Starten von Flugzeugen (140dB) oder einem Gewehrschuss (160dB) auf.⁷ Diese Belastungen spielen jedoch bei der Analyse des Umgebungslärms keine Rolle, da diese meist kurzzeitig auftreten und gegen sie (außer mit Gehörschutzmaßnahmen bei Arbeitern) nichts unternommen werden kann. Wie in der Theorie erläutert, sind aber schon Lautstärken deutlich unter 80dB schädlich und können bei Dauerbelastung zu erheblichen gesundheitlichen Folgen führen. Auch wenn die App also keine ganz lauten Geräusche verzeichnen kann, liefert sie für den Bereich bis 80dB gute Werte und ermöglicht so eine Analyse der Dauerbeschallung an öffentlichen Plätzen.

Da nicht nur die Lautstärke verzeichnet wird, sondern auch das Datum, die Uhrzeit und der Standort, liefert die App auch Aussagen darüber, wie lange die Lärmbelästigung an einem bestimmten Ort andauert. So wird eine gewinnbringende Analyse der Lärmbelästigung möglich.

Ein Problem bei der Verbreitung der App ist, dass es sie nur für Android gibt, da ich zum Erstellen einer App für IOS einen Mac-Computer bräuchte, den ich aber nicht habe, und die Leistung meiner Hardware für eine Virtuelle-Maschine nicht reichen würde.

Da die App nicht im Google PlayStore vermarktet wird, muss man in den Einstellungen beim Installieren festlegen, dass man dieser Quelle vertraut. Dieser Mangel an Komfort wird dadurch aufgewogen, dass man, durch die Auswahl der Nutzer, die App

gezielt für einen bestimmten Bereich verwenden kann. So wurden in der Testphase nur Punkte rund um Stuttgart (in der Nähe unseres Heimatortes) aufgenommen. Bei dieser Variante kann jeder, der sich beteiligen möchte, die App herunterladen und nutzen und man hat als Auftraggeber (z.B. Landkreis) die Möglichkeit gezielt bestimmte Bereiche zu erfassen. Durch eine automatische Update-Funktion, die dem Nutzer mitteilt, dass eine Neue App-Version verfügbar ist und diese, falls der Nutzer das möchte, installiert, bleiben die Apps bei den Benutzern immer auf dem neusten Stand.

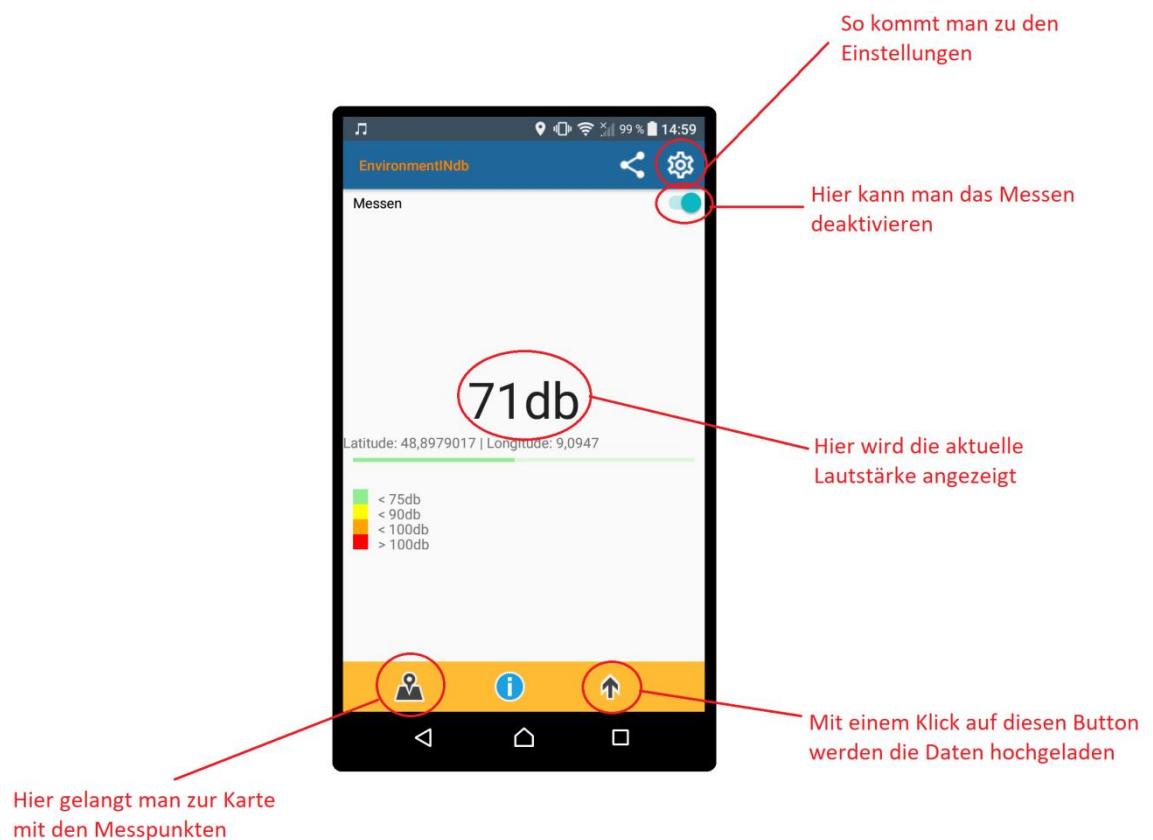


Abbildung 6: Startseite der App

Die Webseite (<https://umwelt.wasweisich.com>)

Um die von der App gemessenen Lautstärkewerte darzustellen, haben wir uns dafür entschieden eine Website zu erstellen. Auf der Website werden die Messpunkte in einer von Bing-Maps zur Verfügung gestellten Karte eingetragen und in einer von der Lautstärke abhängigen Farbe gefärbt. So kann man schnell erkennen, ob es sich bei den Messwerten um eine ungefährliche oder um eine gesundheitsschädliche Lautstärke handelt. Mit mehreren

Filtern kann man die Ansicht auf der Karte weiter einschränken. So gibt es beispielsweise Zeitfilter mit den Intervallen 0 – 6 Uhr, 6 – 12 Uhr, 12 – 18 Uhr und 18 – 24 Uhr. Die Daten werden beim Hochladen von der App an die Website weitergegeben, diese speichert sie dann in einer MySQL Datenbank. Von dieser Datenbank werden die Daten dann mittels PHP Script beim Aufrufen der Seite geladen. Die in der App integrierte Karte bezieht ihre Daten auch von einer Schnittstelle zu der Website. Somit kann man sagen, dass die Website als Share- und Speicherpoint dient.



Abbildung 7: Webseite

3.4. Alpha-Test

Als erstes durfte unsere Betreuungslehrerin Frau Frittmann die App testen. Sie sollte diese eine Zeit lang verwenden und uns mitteilen, ob Fehler wie beispielsweise ein plötzliches Abstürzen der App auftreten. Nach den ersten Probemessungen stand fest, dass keine gravierenden Fehler auftraten, sodass ich mich ganz auf das Weiterentwickeln der App und Jonas sich die Website konzentrieren konnte.

3.5. Gespräch mit der Schulleitung

Im Zuge des Projekts traten wir auch an unsere Schulleiterin, Frau Kirmse, heran, um ihr unser Vorhaben vorzustellen und sie zu bitten, Werbung für unser Projekt auf der Schulhomepage schalten zu dürfen. Sie war sofort von unserem Projekt begeistert und fand es sehr interessant. Leider hat sie kein iOS-Gerät und kann somit nicht an unserem Projekt mitwirken.

3.6. Beta-Test und Release

Nachdem die ersten Tests so vielversprechend waren, haben wir uns entschieden die Beta-Phase zu überspringen und die App direkt in unserem Umfeld beworben. Wie sich herausstellte, funktionierte die App weiter tadellos.

Während die App in Betrieb war, gab es noch zwei Feature-Updates, die die App benutzerfreundlicher machten und wenige kleine Bugs ausbesserten.

Das Release lief gut und ohne Probleme.

Leider nutzten noch sehr wenige die App, wohl auch weil noch etwas der Ansporn fehlt, sich an dem Projekt zu beteiligen. Sollte der Lärm mit Hilfe der App für einen Auftraggeber wie beispielsweise das Land genutzt werden, könnte eine ausgedehnte Werbekampagne, vielleicht gekoppelt mit einem Gewinnspiel oder Ähnlichem einen solchen Ansporn liefern.

Trotz des kleinen Anwenderkreises ist es uns gelungen Anfang März bereits 2249 Messpunkte aufzunehmen, was eine Auswertung möglich und statisch relevant macht.

Weiterhin soll unser System auch noch nach dem 15. März⁸ weiterlaufen.

4. Auswertung

Die Erfassung der Daten via App ermöglicht eine vielfältige Auswertung, da unterschiedliche Filter möglich sind. So kann die App gezielt zum Beispiel dafür verwendet werden die Wirksamkeit von Lärmschutzmaßnahmen zu überprüfen oder Lärmentwicklungen zu bestimmten Tageszeiten und Wochentagen zu verfolgen. In dieser Arbeit werden wir uns aufgrund der relativ geringen Anzahl an Messwerten auf folgende Beispiauswertungen konzentrieren:

- Gesamtüberblick
- Filterung nach Tageszeiten
- Filterung nach (Wochen-) Tagen
- Filterung nach Lautstärke

Um genauere Filter anwenden zu können, als die die die Website liefert, wurde ein kleines, selbsterstelltes Programm⁹ verwendet. Die Darstellung erfolgt mittels GMap.NET.Windows¹⁰, ein NuGet-Package für Windows, das in der Lage ist, Karten von verschiedenen Kartenanbietern (hier BingMaps), sowie Punkte, etc. Darzustellen.

⁸ Siehe „Ausblick“

⁹ Dieses wird ebenfalls mit eingereicht (siehe Anlagen)

¹⁰ <https://www.nuget.org/packages/GMap.NET.Windows/>

4.1. Gesamtüberblick

Bei dieser Karte wurden keine Filter gewählt. Alle erfassten Messwerte werden dargestellt und ihre Verteilung wird deutlich.

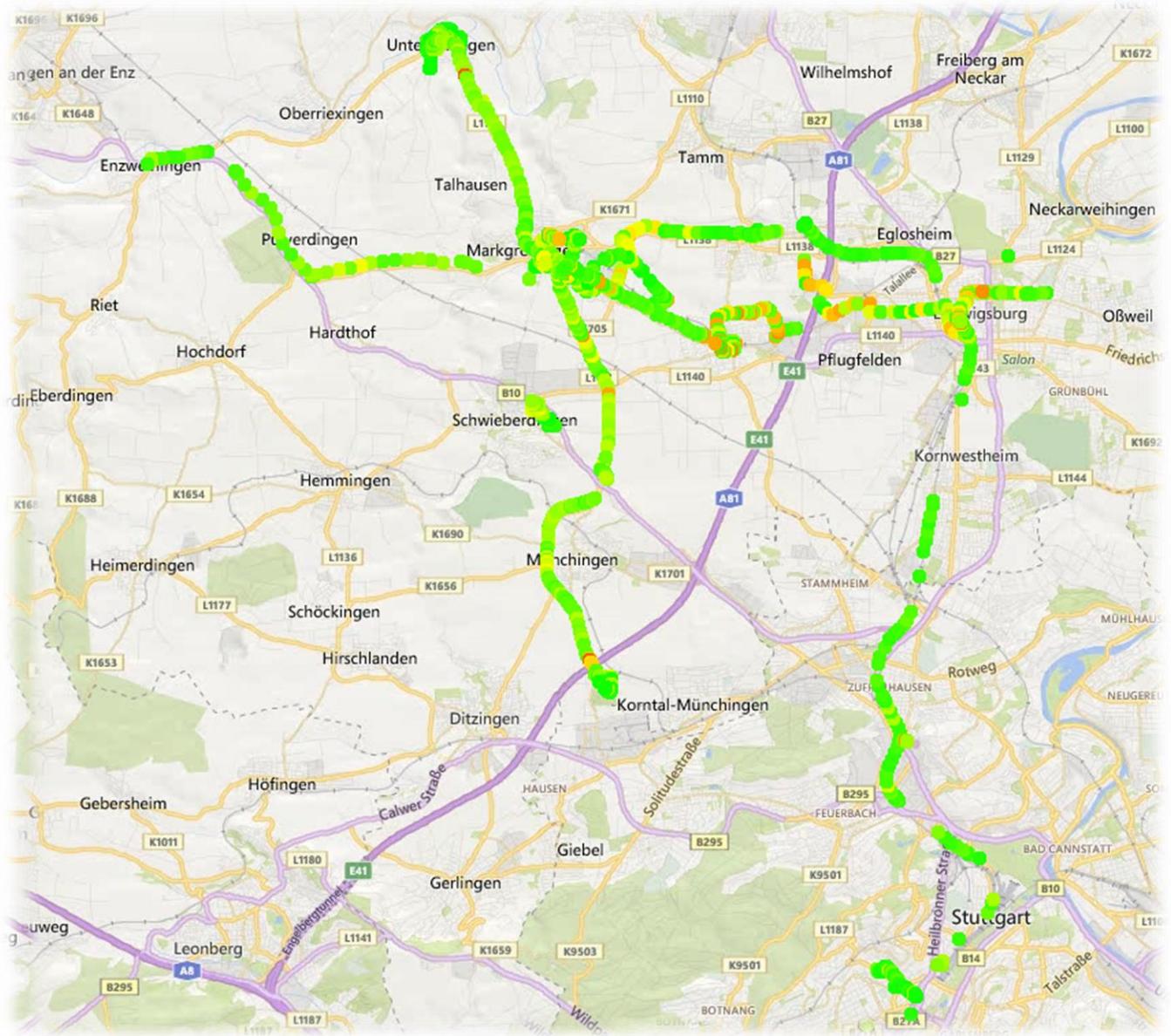


Abbildung 8: Karte alle Punkte

Gut sichtbar sind die Straßenverläufe und eine Häufung von Messpunkten in Markgröningen, Unterriexingen und den umgebenen Gemeinden. Dies ist nicht verwunderlich, da die meisten Messwerte von uns aufgenommen wurden und wir beide aus dieser Gegend kommen und unsere Schule in Markgröningen ist. Den Straßenverlauf erkennt man so deutlich, weil viele der Messpunkte während der Fahr zum Beispiel mit Bus, Zug oder dem Auto aufgenommen wurden. Ab der App-Version 1.1.0 wurde deshalb die Anmerkung „[In Auto etc. gemessen]“ hinzugefügt, wenn sich die messende Person mit mehr als 30 Kilometer pro Stunde fortbewegt. Dies soll verhindern, dass womöglich ungenaue und nicht aussagekräftige Messwerte die Ergebnisse verfälschen, da diese Messwerte bei Bedarf herausgefiltert werden können. Für dieses Projekt waren allerdings schnell viele Messwerte notwendig, weshalb sich das Erfassen im Bus angeboten hat.

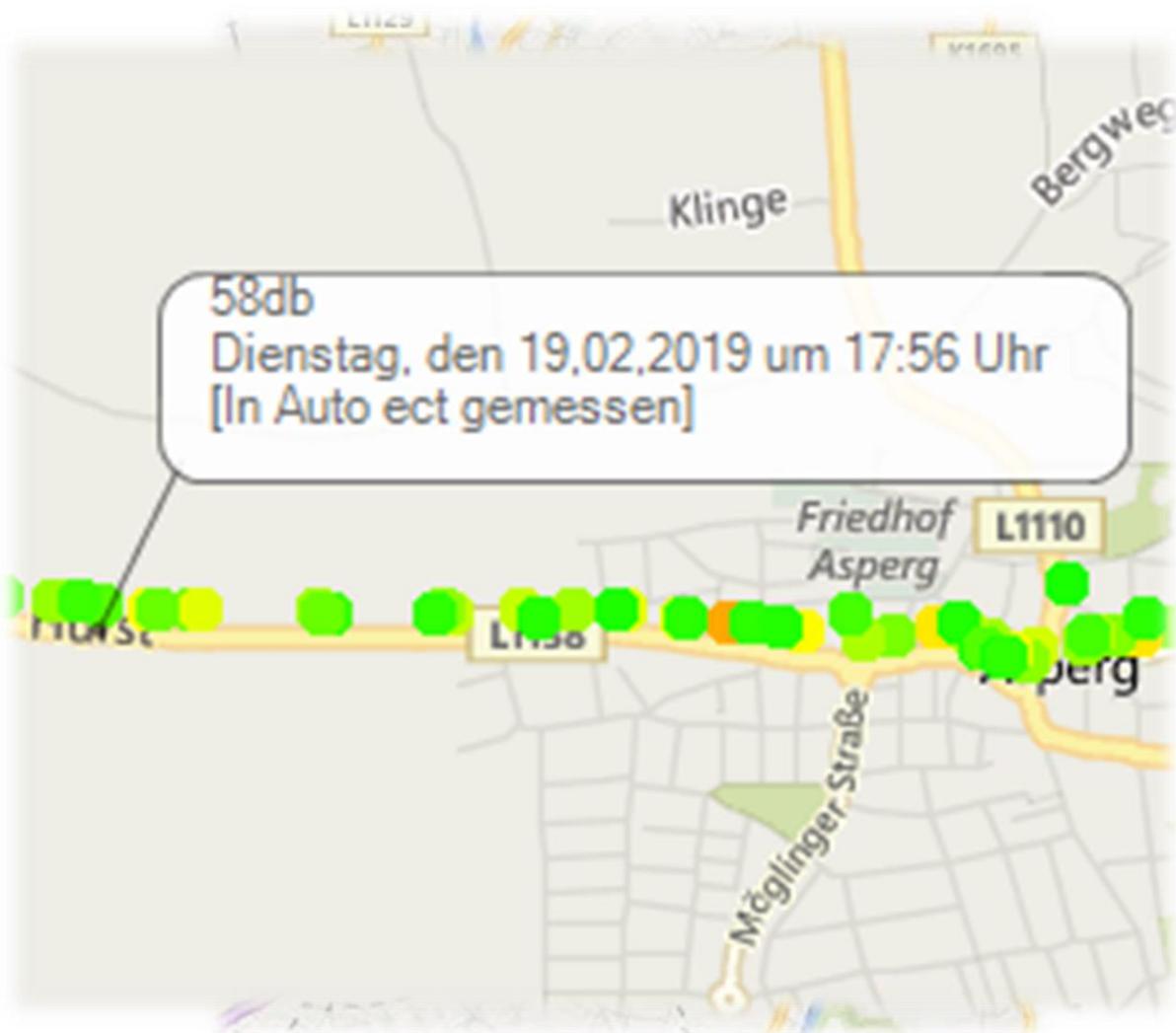


Abbildung 9: Karte Informationsfenster

Der Gesamtüberblick zeigt, dass die Belastung an den meisten Stellen gering bis mittel ist. An einzelnen Stellen wurden jedoch bedenkliche Werte gemessen, was durch den Farbverlauf von grün nach rot sichtbar wird. Dabei ist zu beachten, dass der Farbcodierung von Grün über Gelb nach Rot die Lautstärke stufenlos visualisiert, und so ein schnelles Erfassen von lärmbelasteten Bereichen möglich ist.

4.2. Filterung nach Tageszeiten

Die Filterung nach Tageszeiten ermöglicht die Analyse von Lautstärken beispielsweise während des Berufsverkehrs oder zu Ruhezeiten. Dies kann helfen, Lärmschutzmaßnahmen wie beispielsweise Verkehrsumleitungen oder die Anpassung der Schaltzeiten von Ampeln zu planen, um die Lärmbelastung zu Stoßzeiten zu verringern. Vor allem Lärm während der Nachtstunden führt zu gesundheitlichen Problemen bei Menschen und gestörtem Verhalten bei Insekten und anderen Tieren und muss daher unbedingt vermieden werden. Die App liefert dafür wertvolle Anhaltspunkte.¹¹

6:00-9:00 Uhr

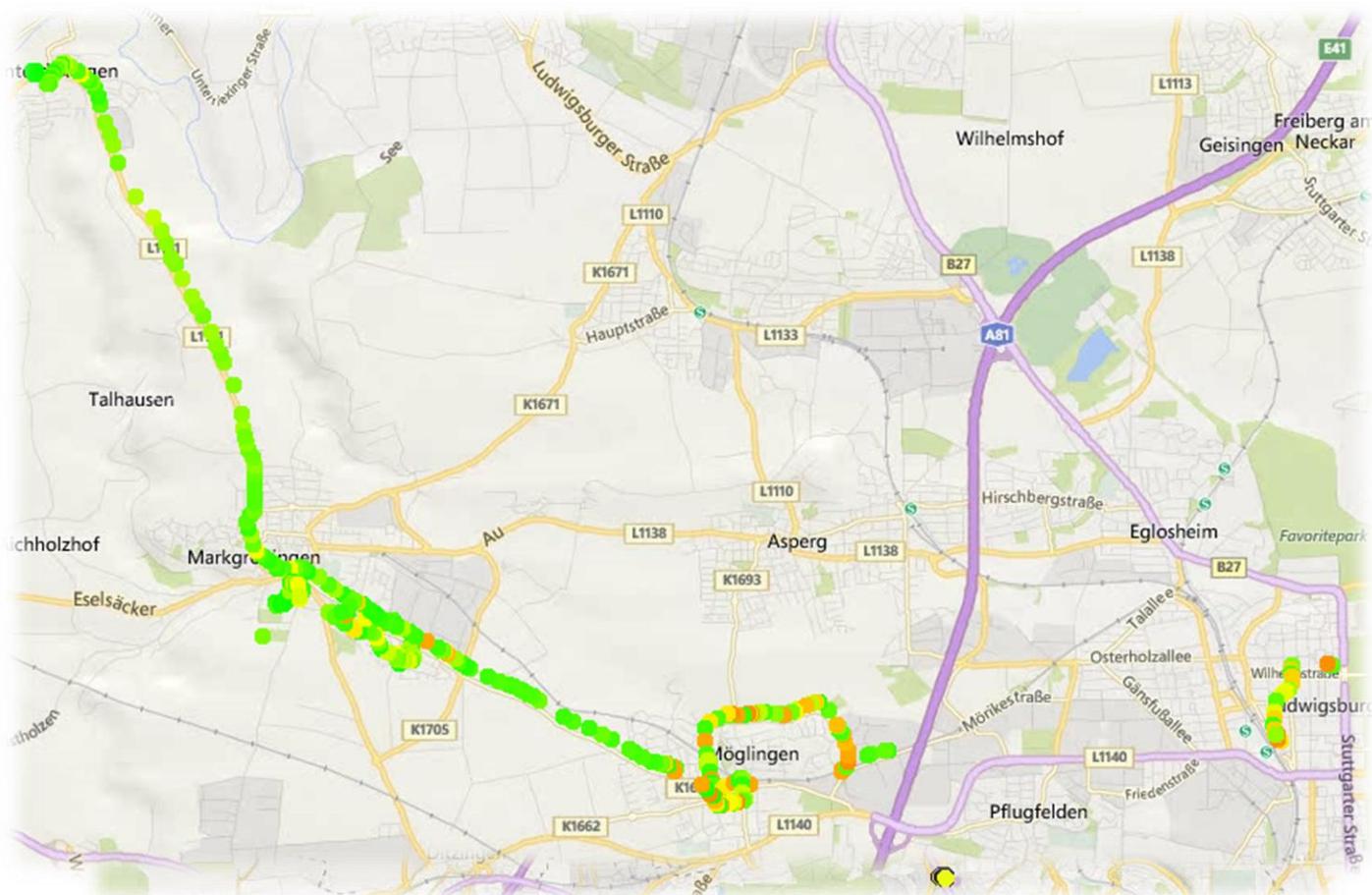


Abbildung 10: Karte 6:00 bis 9:00 Uhr

In diesem Bild wird deutlich, dass für eine aussagekräftige Auswertung deutlich mehr Messpunkte notwendig wären. Trotzdem lässt sich eine Tendenz erkennen, dass während des Berufsverkehrs die Lärmbelastung an den Straßen erhöht ist. Dies trifft vor allem für Ballungsräume wie Ludwigsburg oder auch Stuttgart zu. Anwohner an den betroffenen Straßen sollten durch Lärmschutzmaßnahmen geschützt werden.

11 Informationen zur Schädlichkeit von Lärm für Mensch und Tier finden sich u.a. auf <http://www.laermorama.ch/>

12:00-15:00 Uhr

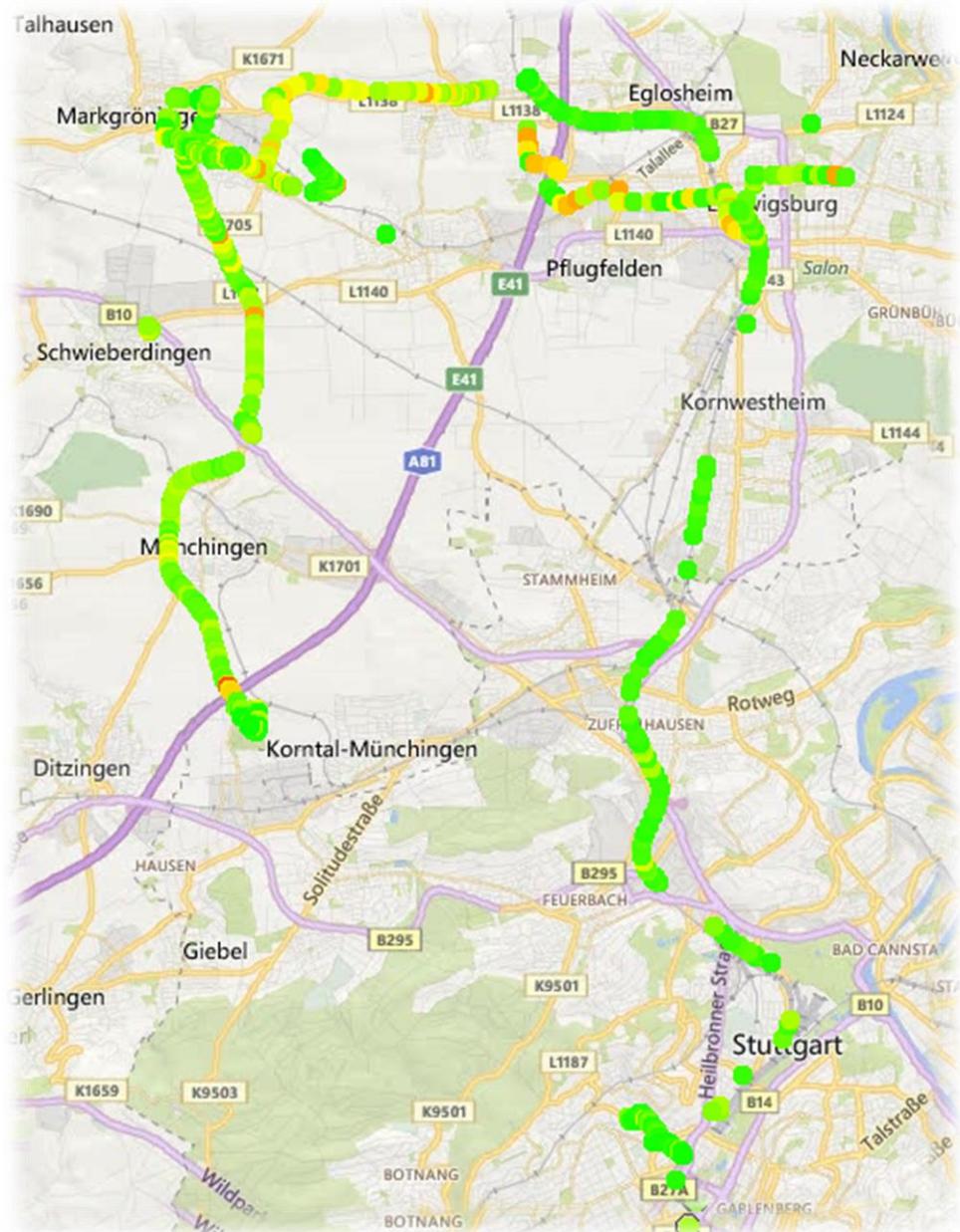


Abbildung 11: Karte 12:00 bis 15:00 Uhr

Wie zu erwarten konnten wir als Schüler gerade in diesem Zeitpunkt die meisten Messpunkte aufnehmen. Man sieht deutlich die Lärmbelastung entlang großer Hauptstraßen und Zugrassen. Obwohl zu dieser Zeit die Mittagsruhe herrscht, sieht man, dass die Lärmbelastung immer noch im mittleren (65dB - 75dB) Belastungsbereich liegt.

4.3. Filterung nach Wochentagen

Die Filterung nach Wochentagen ist immer dann sinnvoll, wenn man die Lärmbelastung beispielsweise auf Straßenfesten, Märkten oder in Abhängigkeit des Berufsverkehrs ermitteln will. Durch den Vergleich von Werk- und Wochenendtagen können außerdem Verschiebungen bei der Lärmverteilung festgestellt werden, was bei der Planung der Verkehrsführung helfen kann.

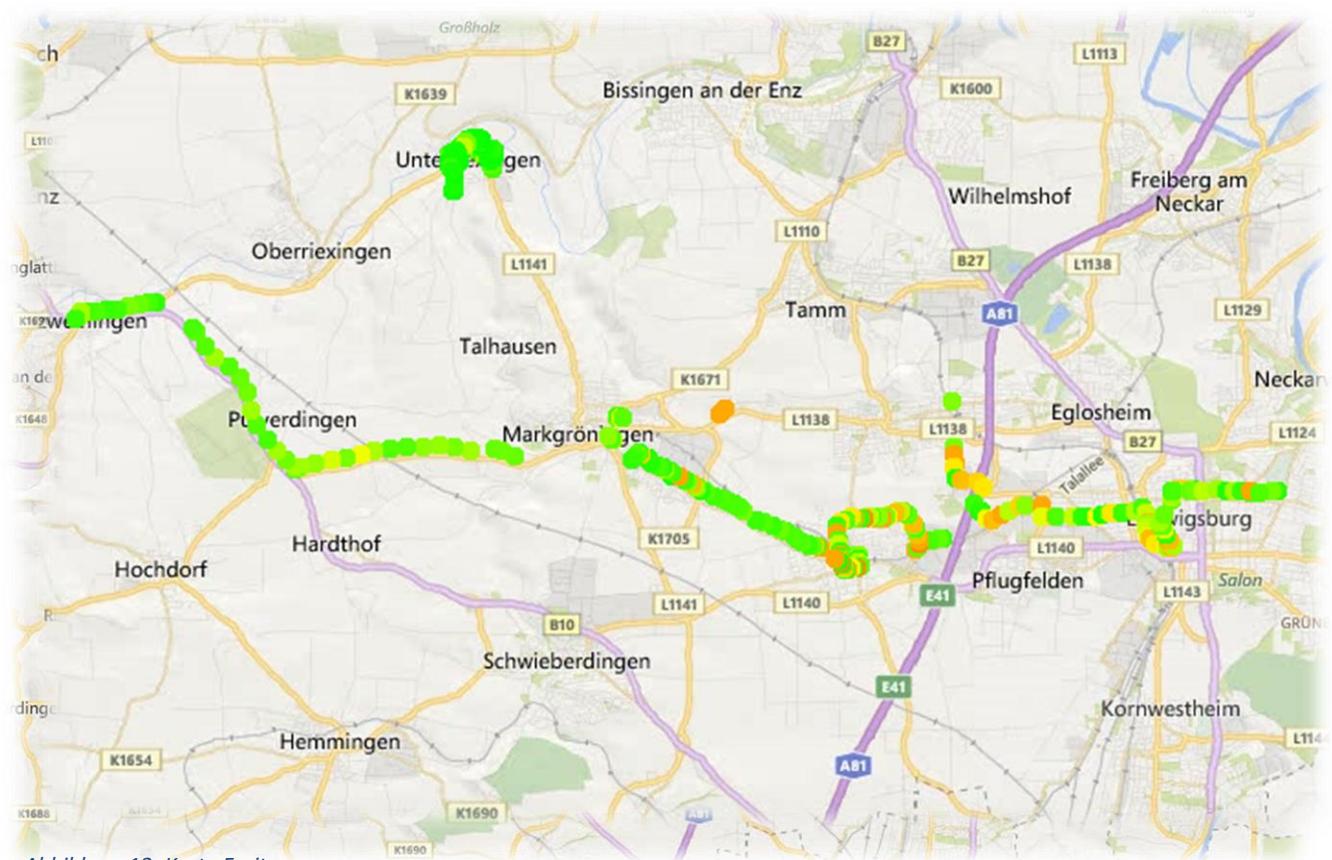


Abbildung 12: Karte Freitag

Das Bild zeigt die Messwerte, die freitags, also einem Werktag, aufgenommen wurden. Deutlich sieht man auch hier wieder die Straßen und die entlang ihres Verlaufs erhöhte Lautstärke. In der kleinen Gemeinde Unterrixingen, einem Ortsteil von Markgröningen, ist die Lärmbelastung gering, während in Ludwigsburg der Lärmpegel deutlich höher ist. Auch entlang der Bundesstraße B10 sind die Werte erhöht. Gerade auf dieser Straße herrscht zu Stoßzeiten ein großes Verkehrsaufkommen, was sich auf die Lautstärke auswirkt.



Abbildung 13: Karte Samstag

Diese Darstellung zeigt die Lautstärkebelastung an einem Samstag, also Wochenendtag. Auch bei wenigen Messpunkten wird schon deutlich, dass vor allem in Ludwigsburg die Belastung durch Lärm im Vergleich zu Werktagen geringer ist. Dies sieht man auch an den Messpunkten entlang der Landstraßen. Es lässt sich also daraus schließen, dass ein großer Anteil der Lärmbelastung an Wochentagen durch den Berufsverkehr verursacht wird, der am Wochenende ausbleibt. Dies ist ein erfreuliches Ergebnis, da gerade an den Wochenenden viele Menschen die Zeit draußen verbringen um sich zu erholen und daher dem Lärm über eine längere Zeit ausgeliefert wären.

4.4. Filterung nach Lautstärke

Die wohl naheliegendste Filterung ist die Filterung nach Lautstärkebereichen. Durch diese Darstellung werden unmittelbar die Stellen sichtbar, die am meisten von Lärm belastet sind. Bei der Planung von Lärmschutzmaßnahmen wie Flüsterasphalt oder Lärmschutzwänden können durch die Darstellung auf einer Karte lokale Gegebenheiten wie die Breite der Straße beziehungsweise des Gehwegs, Fußgängerübergänge oder abschüssiges Gelände sofort mit einbezogen werden.

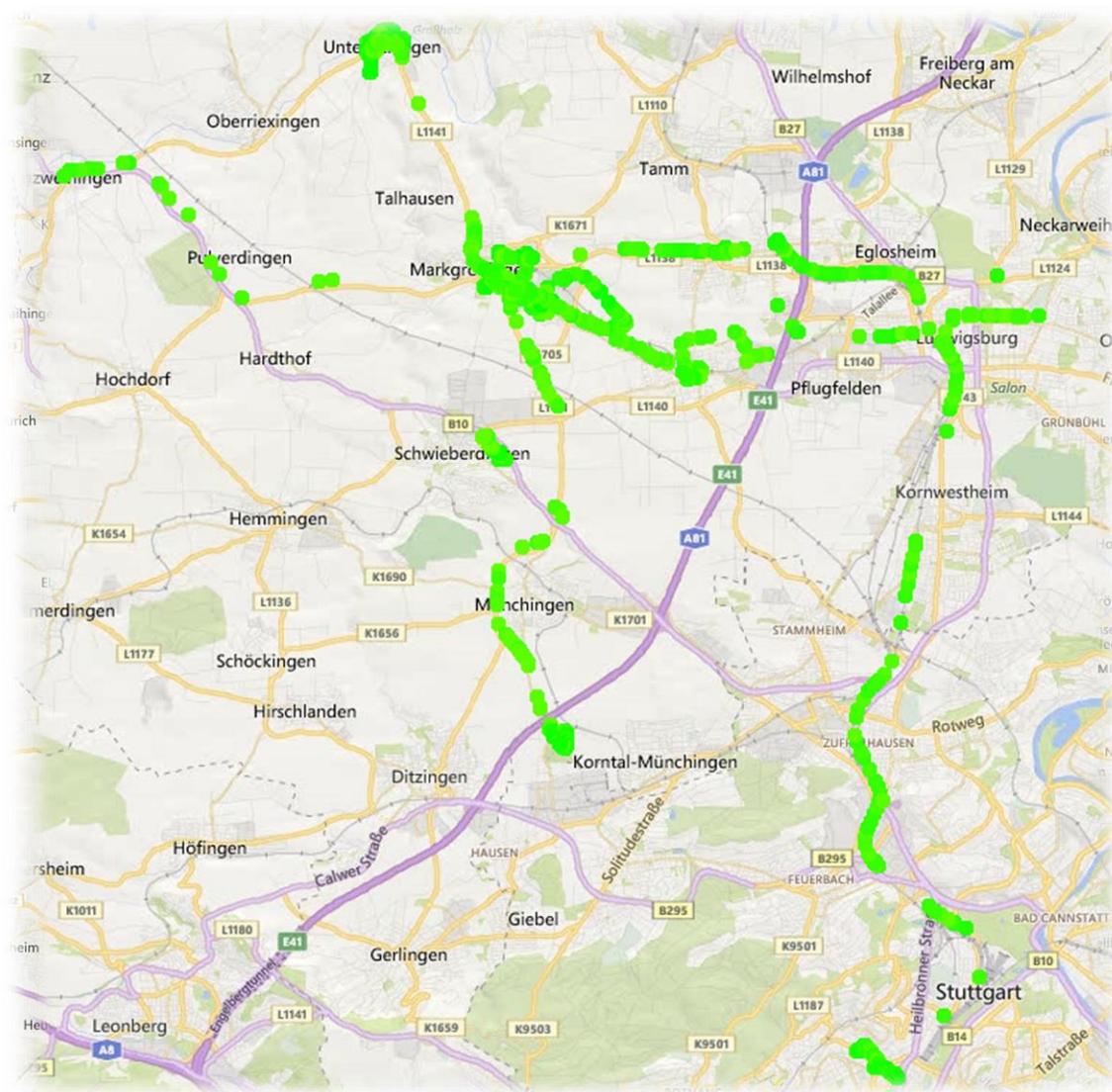


Abbildung 14: Karte OdB bis 60dB

In dieser Karte (Abbildung 15) sind alle Messpunkte in einem Lärmbereich zwischen 66-70dB angegeben. Das Umweltamt in Sachsen warnt bereits ab einer dauerhaften Lärmbelastung von über 65 dB (A) unter anderem vor erhöhtem Herzinfarktrisiko und erhöhtem Risiko, an Depressionen zu erkranken.¹² Es wird deutlich, dass gerade entlang der Straßen diese Grenze häufig erreicht wird. Gerade innerhalb der Ortschaften sollte daher über Lärmschutzmaßnahmen nachgedacht werden oder diese, falls schon vorhanden, ausgeweitet werden. Auch Lärmbelastung außerhalb der

Gemeinden kann zum Problem werden, da dort Tiere dieser ausgesetzt sind. Das Bundesumweltamt geht davon aus, dass technische Geräusche zu Störungen und Beeinträchtigungen der Kommunikation zwischen den Tieren, der Ortung von Beutetieren, bei der Paarung sowie bei der Aufzucht des Nachwuchses führen.¹³ Die App kann auch hier helfen die Lärmbelastung für die Tierwelt zu erfassen, so dass Maßnahmen ergriffen werden können um beispielsweise vom Aussterben bedrohte Tierarten zu schützen.

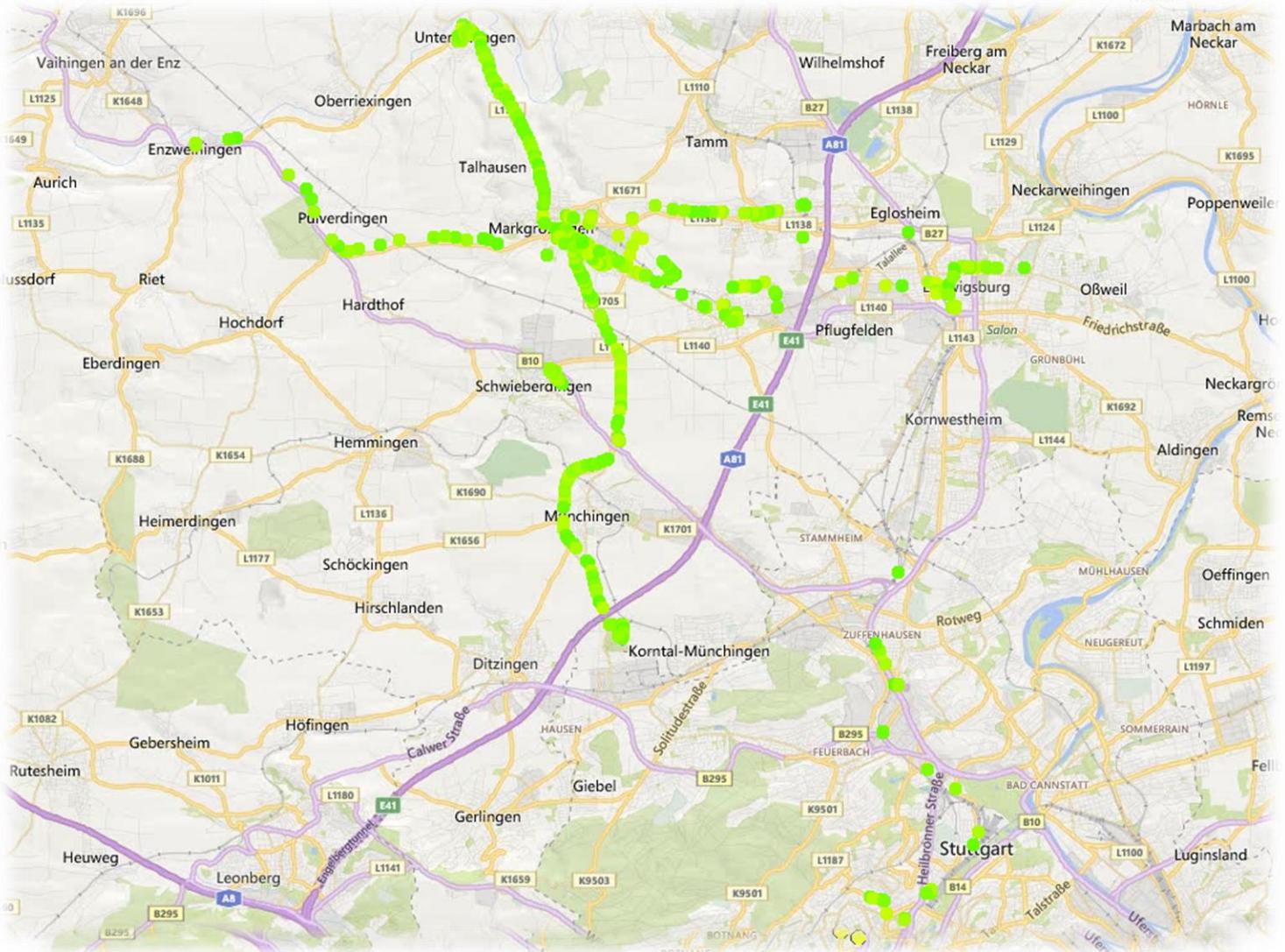


Abbildung 15: Karte 61dB bis 70dB

Diese Karte (Abbildung 16) zeigt die Messpunkte im Lautstärkebereich von 71-81dB. Eine Dauerbelastung mit dieser Lautstärke kann ernsthafte gesundheitliche Folgen haben. So steigt das Risiko an Herz-Kreislauferkrankheiten zu erkennen, die Sprache und Kommunikation werden beeinträchtigt, Schlafstörungen mit allen kurz- und langfristigen Konsequenzen können auftreten, das soziale Verhalten (z.B. Aggressivität, Hilflosigkeit, etc.) ist gestört, das Immunsystem wird geschwächt, die Leistungsfähigkeit in der Schule und am Arbeitsplatz wird verringert und es kann zu

Schädigungen des Hörapparates kommen.¹⁴ Die Auswirkungen auf die Tierwelt sind ähnlich erschreckend.

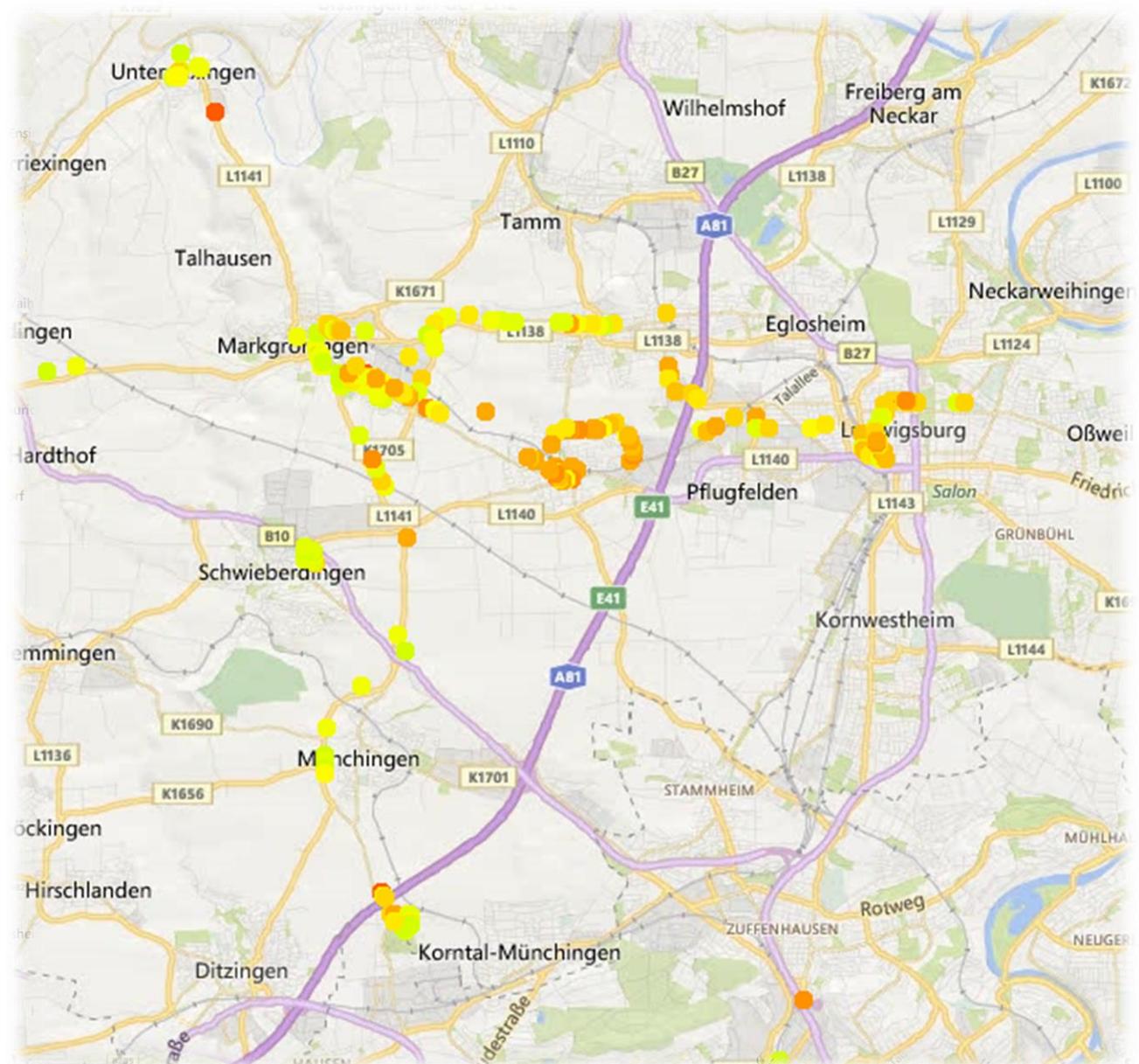


Abbildung 16: Karte 71dB bis 81dB

Die Karte zeigt, dass dieser Bereich in den Stadtzentren von Ludwigsburg, Korntal-Münchingen und sogar Markgröningen mehrfach erreicht wird. Auch die Landstraßen sind davon betroffen. Wer diesem Lärm über einen längeren Zeitraum ausgesetzt ist, setzt seine Gesundheit aufs Spiel. Diese Spitzenwerte wurden teilweise beim Busfahren erreicht, wo man dem Lärm für längere Zeit ausgesetzt ist. Viele Passagiere „fliehen“ vor dieser Lärmbelastung, in dem sie Kopfhörer aufsetzen, was das Problem jedoch nur noch weiter verschärft, da das Hören von lauter Musik über Kopfhörer das Gehör ebenfalls schädigt. Eine Möglichkeit den Lärm im Bus zu reduzieren, sind wesentlich leisere Elektrobusse wie sie auf wenigen Strecken momentan in Ludwigsburg getestet werden.

5. Resümee und Ausblick

Im Rückblick sind wir mit dem Verlauf des Projekts zufrieden.

Da die Lärmbelästigung durch die zunehmende Industrialisierung und Automatisierung immer weiter zunimmt, werden neue Methoden zur Erfassung und Vermeidung von Lärm immer wichtiger. Die App kann dazu einen Beitrag leisten und so helfen die Gesundheit und Lebensqualität von Menschen und Tieren zu verbessern und zu erhalten. Deshalb liegt es uns sehr am Herzen, dass die App weiterhin, am besten von mehr Personen genutzt wird.

Haben wir unsere Ziele erreicht?

In der Einleitung nannten wir Ziele, die wir mit unserem Projekt erreichen wollten. Wir hatten uns eine Untergrenze von mindestens 500 Messungen gesetzt, diese haben wir um fast das Fünffache übertroffen. Deswegen kann man sagen, dass wir durchaus aussagekräftige Messungen im Bereich Ludwigsburg und Umgebung machen konnten, wenn man die Daten als Ganzes betrachtet. Will man jedoch konkrete Vorhersagen für einen bestimmten Tag machen, bedarf es jedoch deutlich mehr Messpunkte. Deutlich wurde auch, dass die lautesten Straßen die waren, an denen bereits Maßnahmen gegen Lärm wie z.B. Lärmschutzwände eingesetzt werden. Daraus kann man schließen, dass sich die Politik Gedanken macht, wo Lärmschutzmaßnahmen notwendig sind, diese aber an einigen Stellen immer noch nicht ausreichen um die Anwohner zu schützen. Durch die Darstellung auf der Karte wird aber auch sichtbar, dass es an vielen Stellen noch sehr laut ist, an denen es bisher noch keine Maßnahmen gegen Lärm gibt.

Wie sind wir mit der Herausforderung zurechtgekommen?

Zunächst könnte man meinen, dass wir die Obergrenze für die Dokumentation (30 Seiten) nur schwer erreichen könnten. Wir haben jedoch sehr schnell gemerkt, dass unser Thema sehr viel hergibt und dass sich die Seiten problemlos mit Inhalt füllen lassen. Es war für uns eine neue und spannende Erfahrung, eine so umfangreiche Arbeit zu verfassen und das Projekt fast ein halbes Jahr lang konsequent durchzuführen. Wir haben dabei beide viel über Zeitmanagement und Arbeitsteilung gelernt.

Wie hat sich unser Teamwork gestaltet?

Da wir leider zeitversetzt abwesend waren und das Projekt zu dieser Zeit dann von einer Person allein fortgeführt werden musste, ist uns die Teamarbeit anfangs nicht immer ganz leicht gefallen. Durch die Aufteilung der Bereiche konnten wir die Aufgaben aber gut bewältigen. Mit Hilfe des Austauschs über E-Mail- oder Skype war uns eine gute Absprache möglich und wir konnten somit unsere Ergebnisse diskutieren. Zusätzlich war es natürlich auch möglich, uns bei Bedarf in der Schule zu treffen.

Welche Erkenntnisse haben wir für unsere unmittelbare Umgebung durch die Lautstärkemessungen gewonnen?

Lärm ist leider nicht auf die Städte begrenzt: Auch in unserer eher ländlichen Region gibt es immer wieder Bereiche mit relativ hoher Lärmbelastung. Generell bleibt die Belastung aber doch unter den Höchstwerten einer Großstadt wie Berlin.¹⁵

Deutliche Unterschiede gibt es zwischen dem Stadtzentrum und den Neubaugebieten in den Außenbereichen wo zum Teil deutlich mehr in Lärmschutz investiert wird bzw. dieser auch leichter zu realisieren ist.

Wie wollen wir die App weiterverbreiten?

Ein erster Schritt, den wir auch definitiv machen werden, ist ein Vermerk auf der Schulhomepage: Viele Eltern schauen sich immer wieder die neuen Artikel auf der Homepage an. Erwachsene haben als Zielgruppe den Vorteil, dass sie mehr politisches Gewicht haben und so Einfluss auf die Planung von Lärmschutzmaßnahmen nehmen können.

In Bezug auf die weitere Verbreitung der App würden wir diese beispielsweise auch gerne einem Gemeinderat oder zumindest einem Gemeinderatsmitglied vorstellen. Bei dieser Vorstellung können wir auch auf die Messwerte eingehen, die von uns in der jeweiligen Gemeinde aufgezeichnet wurden und so hoffentlich zumindest eine Sensibilisierung für das Thema schaffen. Die naturwissenschaftliche Erfassung der Daten kann dabei auch als Argumentationsgrundlage dienen, wenn beispielsweise Bürgerinitiativen sich für eine Lärmschutzmaßnahme einsetzen.

Was erhoffen wir uns davon die App weiter laufen zu lassen?

Wir haben in der kurzen Zeit von etwa 5 Wochen über 2200 Messpunkte von ca. 5 Testern erhalten.

Wenn wir die App nach dem Wettbewerb weiterlaufen lassen, hoffen wir, dass wir mehr Messpunkte – auch außerhalb des Strohgäus – sammeln und auswerten können.

Dazu möchten wir auch gerne die Anzahl der Nutzer erhöhen. Ein möglicher Ansatz dazu wäre, zusätzlich eine Version der App für IOS zu entwickeln. Je größer die Datenmenge ist, desto aussagekräftiger werden die Karten und damit das Argument mehr für den Lärmschutz zu unternehmen.

Letztlich profitieren wir alle sehr von diesen Maßnahmen, deren Einsatz nur wenige Ressourcen an Zeit und Geld erfordert. Der Benefit daraus für uns alle könnte so groß sein!

¹⁵ Referenz: <https://interaktiv.morgenpost.de/laermkarte-berlin/>

Literaturverzeichnis

euro.who.int. (kein Datum). Von <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise> abgerufen

fairaudio.de. (kein Datum). Von <https://www.fairaudio.de/lexikon/dezibel/> abgerufen

gegen-tempo-30.de. (kein Datum). Von <https://gegen-tempo-30.de/argumente-gegen-tempo-30/> abgerufen

gesundheit.de. (kein Datum). Von <https://www.gesundheit.de/medizin/gesundheit-und-umwelt/laerm-und-gesundheit/laerm-macht-krank> abgerufen

gesundheitsamt.bremen.de. (kein Datum). Von https://www.gesundheitsamt.bremen.de/laerm_und_gesundheit-4039 abgerufen

ITWissen.info. (kein Datum). Von <https://www.itwissen.info/Schalldruck-sound-pressure-level-SPL.html> abgerufen

laermorama.ch. (kein Datum). Von

http://www.laermorama.ch/m7_laermschutz/laermschutzaende_w.html#wirkung abgerufen

ls.brandenburg.de. (kein Datum). Von <https://www.ls.brandenburg.de/sixcms/detail.php/537268> abgerufen

phil.uni-passau.de. (kein Datum). Von <https://www.phil.uni-passau.de/fileadmin/dokumente/lehrstuehle/michler/Eigenstaendigkeitserklaerung.pdf> abgerufen

sengpielaudio.com. (kein Datum). Von <http://www.sengpielaudio.com/Rechner-schallpegel.htm> abgerufen