Technische Universität Berlin

Audioislands auf dem Nauener Platz in Berlin

Eine Untersuchung zur Validierung technischer Maßnahmen auf der Basis des Soundscapeansatzes

Magisterarbeit im Fach Kommunikationswissenschaft
Institut für Sprache und Kommunikation

von: Michael Piwonski

[redacted]

Erstgutachter: Prof. Dr. Stefan Weinzierl
Zweitgutachterin: Prof. Dr. Brigitte Schulte-Fortkamp

Berlin, 4. Oktober 2011

Die selbstständige und eigenhändige Ausfertigung versichert an Eides statt

Berlin, den _____

Michael Piwonski

Inhaltsverzeichnis

1. Voraussetzungen....1
1.1. Der Nauener Platz....1
1.2. Der Soundscapeansatz....3
1.3. Psychoakustische Parameter....4
1.3.1. Lautheit....4
1.3.2. Schärfe....10
1.3.3. Schwankungsstärke und Rauigkeit....11
1.3.4. Tonalität....12
1.4. Die Audioislands des Nauener Platzes....12
2. Evaluation....15
2.1. Expertenbefragungen / subjektive Bewertungen....15
2.1.1. Durch Rating-Skalen ermittelte Expertenbewertungen....17
2.1.2. Mündliche Expertenbewertungen....22
2.1.2.1. Die Audioislands Ohrenbänke....22
2.1.2.2. Die Audioislands Audioringe....30
2.2. Messungen....38
2.2.1. Binaurale Messungen mit dem Kunstkopf....38
2.2.1.1. Messaufbau....38
2.2.1.2. Messpositionen....39
2.2.2. Monaurale Messungen mit einem Mehrkanal-Messsystem....41
2.2.2.1. Messaufbau....41
2.2.2.2. Messpositionen....42
2.3. Analyse der Messsignale....43
2.3.1. Überblick über Schalldruckpegel und Verkehrsaufkommen....43
2.3.2. Technische Beurteilung der Gabionenwand....45
2.3.3. Technische Beurteilung der Ohrenbänke....54
2.3.4. Technische Beurteilung der Audioringe....61
3. Triangulation der Expertenbewertungen und technischen Analysen und Lösungen....66
Literaturverzeichnis....77
Literatur....77
Normen und Richtlinien....78
Internet....78
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis....80

1. Voraussetzungen

1.1. Der Nauener Platz

Um die speziellen Gegebenheiten vor Ort besser verstehen zu können, ist es wichtig, sich einen historischen und aktuellen Überblick über das nähere Umfeld des Nauener Platzes zu verschaffen. Der Nauener Platz befindet sich in Berlin-Mitte, im Ortsteil Gesundbrunnen auf der Grenze zum Ortsteil Wedding. Historisch gesehen, gibt es diese Trennung in Ortsteile erst seit der Verwaltungsreform von 2001, vorher gehörten beide Ortsteile zum Verwaltungsbezirk Wedding von West-Berlin. Der Wedding wurde 1861 nach Berlin eingemeindet und entwickelte sich im 20. Jahrhundert durch anhaltende Landflucht und die vermehrte Ansiedlung von industriellen Großbetrieben, wie zum Beispiel AEG, Schwarzkopf, Osram, Schering, Borsig und Rotaprint, zu einem dicht besiedelten Arbeiterbezirk. In den 1960er Jahren siedelten sich dort vermehrt Gastarbeiter mit ihren Familien an, da in den typischen Arbeiterbezirken der Wohnraum relativ preiswert war. Der Bezirk ist heute noch sowohl durch die dichte Bebauung und die mietskasernenartigen Strukturen der Gründerzeit als auch durch den sozialen Wohnungsbau der 1970er und 80er Jahre geprägt. Die dichte Besiedlung erfordert eine gute Verkehrsanbindung, die durch die beiden U-Bahnlinien U8 und U9 und den direkten Anschluss an die Berliner Stadtautobahn gewährleistet ist. Auch der Flughafen Berlin-Tegel „Otto Lilienthal“ ist von dort unmittelbar zu erreichen (vgl. Bezirksamt Mitte 2011).

In den 1980er Jahren stieg die Arbeitslosigkeit durch Abwandern und den Konkurs vieler dort ansässiger Großbetriebe stark an. Der Wedding ist auch zur heutigen Zeit immer noch ein Bezirk mit einem hohen Arbeitslosenanteil von bis zu 18% bei den 15- bis 65-Jährigen und einem Ausländeranteil von 30% und mehr (vgl. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2009).

Der Nauener Platz liegt nördlich des U-Bahnhofs Nauener Platz und wird westlich von der Bundesstraße Reinickendorfer Straße und südlich von der Schulstraße begrenzt. Er erstreckt sich über eine Fläche von ca. 8000 m².

Abbildung 1: Luftbild des Nauener Platzes mit eingezeichneten geografischen Grenzen (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010)

Beide Straßen sind an Werktagen ganztägig stark frequentiert. Sie sind in der jeweiligen Fahrtrichtung dreispurig und von einem schmalen Mittelstreifen getrennt, wobei jeweils eine Spur zum Parken genutzt wird. Auf dem Gelände des Nauener Platzes befinden das „Haus der Jugend“, welches ein stark genutztes Anlaufziel für Kinder und Jugendliche nach der Schule und in Ferienzeiten ist und ein Gebäude, in dem sich eine Abteilung des Jugendamtes Mitte für Erziehungs- und Familienberatung und eine Kindertagesstätte befinden. Der Platz ist in drei Gebiete unterteilt. Südlich der beiden Gebäude ist ein Kleinkinderspielplatz gelegen, nördlich der beiden Gebäude befindet sich ein Fußball- und ein Basketballfeld, die beide größtenteils von Jugendlichen und Kindern genutzt werden und als dritten Bereich gibt es eine architektonisch aufwendig gestaltete Grünfläche, die ganze Familiengruppen zur ihrer Freizeitgestaltung und Entspannung anzieht. Nördlich des Nauener Platzes wird die unmittelbare Umgebung von Seniorenwohnanlagen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen dominiert, südlich des Nauener Platzes befinden sich vier- und fünfgeschossige Mietshäuser und eine vielseitige Infrastruktur, wie z.B. Apotheken, Lebensmittelläden und Cafés, allerdings vermehrt auch viele Schnellimbisse und Spielhallen.

Ein großes Problem vor der Umgestaltung des Nauener Platzes war, dass er die

Anwesenheit einer Drogenszene und von Trinkergruppen anzog (vgl. Bezirksamt Mitte 2010).

Der neu gestaltete Nauener Platz ist aufgrund seiner guten Einsehbarkeit für diese Personengruppen nicht mehr interessant. Durch die Umgestaltung ist der Platz auch neuen Nutzergruppen zugänglich gemacht worden, da auf eine generationsübergreifende Nutzbarkeit Wert gelegt wurde. In diesem Zusammenhang musste auch eine akustische Betrachtung in die Planung der Neugestaltung des Platzes einfließen (vgl. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2009). Die Validierung der Umsetzung dieser neu geplanten und gestalteten akustischen Maßnahmen soll hier der Gegenstand dieser Magisterarbeit sein. Der umgestaltete Nauener Platz wurde am Sonnabend, den 05.09.2009 eröffnet.

1.2. Der Soundscapeansatz

Der Begriff 'Soundscape' wurde maßgeblich durch den kanadischen Komponisten R. M. Schafer geprägt. Das Soundscape wird durch die akustischen Merkmale und Ereignisse, die in einem definierten Raum auftreten, beschrieben; das Soundscape charakterisiert diesen Raum. Der Mensch ist Teil dieses Raumes und beschränkt seine Rolle nicht allein auf die des passiven Zuhörers, er ist hingegen ein aktiver Gestalter seiner Umwelt. Diese Wechselwirkung wird von R. M. Schafer mit der Orchestrierung und Darbietung einer Komposition verglichen, in der, der Mensch gleichzeitig Zuhörer, Musiker, Dirigent und letztendlich auch Komponist ist (vgl. Schafer 1988, S. 9 f.).

Schafer unterscheidet durch den historischen Wandel von ländlichen zu städtischen Lautsphären einen Wechsel vom Hi-fi zum Lo-fi. Unter dem Begriff Lautsphäre versteht Schafer die akustische Umwelt. Eine Hi-fi Lautsphäre ist durch einen großen Signal-Rauschabstand charakterisiert, Töne können eher voneinander differenziert wahrgenommen werden, und man kann zwischen einem akustischem Vorder- und Hintergrund unterscheiden. In einer Lo-fi Lautsphäre ist dies weniger möglich. Durch einen ungünstigen Signal-Rauschabstand gehen einzelne Ereignisse unter, Schallsignale überlagern sich oder werden komplett maskiert. Minimale akustische Änderungen, die in einer Hi-fi Lautsphäre einen erheblichen Informationscharakter haben können, verlieren diesen in einer Lo-fi Lautsphäre, da sie nicht wahrgenommen werden. (Schafer 1988, S. 59 f.)

Um die Fülle von Höreindrücken eines Soundscapes sinnvoll beschreiben zu können, ist es notwendig, Daten aus unterschiedlichen methodischen Zugängen zu erfassen und zu analysieren. Ein Hilfsmittel hierfür stellt die 'Triangulation' dar. Es müssen auch Untersuchungen auf physikalischer, psychoakustischer und psychologischer Ebene vorgenommen werden. Am Beispiel einer rein physikalischen Messung eines Schalldruckpegels wird ersichtlich, dass allein durch diese Messung ein menschlicher Höreindruck nicht adäquat abgebildet werden kann. Um diesem zumindest nahe zu kommen, ist es notwendig, zusätzlich zu den klassischen Bewertungen auch psychoakustische Parameter zu erfassen und subjektive Hörbeschreibungen mit in die Erfassung und Bewertung aufzunehmen. Die Analyse psychoakustischer Parameter ist eine Möglichkeit, eine Bewertung von zeitlichen und spektralen Verläufen durch das menschliche Gehör zu beschreiben. Insbesondere auf die Analyse der subjektiven Höreindrücke auf psychologischer Seite ist großen Wert zu legen, da erst durch sie eine Aussage über die Erwartungshaltung des Menschen zu einer Schallquelle und die diesbezügliche Reaktion auf sie innerhalb des Soundscapes gemacht werden kann.

1.3. Psychoakustische Parameter

1.3.1. Lautheit

Die 'Lautheit' ist das Maß der Hörempfindung, welches die subjektive Lautstärkewahrnehmung beschreibt. Sie ist abhängig vom Schalldruckpegel und dem Verlauf in Frequenz und Zeit. Der Mensch empfindet die Lautheit linear und sie kann direkt anhand einer Skala „leise – laut“ abgebildet werden. Die Einheit der Lautheit ist 'sone' (lat. sonor = Klang, Ton). 1 sone entspricht per Definition durch den Psychophysiker Stanley Smith Stevens einem Sinuston mit der Frequenz 1 kHz bei einem Lautstärkepegel von 40 dB, beziehungsweise einer Lautstärke von 40 phon. Die Lautheit ist ein Verhältnismaß. Ein als doppelt so laut empfundener Sinus-Ton entspricht auch einem doppelt so großen sone-Wert.

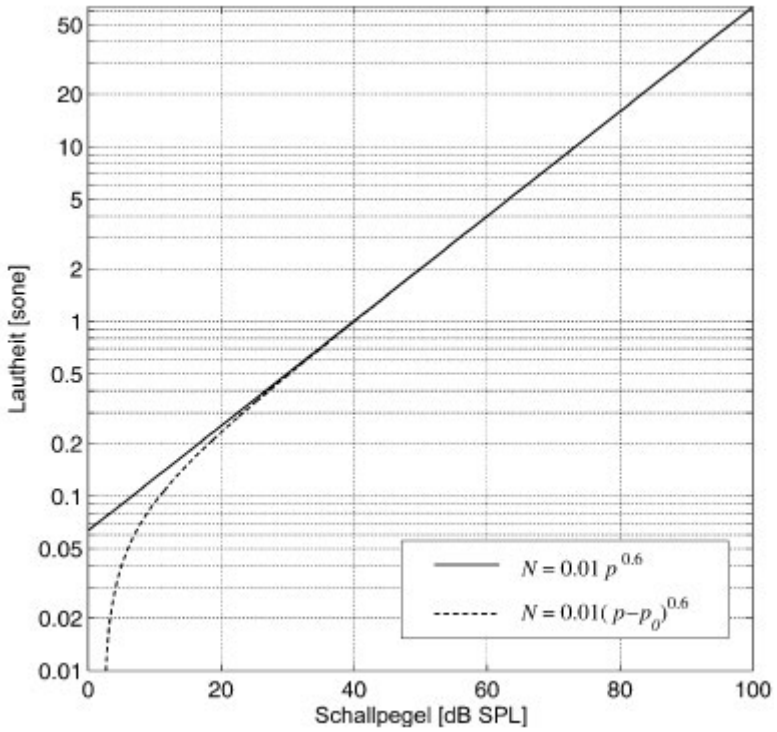

Abbildung 2: sone-Skala der Lautheit; gestrichelte Linie: Berücksichtigung größerer Steilheit bei niedrigen Schallpegeln (Ellermeier; Hellbrück 2008, S. 60)

Eine empfundene Verdopplung der Lautheit eines 1 kHz-Tones bei Lautstärkepegeln über 40 dB entspricht einem Pegelzuwachs von 10 dB (vgl. Zwicker 1982, S. 79). Die Berechnungsmethode der Lautheit und des Lautstärkepegels aus dem Spektrum geht auf Zwicker zurück und ist in DIN 45631 standardisiert.

„Als Lautstärkepegel eines beliebigen Schalles wurde dabei derjenige Pegel eines 1 kHz-Tones bezeichnet, der bei frontalem Einfall auf die Versuchsperson in einer ebenen Welle die gleiche Lautstärkeempfindung hervorruft wie der zu messende Schall.“ (vgl. Zwicker 1982, S. 73) Das subjektive Lautstärkeempfinden des Menschen ist jedoch frequenzabhängig, Töne mit gleichem Pegel und unterschiedlicher Frequenz werden als unterschiedlich laut empfunden. Ein Sinus-Ton, mit einer vom 1 kHz abweichenden Frequenz, der als genauso laut empfunden wird wie der 1 kHz Sinus-Ton, wird nach Zwicker dem gleichen Lautstärkepegel von n phon zugeordnet. Durch diese Annahme ergeben sich die Isophone, die Kurven gleicher Lautstärke, mit der die Frequenzabhängigkeit der Lautstärkeempfindung beschrieben wird.

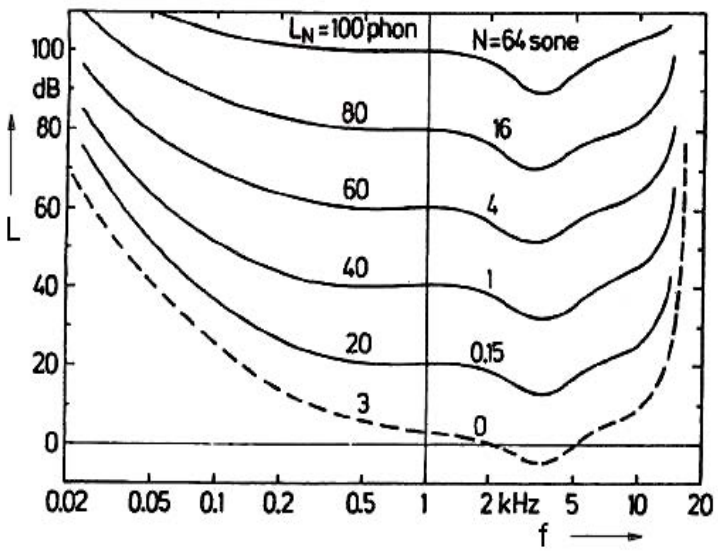

Abbildung 3: Kurven gleicher Lautstärke für das ebene Schallfeld (Zwicker 1982: S. 74)

Wie man in Abbildung 3 leicht erkennen kann, werden Töne im Frequenzbereich von 2 bis 5 kHz am besten wahrgenommen. Dieser Bereich ist besonders sensibel, da das Maximum der Schalldruckübertragungsfunktion des Außenohrs, mit einer Länge des Ohrkanals von ca. 2,5 cm und einem Durchmesser von 8 mm, bei ca. 4 kHz liegt und dort eine starke Resonanz auftritt. Das Maximum der Schalldruckübertragungsfunktion des Mittelohres liegt bei ca. 1 kHz.

Geräusche innerhalb eines Soundscapes sind häufig breitbandige Geräusche und selten reine Sinus-Töne, die in der Natur nur von einigen Singvogelarten verursacht werden. Bei der Entstehung einer Lautheitsempfindung für breitbandige Schalle analysiert das menschliche Gehör das Spektrum des Signals in 24 Anteilen, die der Breite der Frequenzgruppen entsprechen. Diese 24 Frequenzgruppen im Hörbereich bis 16 kHz haben die Einheit 'Bark'. Die ersten vier Frequenzgruppen haben eine Breite von jeweils 100 Hz, die weiteren Frequenzgruppen haben eine Breite, die ca. 20% der jeweiligen Mittenfrequenz entspricht. Ein breitbandiges Schallsignal wird als gleich laut wie ein anderes Schallsignal anderer Bandbreite empfunden, solange beide jeweils innerhalb der Bandbreite derselben Frequenzgruppe liegen und denselben Effektivwert haben. Werden mehrere Frequenzgruppen überdeckt, so erfolgt eine Pegeladdition der einzelnen Frequenzgruppen zu einer Gesamtlautheit. Ein Schallsignal wird umso lauter empfunden, je größer die Bandbreite bei gleichbleibendem Schalldruckpegel ist (vgl. Zwicker 1982, S. 77 f.).

Einen großen Einfluss auf die Lautheit hat der Effekt der Verdeckung, denn eines der wichtigsten Phänomene der Psychoakustik lässt sich in den unterschiedlichsten Situationen des Lebens erkennen. In leiser Umgebung bedarf es nur einer geringen Lautstärke um sich z.B. zu unterhalten, fernzusehen oder Radio zu hören. Tritt jedoch währenddessen ein Störgeräusch auf, so wird es schwierig, der Unterhaltung oder anderen akustischen Darbietungen zu folgen.

Ein Maß für die Höhe des Schalldruckpegels, den ein Ton oder Geräusch haben muss, um gerade noch neben einem 'Störschall' mitgehört zu werden, ist die Mithörschwelle. „Die Mithörschwelle gibt denjenigen Schalldruckpegel eines Testschalles […] an, den dieser haben muß (sic!), damit er neben dem Störschall gerade noch wahrgenommen werden kann […].“ (Zwicker 1982, S. 35)

Verdeckung kann je nach ihrer Auftretensart in drei Klassen eingeteilt werden. Es kann zwischen Vorverdeckung, Simultanverdeckung und Nachverdeckung unterschieden werden.

Abbildung 4: drei Klassen temporärer Verdeckung und die Intensität des Nutzsignales, die mindestens erreicht werden muss, um nicht mehr maskiert zu werden (Genuit; Sottek 2010, S. 58)

Um eine Vorverdeckung erklären zu können, wird davon ausgegangen, dass ein lautes Schallereignis schneller als ein leises Ereignis verarbeitet wird, welches zeitlich früher stattfindet. Diese unterschiedlichen Verarbeitungszeiten belaufen sich auf ca. 20 ms, in der überhaupt Vorverdeckung stattfinden kann.

Bei der Simultanverdeckung wird ein Geräusch durch ein weiteres, simultan auftretendes Geräusch verdeckt. Auch eine Dauer des verdeckten Reizes von 100 bis 200 ms hat einen Einfluss auf die Mithörschwelle und die Ruhehörschwelle. Je kürzer der Nutzschall ist, desto höher muss sein Schalldruckpegel sein, um nicht durch den jeweiligen Maskierer verdeckt zu werden.

Nachverdeckung tritt nach der Beendigung des Maskierers in der Form auf, dass die Nachhörschwelle nichtlinear absinkt, bis nach maximal 200 ms die Ruhehörschwelle erreicht wird. Die Dauer, bis die Ruhehörschwelle erreicht wird, ist jedoch von der Dauer des Maskierers abhängig (vgl. Genuit; Sottek 2010, S. 58).
Einen wesentlichen Einfluss auf die Verdeckung hat die spektrale Zusammensetzung des Maskierers wie auch die spektrale Zusammensetzung des zu verdeckenden Reizes.

Je weiter ein Frequenzbereich vom Störschall entfernt ist, je eher liegt die Mithörschwelle in diesem Frequenzbereich nahe der Ruhehörschwelle. Je vollständiger eine Verdeckung durch einen Maskierer stattfindet, je stärker sinkt die Lautstärkeempfindung des verdeckten Reizes.
Eine Maskierung über einen relativ großen Frequenzbereich findet bei Verdeckung durch weißes Rauschen statt, denn durch weißes Rauschen erzeugte Mithörschwellen verlaufen bei tiefen Frequenzen horizontal und steigen um ca. 10 dB pro Dekade oberhalb von 500 Hz mit zunehmender Frequenz an.
Schmalbandrauschen maskiert nur einen begrenzten Frequenzbereich. Bei Mithörschwellen von Schmalbandrauschen ist die linke Flanke des maskierten Bereiches steiler als die rechte. Der Anstieg der linken Flanke beträgt ca. 100 dB/Oktave. Je geringer die Frequenz des Maximums der Mithörschwelle ist, desto flacher ist der Anstieg der linken Flanke, und somit ist der spektral verdeckte Bereich unter der Mithörschwelle breiter. Je größer der Schalldruckpegel des Maskierers ist, desto mehr flacht die rechte Flanke ab, der Maskierer verdeckt einen zunehmend größeren Spektralbereich.

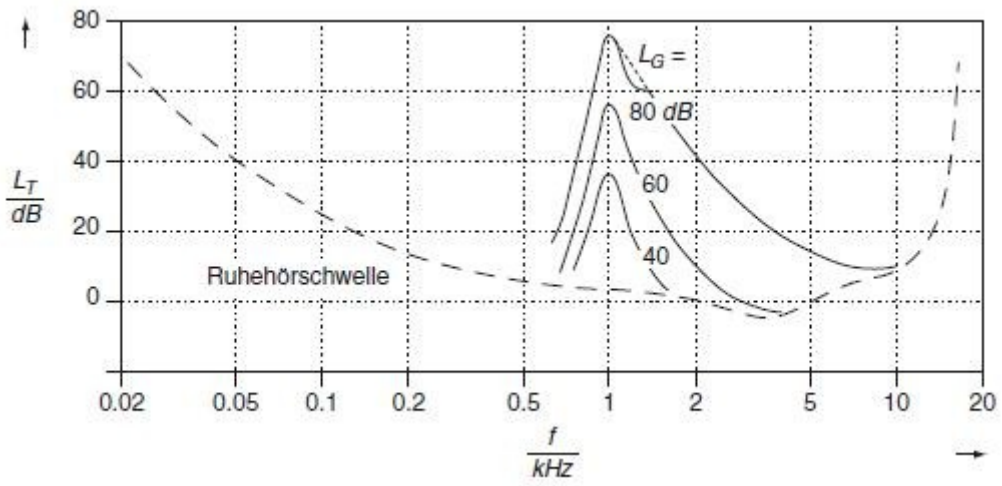

Abbildung 5: Mithörschwelle L_T verdeckt durch Schmalbandrauschen der Mittenfrequenz 1 kHz mit verschiedenen Schalldruckpegeln L_G (Genuit; Sottek 2010, S. 60)

Die spektrale Verdeckung ist somit nicht allein von der spektralen Zusammensetzung, sondern auch in großem Maße vom Schalldruckpegel des Maskierers abhängig (vgl. Genuit; Sottek 2010, S. 59).
Die Maskierung durch einen einzelnen Sinuston stellt sich in der Art dar, dass die Flanken unterhalb der Störfrequenz bei kleinen Pegeln flacher als bei Schmalbandrauschen sind und die Flanken oberhalb der Störfrequenz immer flacher werden, je größer der Pegel des Störtones ist.

Je mehr harmonische Obertöne ein Klang hat, desto breitbandiger ist auch die Verdeckung, da jeder Oberton wiederum eine Maskierung hervorruft. Der Frequenzabstand der harmonischen Obertöne wird zum jeweils nächsten harmonischen immer geringer und somit auch die Schwankungen in der Mithörschwelle immer unmerklicher. Oberhalb des letzten harmonischen Obertones fällt die Mithörschwelle ab, wobei die Mithörschwelle um so steiler abfällt, je geringer der jeweilige Pegel des dargebotenen Tones war (vgl. Zwicker 1982: S. 45).

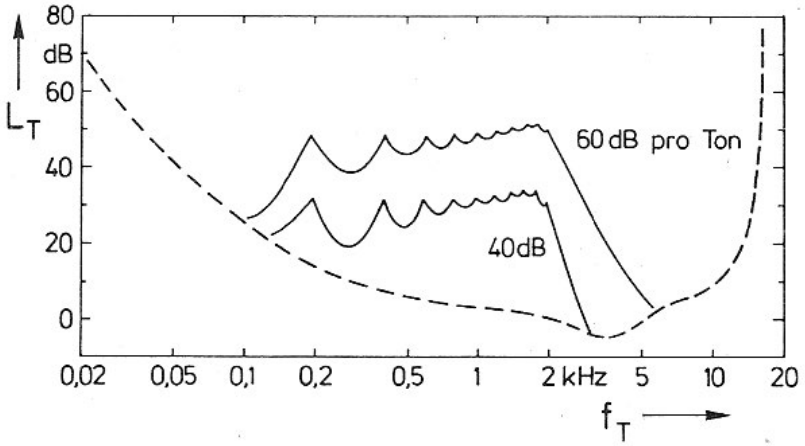

Abbildung 6: Mithörschwelle L_T, verdeckt durch 200 Hz-Töne, die aus den ersten 10 harmonischen mit je 40 dB/Ton bzw. 60 dB/Ton bestehen, als Funktion der Testtonfrequenz f_T (Zwicker 1982: S. 45)

Neben energetischen Verdeckungseffekten können auch nicht-energetische Verdeckungseffekte auftreten.

Der mentale Verdeckungseffekt zeigt, dass auch Geräusche, die angenehmer sind als die störenden Umgebungsgeräusche, diese verdecken, bzw. von ihnen ablenken können. Der Zuhörer wendet sich der Quelle zu, die für ihn die meiste Attraktivität hat.

1.3.2. Schärfe

Die Empfindungsgröße der Schärfe drückt sich in dem Anteil hochfrequenter Bestandteile eines Geräusches aus. Je größer dieser Anteil innerhalb des Geräusches ist, desto größer ist die Schärfe. Die Hörempfindung einer großen Schärfe geht meist mit der Empfindung einer geringen Angenehmheit einher. Schärfe wird vom Menschen als linear empfunden. Die Einheit der Schärfe ist 'acum' (lat. acer, acute = scharf). 1 acum entspricht einem Schmalbandrauschen um 1 kHz mit einer Breite von weniger als 150 Hz bei einem Pegel von 60 dB. Die erste Berechnungsmethode der Hörempfindung Schärfe entwickelte v. Bismarck (1974) und ist nach einigen Veränderungen in DIN 45692 standardisiert. Die Schärfe hängt weniger vom Pegel eines Geräusches ab, sondern eher vom Schwerpunkt der spezifischen Lautheit, also der Hüllfläche des Integrals über den Frequenzgruppen.

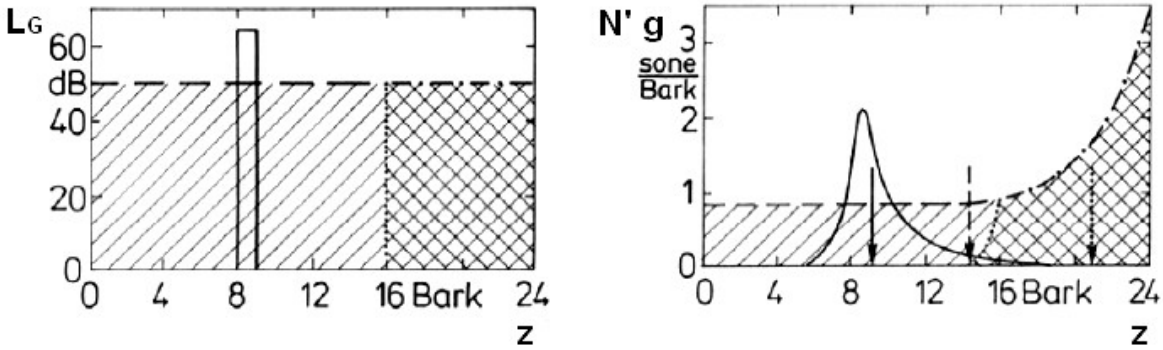

Abbildung 7: Frequenzgruppenpegel L_G und gewichtete Spezifische Lautheit N' g in Abhängigkeit von den Frequenzgruppen z (Zwicker 1982, S. 149)

In Abbildung 7 sind auf der linken Seite die Frequenzgruppenpegel L_G eines 1 kHz Tones, eines Hochpassrauschens mit einer Grenzfrequenz von 3 kHz und die Erweiterung zu tieferen Frequenzgruppen als gleichmäßig angeregtes Rauschen zu sehen. Auf der rechten Seite ist die spezifische Lautheit N' g in Abhängigkeit der Frequenzgruppen z und die Lage der Schwerpunkte zu erkennen. Der 1 kHz Ton hat eine geringere Schärfe als das Hochpassrauschen. Auch wenn das Rauschen zu tieferen Frequenzen hin erweitert wird, ist die Schärfe immer noch höher als die des 1 kHz Tones (vgl. Zwicker 1982, S. 149).

Ein typisches Beispiel für ein Geräusch mit hoher Schärfe ist das Geräusch, welches durch eine laufende Kreissäge verursacht wird.

1.3.3. Schwankungsstärke und Rauigkeit

Die Hörempfindung 'Schwankungsstärke' und 'Rauigkeit' treten auf, wenn Modulationen in einem Schallereignis vorliegen. Ob Schwankungsstärke oder Rauigkeit empfunden wird, hängt von der Modulationsfrequenz der dargebotenen amplituden- oder frequenzmodulierten Töne ab. Allgemein gilt, je rauer ein Geräusch ist, desto störender wird es in der Regel empfunden.

Schwankungsstärke tritt bei Modulationsfrequenzen unter 20 Hz auf. Wird ein 1 kHz-Ton mit einer Frequenz von unter 20 Hz moduliert, so entsteht der Höreindruck, dass sich der 1 kHz Ton regelmäßig mit der Höhe der Modulationsfrequenz in seiner Lautstärke ändert. Dieser Höreindruck wird auch als Schwebung bezeichnet. Die Einheit der Schwankungsstärke ist 'vacil', wobei per Definition 1 vacil durch einen 1 kHz-Ton hervorgerufen wird, der mit einer Modulationsfrequenz von 4 Hz und einem Modulationsgrad von 1 bei einem Schalldruckpegel von 60 dB moduliert wird. Dieser Zusammenhang wurde deshalb gewählt, weil das Maximum der Schwebung bei Modulationsfrequenzen um 4 Hz auftritt. Die Schwankungsstärke beschreibt somit die Wahrnehmung von 'langsamen' Modulationen.

Liegt die Modulationsfrequenz über 20 Hz, werden nicht mehr Lautstärkeschwankungen wahrgenommen, sondern das Schallereignis klingt verzerrt. Dieser verzerrte Klang ist die Hörempfindung der Rauigkeit. Die Einheit der Rauigkeit ist 'asper' (lat. asper = rau, grob) , wobei 1 asper als ein 1 kHz Ton definiert ist, der mit 70 Hz amplitudenmoduliert und einem Modulationsgrad von 1 bei einem Schalldruckpegel von 60 dB moduliert wird. Auch diese Definition begründet sich darauf, dass die Rauigkeit ihr Maximum bei einer Modulationsfrequenz von 70 Hz erreicht (vgl. Genuit; Sottek 2010, S. 66).

„Für Modulationsfrequenzen größer 300 Hz ist das Gehör nicht mehr in der Lage, die zeitlichen Veränderungen aufzulösen. Denn bei Modulationsfrequenzen um 250 Hz beträgt eine Signalperiode 4 ms und die Änderungen von Maximum zum Minimum liegen im Millisekundenbereich. Durch Maskierungseffekte werden die zeitlichen Änderungen „verschmiert“ und die Schwankungen nicht mehr als Änderung wahrgenommen. Oberhalb einer Modulationsfrequenz von 300 Hz werden bei reinen amplitudenmodulierten Tönen die Haupt- und Seitenlinien als einzelne Töne hörbar, da diese i. d. R. auch bereits in unterschiedlichen Frequenzgruppen liegen.“ (Genuit; Sottek 2010, S. 66)

1.3.4. Tonalität

Die Hörempfindung 'Tonalität' oder auch 'Tonhaltigkeit' ist in DIN 45681 als das „Auftreten eines Tones im Geräusch, dessen Pegel der übrigen Geräuschanteile in der Frequenzgruppe […] um die Tonfrequenz um weniger als den Betrag des Verdeckungsmaßes […] unterschreitet“ (DIN 45681-2002) beschrieben. Das Verdeckungsmaß entspricht der frequenzabhängigen Mithörschwelle eines Sinustons. Die Tonalität ist also der Anteil tonaler Komponenten in einem Schallereignis, welche reine oder komplexe Töne, wie auch schmalbandiges Rauschen sein können. Die Einheit der Tonalität ist 'tu' (Tonality Unit). Als 1 tu ist ein 1 kHz-Sinuston von 60 dB definiert.

Die Bestimmung der Tonalität von nicht harmonischen und stationären Geräuschen kann entweder mit dem tone-to-noise Verfahren oder durch die prominence-ratio bestimmt werden. Durch die prominence-ratio wird die Leistung der tonalen Komponente innerhalb einer Frequenzgruppe auf den Mittelwert der Leistung der beiden benachbarten Frequenzgruppen bezogen. Das tone-to-noise-Verfahren berechnet sich aus der Differenz der Schalldruckpegel mit und ohne tonale Komponente innerhalb einer Frequenzgruppe (vgl. Genuit; Sottek 2010, S. 71 f.).

1.4. Die Audioislands des Nauener Platzes

Als Audioislands werden die Aufenthaltsorte auf dem Nauener Platz bezeichnet, die die Möglichkeit aktiver Lärmminderung und teilweise durch ihre Konstruktion auch ein passives Lärmminderungspotential bieten. Dieses sind im Bereich des Kleinkinderspielplatzes, der sich in unmittelbarer Kreuzungsnähe Reinickendorfer Ecke Schulstraße befindet, drei 'Ohrenbänke', die den Vorteil einer aktiven Maßnahme mit einer passiven Maßnahme kombinieren. Im hinteren Gartenbereich, dem sogenannten 'Rosengarten', befinden sich zwei 'Audioringe', die dem Nutzer die Möglichkeit zur reinen aktiven Schallbeeinflussung bieten.

Abbildung 8: Ohrenbänke und Gabionenwand mit Sitzmöglichkeiten im Kleinkinderspielplatzbereich, Audioring im Bereich des 'Rosengartens'

Bei den Ohrenbänken handelt es sich um 3 m breite und 1,2 m hohe, aus Stahl gearbeitete, nahezu schallharte Bänke, die, ähnlich wie die ohrenähnlichen Auspolsterungen im Kopfbereich „typischer Ohrensessel“, in Kopfhöhe auf beiden Seiten Sichtblenden haben, in die Lautsprecher eingearbeitet sind.

Die Audioringe sind beidseitig offene Sitzringe mit einem Innendurchmesser von 1,35 m, in denen in Kopfhöhe zwei Lautsprecher eingebaut sind.

Die aktive Schallbeeinflussung der Audioislands geschieht mit Hilfe der in die Ohrenbänke und Audioringe eingebauten Lautsprecher. Sofern ein Nutzer der Audioislands diese Möglichkeit aktiv nutzen möchte, kann er einen an den Audioislands angebrachten Taster betätigen und bekommt dann für die Dauer von 15 Minuten eines von zwei möglichen Geräuschen abgespielt. Diese Geräusche sind zum einen ein Waldvogelgeräusch und zum anderen ein Kiesstrandgeräusch.

Beide Geräusche und diverse andere wurden während der Planungsphase des Umbaues des Nauener Platzes innerhalb eines Hörversuches unter Laborbedingungen von Mitarbeitern des 'Haus der Jugend' des Nauener Platzes und von Studenten der Technischen Universität Berlin auf ihre 'Angenehmheit' bewertet. Es wurde eine Rangbildung der einzelnen 20 Sekunden dauernden Geräusche ohne und in Kombination mit Straßenverkehrsgeräuschen vorgenommen. Das Waldvogelgeräusch belegte vor dem Kiesstrandgeräusch den ersten Rang bei dieser Untersuchung (vgl. Dudel 2009, S. 88). Bei dem Waldvogelgeräusch handelt es sich um ein sehr rhythmisch akzentuiertes, schmalbandiges Geräusch zwischen 1,5 und 7 kHz und beim Kiesstrandgeräusch handelt es sich um ein sehr gleichmäßiges,

eher breitbandiges Geräusch von ca. 50 Hz bis ca.15 kHz.

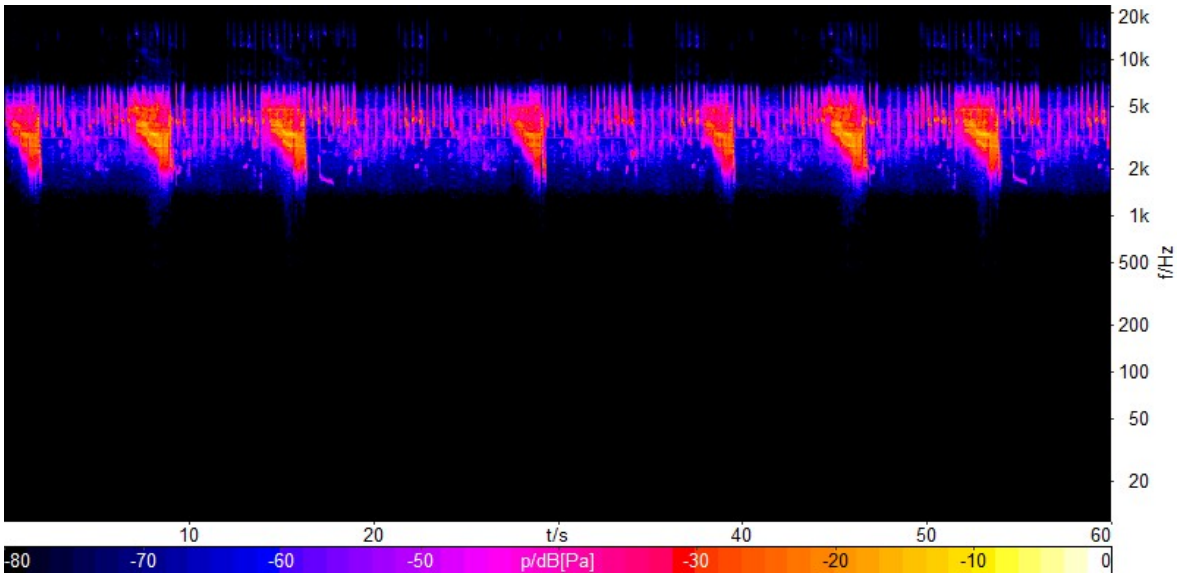

Abbildung 9: Waldvogel-Soundfile 128 kbit/s mp3-kodiert

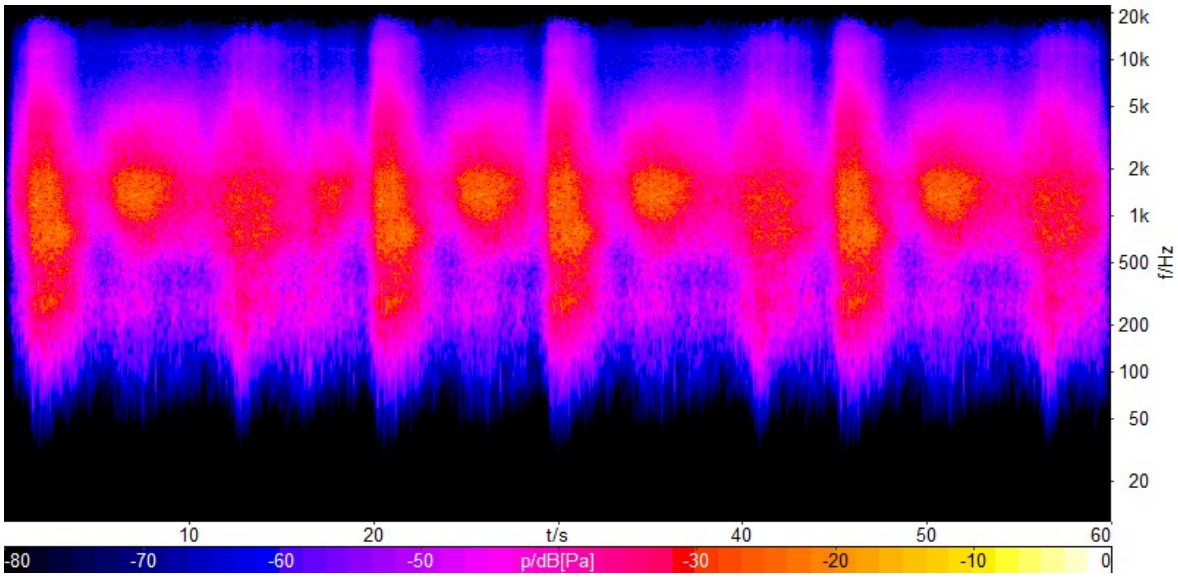

Abbildung 10: Kiesstrand-Soundfile 128 kbit/s mp3-kodiert

Im Rahmen der Umsetzung wurden diese beiden Geräusche von einem Mitarbeiter des im Haus der Jugend ansässigen Jugendradios von 20 Sekunden auf eine Minute umgeschnitten und vom wav-Dateiformat in ein monophones 128 kbit/s mp3-Format umgewandelt. Diese Files von einer Minute Dauer werden von zwei mp3-Wiedergabegeräten in Wiederholung abgespielt und ein Relais schaltet für das jeweilige Audioisland den entsprechenden Audiokanal für 15 Minuten frei. Die Signalwege sind so angeordnet, dass ein Verstärker

jeweils eine Ohrenbank und einen Audioring ansteuert, beide Audioislands also eine gemeinsame Lautstärkeregelung haben.

Zusätzlich zu den Audioislands wird in dieser Validierung auch die 1,50 m hohe Gabionenwand betrachtet, die ein passives Lärmminderungspotential und die Aufenthaltsmöglichkeiten in ihrem Umfeld bietet.

Der im Durchgang zwischen dem „Haus der Jugend“ und dem Kindergarten installierte Klangvorhang wird hier nicht weiter betrachtet, da er eigentlich nicht als direkter Aufenthaltsort angesehen werden kann. Die zur Zeit im Durchgang zusätzlich dargebotenen Glockenspielgeräusche haben momentan eine zu niedrige Wiedergabelautstärke, sodass das Glockenspielgeräusch aufgrund von Verdeckung durch das Geräusch eines sich in der Nähe befindenden Wasserspiels, durch Wind und durch Verkehrsgeräusche nicht mehr wahrgenommen wird, wie sich anhand der Expertenbefragungen der Teilnehmer mehrerer Soundwalks zeigte (vgl. Acloque 2010, S.40 f.).

2. Evaluation

Im Vordergrund der Validierung der technischen Einrichtungen des Nauener Platzes steht der Mensch als subjektiver Nutzer der Audioislands. Um eine Aussage über die Nachhaltigkeit der Audioislands geben zu können, bedarf es einer Kombination von quantitativer Messung der Akustik, die für das jeweilige Soundscape maßgeblich ist und einer qualitativen Befragung der Menschen, die sich in diesen Soundscapes aufhalten und die Audioislands nutzen.

2.1. Expertenbefragungen / subjektive Bewertungen

Um nicht nur akustische Aspekte, sondern auch mögliche psychologische Aspekte der Audioislands erfassen zu können, wurden Experten zu ihren Eindrücken bezüglich eben dieser Audioislands befragt. Die Gruppe der Experten wurde für diese Befragung so gewählt, dass sie der momentanen Nutzerstruktur des Nauener Platzes ähnlich ist. Dieses konnte allerdings nur gewährleistet werden, indem zusätzlich zu lokalen Experten auch andere Personen befragt wurden, die zwar keine direkten Anwohner sind, denen vor der Befragung jedoch die Möglichkeit gegeben wurde, sich mit der Umgebung und dem

Umfeld des Platzes auseinanderzusetzen, und die so zu neuen Experten wurden. Ein lokaler Experte hingegen ist jemand, der in direkter Nachbarschaft zu dem zu untersuchenden Soundscape wohnt und der sich bewusst mit dieser Umwelt auseinander setzt, so dass die gesammelten Erfahrungen und der generelle Hintergrund, ein Anwohner zu sein, in eine Befragung mit einfließen (vgl. Schulte-Fortkamp 2010, S. 3). Es wurde beobachtet, dass einige Nutzer des Nauener Platzes öffentliche Verkehrsmittel nutzen um zum Nauener Platz zu gelangen, was ein Hinweis darauf sein könnte, dass sie nicht direkte Anwohner sind. Die Bereitschaft der direkten Anwohner, sich an den Untersuchungen zu beteiligen, war leider nur minimal.

Hauptsächlich wird der Nauener Platz von größeren Mutter-Kind-Gruppen mit einer Gruppenstärke bis 15, einzelnen Müttern mit Kindern, Kindergartengruppen mit bis zu 25 Kindern, Jugendlichen und Senioren aus der näheren Umgebung für ihre Freizeitaktivitäten aber auch von Gelegenheitsnutzern, wie zum Beispiel Arbeitern und Beschäftigten, die Entspannung während ihrer Arbeitspausen suchen, aufgesucht.

Die Gruppe der Experten setzt sich hier in dieser Untersuchung aus Studenten, Jugendlichen, Senioren und anderen Erwachsenen, wie zum Beispiel Beschäftigten des Hauses der Jugend zusammen. Von der Befragung von Kindern wurde hier abgesehen.

Tabelle 1: Gruppen der lokalen und neuen Experten

Art	Anzahl	Anwohner
Studenten	4	nein
Jugendliche	2	ja
Senioren	3	ja
sonstige Erwachsene	3	nein

Die Befragungen fanden bei trockenem, warmem und nahezu windfreiem Wetter an mehreren Tagen im Juni und Juli 2010 statt. Die Experten wurden zunächst gebeten, sich in die jeweils zu untersuchende Ohrenbank und auch in die jeweiligen Audioringe zu setzen und aufmerksam zwei Minuten lang die unterschiedlichen Geräuschsituationen zu erfassen.

Im Anschluss des aufmerksamen Hinhörens, sollten sie ihre Eindrücke bezüglich der empfundenen Lautheit und Angenehmheit in schriftlicher Form mit Hilfe einer Rating-Skala abgeben. Ihnen wurde dazu zusätzlich die Möglichkeit geboten, sich schriftlich und mündlich zu äußern in Bezug auf das, was ihnen während des aufmerksamen Hinhörens

durch den Kopf gegangen ist, also was sie generell empfunden haben. Diese Aussagen sind sehr wichtig, da die normale Nutzung der Audioislands nicht nur akustische Aspekte umfasst. In ihrem hauptsächlichen Sinn sind sie für den Nutzer Sitzgelegenheiten.

2.1.1. Durch Rating-Skalen ermittelte Expertenbewertungen

Mit Hilfe von Rating-Skalen können relativ unkompliziert Urteile durch die Experten abgegeben werden. Bei der Evaluation der Audioislands wurden fünfstufige Rating-Skalen, die mit verbalen Marken versehen waren, verwendet. Die Begriffe „nicht – wenig – mittelmäßig – ziemlich – sehr“ können laut Rohrmann als äquidistant angenommen werden (vgl. Borz; Döring 2006, S. 177). Die Experten mussten sich jedoch nicht auf die fünf Stufen beschränken, sondern durften wie bei einem grafischen Rating auch den kompletten Bereich zwischen den Stufen für die Angabe ihres Urteils nutzen.

Es wurden verbale Marken gewählt, da sie eher als numerische Marken, die mitunter sehr abstrakt sein können (1 – 2 – 3 – 4 – 5), der menschlichen Denkweise zur Beschreibung von Empfindungen entsprechen. Die Experten hatten im Anschluss an das schriftliche Rating auch eine mündliche Beschreibung ihrer Empfindungen abzugeben, damit zusätzlich zu detaillierteren Beschreibungen ihrer Empfindungen auch Abweichungen zwischen beiden Bewertungen entdeckt werden können.

Die Markenanzahl wurde hier auf fünf beschränkt, da Rohrmann aufgrund praktischer Erfahrungen in der Feldforschung (1978) zum Schluss kam, dass 5-stufige Skalen am häufigsten von Befragten präferiert werden. Eine höhere Anzahl der Skalenstufen würde zwar auch die Differenzierungsfähigkeit der Skala erhöhen, es würde allerdings mit einer sehr hohen Anzahl der Skalenstufen die Differenzierungskapazitat der Urteilenden ausgeschöpft sein (vgl. Borz; Döring 2006, Seite 180).

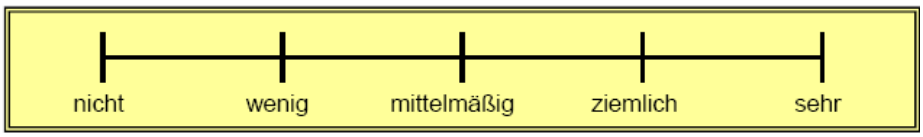

Abbildung 11: bei den Befragungen verwendete Rating-Skala

Ebenso hätte auch eine geradzahlige Anzahl der Skalenstufen gewählt werden können, bei der der lokale Experte gezwungen wird, eine tendenzielle Richtung in seinem Urteil abzugeben, ohne die Möglichkeit zu haben, genau in der Mitte anzukreuzen. Da jedoch pro Audioisland jeweils zwei sehr spektral unterschiedliche Geräuschsituationen nacheinander

bewertet wurden, ist dies nicht notwendig. Die fehlende Beschränkung, nur exakt auf den diskreten Skalenstufen zu bewerten, macht diesen Zwang auch nicht möglich.

Die Ergebnisse der Befragungen ohne zusätzlich eingespielte Maskiergeräusche weisen erwartungsgemäß, wie in Abbildung 12 zu sehen ist, ein breites Angabespektrum von „hier ist es nicht laut“ bis „hier ist es sehr laut“ auf, da der persönliche akustische Hintergrund der befragten Personen sehr unterschiedlich war. Der Rosengartenbereich mit den Audioringen wurde aber tendenziell als leiser und angenehmer als der Bereich der Ohrenbänke in unmittelbarer Nähe der Kreuzung bewertet.

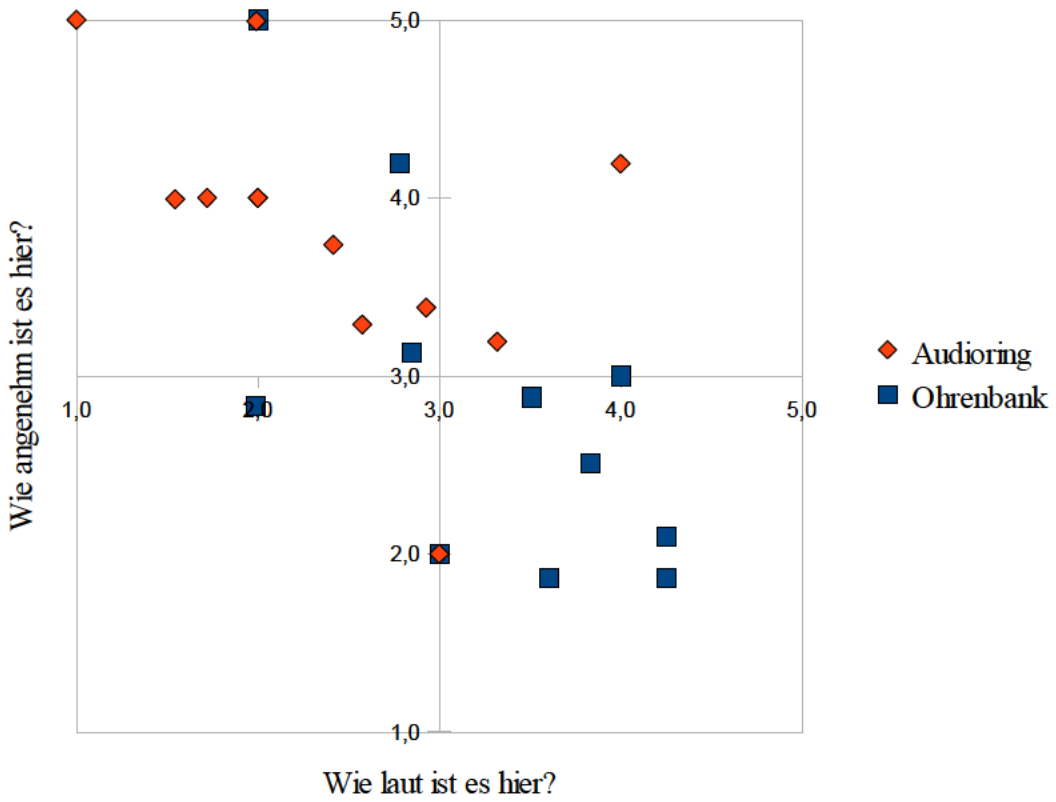

Abbildung 12: empfundene Lautstärke versus empfundene Angenehmheit ohne zusätzlich eingespielte Geräusche (die Werte x;y=4;3 und x;y=2;4 wurden doppelt genannt)

Betrachtet man die Veränderungen zwischen der Beurteilung ohne und mit zusätzlich eingespielten Geräuschen, so ist zu erkennen, dass mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch fünf Experten die Geräuschsituation in der Ohrenbank angenehmer als ohne das zusätzlich eingespielte Waldvogelgeräusch empfunden haben. Sechs Experten haben keine Veränderung festgestellt und für einen Experten ist die Angenehmheit gesunken. Im Audioring stellt sich die Situation in etwa umgekehrt dar. Nur ein Experte

empfand eine Steigerung in der Angenehmheit, sieben Experten empfanden keinen Unterschied, für vier Experten sank allerdings die Angenehmheit.

Die empfundene Lautstärke in der Ohrenbank in der Situation mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch wurde von sechs Experten als weniger laut bewertet als in der Situation ohne. Vier Experten empfanden keinen nennenswerten Unterschied in der Lautstärke und zwei empfanden es mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch als lauter. Diese beiden Experten empfanden jedoch generell die Geräuschsituation mit zusätzlich eingespielten Geräuschen als lauter.

Die Aussagen der zehn Experten, die die Situation mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch in der Ohrenbank als leiser oder zumindest nicht als lauter als die Situation ohne zusätzlich eingespielte Geräusche bewertet haben, zeigen, dass Maskierungseffekte aufgetreten sein müssen.

Im Audioring empfanden nur zwei Experten die Geräuschsituation während der Wiedergabe des Waldvogelgeräusches als leiser als die Geräuschsituation ohne zusätzliche Darbietung, ein Experte empfand keinen Unterschied, hingegen für alle anderen Experten stieg die empfundene Lautstärke deutlich an.

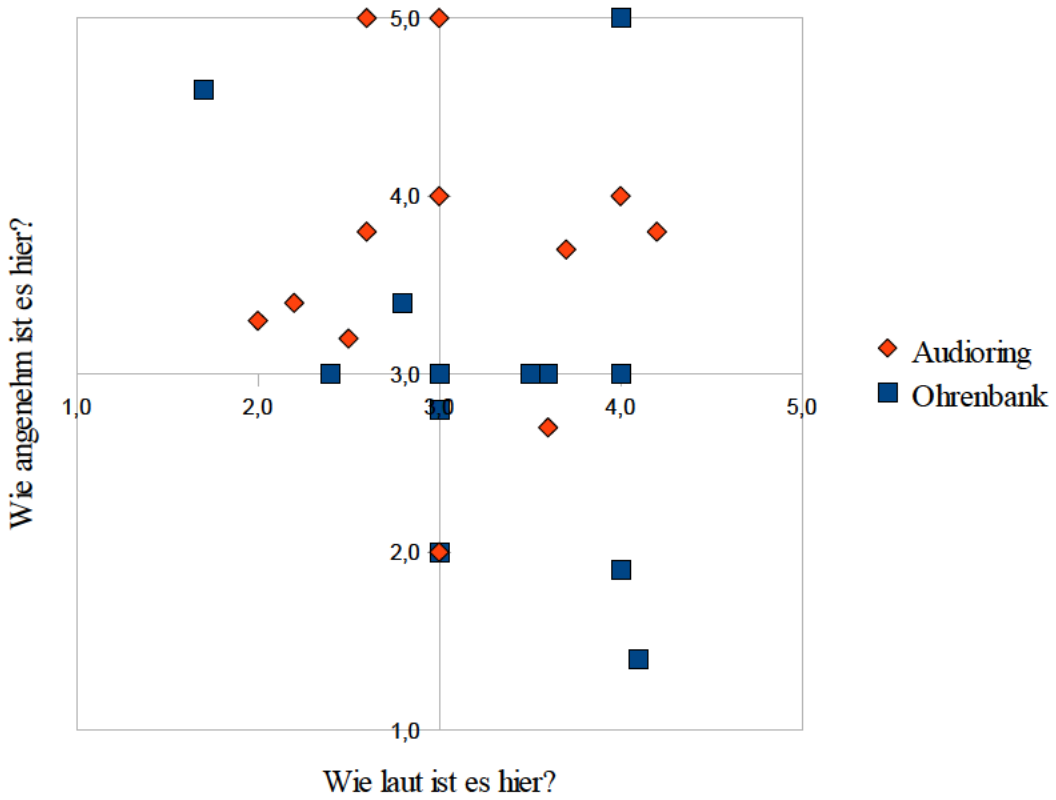

Abbildung 13: empfundene Lautstärke versus empfundene Angenehmheit mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch

Zusammenfassend ist zu erkennen, dass für die Mehrheit der Experten, die die akustische Situation in den Ohrenbänken mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch bewertet haben, ein Anstieg der Angenehmheit mit einem Sinken der empfundenen Lautstärke einhergeht. In der Bewertung der akustischen Situation in den Audioringen ist zu erkennen, dass für die Mehrheit der Experten trotz eines enormen Anstiegs der empfundenen Lautstärke mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch, zumindest die empfundene Angenehmheit nicht merklich sank, bzw. eine hohe Angenehmheit vorlag, egal wie laut das Waldvogelgeräusch empfunden wurde.

Die Bewertungen der Geräuschsituation bezüglich der empfundenen Angenehmheit mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch durch die Experten zeigt, dass die Geräuschsituation in der Ohrenbank noch besser als mit den Waldvogelgeräuschen bewertet wird. Sieben Experten empfanden eine Steigerung in der Angenehmheit, vier merkten keine Veränderung und nur ein Experte empfand die Geräuschsituation mit

zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch als weniger angenehm, gegenüber der Situation während kein Geräusch zusätzlich eingespielt wurde. Ähnlich wie schon im Audioring mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch wurde auch die Geräuschsituation mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch von sechs Experten als weniger angenehm beurteilt. Vier Experten empfanden keinen Unterschied und nur für zwei ergab sich eine Steigerung in der empfundenen Angenehmheit.

Die von den Experten empfundene Lautstärke in der Ohrenbank mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch wurde von fünf Experten als weniger laut bewertet, gegenüber der Situation während kein Geräusch zusätzlich eingespielt wurde. Fünf Experten empfanden keinen nennenswerten Lautstärkeunterschied, und zwei Experten empfanden einen Zuwachs in der empfundenen Lautstärke.

Im Audioring wurde die Geräuschsituation mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch bezüglich der empfundenen Lautstärke von sieben Experten als lauter bewertet, ein Experte empfand keine Veränderung, allerdings vier Experten empfanden die Geräuschsituation mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch als leiser.

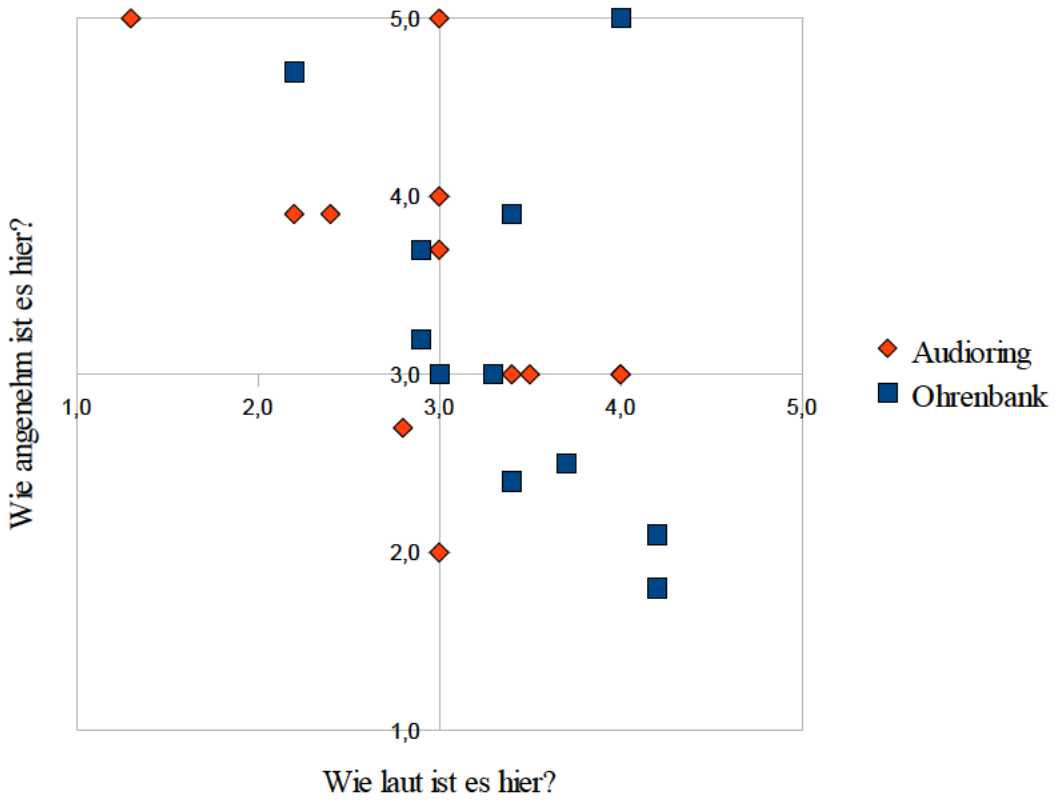

Abbildung 14: empfundene Lautstärke versus empfundene Angenehmheit mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch (die Werte 4/3 und 3/3 wurden doppelt genannt)

Zusammenfassend ist auch hier zu erkennen, dass für die Mehrheit der Experten, die die akustische Situation in den Ohrenbänken mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch bewertet haben, ein Anstieg der Angenehmheit mit einem Sinken der empfundenen Lautstärke einhergeht, und das sogar noch deutlicher als in der Situation mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch.

In der Bewertung der akustischen Situation in den Audioringen ist zu erkennen, dass die Mehrheit der Experten in der Situation mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch einen Anstieg der Lautstärke empfunden haben, aber auch ca. ein Drittel der Experten sogar eine Verringerung der Lautstärke empfunden haben. Die Hälfte der Experten empfand eine Abnahme der Angenehmheit, die Hälfte der Experten empfand keinen merklichen Unterschied in der Angenehmheit, bzw. sogar eine leichte Steigerung in der Angenehmheit.

Anhand der Ratingskalen kann somit gezeigt werden, dass eine Maskierwirkung für den Großteil der Gruppe der Experten auftritt. Entscheidend ist jedoch herauszufinden, was genau es im Speziellen ist, was einen Einfluss auf die positive oder negative Veränderung in den Expertenbewertungen ausgeübt hat. Hierzu ist es wichtig die von den Experten schriftlich und mündlich beantworteten Fragen zu dem, was den Experten während der Sounddarbietung auffiel, was sie ändern würden, und was ihnen gerade durch den Kopf ging, hinsichtlich ihrer Kernaussagen zu analysieren.

2.1.2. Mündliche Expertenbewertungen

2.1.2.1. Die Audioislands Ohrenbänke

Im folgenden Abschnitt werden die Bewertung der Experten ohne zusätzlich eingespielte Geräusche angegeben und analysiert.

Die Aussagen der Experten zeigen, dass in sitzender Position auch ohne die visuelle Wahrnehmung des Straßenverkehrs in Kreuzungsnähe, die durch die Lage und Architektur der Ohrenbänke verhindert wird, die akustische Präsenz des Straßenverkehrs eines der hauptsächlichen akustischen Merkmale dieses Soundscapes ist. Die Experten sind sich sehr wohl bewusst, dass sie sich in einer belebten Stadt befinden, der direkte Aufenthaltsort ist jedoch ein Kinderspielplatz, der andere Erwartungen erweckt. Die Geräusche, die spielende Kinder verursachen, wurden jedoch fast gar nicht von den Experten erwähnt. Außer den Geräuschen, welche der Straßenverkehr verursacht, wurden

Flugverkehrsgeräusche bei Befragungen am Wochenende genannt, sie scheinen jedoch, zu Zeiten, wenn der Straßenverkehr weniger dicht ist, stärker ins Gewicht zu fallen.

„Der Verkehrslärm stört, [...]“

„[...] Straßenverkehr unentwegt hörbar [...]“

„[...] Grundrauschen vom Verkehr ist immer zu hören [...]“

„Sehr störend empfinde ich die in kurzen Zeitabständen sicht- und hörbar fliegenden Flugzeuge, weniger den Verkehrslärm, der in der Woche sicher stärker ist.“

„Straßenlärm am Sonntagvormittag eigentlich erträglich.“

„[...] der Fluglärm bleibt aber in jedem Fall heute dominant[...]“

„Als Erstes hab ich bemerkt, dass es in der Woche sicher lauter ist als hier, ich würde ganz gern in der Woche zurückkommen, um das äh aus der Erinnerung vielleicht vergleichen zu können.“

„[...] an Grundgeräuschen ist im Prinzip grundsätzlich einfach da der Straßenverkehr, n bisschen Vogelgezwitscher und halt Kinder aufm Spielplatz, sonst nimmt man nicht viel wirklich wahr find ich [...]“

Zusätzlich wurden sehr viele nicht-akustische Auffälligkeiten von den Experten genannt, die die allgemeine Bewertung dieses Ortes, aber unter Umständen auch die akustische Wahrnehmung dieses Soundscapes beeinflussen. Die visuelle Empfindung auf einem Kinderspielplatz zu sein, hat je nach persönlichen Präferenzen die Entscheidung zur Folge, ob man sich an diesem Ort lange aufhalten möchte oder überhaupt diesen Ort als Aufenthaltsort wählen würde.

„Ähm ja aber der Spielplatz, der optische Spielplatz, den man vor vor den Augen hat, der lenkt schon n bisschen vom Umgebungsgeräusch ab. Sist dadurch nicht ganz so störend.“

„Ähm das is hier n Spielplatz, hier sieht man Kinder und ihre Mütter, ähm und für die scheint mir dieser Platz geeignet, für andere Leute zum Aufenthalt äh is is das, is das für mich jedenfalls wäre das kein interessanter Ort.“

„[...] ist mir zu viel Gemäuer als Umgebung würd ich mich also nicht, nicht wohlfühl wollen, freiwillig würd ich mich hier nicht hinsetzen. Es ist hier auch als, im Gegenstück

mir zu wenig grün, weil die Hausfront und das Gelbe des Sandes hier als als Fläche zu prägnant ist dadurch, zu ablenkend.“

„[...] irgendwie es ist auch weiß Gott kein Ort, wo ich mich irgendwie nachmittags aufhalten würde, aber halt in der Mittagspause vielleicht mal, wenns halt das Ding um die, um die Ecke ist, kann ich mir vorstellen, mich hier mal kurzfristig hinzusetzen.“

„Es fehlt ein oder mehrere Sonnensegel, denn es ist viel heiß auf den Bänken & den Böden (Stein/Sand) Es wäre Klasse gewesen, die Fassaden bei der Renovierung des Platzes mit zu berücksichtigen.[...]“

Die Empfindung, die die Ohrenbänke als Sitzgelegenheit an sich verursachen, sind sehr vielfältig. Ob sie als zu hart oder als bequem empfunden werden, hängt vom persönlichen Sitzkomfort ab, hat aber auch einen Einfluss darauf, ob man sich an diesem Ort wohlfühlt oder nicht. Die massive und beschädigungsresistente Gestaltung der Ohrenbänke kann aber auch eine gewisse Sicherheitsempfindung gegenüber dem nahen Straßenverkehr verursachen.

„[...]ich hab auf der mittleren Ohrenbank gesessen, fand die eigentlich erstmal recht bequem zum Sitzen, [...]“

„Ähm diese Bank, diese massive Bank mit dem äh äh mit dem Rücken zur zur Straße vermittelt ein gewisses Schutzgefühl, was was ich ganz angenahm angenehm fand.“

„[...]die Bänke übrigens sind sehr angenehm, heute sind sie natürlich durch die Sonne sehr warm, aber nicht so kochend heiß durch wahrscheinlich durch das Material, was in der Mitte dunkel eingesetzt äh ist, ich vermute mal, das es Kork ist, ich weiß nicht, es ist nicht nicht... Gummi, äh es ist nicht kalt, äh was mich meistens von Bänken verjagt und es ist nicht hart, und die sitzen sich für meinen Rücken sehr angenehm,“

„[...] ich find die Bänke nicht bequem und ich finds auf Dauer halt auch tatsächlich beide Plätze nicht entspannend wirklich, also das ist wirklich zehn Minuten Pause machen, kurz atmen und zurück, irgendwie nebenbei vielleicht n Brötchen essen aber nichts mit ich setz mich hier hin um ne halbe Stunde zu chillen, so um das mal kurz zusammenzufassen. Und auch das Haus ist jetzt nicht schön anzusehen da, das Haus der Jugend, was ja auch n bisschen dazukommt […]“

„[...] auch auf den Bänken viel zu heiß, also man setzt sich drauf und grade diese Ohrensesselbänke dort mit dem mit dem Belag der da drauf ist, dieser PVC-Belag, also man verbrennt sich sofort den Hintern.“

Im folgenden Abschnitt werden die Bewertung der Experten mit zusätzlich eingespielten Geräuschen angegeben und analysiert.

Innerhalb der Aussagen der Experten bezüglich der Geräuschsituation des Soundscapes während ein zusätzliches Geräusch eingespielt wurde, herrscht in einem Punkt Einigkeit. Eine maskierende Wirkung der zusätzlich eingespielten Geräusche hinsichtlich des Geräusches, welches durch den Straßenverkehr verursacht wird, konnte von allen Experten beobachtet werden. Es ist jedoch ein Unterschied darin zu erkennen, was diese Maskierungsempfindung bei den einzelnen Experten ausgelöst hat. Einige Experten werden durch die Lautstärke der zusätzlich abgespielten Geräusche beeinflusst.

„Bei den ähm Vögeln, die fand ich wesentlich angenehmer hier, also ich fand äh die haben auch obwohl die vielleicht eigentlich leiser sind als dis Rauschen haben die für mich die Straße viel viel mehr in den Hintergrund gerückt, […]“

„Ähm die Lautstärke fand ich in Anbetracht der Verkehrslautstärke als ausreichend hoch, das heißt, es konnte dann den Verkehr so mich n bisschen von dem äh äh Verkehrslärm ablenken, äh könnte aber vielleicht, wenn der Verkehr abebbt, zu äh zu laut sein äh beziehungsweise stören [...]“

„[...] hängt es davon ab, wie nah man an den Lautsprechern sitzt, dass dann der Umgebungslärm zurücktritt [...]“

„ [...]ich habe auch hier festgestellt, dass es davon abhängt, äh wie weit man von dem Umgebungslärm äh nicht mehr gestört wird, wie nah man an den Lautsprechern sitzt, das ist eigentlich ganz normal ähm aber, es ging mir dann im Laufe dieses äh Meeresrauschens so, dass ich plötzlich nicht mehr die Flugzeuge hörte.“

„Mit Geräuschen, äh grundsätzlich sowohl Vogelgezwitscher als auch Wellen, ähm es ist zu laut und es ist zu unnatürlich, hat aber ganz interessanten Nebeneffekt, es schluckt für mich den Verkehrslärm weg.“

„Ähm soundmäßig fand ich interessanterweise auch, dass überhaupt ähm egal, was es

war, ob das Vogelgezwitscher hat oder Meeresrauschen war, wirklich diesen Straßenlärm schluckt, der fällt öh wirklichich zu, was ich, ich sag mal mal ne Zahl, 70, 60 Prozent weg irgendwie, man nimmt ihn wirklich erstmal so nicht wahr, man hört ihn, aber es ist halt, er is halt einfach zweitrangig in dem Moment irgendwie."

„[...] bei dem Vogelgezwitscher fand ich den Straßenlärm trotzdem noch sehr laut irgendwie, also auf jeden Fall lauter als bei dem ähm Meeresrauschen [...]"

Nur ein Experte empfand die Lautstärke des zusätzlich eingespielten Kiesstrandgeräusches als zu leise.

„Also wenn, wenn der Verkehrslärm weniger wäre, dann wär das mit dem Wasser sehr angenehm [...]"

Andere Experten verbinden mit den zusätzlich eingespielten Geräuschen eine positive emotionale Empfindung und werden dadurch mental von den Störgeräuschen abgelenkt, empfinden sie dadurch einerseits weniger laut und andererseits weniger störend.

„[...] man hört tatsächlich äh durch das Vogelgezwitscher den Umgebungsverlau äh Umgebungslärm fast dann nicht mehr. Man nimmt ihn zwar irgendwie hintergründig wahr, äh er stört aber dann nicht mehr so. Äh das ist sehr entspannend und lenkt von den eigenen Problemen ab [...]"

„[...] ähm man hört zwar den Verkehr noch, aber äm irgendwie durch dieses Rauschen, weiß nich, ich find so was immer ganz entspannend so, ich bin gerne am Meer und da versinkt man schon son bisschen drinn."

„[...] ich finde, dass hier noch viel weniger als da hinten bei den Ringen, dis Wasser irgendwie hinpasst also, weil hier ist irgendwie viel m ähm weiß ich nicht äh ich finde hier siehts nicht nach nach Kiesstrand irgendwie aus, also ich fühl mich jedenfalls nich so."

„[...] fand ich den Kiesstrand auf der anderen Bank so ganz angenehm, ich hab den Straßenverkehr kaum noch wahrgenommen, es wurde gut überdeckt, durch ein für mich subjektiv angenehmeres Geräusch."

„Man hört durch das Vogelgezwitscher kaum noch den Umgebungslärm, obwohl man ihn noch wahrnimmt, dieser aber nicht mehr stört. Es ist angenehm entspannend und lenkt von eigenen Problemen ab.“

„[...] ich hatte bei geschlossenen Augen zunächst äh einmal äh die Vorstellung, ich sitze in Cassis [Küstenort in Südfrankreich], denn äh, das war das typische Geräusch wenn, äh der Ablauf über die Kiesel und äh am Strand macht äh, wenn das Wasser kommt [...]“

„[...] Ähm verblüffte mich n bisschen, äh das äh Meeresrauschen ist sehr beruhigend, man hört äh das Wasser äh, sogar äh wenn man zum Beispiel am Mittelmeer mal war oder auch Nordsee, äh wie das Wasser, wenns an den Strand in Wellen kommt, wieder über Steine, Kiesel äh zurückläuft äh oder rieselt.“

„[...] als der Wind aufkam, kurzfristig, da wurde das Signal sogar noch äh wesentlich schöner.“

„Am Kiesstrand keine so störende Wiederholung des Signals, mit dem aufkommenden natürlichen Wind fast natürlich.“

Eine direkte Rangbildung stand für die Experten im Gegensatz zu der direkten Angabe auf der Rohrmann-Skala in ihrer freien Rede aufgrund ihrer Aussagen weniger im Vordergrund. Nur selten wurde eine solche rangbildende Aussage getroffen, und ist nicht für alle teilnehmenden Experten eindeutig.

„Der Kiesstrand, ich fand dis war, fand ich auf jeden Fall viel angenehmer als die Vögel, [...]“

„Die Wellen find ich angenehmer als das Vogelgezwitscher, das Vogelgezwitscher hatn so kurzen Loop, dass ich dieses ständige gleiche Signal, das ich glaube noch in weniger als zehn Sekunden sich wiederholt, andauernd, äh ganz schnell nervig finde [...]“

„[...] ich fand interessanterweise [...] das ähm Meeresrauschen [...] am Anfang [...] eher anstrengender als am Ende und beim Vogelgezwitscher wars genau umgekehrt [...] das Meeresrauschen ist wahrscheinlich halt da n bisschen, bisschen einfälliger und und dieser Loop fällt nicht so auf halt wie beim beim Vogelgezwitscher, das war wirklich nach, wirklich spätestens zwei Minuten wars nervig irgendwie.“

Neben den Aussagen in Bezug auf eine maskierende Wirkung bezüglich des Straßenverkehrsgeräusches durch die in den Ohrenbänken zusätzlich eingespielten Geräusche, wurden durch die Experten weitere Aussagen bezüglich der Angenehmheit und Akzeptanz der zusätzlich eingespielten Geräusche getroffen. Sehr häufig wurde das Fehlen einer 'Natürlichkeit' der zusätzlich eingespielten Geräusche bemängelt. Diese fehlende Natürlichkeit drückt sich für die Experten in einer zu starren und erkennbaren Wiederholung der zusätzlich eingespielten Geräusche aus. Bei dem Waldvogelgeräusch ist die Wiederholungsrate deutlich kürzer und der Schnitt viel deutlicher zu erkennen als beim Kiesstrandgeräusch, bei dem die Erkennbarkeit der Wiederholungen weniger oft genannt wurde. Auch das Waldvogelgeräusch innerhalb der erkennbaren Schnitte selbst ist eintönig, da vermeintlich nur immer wieder ein und derselbe Vogel zu hören ist.

„Es ist eigentlich bei alle Sounds, die wirken aufgesetzt, also nicht richtig integriert sondern wirklich nur aufgesetzt, das find ich schade.“

„[...] hab einen irgendwie leichten Stereoeffekt wahrgenommen, also dass es von links und rechts nicht ganz gleich klingt, oder irgendn Laufzeitverschiebung oder irgendwas drin [...]“

„[...] starre Periodizität, es ist doch etwas unnatürlich[...]“

„[...]eintöniges Muster im Zwitschern, [...]“

„[...] war das Soundsample [Waldvögel]zu eintönig.“

„[...]auch hier fand ichs wieder relativ anstrengend, ähm, dieses Pattern [der Waldvögel], was sich wirklich schnell wiederholt.“

„[...]der maskierende Zyklus dieser Vogelstimmen ist mir zu kurz, es fällt sofort auf, dass es immer wieder dasselbe ist, [...] gegenüber [...]einer Amsel, [...] die hat mehr Koloratur, mehr Variation drin, dadurch wirds nicht langweilig,[...]“

„ [...] ich würd nicht sagen, dass es eintönig ist, aber es ist immer wieder dasselbe, [...] in der Natur zwitschern die Vögel nicht immer in derselben Lautstärke [...] man könnte einige Pausen einarbeiten, so dass man dann wieder gespannt ist, wieder Vögel zu hören. Äh vielleicht auch weitere unterschiedliche Vögel aufnehmen[...]“

„[...] auf jeden Fall Vogelgezwitscher muss ne viel längere Schleife rein, das is halt wirklich ganz schön n... (Anm. nervig), das sind auch nur zwei Vögel oder so [...]“

„Also wenn, wenn der Verkehrslärm weniger wäre, dann wär das mit dem Wasser sehr angenehm [...]“

Für einige Experten ergaben sich akustische Probleme aufgrund von einseitiger Beschallung.

„[...] und vor allding hat mich das diesmal noch massiver genervt, dass ich, also ich saß auf ziemlich einer Seite und hab dis in einem Ohr gehabt und dis wahr ähm auch überhaupt nicht so, wie man son Rauschen normalerweise aus der Natur kennt [...]“

„[...] aufgrund der Sitzposition kam Sound nur von rechts [...]“

Aus der geäußerten Kritik ergaben sich im Gegenschluss für die Experten entsprechende Änderungsvorschläge, was die zusätzlich eingespielten Geräusche aber auch die Wiedergabe an sich betrifft. Sehr oft wurde von den Experten eine individuelle Wiedergabelautstärke gewünscht, was durch einen Lautstärkeregler an der Ohrenbank realisiert werden könnte. Die „Natürlichkeit“ des Waldvogelgeräusches könnte nach Meinung der befragten Experten durch die Veränderung des Soundfiles erreicht werden, z.B. durch einen längeren Schnitt und eingearbeitete Pausen, die die Regelmäßigkeit des Gehörten verringern sollen. Gewünscht wurde auch eine Vielseitigkeit der angebotenen Vogelgeräusche in Bezug auf Art, Anzahl und Intensität gewünscht.

„[...] ja durch die hohen Frequenzen [des Vogelgeräusches] auch ich fands zu laut, also eigentlich so wie drüben [im Rosengarten], was ich ändern würde, wärn Lautstärkeregler oder einfachn anderer Sound und haltn längerer Loop.“

„[...]was ich verändern wür würde is eben äh abwechselnde äh Vögel singen lassen, die Lautstärke variieren und äh vielleicht könnte man von der Lautsprecheranordnung hier eher von den Ohren weggehen, weil man hier zwangsläufig immer wenn man je weiter wenn man an der Seite sitzt äh äh mit einem Ohr zwangsläufig näher dran sitzt, vielleicht die äh Lautsprecher irgendwie rückseitig, viele Lautsprecher einsetzen, [...]“

„Ich würde im Ablauf der Tondarbietung einige Pausen einarbeiten, da in der Natur die

Vögel auch nicht dauernd zwitschern oder einige unterschiedliche Vögel zusätzlich aufnehmen.“

„Das Signal abändern, es wirkt widernatürlich monoton, mehrere Vogelarten aperiodisch mischen, in der Lautstärke variieren.“

„[...] das Signal müsste eigentlich so geändert werden, dass man mehrere äh Vögel unterschiedlicher Art in unterschiedlichen Lautstärken äh produziert, äh dass man auch das Empfinden hat äh, man sitzt im Wald […] sodass man äh vielleicht ne Entfernungs äh ne Entfernungsvermutung hat [...]“

2.1.2.2. Die Audioislands Audioringe

Im folgenden Abschnitt werden die Bewertung der Experten ohne zusätzlich eingespielte Geräusche angegeben und analysiert.

Die Aussagen der Experten zeigen, dass sich das Soundscape der Audioringe grundlegend vom Soundscape der Ohrenbänke unterscheidet. Auf einer Rasenfläche gelegen und von Bäumen umgeben, wird das Soundscape als angenehm bewertet und 'als für eine längere Verweildauer nutzbar' beschrieben. Die Natur als Schallquelle mit Blätterrauschen und natürlichem Vogelgesang wird als positiv bewertete Schallquelle beschrieben, der Straßenverkehr als Geräuschquelle ist nicht mehr so vordergründig wie im Soundcape der Ohrenbänke, wird jedoch immer noch mit seinen tieffrequenten Anteilen wahrgenommen. Durch das insgesamt leisere Umfeld werden jedoch laute Einzelereignisse sehr deutlich wahrgenommen, wie das Vorbeifahren der Feuerwehr und im besonderen auch der Flugverkehr, der als deutlich präsenter als im an sich lauten Soundscape der Ohrenbänke beschrieben wird. Umgebungsgeräusche wie spielende Kinder werden als angenehm bewertet, eine laute Musikbeschallung vom nahegelegenen Basketballplatz hingegen nicht.

„[...] des ist hier relativ ruhig, man hört die Kinder, Bäume rauschen, akustisch ist es hier eigentlich ganz angenehm, der Straßenverkehr stört nur wenig.“

„[...] die Straße hat man kaum noch wahrgenommen, weiß nich und nur nochn paar spielende Kinder, das war ganz nett.“

„Der Verkehrslärm ist hier hinten äh nicht mehr vernehmbar, für mich jedenfalls und ähm

ein gutes natürliches Geräusch bildet dieses ähm dieses Ganze hier auch auf längere Zeit hin erträglich.“

„[...] man empfindet hier, oder es ist wirklich so durch die umgrenzenden Häuser und nur ein, ein Teil der Hauptstraße vorne, äh ist es im allgemeinen bedeutend ruhiger meinem Eindruck nach [...]“

„[...] find ichs wesentlich angenehmer, vom Verkehrslärm, von meinem Eindruck her, nicht ganz so laut wie vorne, dann scheinbar nur von einer Seite [Reinickendorfer Straße]kommend [...]“

„Autogeräusche scheint geringer zu sein, die vorbeifahrende Feuerwehr ist aber sehr deutlich zu hören.“

„[...] also grundsätzlich finde ich es hier hinten mindestens dreimal so angenehm im Vergleich zu vorne, es ist halt irgendwie viel angenehmerer Platz als vorne, Straßenlärm wird hier auch kaum wahrgenommen [...]“

„[...] natürliche Vogelgeräusche, ähm Autos verursachen dumpfe niederfrequente Geräusche, der Flug- äh lärm wird erst als Rückschall und wenn er dann übers äh übers Haus kommt, zum Direktschall.“

„[...] der Flugzeuglärm erscheint eher einem hier [...] in gewisser Weise hörbarer als vorn, weil die der übrige Verkehrslärm hmm hier geringer ist, vermute ich mal.“

„[...] ich hör grad Musik die so laut ist wie, wie aufm Jahrmarkt und ich weiß nicht ob die ob die aus den Wohnungen kommt, oder ob da nur einer nen Ghettoblaster aufm Fußballfeld hat. Weiß nich ob das wichtig ist, das zu orten, aber das ist schon störend auf jeden Fall.“

Auch im Soundscape der Audioringe wurden mehrere nicht-akustische Faktoren von den Experten genannt, die einen Einfluss auf die an diesem Ort empfundene Angenehmheit ausüben und auch einen direkten Einfluss auf die mögliche Wiedergabe der zusätzlich eingespielten Geräusche haben.

„[...] ohne Sound, nen angenehmes Umfeld durch die Bepflanzung [...]“

„[...] die Umgebung ist natürlich viel schöner, äh also ich hatte den den, der erste Blick

eben aus diesem grünen Ring heraus äh auf die äh Rosenrabatte und die Lavendelbüsche ringsrum, dis is also wirklich wunderschön [...]"

„[...] der Eindruck ist hier vorne auch akustisch und optisch äh anders als vorn, äh vor allem hier durch die große Anzahl von Bäumen, durch auch das Farbliche dadurch verändert, durch die Blumen, vorne sind zwar auch am Rand aber fast n bisschen versteckt, äh sehr schöne äh Blumenanlagen auch."

„[...] ähm was viel Schatten macht, viel Grün, sehr schönes Ambiente, viel Rasen also wesentlich angenehmer als vorne aufm Spielplatz [...]"

Die Sitzposition ist entscheidend dafür, wie man das zusätzlich eingespielte Geräusch hört. Die angedachte Sitzposition in den Audioringen ist eine aufrechte Sitzposition, mittig im Audioring, wie z.B. auf einem Hocker oder Stuhl ohne Lehne, sodass der Audioring den Sitzenden wie mit einer Art Himmel überspannt. In diesem Fall hat der Nutzer des Audioringes jeweils einen Lautsprecher auf beiden Seiten des Kopfes. Große Menschen haben jedoch mit der Höhe, die der Audioring überspannt, ein Problem. Ein älterer Experte bemängelte eine ihm fehlende Lehne in dieser Sitzposition.

„[...] ich fand den Ring etwas äh unbequem, mir war der Radius n bisschen zu klein, mein Nacken musst ich som bisschen nach vorne kippen [...]"

„[...] die Sitzflächen sind zu hart und bei längerem aufrechten Sitzen, nich so so wie so ja, fehlt mir denn och irgendwie die Lehne."

„[...] ich hab an einem der Ringe mal auf der Kante gesessen und auf der auf die Wiese geguckt, das hat den Verkehrslärm total vermindert, muss ich sagen."

Der Großteil der Experten benutzte jedoch aus eigenem Antrieb die Audioringe in einer Art liegender Sitzposition, wobei der Kopf sich in unmittelbarer Nähe eines der beiden Lautsprecher befindet. Diese Sitzposition hat jedoch durch die geschlossene Form den Nachteil, dass die Umwelt nur seitlich erlebbar ist. Auch wurde die fehlende Drehbarkeit der Audioringe bemängelt. Von einem Experten wurde jedoch eine gewisse Art von Geborgenheit durch die massive Gestaltung der Audioringe beschrieben.

„[...] für meine, meine Körpergröße sehr bequem da drinnen, irgendwie so halb so liegend zu sitzen, durch diese runde Form, und sff denn tff ja, was war na ansonsten, na ich fandsn guter Platz zum Entspannen, Lesen oder Schlafen [...]“

„[...] hab mich quer reingelegt, wie ein Liegestuhl, liegt sich sehr bequem, ist aber, das hab ich nicht aufgeschrieben, hmm äh jetzt über die Mittagszeit sehr heiß.“

„Man sieht kein äh, kein wirkliches Panorama, weil der Ring selbst äh in seiner Breite irgendwie dazwischen stört, man kann dem aber nicht ausweichen, weil die Ringe nicht drehbar sind[...]“

„[...] ich findsn bisschen schade, dass zum einen beide Sessel sozusagen fest montiert sind, dass sie überhaupt nicht drehbar sind irgendwie, sondern halt, dass sie wirklich starr sind und man sich halt nur links oder rechts irgendwie halt ne Richtung halt aussuchen kann [...]“

„[...] hier fühl ich mich auch einfach wohl und wenn man im Ring liegt, gibt das tatsächlich so ne Art Geborgenheit, also das könnte wirklich mal son Plätzchen zum viertel Stunde, halbe Stunde drinn sitzen sein [...]“

Im folgenden Abschnitt werden die Bewertung der Experten mit zusätzlich eingespielten Geräuschen angegeben und analysiert.

Fast alle Experten gaben an, die Wiedergabe der zusätzlich eingespielten Geräusche als zu laut zu empfinden. Dieser Aspekt scheint bei der Bewertung des Soundscapes der Audioringe mit zusätzlich eingespielten Geräuschen von den Experten der Hauptfaktor zu sein.

„[...] war mir also insbesondere das Meeresrauschen viel zu laut, also das hat irgendwie mir ganz schön ins Ohr gepeitscht [...]“

„[...] die Darbietung, mit dem ähm Meeresrauschen ist mir definitiv zu laut und äh außerdem stört mich, dass es von hinten kommt, dadurch dass die Lautsprecher eben dass ich direkt mein Ohr immer zwangsläufig neben einem Lautsprecher habe, das ist untypisch fürn Meeresrauschen, das würd ich normalerweise von vorne erwarten[...]“

„[...] ich find auch, die Brandung des Meeresrauschen ist zu laut, ein gravierendes Problem find ich ääh, dass es sehr mittig klingt, die höhen Mitten, deswegen wirkt es noch viel künstlicher und sehr aufgezwungen [...]“

„[...] es geht für dis Wasser, soweits durchgehend ist, ja, ist auf auf längere Zeit hin, erträglich, aber hier ist es etwas zu laut, ganz leicht agressiv, was das Wasser betrifft.“

„[...] ich finde auch, das ähm das Vogelgezwitscher ist insgesamt viel zu laut, wahrscheinlich liegts jetzt auch grundsätzlich halt an der Frequenz, weil die die Vögel haben, das knallt ja übern ganzen Hinterhof halt sozusagen, [...]“

„Bei den Vögeln, die die waren auch sehr laut und durch die hohen Frequenzen fand ich die denn doch auf Dauer n bisschen nervend, was auch is find ich dadurch, dass hier ne relativ natürliche Umgebung is von Bäumen und so, dass man einfach hier Vögel schon hat und da find ich dem, die Vögel brauch man da nich unbedingt [...]“

„[...] der Sound mit dem, dem Vogel ja, da hab ich hier geschrieben, Sound zu laut, der war wirklich hier ähm ähm sehr laut [...]“

Nur zwei Experten äußerten sich in der Weise, dass sie die Wiedergabe der zusätzlich eingespielten Geräusche, in diesem Fall das Kiesstrandgeräusch, nicht unbedingt als zu laut empfanden. Allerdings nahm ein Experte daraufhin die Umgebungsgeräusche nach Beendigung der Wiedergabe sehr deutlich wahr.

„[...] ich fands zuerst eigentlich mit Sound nicht so laut [Kiesstrand], aber plötzlich halt wenn kein Sound ist, nehm ich [...] erstmal einfach den Krach wahr. [...] ich denke im Prinzip ist es irgendwie beruhigender, oder ich nehm es halt nicht so wahr, als wenn es plötzlich nicht da ist und ich wirklich Krach und vor allem Fußballplatz mit tanzenden Kindern [Breakdance-Gruppe trainierte auf dem Basketballplatz mit Musik] höre [...]“

„[...] bei dem blauen Audioring wiederum äh wie vorne die Aufnahme des Meeresrauschens, beziehungsweise das Wasser, was über die Kiesel wieder zurückfließt, äh ist viel intensiver zu hören, natürlich auch vermute ich durch die Ringform und die Lautsprecher sind, äh ja in Bezug auf die Ohren bedeutend von beiden Seiten näher, äh sodass äh äh anderes, anderer Eindruck besteht als vorne, weil man vorne eigentlich mit einem Ohr überwiegend nur hört, außer man ist genau in der Mitte.“

Der auftretende Maskierungseffekt wurde von den Experten weniger deutlich genannt als bei dem Soundscape der Ohrenbänke. Sehr laute Einzelereignisse wie z.B. eine Vorbeifahrt der Feuerwehr wurden laut Aussage der Experten besser vom Kiesstrandgeräusch maskiert als vom Geräusch der Waldvögel.

„Ich fand dit von dem durch das Rauschen des Meeres wurden halt die dis Rauschen vom Verkehr total überdeckt, s hat man gar nich mehr mitbekommen, irgendwie so nur noch n paar Kinder die um ein rum äh rumspielen."

„[...] Autogeräusche scheint geringer zu sein [Waldvögel], die vorbeifahrende Feuerwehr ist aber sehr deutlich zu hören."

„[...]die Feuerwehr auf der Straße war kaum hörbar [Kiesstrand]. Beim ersten Mal fuhr sie ja in eine Richtung und kam dann wieder zurück, offensichtlich und äh beim zweiten Mal mit Geräusch war se kaum zu hören."

„[...] man hört bedeutend weniger von Umweltgeräuschen [Waldvögel], sogar von den Flugzeugen, äh aber die Feuerwehr war trotzdem durchdringend, muss ich sagen."

Trotz einer als zu laut empfundenen Wiedergabelautstärke der zusätzlich eingespielten Geräusche gaben die Experten an, auch in den Audioringen mit den zusätzlich eingespielten Geräuschen eine positive emotionale Empfindung zu verbinden und mental von Störgeräuschen wie dem des Straßenverkehrsgeräusches abgelenkt zu werden. Allerdings wurde, wie oben gezeigt, das Straßenverkehrsgeräusch ohne die Wiedergabe der zusätzlich eingespielten Geräusche als zwar noch hörbar, aber nicht unbedingt als störend beschrieben.

„[...] ich fühle mich [...] mit Meeresrauschen wohler als ohne, aber trotzdem ist es selbst immer noch zu laut, das is son Absurdum, was ich noch nicht ganz erklären kann."

„[...] im Blauen [Kiesstrand], das hat mir am besten gefallen, ähm das erinnert mich nicht an den Strand, sondern eher äh an eine Buhne [Küstenschutzwall] äh, wo das Wasser stark ankommt, n bisschen mehr Wind hätte da drauf gepasst, der Straßenlärm ist nicht mehr so

wahrnehmbar, offensichtlich äh ist es laut genug, das Signal.“

Auch in den Audioringen wurde sehr häufig das Fehlen einer Natürlichkeit der zusätzlich eingespielten Geräusche bemängelt. Die fehlende Natürlichkeit durch die zu starre und erkennbare Wiederholung der zusätzlich eingespielten Geräusche haben die gleichen Ursachen wie in den Ohrenbänken, da es sich um dieselben Geräusche handelt. Die Erkennbarkeit dieser Muster ist sogar unter Umständen höher durch die nähere Entfernung vom Lautsprecher zum Ohr des Nutzers und die geringere Umgebungslautstärke. Neben der erkennbaren Wiederholung wurde auch hier eine geringe Dynamik der Waldvogelgeräusche erwähnt.

„[…] dem Signal [Waldvögel] müsste man mehr Natürlichkeit geben […]“

„[...] die Darbietung war mir auch zu eintönig, das Soundsample wiederholt sich, weiß nich nach ner Minute oder so, hat ich den Eindruck, relativ rasch ähm und es ist immer derselbe Piepmatz.“

„[…] bei den Vögeln fand ich, […] dass sich immer schnell son Muster wiederholt hat, ich weiß jetzt nicht, ob das immer wieder das gleiche Sample war oder ob die Vögel das machen, aber das hat mich nach kurzer Zeit n bisschen genervt […]“

„Das Akustik-Signal in der Wiederholung [Waldvögel], äh man hört den Einschnitt, das ist schlecht angepasst in der Schleife.“

„Der Wiederholungsschnitt im Signal [Kiesstrand] ist sehr sehr deutlich […]“

„[...] ich find halt auch, dass die Dynamik immer durchgezogen ist [beim Waldvogelgeräusch] ja, also es ist, es ist kein Abklingen, sondern es ist immer wieder präsent da, deswegen find ichs nicht angenehm.“

„Bei dem Audioring grün [Waldvögel], äh hört man natürlich, würde ich annehmen, äh dasselbe Vogelgezwitscher wie vorn auf den Bänken. Wenn man also alle ausprobiert, ich weiß aber nicht, ob man das tun würde, äh hmm ist man son bisschen enttäuscht, äh erwartet vielleicht was anderes […]“

Die Experten gaben auch in diesem Soundscape Vorschläge in Bezug auf eine individuelle

Lautstärke. Es wurde der Wunsch geäußert eine Drehbarkeit der Audioringe zu ermöglichen. Der Wunsch nach Stereophonie ist der Wunsch nach einer größeren „Natürlichkeit“ der wiedergegebenen zusätzlich eingespielten Geräusche.

„[...] ne bessere, ne ne größere Verbesserung wär hier mit Stereophonie zu arbeiten, das heißt einfach für mich die Geräuschkulisse n bisschen zu verbreitern [...]“

„[...] einfach n n Lautstärkeregler, dass man dis vielleicht je nachdem son bisschen regeln kann.“

„[...] die Ringe oder der Ring äh müsste eigentlich stellungsverdrehbar sein und zwar für Sicht und Schatten.“

Zusammenfassend zeigt sich, dass in der Expertengruppe nicht Einigkeit herrscht, ob das Waldvogelgeräusch oder das Kiesstrandgeräusch das generell angenehmere Geräusch ist. Entscheidend für eine mentale Maskierung ist, ob der Nutzer sich auf das Geräusch emotional einlässt und mit dem Gehörten eine positive Erfahrung verbindet. Die eingespielten Geräusche wurden tendenziell negativer bewertet, sobald sie von den Experten als nicht natürlich empfunden wurden. Allerdings zeigt sich durch die momentan auf dem Nauener Platz angebotenen Geräusche, dass auch ein für die Benutzer des Platzes störendes Geräusch, wie das in Kreuzungsnähe vorherrschende Verkehrsgeräusch durch für sie persönlich unangenehme Geräusche, wie z.B. ein zu laut dargebotenes Waldvogelgeräusch, energetisch überdeckt werden kann.

Mit entscheidend für eine positive Beeinflussung durch die eingespielten Geräusche scheint der dargebotene Wiedergabepegel zu sein. Ein durchgängig fest eingestellter Wiedergabepegel kann sich nicht an die unterschiedlichen Umgebungslärmsituationen anpassen. Es hat sich gezeigt, dass an Werktagen das Vorherrschen der Geräusche des Straßenverkehrs von den Experten hauptsächlich problematisiert wird, hingegen am Wochenende oder an Tagen mit wenig Straßenverkehr der Flugverkehr einen bedeutenden Einfluss hat. Die leisere Umgebung der Audioringe, in der das Geräusch des Straßenverkehrs weniger von den Experten problematisiert wird als im Soundscape der Ohrenbänke bedarf auch somit eines anderen Wiedergabepegels der zusätzlich eingespielten Geräusche.

Eine individuelle Anpassung der eingespielten Geräusche an die jeweilige Umgebungslärmsituation ist durch die momentane Konstruktion der Wiedergabemöglichkeiten nicht gewährleistet.

Bemerkenswert ist, dass keiner der Experten sich durch die ebenfalls sehr lauten Geräusche der spielenden Kinder auf dem Spielplatz gestört gefühlt hat. Sie wurden auch nur selten als Lärmquelle identifiziert und auch nicht negativ bewertet.

Die angenehme Wärme und Komfortabilität der Ohrenbänke an Sommertagen wurde mehrfach von älteren Experten erwähnt, jüngere Experten empfanden die Sitzqualität der Ohrenbänke eher als unbequem. Allerdings darf man auch nicht unbeachtet lassen, dass die Ohrenbänke an Tagen mit extremer Sonneneinstrahlung kaum zu nutzen sind, da sie sich extrem erwärmen. An einem Tag musste die Expertenbefragung sogar abgebrochen werden, da es für die Experten unmöglich war, auf den Ohrenbänken sitzen zu bleiben. Die eigentlich vorgesehene Sitzposition in den Audioringen wird von den meisten Nutzern dieses Soundscapes nicht gewählt, sondern eher eine liegende Haltung, was einen deutlichen Einfluss auf die Hörempfindung der zusätzlich eingespielten Geräusche hat.

2.2. Messungen

Die akustischen Messungen auf dem Nauener Platz fanden im Juni und Juli 2010 bei trockenem, warmem und nahezu windfreiem Wetter statt. An allen Messpunkten wurde über eine Dauer von 15 Minuten gemessen, zusätzlich wurde zeitgleich der Verkehr auf der Schulstraße und auf der Reinickendorfer Straße nach Fahrtrichtung, als auch nach Pkw und Lkw getrennt, gezählt.

2.2.1. Binaurale Messungen mit dem Kunstkopf

Die Messungen mit dem HEAD III Kunstkopf fanden am 4.6.2010 und 1.7.2010 auf dem Gelände des neu gestalteten Nauener Platzes an mehreren Positionen statt, um den akustischen Ist-Zustand der Audioislands zu erfassen.

2.2.1.1. Messaufbau

Alle binauralen Messungen wurden mit dem HEAD acoustics HMS III Kunstkopfmesssystem des Institutes für Strömungsakustik der Technischen Universität

Berlin durchgeführt. Die Signale wurden mit der Software HEAD Audio Recorder auf einem HEAD Noisebook aufgenommen. Die Messhöhen waren je nach Einsatzort 1,70 m, um der Ohrenhöhe einer stehenden Person zu entsprechen und 1,15 m, um der Ohrenhöhe einer sitzenden Person zu entsprechen. Der 'Range' der jeweiligen Aufnahmen wurde den jeweiligen Geräuschsituationen angepasst und betrug je nach Messort 94 dB bzw. 104 dB. Im Kunstkopfmesssystem wurde die richtungsunabhängige ID-Entzerrung eingestellt, da aufgrund von Beobachtungen vor den Messungen festgestellt wurde, dass weder reine Freifeld- noch Diffusfeldbedingungen vorherrschen werden (vgl. HEAD acoustics 2011, S. 7).

2.2.1.2. Messpositionen

Tabelle 2: Messpositionen der binauralen Messungen

Messposition	Tag	Uhrzeit	Dauer in Min.	Höhe in m	Zusätzliches Maskiergeräusch
1	01.07.10	09:55	15	1,7	nein
2	01.07.10	10:13	15	1,7	nein
3	01.07.10	10:36	15	1,15	nein
4	01.07.10	11:04	15	1,15	nein
4	01.07.10	11:23	15	1,15	ja
5	01.07.10	11:55	15	1,15	nein
6	04.06.19	11:53	15	1,7	nein
7	04.06.10	12:08	15	1,7	nein
8	01.07.10	13:25	15	1,15	ja
8	01.07.10	15:20	15	1,15	nein
9	01.07.10	13:45	15	1,15	ja
9	01.07.10	15:40	15	1,15	nein
10	01.07.10	16:00	15	1,15	ja
11	01.07.10	16:15	15	1,15	ja
12	04.06.10	17:05	15	1,7	nein
13	04.06.10	16:47	15	1,7	nein

Die drei Messpositionen auf dem kreuzungsnahen Kleinkinderspielplatz im Bereich der 1,50 m hohen Gabionenwand befinden sich direkt neben der mittleren von den fünf sich im 'Schatten' der Gabionenwand befindenden Sitzbänken im Abstand von einem Meter zur

Gabionenwand. Die Ausrichtung des Kunstkopfmessystems entspricht in 1,15 m Höhe der Geradeaus-Blickrichtung einer sitzenden Person in Richtung Spielplatz. In 1,70 m Höhe wurden zwei Messungen in unterschiedlichen Richtungen durchgeführt. Eine weitere Messposition für zwei Messungen in unterschiedlichen Richtungen befindet sich in direkter Kreuzungsnähe.

Abbildung 15: Messpositionen der binauralen Messungen im Spielplatzbereich (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010)

Die Messpositionen für die Messungen in den Ohrenbänken sind jeweils in 1,15 m Sitzhöhe und im Abstand von 0,2 m zur Lehne. Gemessen wurde in der Bankmitte jeweils mit und ohne die zusätzlich eingespielten Geräusche.

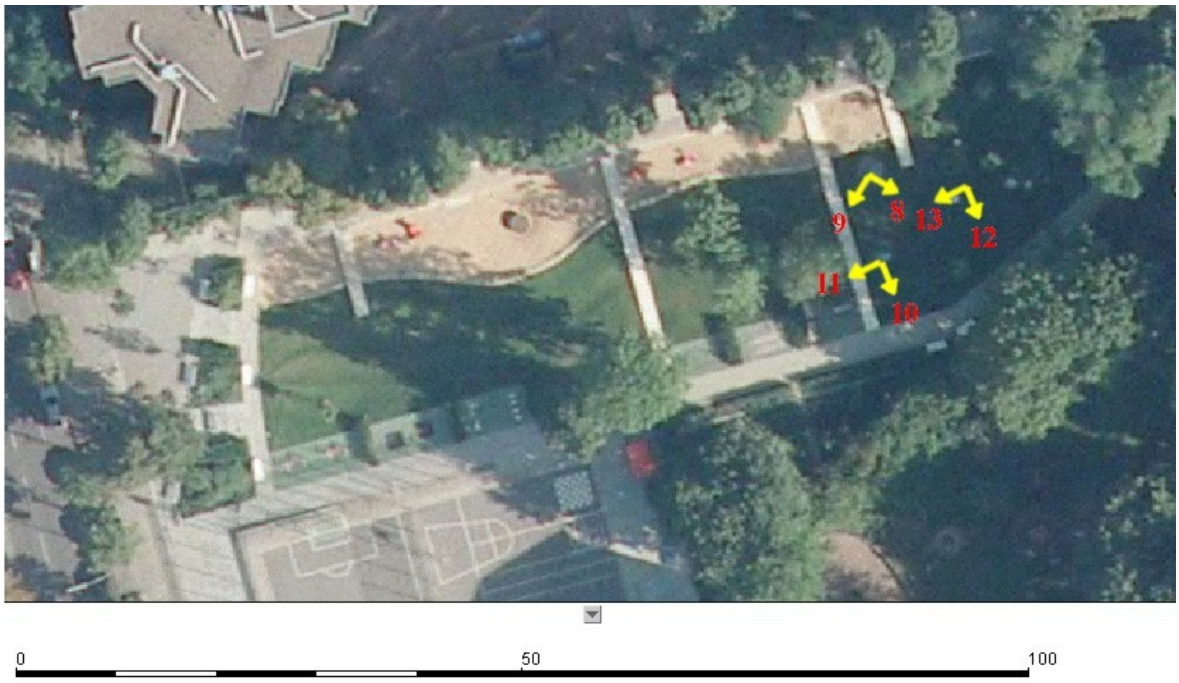

Abbildung 16: Messpositionen der binauralen Messungen im Rosengartenbereich (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010)

Im als 'Rosengarten' bezeichneten Bereich sind die Messpositionen in den Audioringen ebenfalls in 1,15 m Sitzhöhe. Für die Richtungen der Messungen in den Audioringen wurden jeweils die beiden Symmetrieachsen in der Horizontalebene der Audioringe gewählt. Ein zusätzlicher Messpunkt für die Vorabberechnung des Schalldruckpegels im Rosengarten ist in 1,70 m Höhe und befindet in der Nähe der beiden Ringe neben einem großen Dekorationsstein.

2.2.2. Monaurale Messungen mit einem Mehrkanal-Messsystem

Am 4.6.2010 fanden auf dem Nauener Platz Vergleichsmessungen an mehreren Messorten mit dem OROS 34 Messsystem statt.

2.2.2.1. Messaufbau

Die monauralen Messungen wurden mit dem OROS 34 Frontend des Institutes für Strömungsakustik der Technischen Universität Berlin durchgeführt. Es wurden Brüel & Kjaer Mikrofonvorverstärker und Freifeld-Mikrofonkapseln verwendet. Die Messhöhen waren wie auch bei den Aufnahmen mit dem Kunstkopf je nach Einsatzort 1,70 m, um der Ohrenhöhe einer stehenden Person zu entsprechen und 1,15 m über Bodenniveau, um der

Ohrenhöhe einer sitzenden Person zu entsprechen.

Tabelle 3: verwendete Mikrofonvorverstärker und Mikrofonkapseln

Mikrofon-Vorverstärker	Mikrofonkapseln
B&K 2671 Seriennummer: 1809300	B&K 4188 Seriennummer: 1820506
B&K 2671 Seriennummer: 1809296	B&K 4188 Seriennummer: 2121426
B&K 2671 Seriennummer: 1809297	B&K 4188 Seriennummer: 1811532
B&K 2671 Seriennummer: 1809299	B&K 4188 Seriennummer: 1795088

2.2.2.2. Messpositionen

Tabelle 4: Messpositionen der monauralen Messungen

Messposition	Tag	00:00	Dauer in Min.	Höhe in m	Zusätzliches Maskiergeräusch
a	04.06.10	11:02	30	1,15	nein
b	04.06.10	11:02	30	1,7	nein
c	04.06.10	11:02	30	0,8	nein
d	04.06.10	11:02	30	1,15	nein
e	04.06.10	12:45	15	1,15	nein
e	04.06.10	13:00	15	1,15	ja
f	04.06.10	12:45	15	1,7	nein
f	04.06.10	13:00	15	1,7	ja
g	04.06.10	12:45	15	1,15	nein
g	04.06.10	13:00	15	1,15	ja
h	04.06.10	12:45	15	1,7	nein
h	04.06.10	13:00	15	1,7	ja

Die Messpositionen der monauralen Vergleichsmessung wurden teilweise identisch mit denen der binauralen Kunstkopfmessung gewählt. Die Messposition auf dem kreuzungsnahen Kleinkinderspielplatz im Bereich der Gabionenwand befindet sich direkt neben der mittleren der fünf sich im akustischen Schatten der Gabionenwand befindenden Sitzbänke und liegt im Abstand von einem Meter zur Gabionenwand. Die Mikrofone waren in Richtung Schulstraße ausgerichtet. Auch für diese Messungen wurden die Messhöhen 1,15 m und 1,70 m gewählt, um der Ohrhöhe sitzender und stehender Personen

zu entsprechen. Zwei weitere Messpunkte befinden sich an der von der Kreuzung entferntesten Ecke der Gabionenwand und direkt im Kleinkinderspielplatz, 8,50 m entfernt von der Gabionenwand. Bei der Messposition direkt im Kleinkinderspielplatz wurde eine Messhöhe von 0,80 m gewählt, um der Ohrhöhe eines Kindes zu entsprechen. Die Messpositionen in den beiden Ohrenbänken, befinden sich in 1,15 m Höhe in einem Abstand von 0,20 m zur Lehne und in 1,70 m Höhe, jeweils mittig in der Ohrenbank.

Abbildung 17: Messpositionen der monauralen Messungen im Spielplatzbereich (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010)

2.3. Analyse der Messsignale

2.3.1. Überblick über Schalldruckpegel und Verkehrsaufkommen

Um einen ersten generellen Überblick über das Schallaufkommen an den verschiedenen Messpositionen zu erhalten, wurde der L_{eq}, $L_{(A)eq}$, $L_{(A)DTVeq}$ und $L_{(C)eq}$ ermittelt. Da die Messorte im Bereich des Kleinkinderspielplatzes sich in direkter Straßenverkehrsnähe befinden, musste ermittelt werden, ob das Verkehrsaufkommen während der 15- und 30-minütigen Messungen als repräsentativ für diese beiden Straßen angesehen werden kann. Dies geschah durch die Berechnung von verkehrsbereinigten Pegeln. Für die Berechnung des verkehrsbereinigten A-bewerteten Schalldruckpegels wurden die gemessenen A-

bewerteten Pegel nach dem Verfahren DIN 45642:2004-06 'Messung von Verkehrsgeräuschen', Anhang A.3 'Umrechnung des Ergebnisses einer Immissionsmessung auf andere Verkehrssituationen' auf die durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge (DTV) umgerechnet.

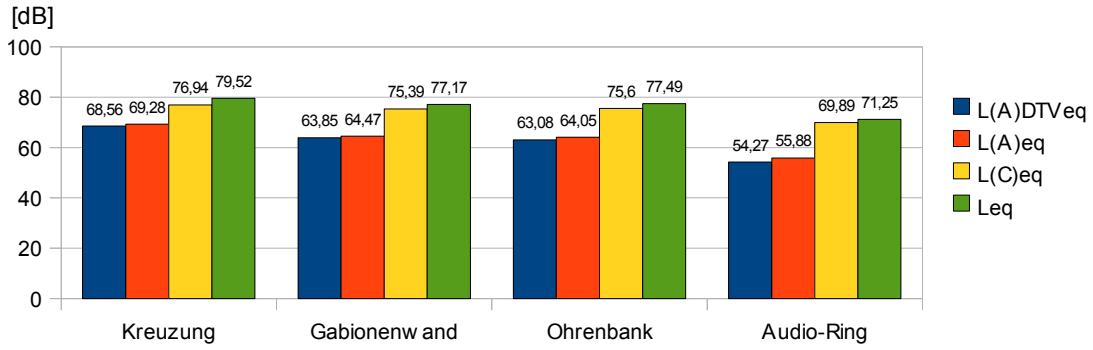

Abbildung 18: Schalldruckpegel, Messung mit Kunstkopf, gemittelt über 15 Minuten

Die DTV wird auf Grundlage der im Berliner Umweltatlas angegebenen Verkehrsmengen für die beiden den Nauener Platz angrenzenden Straßen berechnet. Auf den Bereich der Reinickendorfer Straße entfallen 18444 Kfz in 24 Stunden und auf die Schulstraße 14756 Kfz in 24 Stunden (vgl. FIS-Broker, Verkehrsmengen 2005). In Abbildung 18 ist zu erkennen, dass die gemessenen $L_{(A)eq}$ und $L_{(A)DTVeq}$ nur einen Unterschied von nur etwa 1 dB aufweisen.

Da die Messungen am Tag stattgefunden haben und auch die eigentliche Nutzungszeit des Platzes tagsüber ist, werden diese Zahlen auf Grundlage der RLS-90 'Richtlinien für den Schallschutz an Straßen' auf die Tagesstunden bei Gemeindestraßen (Tabelle 3 in RLS-90) 0,06*DTV Kraftfahrzeuge pro Stunde umgerechnet. Auf den Bereich der Reinickendorfer Straße entfallen somit 1107 Kfz pro Stunde und auf die Schulstraße 885 Kfz pro Stunde.
Die während der 15-minütigen Messungen ermittelten und auf eine Stunde extrapolierten Verkehrsmengen liegen deutlich höher. Die RLS-90 nimmt allerdings einen Lkw-Anteil von 10% während der Tageszeit an. Laut DIN 45642 sind Lkws Fahrzeuge mit mindestens 2 Achsen und mehr als 4 Rädern. Ein so hoher Lkw-Anteil konnte jedoch bei keiner Messung ermittelt werden. Der tatsächlich gezählte Lkw-Anteil betrug bei jeder Messung nur maximal 3%. Dennoch zeigen die geringen Abweichungen zwischen tatsächlicher Messung und Berechnung aufgrund der DTV, dass die Messzeit und Messdauer ausreichend gut gewählt wurden und die Ergebnisse der Pegelmessungen im Mittel

repräsentativ für diesen Messort sind.

Tabelle 5: Anzahl der Fahrzeuge,von 15 Minuten Zählung extrapoliert auf eine Stunde

Messort Ausrichtung d. K.-Kopfes	Anzahl Pkw/h Rdf.-Str.	Anzahl Pkw/h Schulstr.	Anzahl Lkw/h Rdf.-Str.	Anzahl Lkw/h Schulstr.
Gabionenwand Blickrichtung Schulstr.	1324	956	64	32
Gabionenwand Blickrichtung Rdf.-Str.	1276	872	84	24
Ohrenbank Blickrichtung geradeaus	1392	1036	52	32
Audioring Blickrichtung Schulstr.	1652	1100	24	28
Audioring Blickrichtung Rdf.-Str.	1824	1116	56	20

2.3.2. Technische Beurteilung der Gabionenwand

Im folgenden Abschnitt soll die schallmindernde Wirkung der auf der Seite der Schulstraße stehenden Gabionenwand durch Vergleich von den in der Planungsphase getätigten Schallausbreitungsberechnungen mit den vor Ort gemessenen Daten gezeigt werden.

Die folgenden sechs Abbildungen zeigen die für den Abschlussbericht „Modul 8: Soundscapes und Klang im ExWoSt Modellvorhaben“ berechneten Prognosen für zwei Szenarien (vgl. Schulte-Fortkamp, 2009, S. 39-46). Das erste Szenario sieht den Bau einer 1,40 m hohen Lärmschutzwand (LSW) aus Gabionen an der Schulstraße vor.

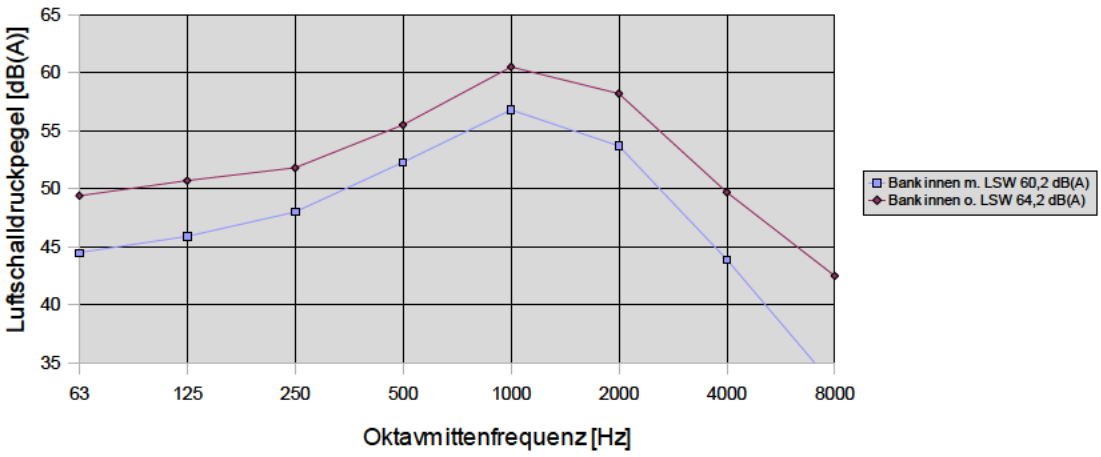

Abbildung 19: LSW (Gabionen) an der Schulstraße (Höhe 1,40 m), Bank innen, sitzend (1,25 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 39)

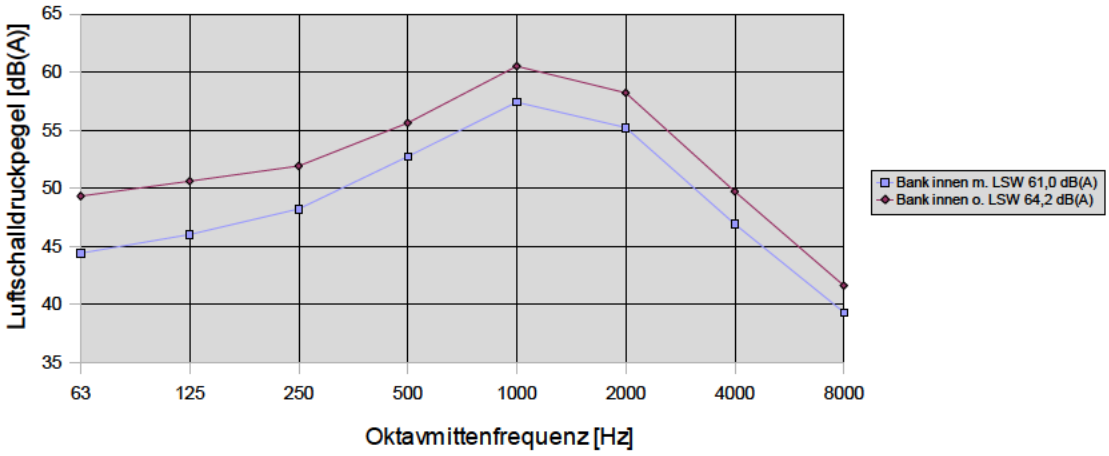

Abbildung 20: LSW (Gabionen) an der Schulstraße (Höhe 1,40 m), Bank innen, stehend (1,70 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 39)

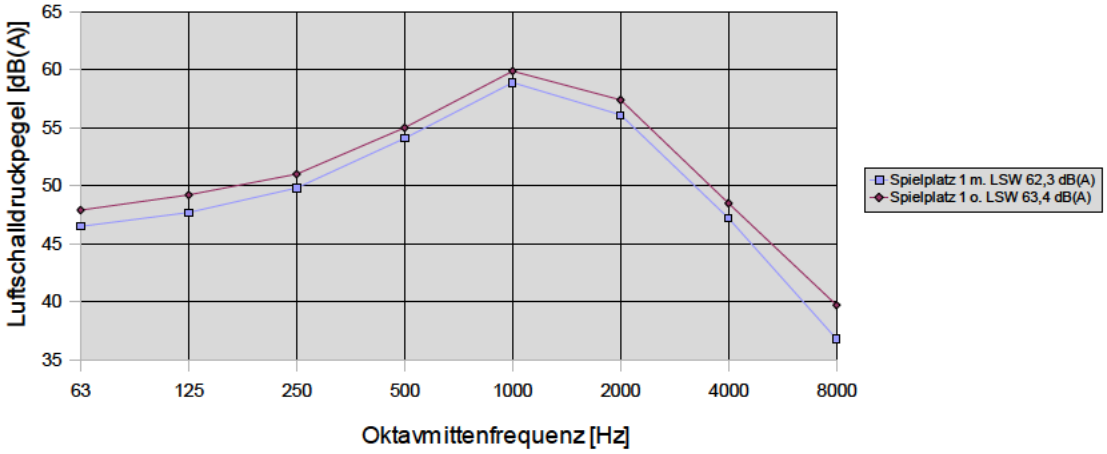

Abbildung 21: LSW (Gabionen) an der Schulstraße (Höhe 1,40 m), Spielplatz 1, spielend (0,80 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 40)

Im folgenden zweiten Szenario sind zusätzlich zur Lärmschutzwand an der Schulstraße drei weitere kleinere Lärmschutzwände auf der Seite der Reinickendorfer Straße vorgesehen.

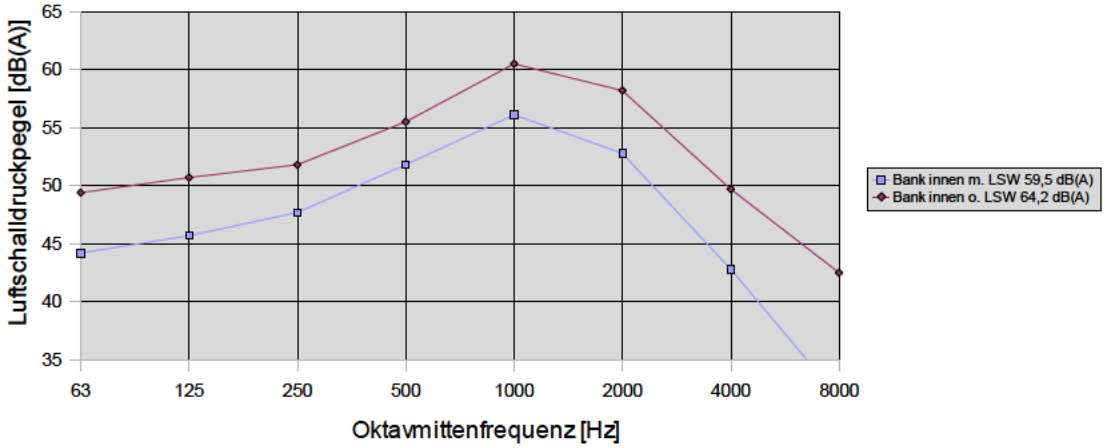

Abbildung 22: LSW (Gabionen) an der Schulstraße und einzelne LSWs an der Reinickendorfer Straße (Höhe 1,40 m), Bank innen, sitzend (1,25 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 44)

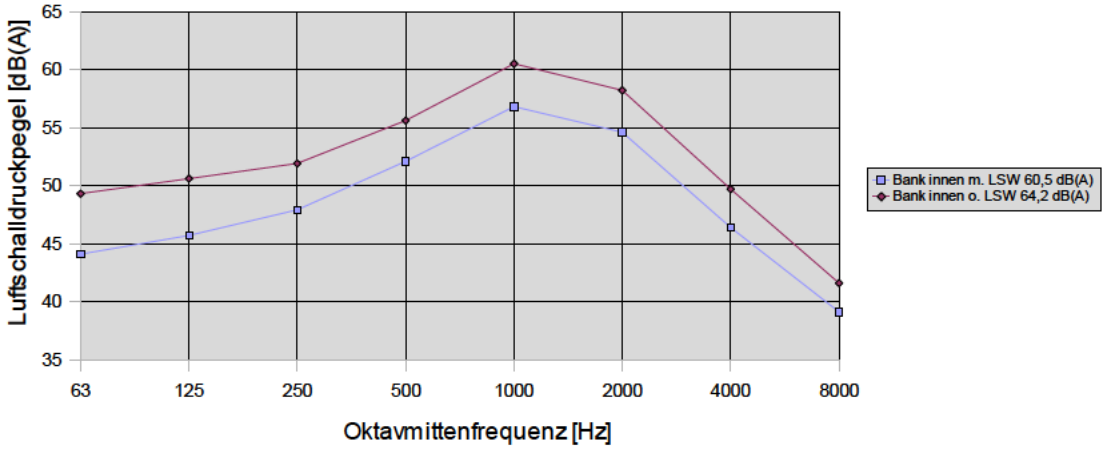

Abbildung 23: LSW (Gabionen) an der Schulstraße und einzelne LSWs an der Reinickendorfer Straße (Höhe 1,40 m), Bank innen, stehend (1,70 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 45)

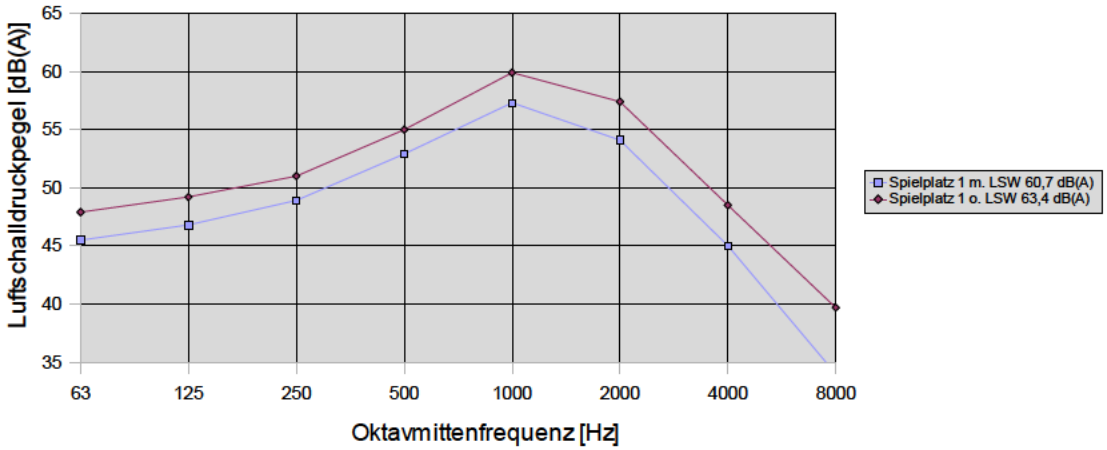

Abbildung 24: LSW (Gabionen) an der Schulstraße und einzelne LSWs an der Reinickendorfer Straße (Höhe 1,40 m), Spielplatz 1, spielend (0,80 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 45)

Die Berechnungen der A-bewerteten Oktavpegel und gemittelten A-bewerteten Schalldruckpegel wurden dabei mit Hilfe eines Quellspektrums errechnet, welches nicht nach RLS-90 durch Straßenelemente, sondern als Linienquelle modelliert wurde.

Umgesetzt wurde auf dem Nauener Platz das erste Szenario, allerdings befinden sich an der Stelle der nicht gebauten Lärmschutzwände auf der Seite der Reinickendorfer Straße nun drei Ohrenbänke, die zwar sicherlich nicht das gleiche Schallminderungsverhalten aufweisen können wie drei kleine Lärmschutzwände, da sie jedoch aus Stahl gearbeitet sind und als annähernd schallhart und somit sehr schallreflektierend angesehen werden können, kann ihnen somit ein gewisses Schallminderungspotential in Kinderhöhe für den näheren Spielplatzbereich zugesprochen werden. Aus diesem Grund werden im Folgenden die getätigten Messungen mit den prognostizierten Werten für Szenario 2 verglichen.

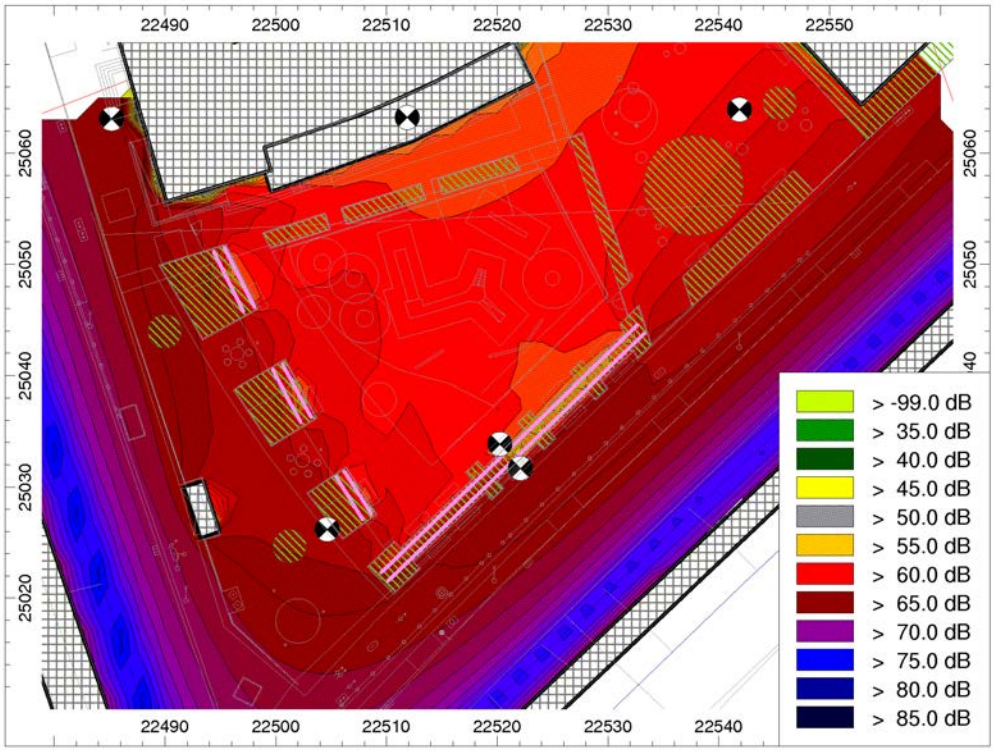

Abbildung 25: Ausschnitt auf dem Nauener Platz, zusätzliche Gabionen an der Schulstraße und an der Reinickendorfer Straße, Höhe 1,40 m, Berechnungshöhe: 1,25 m, (Schulte-Fortkamp 2009, S. 35)

Die in 2.2.1.2. und 2.2.2.2. angegebenen Messpositionen 1, 2, 3 bzw. a und b decken sich mit der Position der Berechnung 'Bank innen, sitzend bzw. stehend'. Die Berechnungsposition 'Spielplatz 1' weicht allerdings etwa einen Meter vom Messort c ab.

Die Höhe der Lärmschutzwand weicht mit 1,50 m ebenfalls von der für die Berechnung angenommen Höhe von 1,40 m ab. Die Messhöhe, die einer sitzenden Person entsprechen soll, wurde mit 1,15 m gewählt, da die Berechnungshöhe von 1,25 m durch die Höhe der Sitzfläche der auf dem Platz vorhandenen Bänke nur sehr großen Personen entsprechen würde.

Die binauralen Messungen ergaben für die Messhöhe 1,70 m einen durchschnittlichen Schalldruckpegel um 64,4 dB(A), der um ca. 4 dB(A) höher liegt als der prognostizierte gemittelte Schalldruckpegel der Berechnung für Szenario 2. Die Messung auf 1,15 m Höhe ergab jedoch mit ca. 60 dB(A) einen Pegel, der der Prognose sehr nahe kommt.

Die größten Pegelabsenkungen für die Messhöhe 1,15 m gegenüber 1,70 m, sind, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist, in den einzelnen Frequenzgruppen von f_m=125 Hz bis f_m=4 kHz zu erkennen.

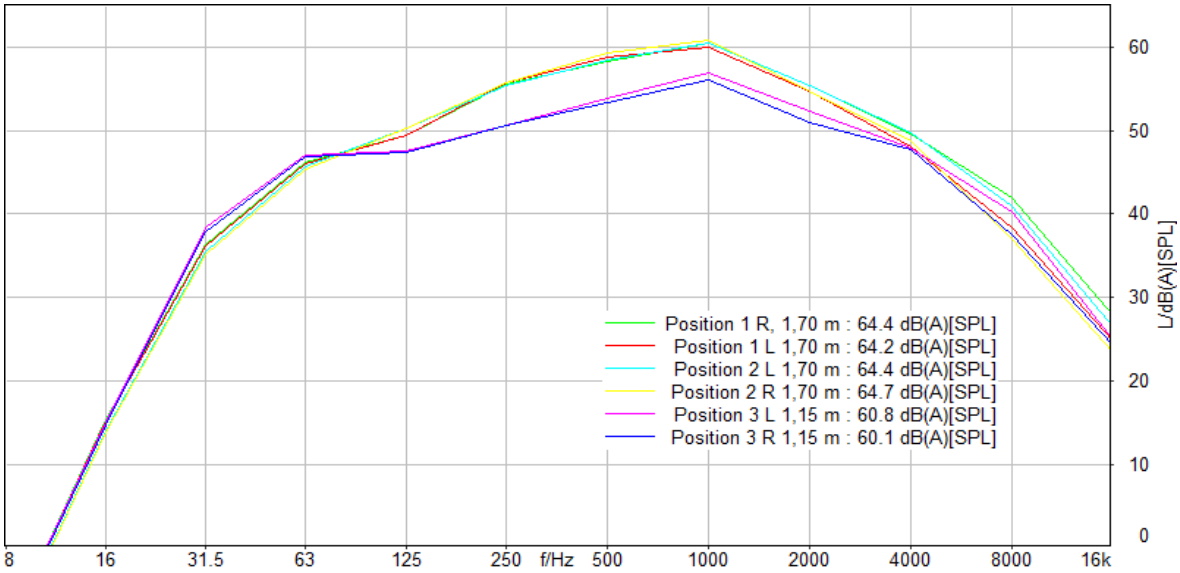

Abbildung 26: Binaurale Messungen an der Gabionenwand, Messposition 1, 2 und 3, Oktav-Luftschalldruckpegel (A)

Die Schallsituation vor Ort weicht von den Berechnungen der Prognosen insofern ab, dass Flugzeuge als mögliche Schallquellen nicht in die Berechnungen der Prognosen eingeflossen sind.

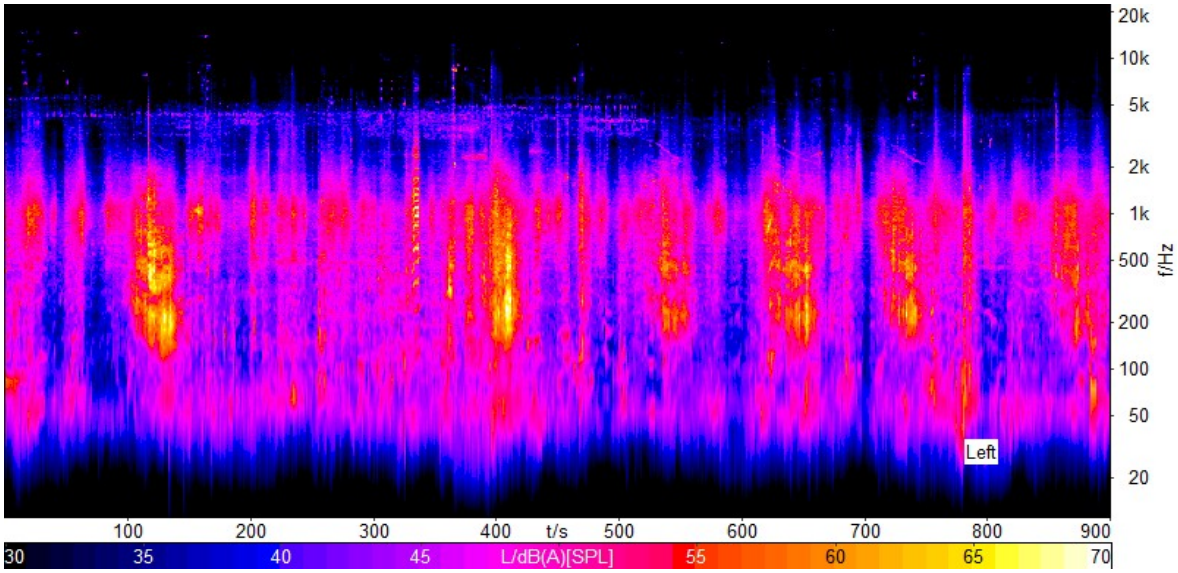

Abbildung 27: Messposition 1, FFT über Zeit, A Bewertung

In der obigen Abbildung der Messung an Messposition 1 ist im Bereich um Sekunde 120, 410, 550, 650, 750 und 880 der deutliche Einfluss des Flugverkehrsschalls zu erkennen.

Das folgende Diagramm zeigt exemplarisch die Schallsituation während der Messung an Messposition 1 mit Flugverkehr und ohne Flugverkehr.

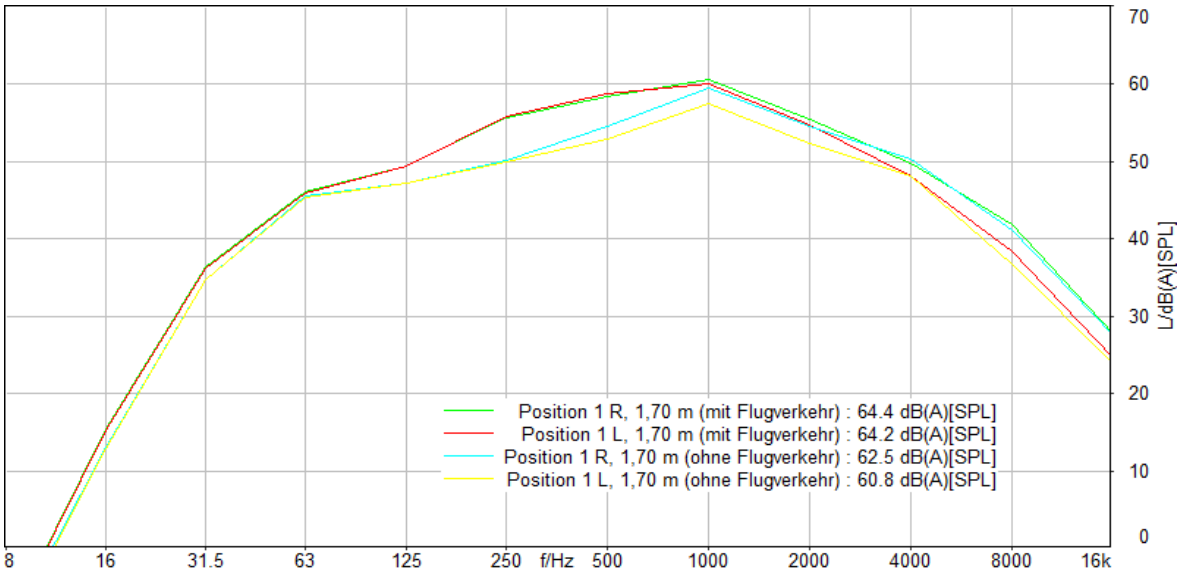

Abbildung 28: Binaurale Messungen an der Gabionenwand, Messposition 1, mit und ohne Flugverkehr, Oktav-Luftschalldruckpegel (A)

Der Flugverkehr verursacht hier ein erhebliches Schallaufkommen in den Oktavgruppen mit den Mittenfrequenzen von 150 Hz bis 1,5 kHz.

Ohne Flugverkehrs, nähern sich die Messwerte noch stärker den ursprünglichen Prognosen um ca. 61 dB (A) für die Messorte 1, bzw. 2 und 59 dB (A) für den Messort 3 an.

Auffällig ist, dass in allen Messungen die höchsten Oktavpegel bei 1 kHz auftreten. Dieses Merkmal ist typisch für Verkehrslärmspektren, da um 1 kHz der Einfluss der Reifenrollgeräusche auf das abgestrahlte Gesamtgeräusch von Fahrzeugen sehr groß ist. Eine weitere Erhöhung kann man in der 63 Hz Frequenzgruppe erkennen, da im Frequenzbereich um 50 Hz und 100 Hz der Einfluss der Motorengeräusche zu erwarten ist. In den drei Frequenzgruppen zwischen 100 Hz und 1 kHz lässt sich der Einfluss des Schalls, der durch Flugverkehr verursacht wird, erkennen.

Die monauralen Messungen sollten erwartungsgemäß ein ähnliches Ergebnis zeigen.

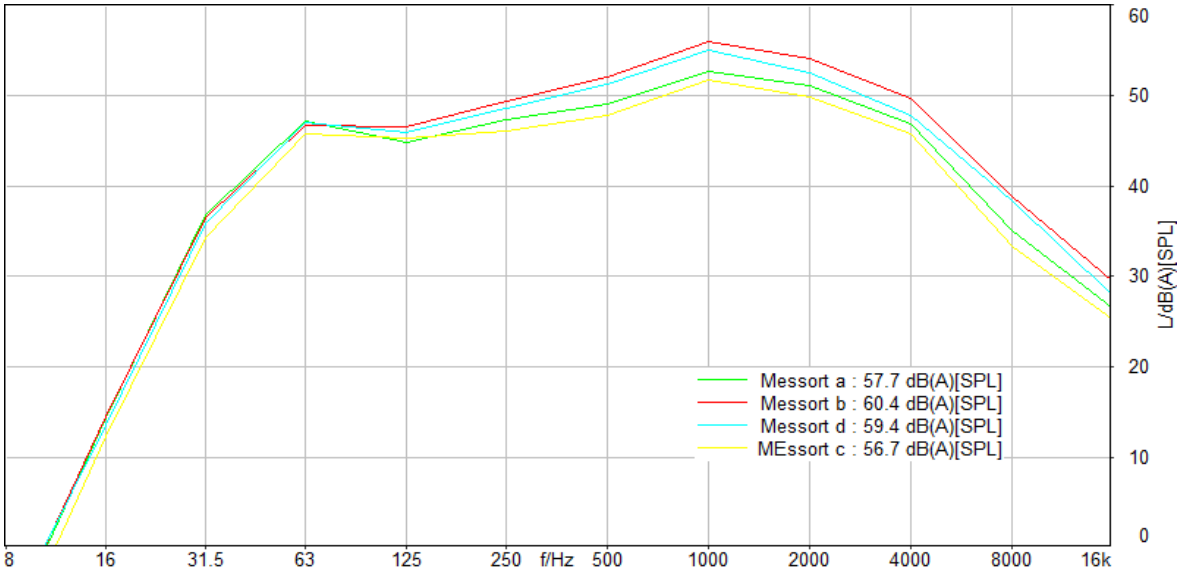

Abbildung 29: Monaurale Messungen an der Gabionenwand, Messposition a, b, c und d, Oktav-Luftschalldruckpegel (A)

Auch bei der monauralen Messung sind die für das Spektrum des Straßenverkehrs relevanten Ausprägungen der 63 Hz und der 1 kHz Frequenzgruppe deutlich durch Erhöhungen zu erkennen, Flugverkehr kam während dieser Messungen nicht vor.

Eine weitere typische Schallsituation, auf die, die Gabionenwand jedoch keinen direkten Einfluss haben kann, da sich die Schallquelle und der Empfänger auf der Innenseite der Gabionenwand befinden, tritt auf, wenn der Spielplatz von einer Kindergartengruppe

besucht wird, was im folgenden Diagramm zu erkennen ist. Die Gruppenstärke betrug 25 Kinder.

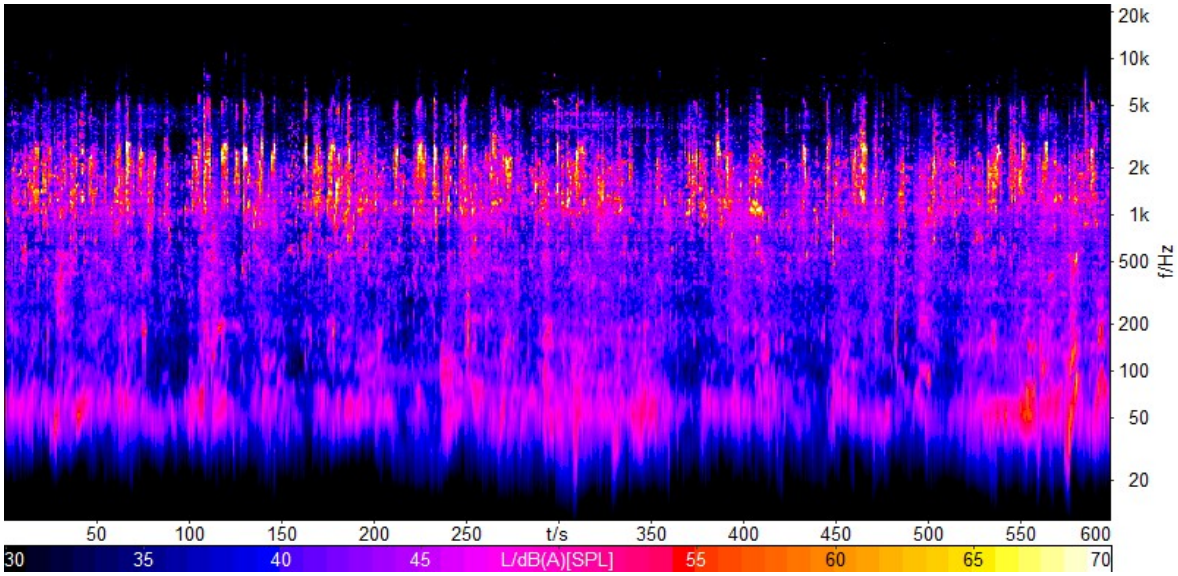

Abbildung 30: Messposition a, FFT über Zeit, A Bewertung

Wie in der obigen und auch in der folgenden Abbildung zu sehen ist, bleibt der Einfluss der Motorengeräusche auf das Gesamtschallereignis weiterhin bestehen. Die fröhlichen Kinderlaute im Frequenzbereich von 900 Hz bis 3 kHz haben eine deutliche Pegelerhöhung in den Frequenzgruppen von 1 kHz bis 4 kHz zur Folge, was jedoch nicht den Schall der Reifenrollgeräusche um 1 kHz vollständig überdeckt, sie sind immer noch deutlich zu lokalisieren, da die fröhlichen Kinderlaute sehr unregelmäßig auftretende, kurzzeitige Signale sind. Insgesamt steigt der gemittelte Luftschalldruckpegel (A) auf ca. 65 dB an.

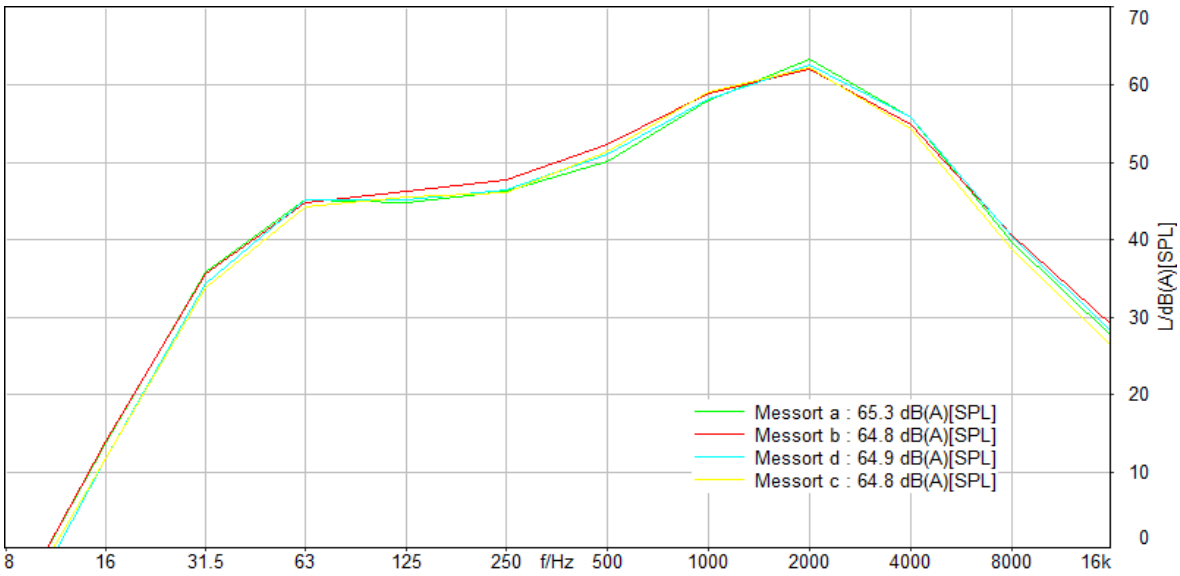

Abbildung 31: Monaurale Messungen an der Gabionenwand mit Anwesenheit von Kleinkindern, Messposition a, b, c und d, Oktav-Luftschalldruckpegel (A)

Insgesamt zeigt sich, dass die schallmindernde Wirkung der Lärmschutzwand umso größer ist, je mehr man sich im akustischen Schatten der Wand befindet. Die Lärmschutzwand erfüllt, wie prognostiziert, für die Geräuschquelle 'Straßenverkehr' ihren Zweck.

2.3.3. Technische Beurteilung der Ohrenbänke

Die Ohrenbänke auf der Seite des Spielplatzes hin zur Reinickendorfer Straße wurden mit monauralen Messungen auf den Unterschied hin untersucht, dass ein Nutzer des Platzes vor einer Ohrenbank steht oder in der Ohrenbank sitzt. Binaurale Messungen fanden statt, um den Einfluss der zusätzlich eingespielten Geräusche in den Ohrenbänken zu untersuchen und um feststellen zu können, ob Entsprechungen zu den Aussagen von Experten vorkommen.

Zum Zeitpunkt der monauralen Messungen war der Spielplatz nicht in Benutzung, sodass als hauptsächliche Schallquelle der Straßenverkehr angesehen werden kann. Auch Flugverkehr kam zu dieser Zeit nicht vor. Allerdings sind auf der Aufnahme fast durchgehend natürliche Vogellaute in Bereich um 4500 Hz zu vernehmen.

Auch an diesen Messorten sind die höchsten Ausprägungen in der Frequenzgruppe um 1 kHz zu erkennen.

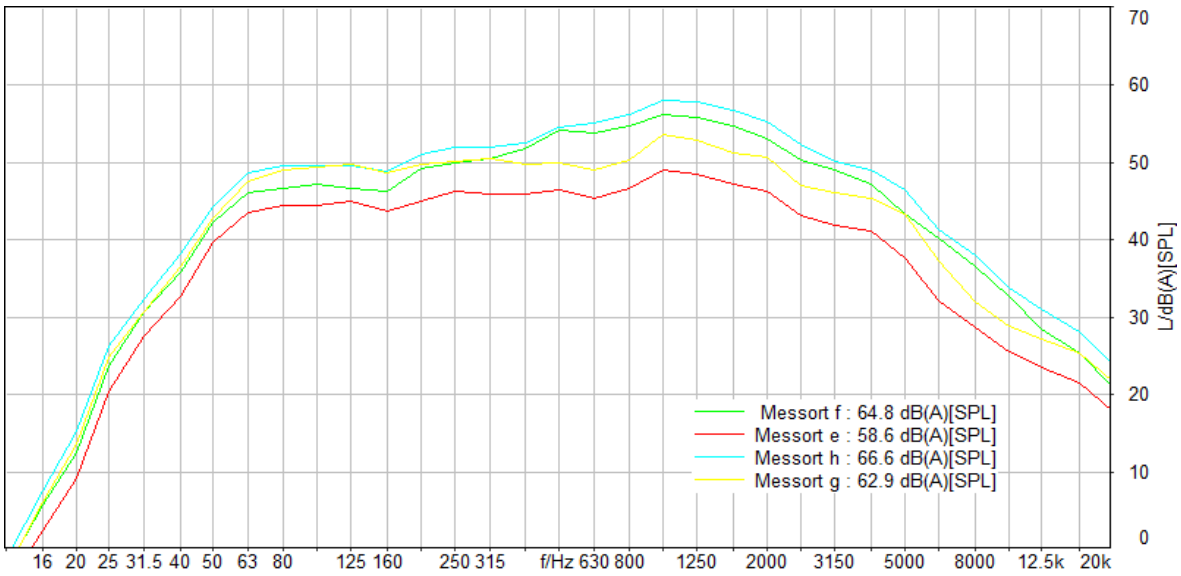

Abbildung 32: Monaurale Messungen an und in den Ohrenbänken, Messposition e, f, g und h, Terz-Luftschalldruckpegel (A)

Die obige Abbildung zeigt, dass bei einem sitzenden Aufenthalt in den Ohrenbänken gegenüber einem stehenden Aufenthalt, eine deutliche Pegelminderung in den Frequenzgruppen ab 500 Hz gemessen wurde. Die großen Pegeldifferenzen im hochfrequenten Bereich über 8 kHz sind weniger für einen Nutzer der Ohrenbänke ausschlaggebend, da in diesen Frequenzgruppen an sich deutlich weniger Energie gemessen wurde als im Bereich von 50 Hz bis 5 kHz.

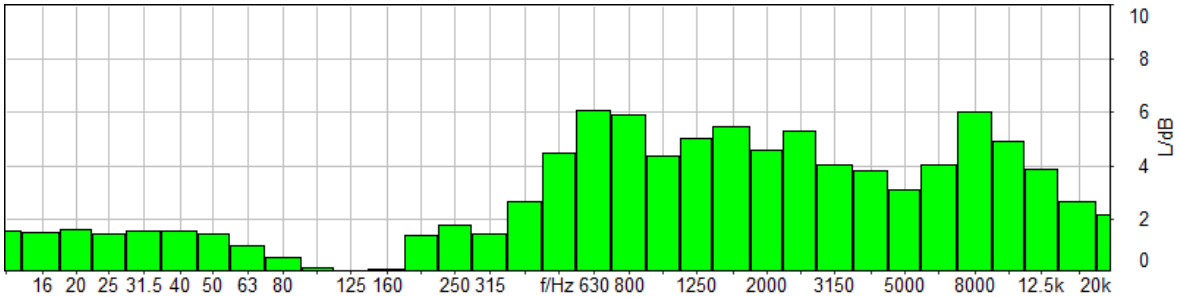

Abbildung 33: Differenz der Schalldruck-Terzpegel von Messung g und h

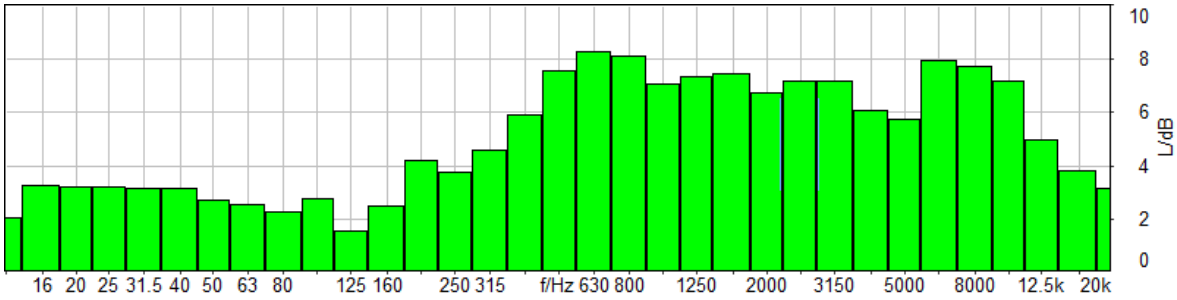

Abbildung 34: Differenz der Schalldruck-Terzpegel von Messung e und f

Die deutliche Abweichung der Pegeldifferenzen in der Messung am Messort e und f über alle Frequenzgruppen um ca. 2 dB gegenüber der anderen Ohrenbank kann hier nicht erklärt werden. In den tiefen Frequenzgruppen ist ein so deutliches Abweichen von den Ergebnissen der anderen drei Messungen nicht plausibel. Ein möglicher Temperatureinfluss auf das Messmikrofon und somit einen Einfluss auf die Sensitivität des Mikrofons während der Messung oder Beugungseffekte an der Gabionenwand können diesen deutlichen Unterschied nicht erklären. Es bedarf einer monauralen Wiederholungsmessung, um einen möglichen Messfehler auszuschließen.

Vergleicht man die Situationen mit und ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch der binauralen Messungen, so fällt am deutlichsten auf, dass der gemessene Schalldruckpegel bei den Messungen mit zusätzlich eingespieltem Geräusch gegenüber den Messungen ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch ansteigt. Dieser Umstand mag zwar trivial erscheinen, hat aber eine große Bedeutung im Zusammenhang mit den Aussagen während der Expertenbefragungen zu Lautheit und Angenehmheit, da der Großteil der Experten eine deutliche Erhöhung der empfundenen Lautstärke nicht angegeben hat. Es wurde eher eine Senkung der empfundenen Lautstärke für die Situation mit zusätzlich eingespielten Geräuschen angegeben.

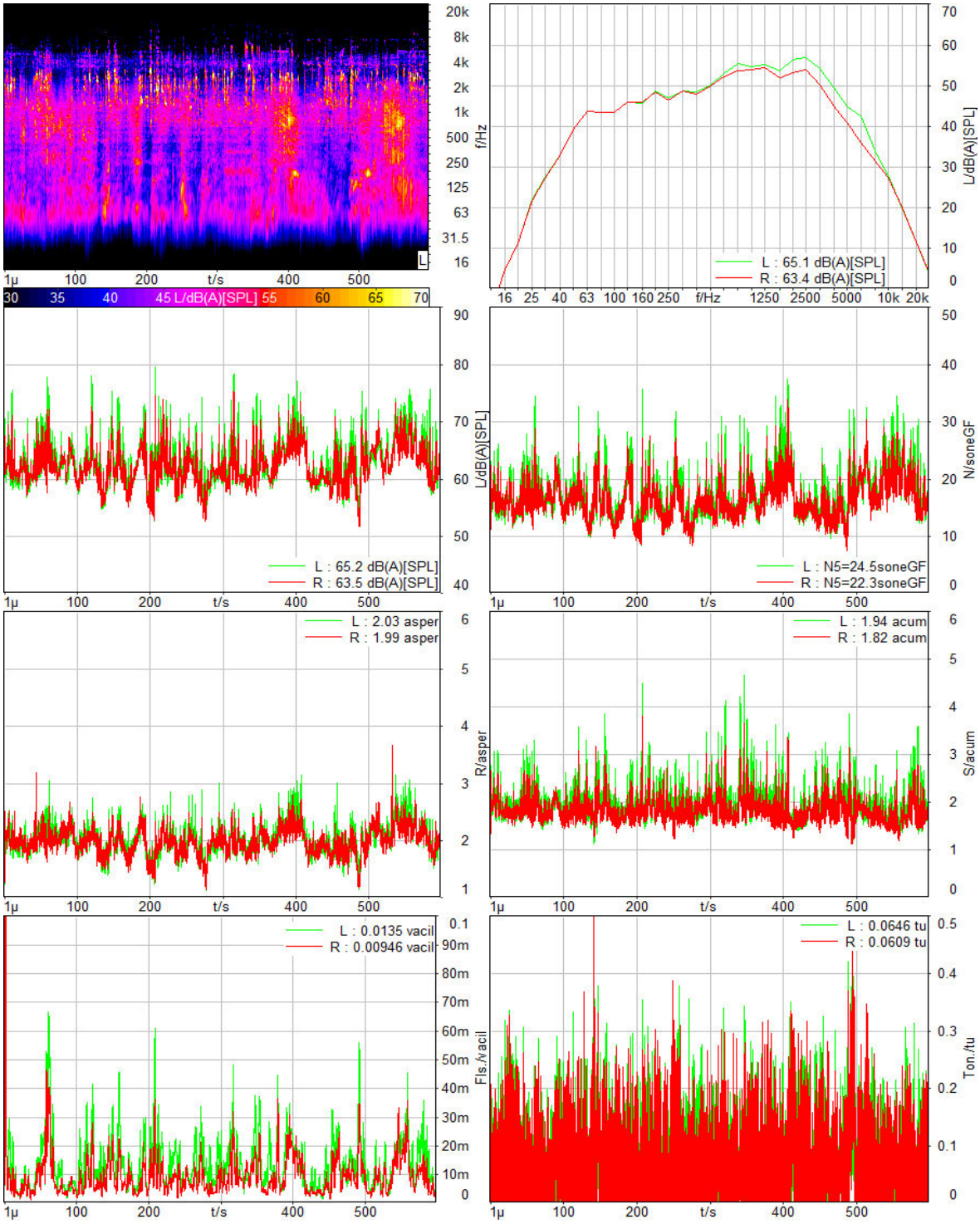

Abbildung 35: binaurale Messung, südliche Ohrenbank, Messort 4, ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit

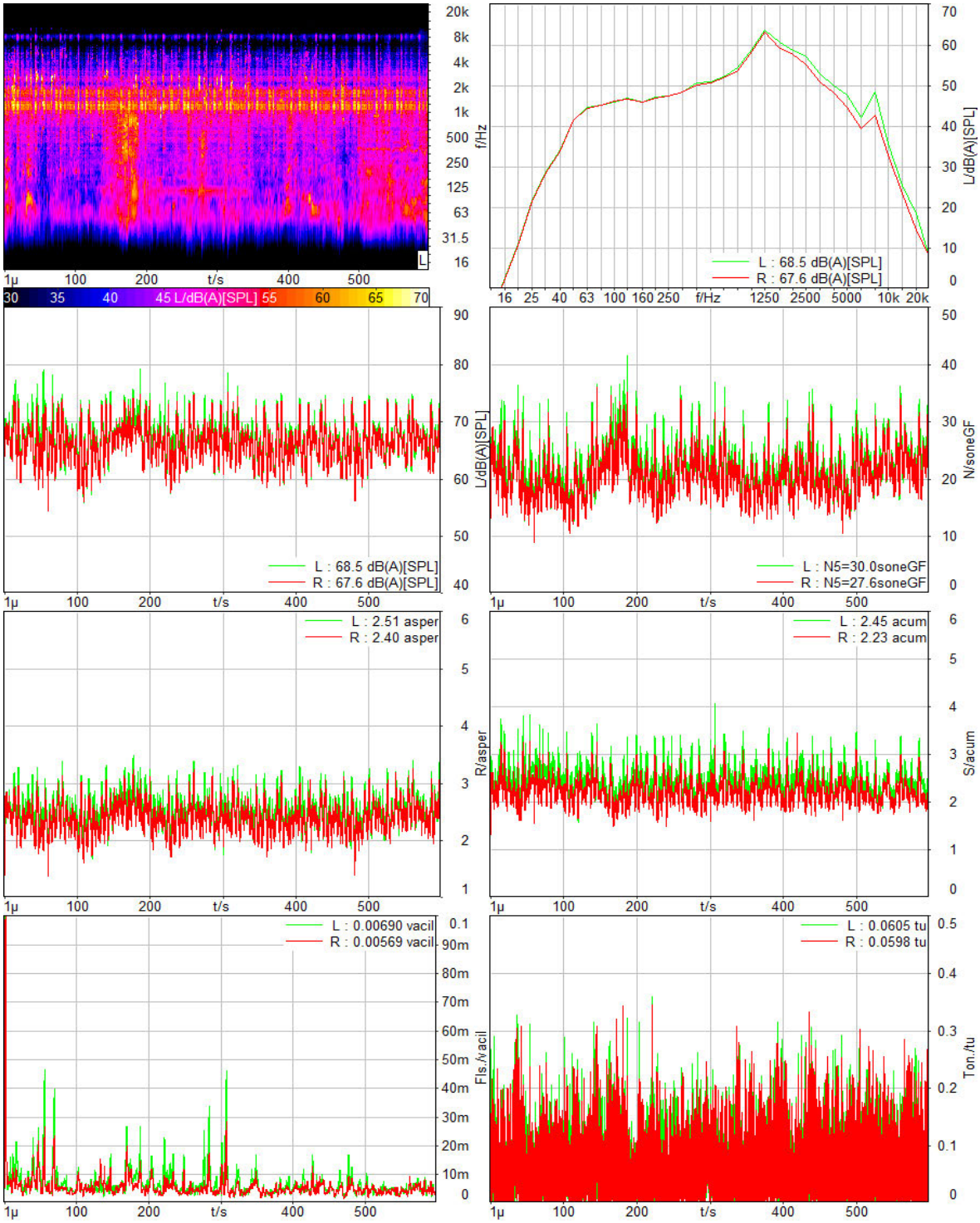

Abbildung 36: binaurale Messung, südliche Ohrenbank, Messort 4, mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit

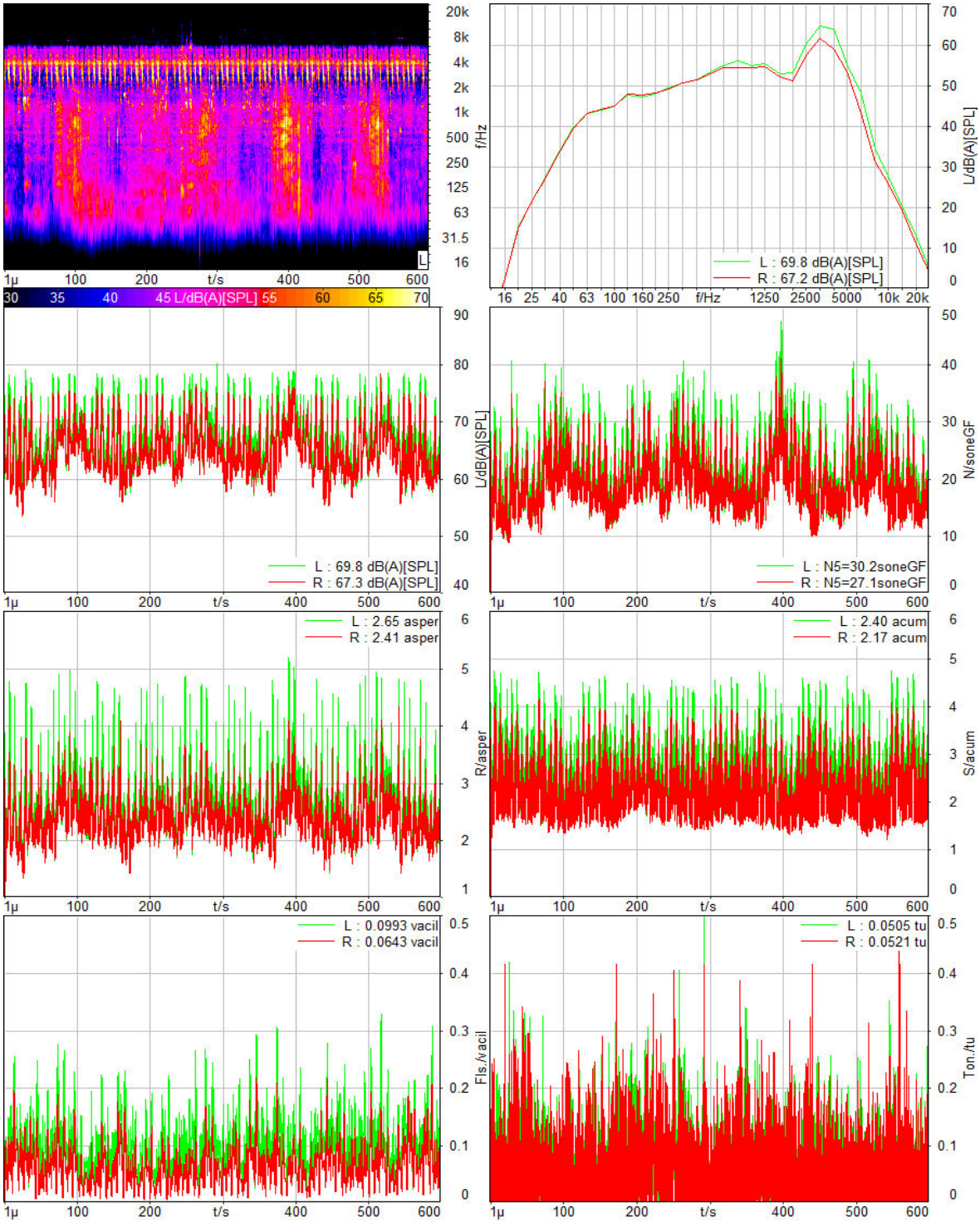

Abbildung 37: binaurale Messung, mittlere Ohrenbank, Messort 5, mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit

Während der binauralen Messung an den Ohrenbänken waren die drei Hauptschallquellen Straßenverkehr, Flugverkehr und Kinderlaute. Es wurde während der Explorationsphase beobachtet, dass es Unterschiede im Aufkommen des Straßen- und Flugverkehrs zwischen Werktagen und dem Wochenende gab. Am Wochenende ist der Straßenverkehr geringer und somit für die vorherrschende Schallsituation weniger dominant. Auch bei der Nutzung des Spielplatzes durch Kinder ist ein Unterschied zwischen Werktag und Wochenende, aber auch innerhalb der einzelnen Tage zu erkennen. Die Kindergartengruppen mit der größten Anzahl von Kindern, meistens mit 25 und mehr Kindern, nutzen den Platz eher vormittags an Werktagen. Nachmittags und ganztägig am Wochenende wurde eine geringere Anzahl von Kindern beobachtet, da es sich dann eher um einzelne Eltern mit ihren Kindern handelt, die den Spielplatz besuchen.

Die in Abbildung 35 bis 37 dargestellten Schallsituationen sind somit beispielhaft für das Soundscape im Bereich der Ohrenbänke tagsüber während der Sommermonate.

Die FFT-Diagramme der drei Schallsituationen 'Ohrenbank ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch', 'Ohrenbank mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch' und 'Ohrenbank mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch', wie auch die Lautheitsdiagramme dieser drei Messungen haben gemeinsam, dass in den Zeitbereichen mit Flugverkehr eine deutliche Erhöhung dieser Werte zu erkennen ist. Auch die Rauigkeit steigt zu diesen Zeiten um ca. 0,5 asper an.

Betrachtet man die A-bewerteten Schalldruckpegel, ist dieser Verlauf nicht so deutlich. Es ist zwar ein Pegelanstieg zu erkennen, die Pegelspitzen während der Messungen mit den zusätzlich eingespielten Geräuschen werden jedoch durch die zusätzlich eingespielten Geräusche und nicht durch den Flugverkehr verursacht. Die Rauigkeit der beiden Messungen mit den zusätzlich eingespieltem Geräuschen ist ähnlich und liegt um 0,5 asper höher als bei der Messung ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch. Auffällig ist jedoch, dass die Spitzenwerte der Rauigkeit des Waldvogelgeräusches mit ca. 5 asper deutlich höher sind als die des Kiesstrandgeräusches mit nur ca. 3 asper.

Die Schwankungsstärke während der Schallsituation mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch ist deutlich höher als bei den anderen beiden Schallsituationen in den Ohrenbänken. Die Schwankungsstärke während der Schallsituation mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch liegt sogar unter der Schallsituation während keine zusätzlich eingespielten Geräusche abgespielt wurden und hat zudem einen sehr geraden Verlauf.

Der Verlauf der Schärfe während der drei Messungen ist ähnlich wie der Verlauf der Rauigkeit. Die Schärfe der Schallsituation mit Waldvogelgeräusch liegt sogar im Schnitt etwas unter der Schallsituation mit dem Kiesstrandgeräusch, die Spitzenwerte sind jedoch deutlich höher und der Verlauf ist auch deutlich schwankender als bei der Schallsituation mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch.

Auffällig ist, dass die zusätzlich eingespielten Geräusche keinen, bzw. nur einen minimalen Einfluss auf die Tonhaltigkeit der drei verschiedenen Schallsituationen haben. Der Durchschnitt wie auch die Spitzen der Werte untereinander sind sehr ähnlich.

2.3.4. Technische Beurteilung der Audioringe

In den Audioringen wurde in jeweils zwei Richtungen gemessen, mit Blick aus dem Ring heraus und 90° dazu gedreht. Da die angedachte Sitzposition so ist, dass man auf der Sitzfläche wie auf einem Stuhl sitzt und aus dem Ring schaut, wurden hier auch nur diese Messungen eingehend betrachtet.

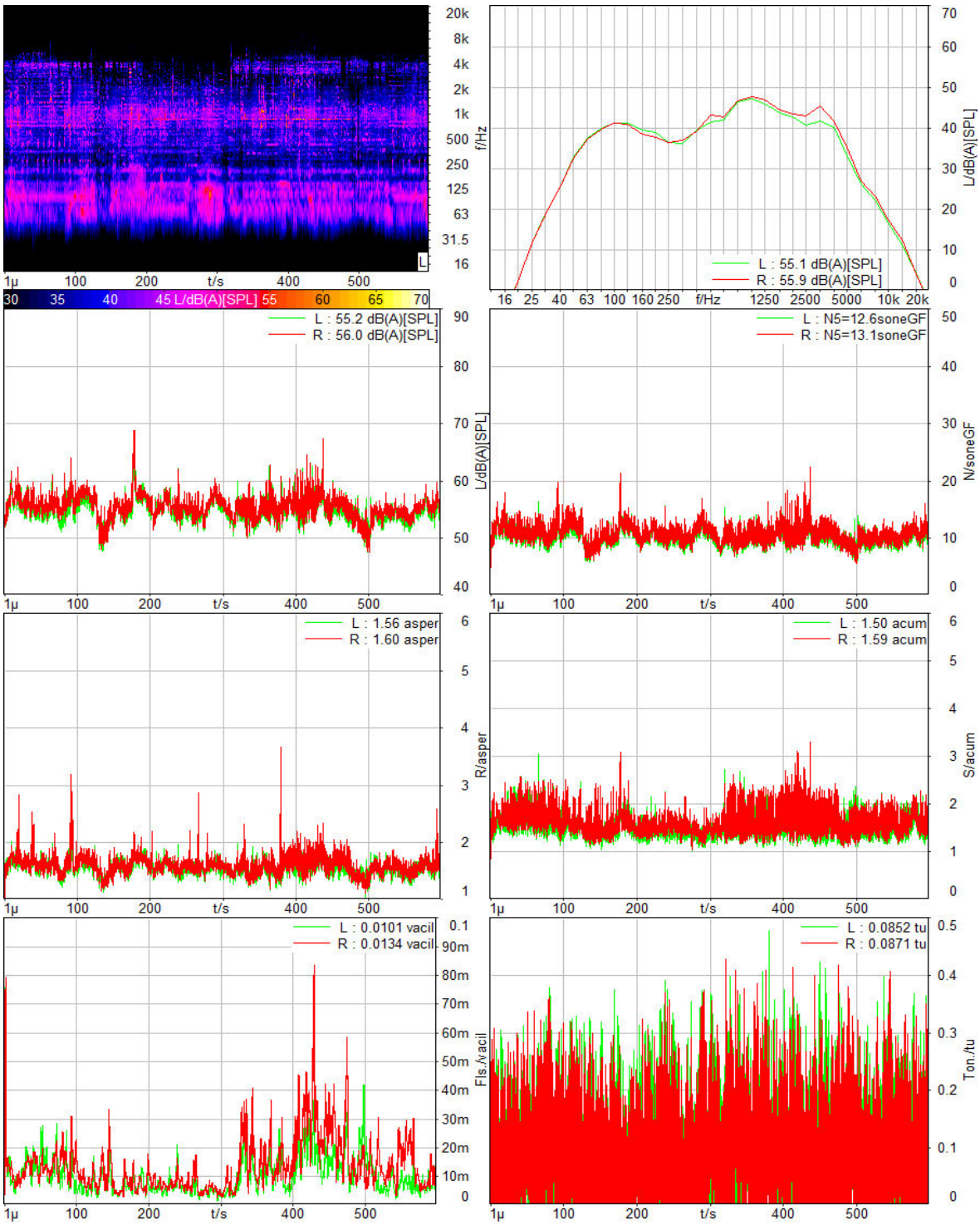

Abbildung 38: binaurale Messung, nördlicher Audioring, Messort 10, ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit

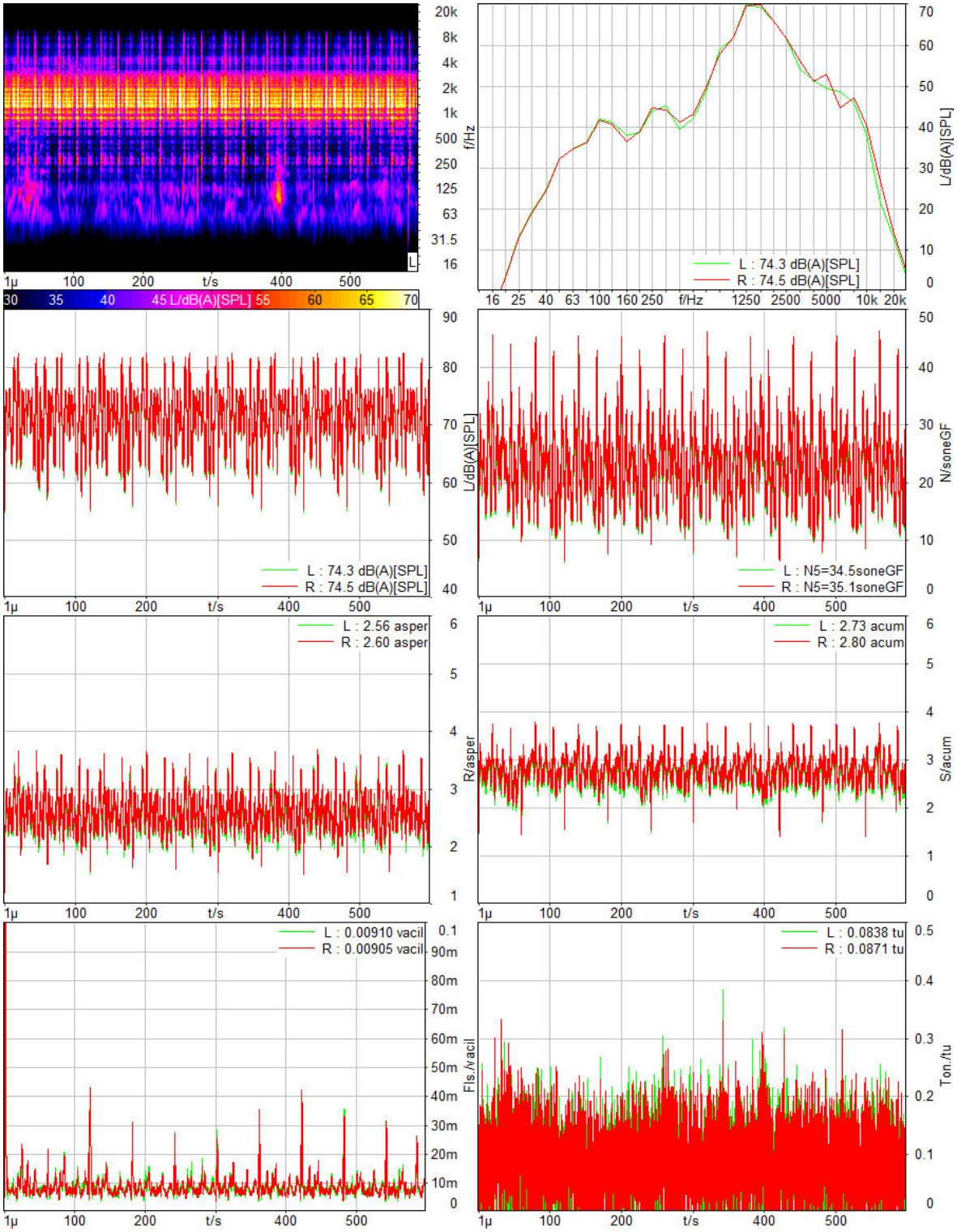

Abbildung 39: binaurale Messung, nördlicher Audioring, Messort 10, mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit

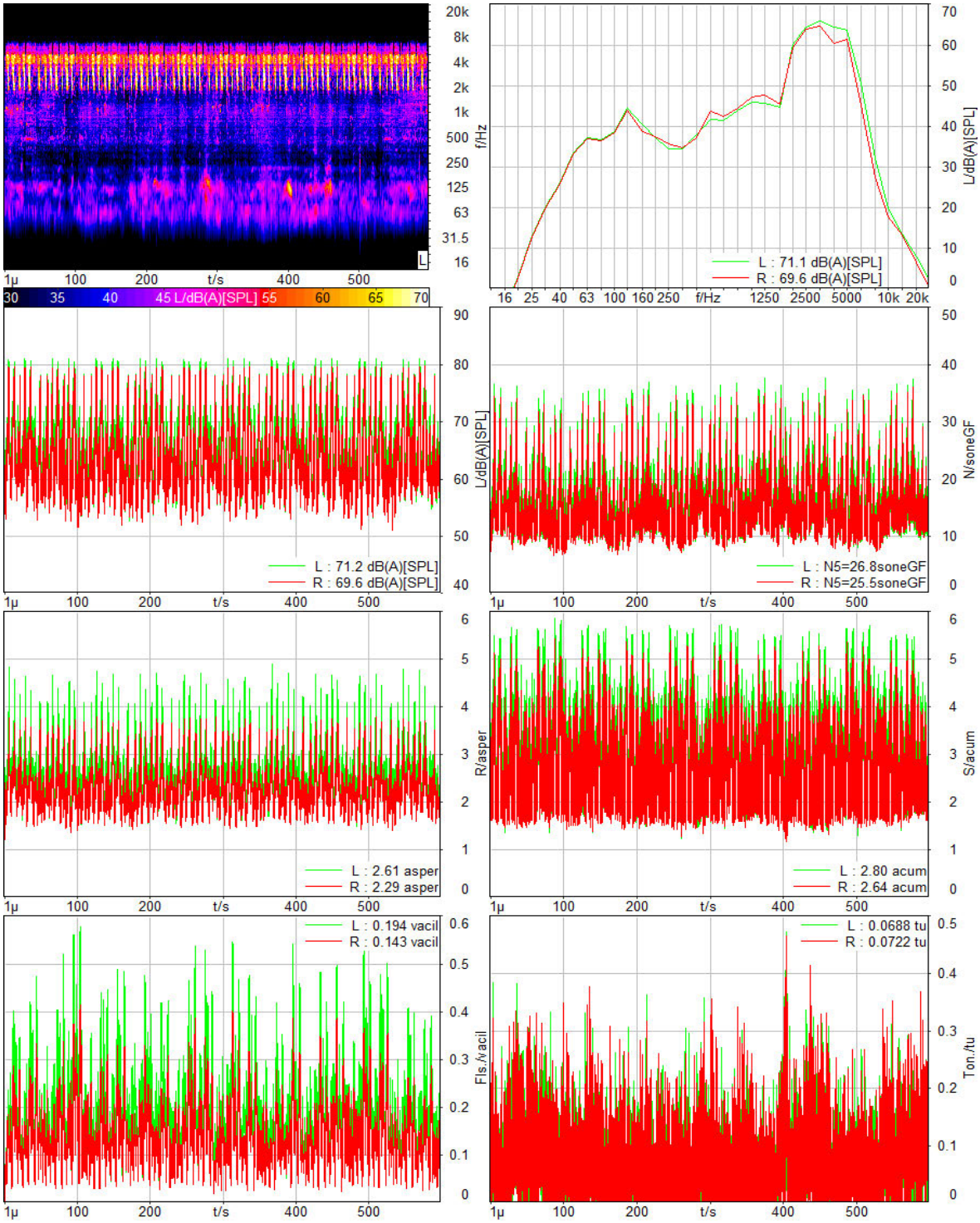

Abbildung 40: binaurale Messung, südlicher Audioring, Messort 8, mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit

Es fällt auf, dass der gemessene A-bewertete Schalldruckpegel in der Messung im Audioring ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch mit ca. 55 dB(A) deutlich geringer ist als der in der Ohrenbank gemessene A-bewertete Schalldruckpegel ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch mit ca. 65 dB(A). Die kürzeste Entfernung vom Messort der Audioringe zum schallverursachenden Straßenverkehr der Reinickendorfer Straße und auch zur Schulstraße beträgt ca. 85 m. Die Entfernung von den Ohrenbänken zur Reinickendorfer Straße beträgt mindestens 22 m und zur Schulstraße mindestens 15 m.

Bei der Messung im Audioring ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch ist in den Frequenzbereichen um 120 Hz und 60 Hz der Schall des Straßenverkehrs jedoch im Vergleich mit den anderen Frequenzbereichen überdeutlich zu erkennen. In den anderen beiden Messungen in den Audioringen sind ebenfalls bis zum Frequenzbereich um 160 Hz viele Hochläufe vorbeifahrender PKWs und vereinzelte, aber dafür überdurchschnittlich laute Vorbeifahrten von Cruiser-, bzw. Chopper-Motorrädern zu erkennen. Im Frequenzbereich um 1000 Hz sind deutlich Alltagsgeräusche wie Kinderlaute in direkter Nähe und Musik einer Breakdance-Tanzgruppe auf dem nahe gelegenen Basketballfeld zu hören.

Während der drei binauralen Messungen in den Audioringen kam Flugverkehr als Schallquelle im Gegensatz zu den Messungen in den Ohrenbänken nicht vor. Dieser Fall kann allerdings nicht als exemplarisch angesehen werden, da z.B. am selben Tag während der Messungen in den Ohrenbänken eine regelmäßige Schalleinwirkung durch Flugverkehr vorkam.

Betrachtet man die FFT-Diagramme, wie auch die Terzpegel (A) und Schalldruckpegelverläufe (A) der Messungen in den Audioringen mit zusätzlich eingespielten Geräuschen, so ist zu erkennen, dass die gemittelten gemessenen Schalldruckpegel deutlich höher als in der Messung ohne zusätzlich eingespielte Geräusche sind und mit ca. 74 dB(A) bei der Messung mit zusätzlichen Kiesstrandgeräusch und ca. 71 dB(A) bei der Messung mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch sogar über den gemessenen Pegeln in den Ohrenbänken liegen.

Dieser deutliche Gesamtpegelanstieg entsteht dadurch, dass die zusätzlich eingespielten Geräusche in den Audioringen, wie auch in den Ohrenbänken zwar an beiden Messorten mit der gleichen Wiedergabelautstärke abgespielt werden, aber die Entfernung vom Kunstkopfmesssystem zu den Lautsprechern in den Audioringen nur ca. 0,25 m und in den Ohrenbänken ca. 1,5 m beträgt.

Die gemessene Lautheit mit zusätzlichem Waldvogelgeräusch mit ca. 26 sone ist jedoch im Gegensatz zur Messung mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch mit ca. 35 sone deutlich geringer als diese. Vergleicht man dieses Ergebnis mit der Messung in der Ohrenbank mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch, so ist dieses Ergebnis sehr prägnant, da im Vergleich dazu der gemessene Schalldruckpegel (A) im Audioring sogar größer als in der Ohrenbank war. Die geringste Lautheit wurde erwartungsgemäß ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch gemessen.

Die Messergebnisse der Rauigkeit und Schärfe über Zeit haben einen ähnlichen Verlauf wie die Ergebnisse der Messungen in den Ohrenbänken. Die Durchschnittswerte beider zusätzlich eingespielter Geräusche sind fast identisch, allerdings überdecken die Werte der Schärfe bei zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch vom Minimum zum Maximum einen viel größeren Wertebereich als die Werte mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch.

Der Verlauf der Schwankungsstärke verhält sich ebenfalls ähnlich zu den Ergebnissen der Messungen in den Ohrenbänken. Es ist eine deutlich höhere Schwankungsstärke mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch im Vergleich zu den Messungen mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch und den Messungen ohne zusätzlich eingespielte Geräusche zu erkennen. Die höheren Maximalwerte der Schwankungsstärke während der zweiten Hälfte der Messung ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch hängt mit der Wiedergabe einer sehr rhythmisch akzentuierten Musik mit Schlagzeug auf dem Basketballplatz zusammen.

Die Tonalität ist mit einem Wert von ca. 0,8 tu bei allen drei Messungen sehr ähnlich. Die größte durchschnittliche Tonalität tritt in den Messungen auf, in denen kein zusätzlich eingespieltes Geräusch wiedergegeben wurde. Die geringste durchschnittliche Tonalität tritt bei den Messungen mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch auf.

3. Triangulation der Expertenbewertungen und technischen Analysen und Lösungen

„In der Verwendung des Begriffs 'Triangulation', der aus der Navigation und Landvermessung entlehnt wurde und der dort die Bestimmung eines Orts durch Messungen von zwei bekannten Punkten aus bezeichnet, kommt die Idee zum Ausdruck,

dass qualitative und quantitative Verfahren zwar verschieden, aber in bestimmter Hinsicht methodologisch gleichrangig sind.“ (Kelle; Erzberger 2000, S. 302 f.)

Die Triangulation ermöglicht zum einen die Erfassung eines Phänomens durch unterschiedliche Methoden, zum anderen auch die Erfassung unterschiedlicher Phänomene die sich zu einem einheitlichen Bild ergänzen (vgl. Kelle; Erzberger 2000, S. 303).

Die Integration von qualitativen Expertenbewertungen und quantitativen akustischen Messungen auf dem neuen Nauener Platz ermöglicht für die Validierung der technischen akustischen Maßnahmen auf dem Nauener Platzes eine Chance, herauszufinden, ob die Audioislands in ihrem jeweiligen Soundscape für ihren Einsatzzweck geeignet sind und ob sie die an sie gestellten Anforderungen erfüllen.

Ein von den Experten benanntes akustisches Phänomen ist unabhängig vom jeweiligen Soundscape, die deutlich erkennbare Wiederholung des Waldvogelgeräusches. Es handelt sich dabei nicht nur um die in kurzen Abständen erkennbare Wiederholung der Waldvogelgeräusche innerhalb eines 'Patterns' (engl. pattern = Muster), sondern auch um die Wiederholung des gesamten einminütinen Patterns an sich. Die Wiederholung des Geräusches wird innerhalb des Patterns deshalb so deutlich, da es sich um eine Abfolge von Vogellauten handelt, die jeweils nur ca. 7 Sekunden dauert und innerhalb dieser Abfolge sehr stark akzentuiert ist.

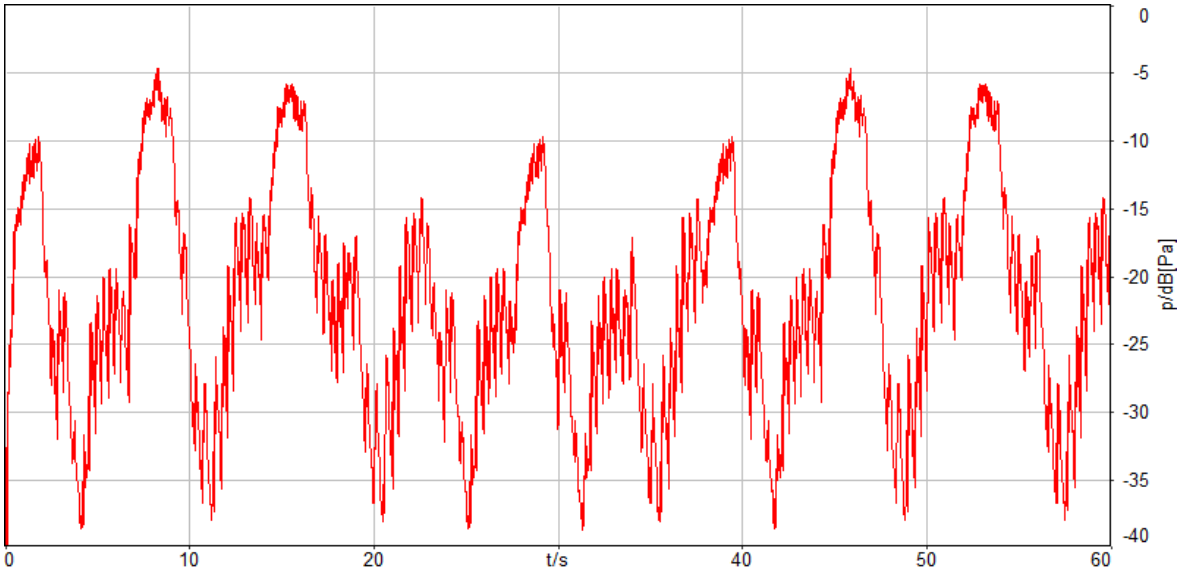

Abbildung 41: Waldvogel-Soundfile,128 kbit/s mp3-kodiert, Schalldruckpegel über Zeit

Diese Abfolge der Vogellaute ist zwar innerhalb des Patterns leicht unterschiedlich, die Unterschiede sind jedoch so gering, dass sie nur bei sehr genauem Hinhören auffallen und

auch dann nicht einen Eindruck von Abwechslung hervorrufen. Die Wiederholung des einminütigen Patterns ist deshalb so eindeutig erkennbar, da es einen Einschnitt zwischen dem Ende des Patterns und dem Anfang des wiederholten Patterns gibt.

Eine starke Wiederholung innerhalb des Patterns, wie bei dem Waldvogelgeräusch, fiel den Experten bei der Bewertung des Kiesstrandgeräusches nicht auf, obwohl man im Pegelverlauf erkennen kann, dass die langzeitigen Pegelschwankungen sogar öfter vorkommen als beim Waldvogelgeräusch. Der Schalldruckpegel schwankt in den kurzen Zeitabständen jedoch viel weniger und insgesamt ist die Schwankung so viel gleichmäßiger. Ein Einschnitt zwischen Beendigung und Neustart des gesamten Patterns wurde jedoch auch hier von den Experten erkannt.

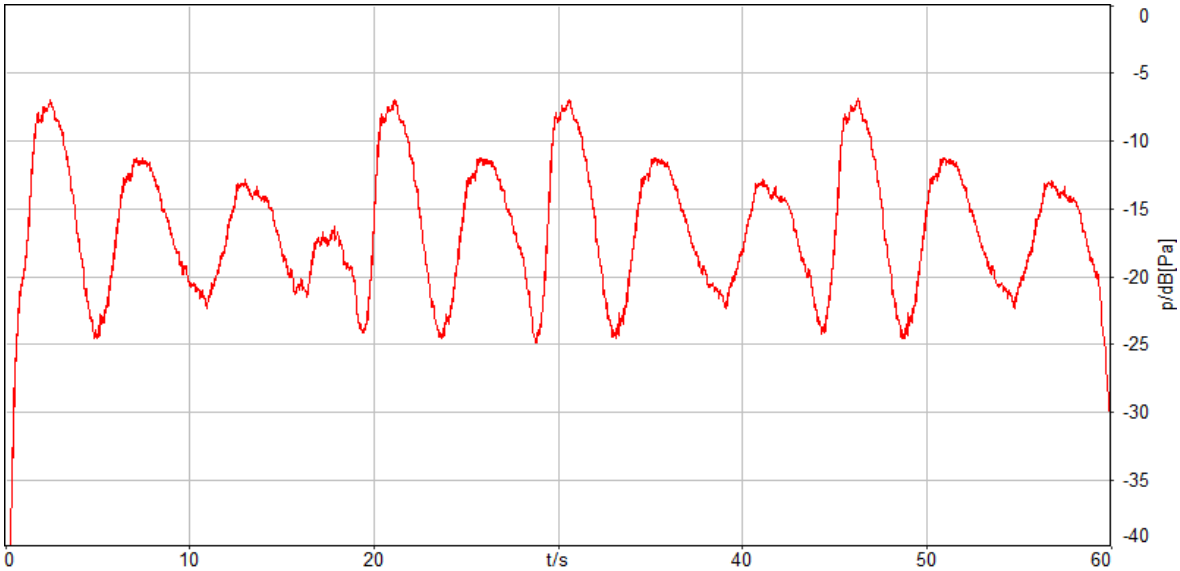

Abbildung 42: Kiesstrand-Soundfile,128 kbit/s mp3-kodiert, Schalldruckpegel über Zeit

Anhand der Expertenbeurteilungen ist zu erkennen, dass bei den in den Audioislands wiedergegebenen zusätzlich eingespielten Geräuschen eine zu starre Wiederholung die empfundene Natürlichkeit senkt und somit auch die von den Experten bewertete Angenehmheit sinkt, obwohl die Geräusche ursprünglich im Laborversuch als natürlich empfundenen wurden.

Diese Auffälligkeiten lassen sich nur durch eine Neugestaltung der zusätzlich eingespielten Geräusche ändern. Die starke Akzentuierung der Waldvogelgeräusche lässt sich durch das Einarbeiten von unregelmäßigen, ungleich langen, den Anschein von Natürlichkeit steigernden Unterbrechungen im Fluss der Vogellaute ändern. Die Pausen nach jedem Pattern sind einerseits ein Problem von schlecht geschnittenen 'Soundfiles', was während

der Messungen jedoch nicht geklärt werden konnte, ist, ob es andererseits auch zusätzlich ein Problem der Installation an sich gibt, und so die beiden Patterns von den mp3-Playern überhaupt lückenlos abgespielt werden. Generell wäre anzuraten, Soundfiles zu entwickeln, die eine längere Abspieldauer haben, damit eine mögliche technische Wiedergabeunterbrechung weniger auffällig und störend wäre.

Ein weiteres Phänomen, welches in den Audioislands auftritt, ist, dass die Geräusche, die durch den Straßenverkehr verursacht werden, für den Großteil der Experten nicht nur im Bereich des Kleinkinderspielplatzes dominant sind, sondern sie sind auch in der akustisch ruhigeren Umgebung des Rosengartens trotz eines größeren Abstandes zur Quelle zu vernehmen. Die Straßenverkehrsgeräusche wurden jedoch im Bereich des Rosengartens nicht von jedem Experten direkt als Straßenverkehrsgeräusche identifiziert. Oft wurden diese Geräusche stattdessen als 'tieffrequentes Brummen' identifiziert. Die Hör- und Identifizierbarkeit der Straßenverkehrsgeräusche kann auch hier als ein Faktor für die Angenehmheit des Soundscapes gesehen werden. Im folgenden A-bewerteten FFT-Diagramm ist die andauernde Einwirkung des Straßenverkehrs um 60 und 120 Hz, wie auch Einzelereignisse von Sportwagen- und Motorradvorbeifahrten, zu erkennen.

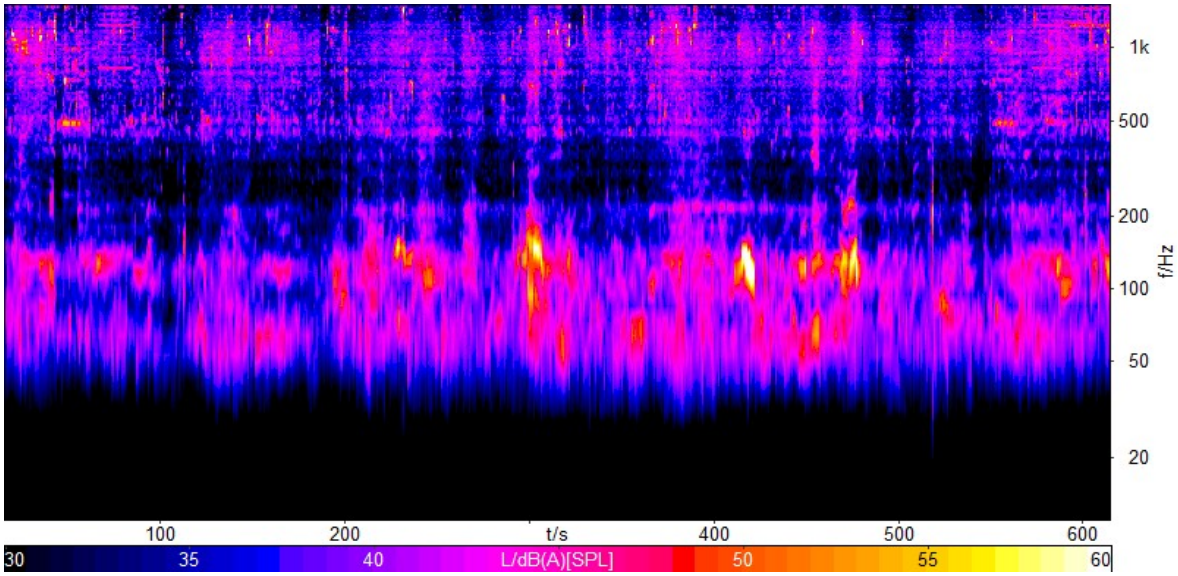

Abbildung 43: Rosengarten, Messort 13, FFT, A-bewertet

Der Schall, der von Flugzeugen verursacht wird, wurde von den Experten zu Zeiten in denen viel Straßenverkehr herrscht, selten als Störquelle benannt und war nur in Zeiten mit wenigem Straßenverkehr relevant.

Betrachtet man das folgende A-bewertete FFT-Diagramm, in dem die Einwirkung von

Flugverkehrsgeräuschen gemessen wurde, so ist zu erkennen, dass während dieser Zeiten in den entsprechenden Frequenzbereichen ein merklicher Pegelanstieg zu verzeichnen ist, der jedoch in einer A-Bewertung deutlicher ausfällt als die tieffrequenten Straßenverkehrsgeräusche.

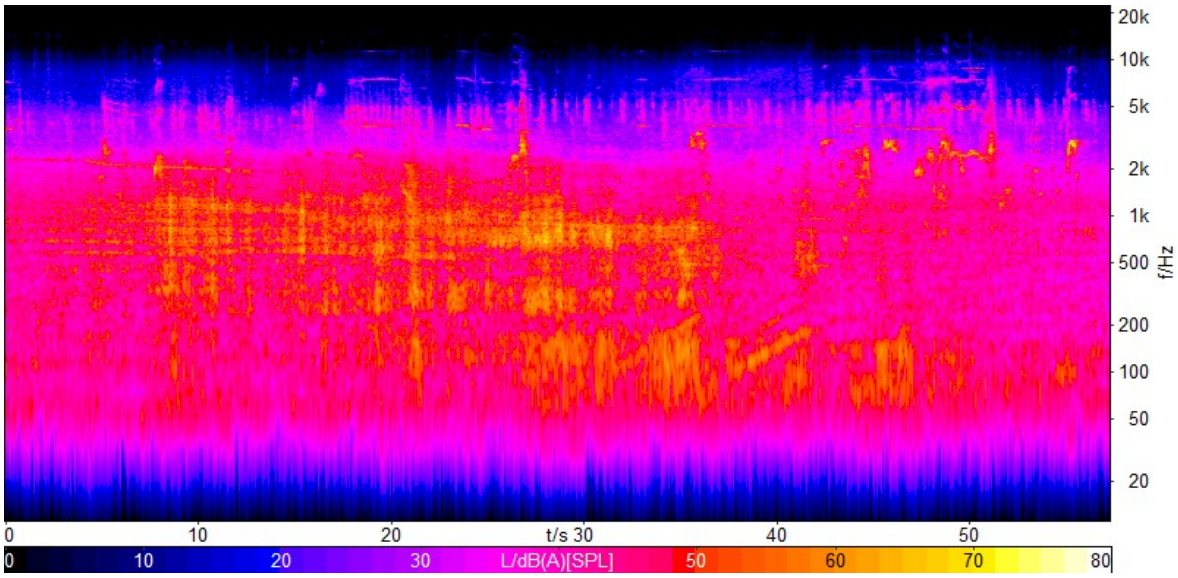

Abbildung 44: Ohrenbank, Messort 4, Flug- und Straßenverkehrsgeräusche, FFT, A-bewertet

Man muss sich die Frage stellen, ob eine A-Bewertung von Schallsituationen mit Straßenverkehr sinnvoll ist, da von den Experten eine massive durchgehende Einwirkung nicht nur gehört, sondern auch körperlich gefühlt werden konnte. In dem oben abgebildeten A-bewerteten Diagramm ist dieser Zustand jedoch weniger deutlich zu erkennen. Am auffälligsten scheint dort eher der Eintrag des Flugverkehrs zu sein, nur um Sekunde 35 und 40 sind z.B. direkte Motorenhochläufe des Straßenverkehrs zu erkennen. Deutlich wird der permanent vorherrschende tieffrequente Eintrag des Straßenverkehrs erst in Abbildung 45 (linear/unbewertet).

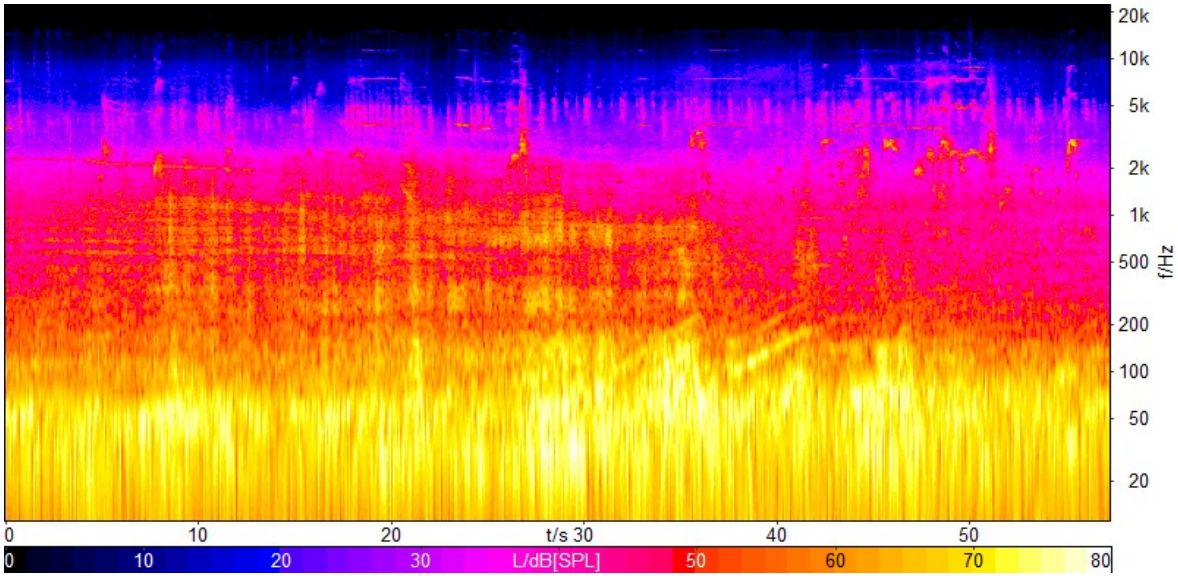

Abbildung 45: Ohrenbank, Messort 4, Flug- und Straßenverkehrsgeräusche, FFT, linear/unbewertet

Ein Problem der auf dem Nauener Platz installierten Technik kommt auch bei dem Phänomen, der Frage, ob es eine optimale Wiedergabelautstärke für die zusätzlich eingespielten Geräusche geben kann, zum tragen. Es hat sich gezeigt, dass eine fest eingestellte Lautstärke erstens sehr unterschiedlich in ihrer Lautheit und Angenehmheit von den Experten bewertet wurde, und zweitens das Waldvogelgeräusch, wie auch das Kiesstrandgeräusch, in den Ohrenbänken und Audioringen dieselbe Wiedergabelautstärke haben. Die Entfernung des Rezipienten zu den Lautsprechern ist jedoch bei beiden unterschiedlich, so dass im eher lauteren Soundscape im Bereich des Kleinkinderspielplatzes sich die empfundene Lautstärke und auch der gemessene Schalldruckpegel mit zusätzlich eingespieltem Geräusch wenig ändert, hingegen in der leiseren Umgebung des Rosengartens mit einer sehr geringen Entfernung zwischen Ohr und Lautsprecher hingegen erheblich. Würde mit der im Moment installierten Schaltung die Wiedergabelautstärke für das z.B. zusätzliche Kiesstrandgeräusch in den Audioringen gesenkt werden, um es an die Umgebungslautstärke anzupassen, dann würde dies ebenfalls in der Ohrenbank, in der ebenfalls das zusätzliche Kiesstrandgeräusch wiedergegeben wird, geschehen, und das zusätzlich eingespielte Geräusch wäre dort unter Umständen dann zu leise.

Dieses Problem legt den Schluss nahe, in kurzfristiger Lösung die Kanalbelegung so zu ändern, dass es eine gemeinsame tendenziell angepasste Wiedergabelautstärke beider Sounds für jeweils das Soundscape im Bereich des Kleinkinderspielplatzes und eine

weitere tendenziell angepasste Wiedergabelautstärke für das Soundscape im Bereich des Rosengartens gibt.

Im Sinne des Soundscapeansatzes muss darauf geachtet werden, dass durch die zusätzlich eingespielten Sounds in den Audioislands keine Lo-fi Lautsphäre, wie sie in Abschnitt 1.2. beschrieben wird, entsteht, in der sich die zusätzlich eingespielten Geräusche mit den Straßenverkehrsgeräuschen direkt spektral überlagern.

Aus den Messungen auf dem Nauener Platz wird ersichtlich, dass an allen Messpositionen Motorengeräusche im Bereich um 60 Hz und um 120 Hz zu entdecken sind. Auch Reifenrollgeräusche in der Oktave um 1 kHz im Bereich des Kleinkinderspielplatzes wurden gemessen. In diesem Bereich liegen jedoch auch Geräusche die Kleinkinder auf dem Spielplatz erzeugen.

Da ein zusätzlich eingespieltes Geräusch, das die Funktion eines mentalen Maskierers erfüllt, den Fokus des Nutzers des jeweiligen Audioislands vom Verkehr ablenken soll, muss sich dieses zusätzliche Geräusch deutlich und auf angenehme Weise vom Straßenverkehrsgeräusch abheben. Dies kann nur gewährleistet werden, wenn die charakteristischen Merkmale dieser zusätzlichen Geräusche spektral weit entfernt von den charakteristischen Merkmalen der Straßenverkehrsgeräusche liegen, z.B. oberhalb von 2 kHz.

Diese spektrale Eigenschaft wird im Sinne einer mentalen Maskierung vom Waldvogelgeräusch gewährleistet, was aus den folgenden Abbildungen ersichtlich wird.

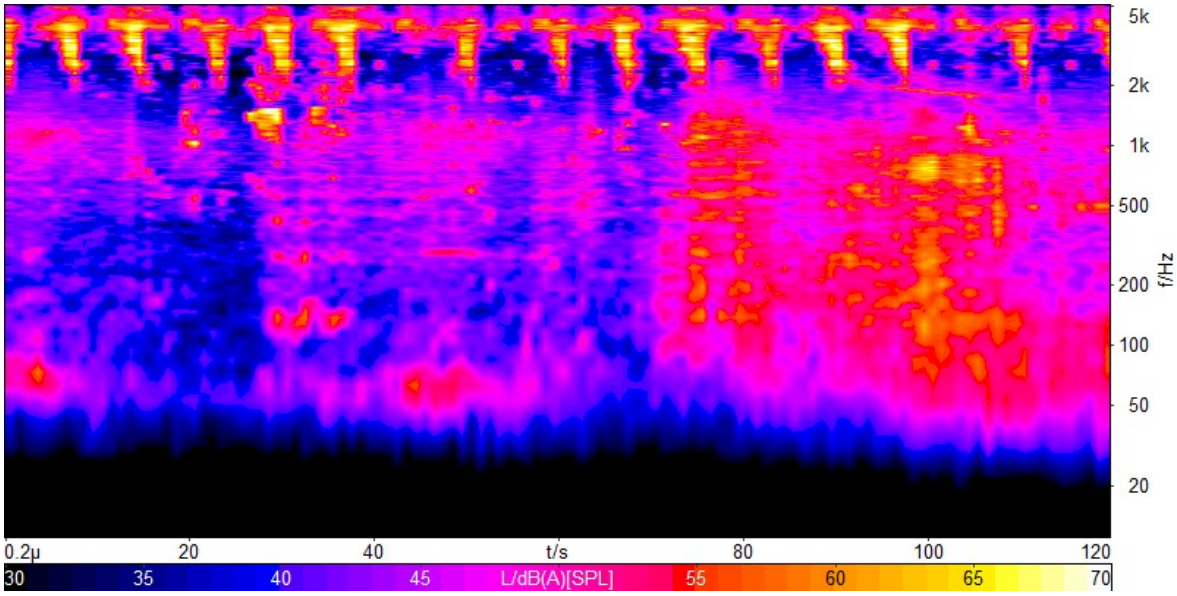

Abbildung 46: Ohrenbank mit Waldvogelgeräusch, Messort 5, FFT, A-bewertet

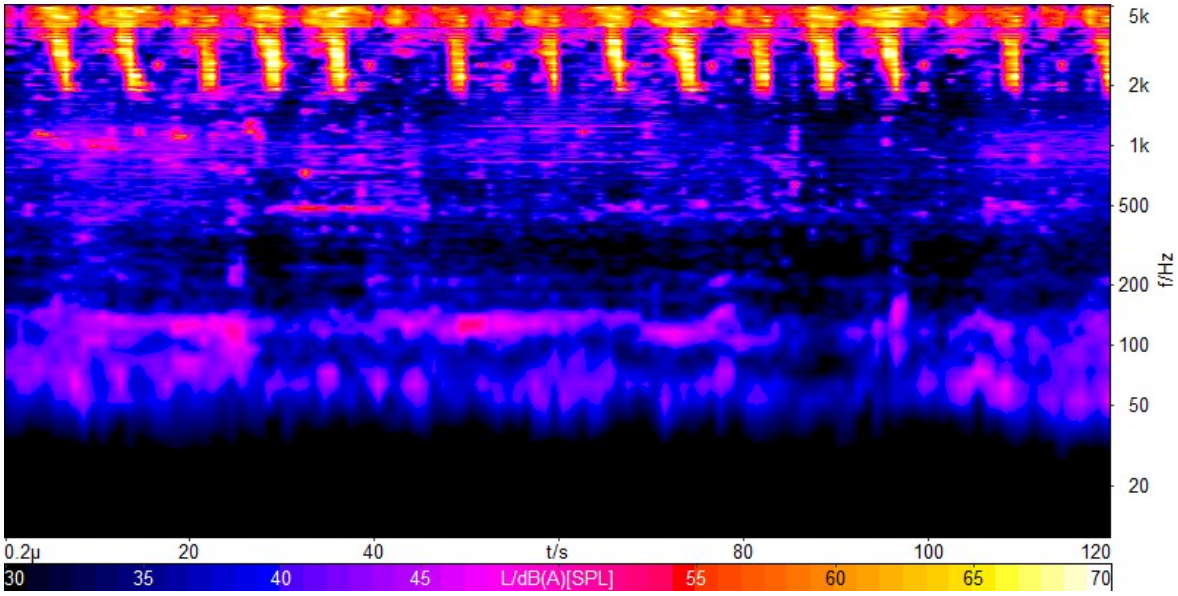

Abbildung 47: Audioring mit Waldvogelgeräusch, Messort 8, FFT, A-bewertet

Das Kiestrandgeräusch besitzt hingegen charakteristische Merkmale oberhalb von 1 kHz, es existieren jedoch auch regelmäßige spektrale Fragmente hinab bis ca. 200 Hz.

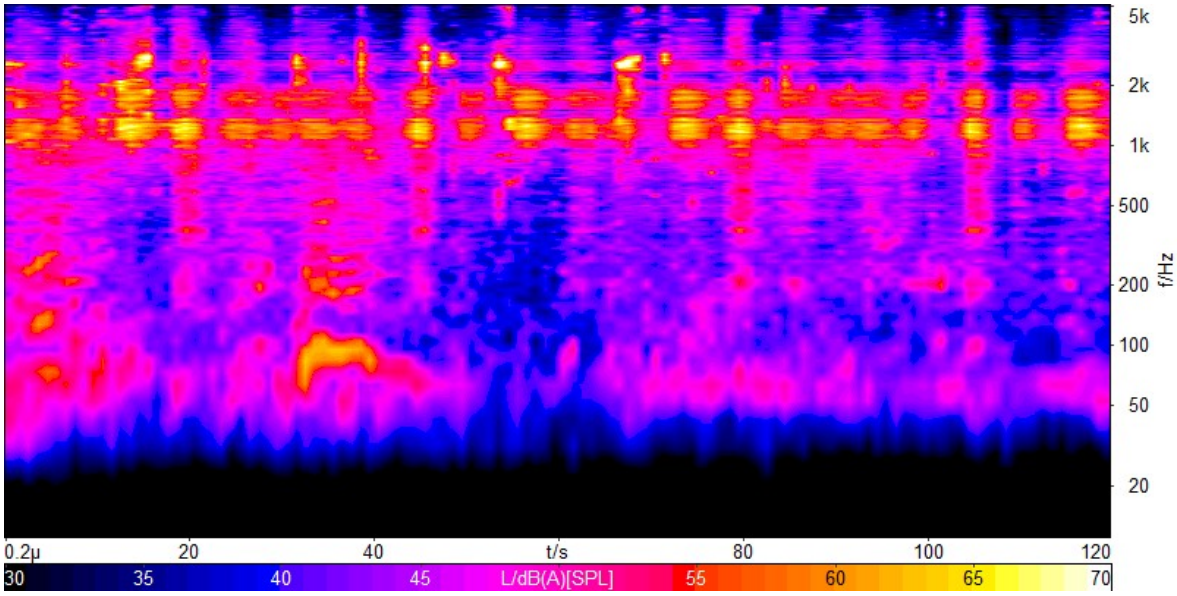

Abbildung 48: Ohrenbank mit Kiesstrandgeräusch, Messort 4, FFT, A-bewertet

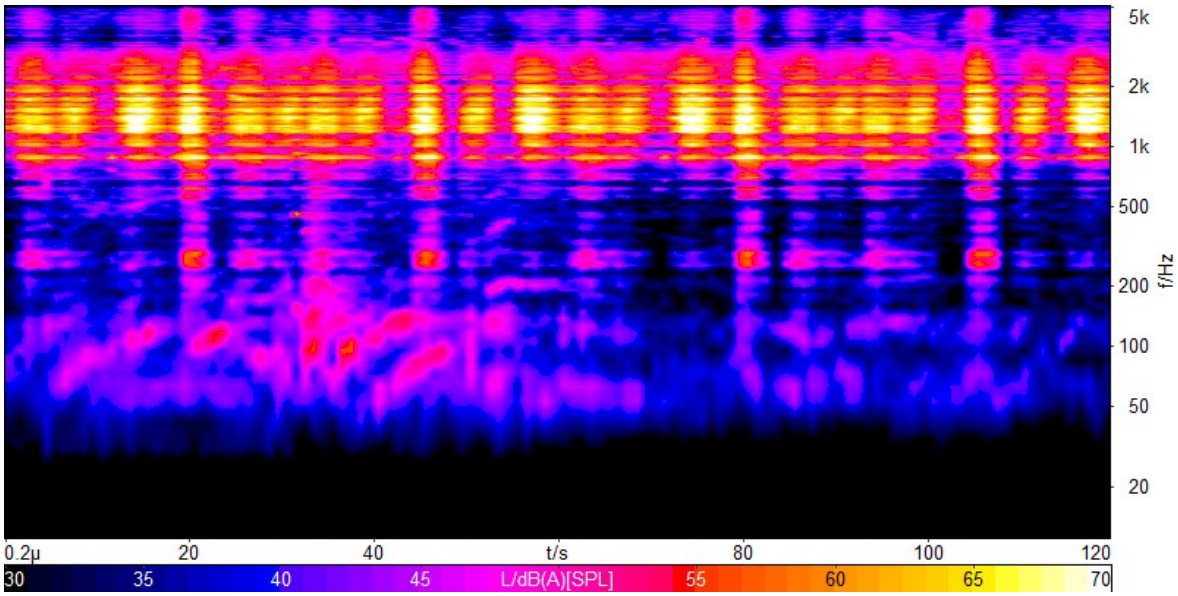

Abbildung 49: Audioring mit Kiesstrandgeräusch, Messort 10, FFT, A-bewertet

Es ist bei einem schmalbandigen Geräusch, wie dem des Waldvogelgeräusches, jedoch auch eine energetische Maskierung von weiter entfernten Frequenzgruppen zu erwarten, sobald der Wiedergabepegel so 'unangenehm' hoch ist, dass die Kurven der 'Verdeckungsfläche' an ihren Rändern bis zu deutlich tieferen Frequenzgruppen heranreichen und diese überdecken. Dieser Zustand lässt sich aufgrund der hohen Wiedergabelautstärke in den Audioringen entdecken.

Den sehr unterschiedlichen Lautstärkeempfindungen der Experten, die auch einen Einfluss auf die Angenehmheit haben, kann nur durch die Möglichkeit einer individuellen Wiedergabelautstärke Rechnung getragen werden. Dies könnte durch den Einbau eines Lautstärkereglers, z.B. durch einen Stellwiderstand im Signalweg der Lautsprecher ermöglicht werden.

Die Wiedergabelautstärke hat somit einen starken Einfluss darauf, ob das zusätzlich eingespielte Geräusch eher eine energetische oder mentale Maskierwirkung hat.

Abschließend sei hier noch anzumerken, dass quantitative Forschung durch drei zentrale Gütekriterien bestimmt ist. Diese sind Objektivität, Reliabilität und Validität. Sie gelten prinzipiell für die akustischen Messungen und können in dieser Arbeit, um sie auch auf die qualitativen Expertenbeurteilungen anwendbar zu machen, so formuliert werden, dass

- die Objektivität der Expertenbefragungen soweit angenommen werden kann, dass davon ausgegangen wird, dass die Experten die Realität so abgebildet haben, wie sie zum Zeitpunkt der Befragung vorlag, auch wenn sie auf den subjektiven Bewertungen der Realität durch die Experten beruht,
- die Reliabilität soweit gewährleistet werden kann, dass die Wiederholung dieser Expertenbefragungen unter gleichen Bedingungen tendenziell ähnliche Ergebnisse ergeben würden,
- die Validität sich nur auf die Gruppe der Experten bezieht, grundsätzliche Ergebnisse der Expertenbefragungen jedoch auch für andere Nutzer der Audioislands gelten sollten.

Es stellt sich nun die Frage, ob diese strengen Gütekriterien überhaupt zwingend für die Expertenbefragungen gelten müssen und sinnvoll sind, da in dieser Untersuchung jeder Experte die akustischen Situationen so bewertet hat, wie er bzw. sie sie subjektiv in der Realität empfunden hat, so als ob diese drei Kriterien der quantitativen Forschung für die qualitative Forschung nicht relevant wären (vgl. Steinke 2000, S. 319 f., S. 322 f.).

Es hat sich gezeigt, dass z.B. keine Einigkeit zwischen den Experten bestand, als wie laut das jeweilige Soundscape ohne zusätzliche Geräusche empfunden wurde, was die Subjektivität dieser Empfindung ausdrückt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass je lauter ein Experte die Situationen empfunden hat, desto tendenziell unangenehmer die jeweiligen Situationen bewertet wurden. Es ist jedoch fraglich, ob für die Empfindung der Angenehmheit strenge Kriterien wie Reliabilität und Validität gelten können, da es sich um eine menschliche Empfindung handelt, die in gewissen Grenzen schwankt.

Ein Gütekriterium für die qualitative Expertenbewertung sollte zumindest eine vollständige Dokumentation des Prozesses der Evaluation sein (vgl. Steinke 2000, S. 324 f.).

Die technische Messung zu dem jeweiligen Soundscape ergibt z.B. einen Schalldruckpegel oder auch den sone-Wert der Lautheit oder, in Abhängigkeit von der Zeit, einen Verlauf. Es ist sinnvoll diese Werte zu verwenden, um verschiedene Soundscapes miteinander zu vergleichen. Sollten jedoch im jeweiligen Soundscape Extremwerte auftreten, die dann auch in den Expertenbewertungen direkt zu erkennen sind, wie z.B. bei der hohen empfundenen Lautstärke in den Audioringen bei zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch. Für die technischen Messungen ist es sinnvoll, dass die drei Kriterien gelten, denn somit können sie eine Hilfestellung zur Erklärung der von den Experten

getroffenen Aussagen sein.

Insgesamt ist zu erkennen, dass die neuen technischen Einrichtungen der Audioislands auf dem Nauener Platz eine sinnvolle Einrichtung zur akustischen Beeinflussung des jeweiligen Soundscapes sind. Jedoch konnten nicht alle Einflussmöglichkeiten bewertet werden und es hat sich gezeigt, dass Projekte wie diese einer noch besseren Abstimmung bedürfen. Daraus lässt sich für zukünftige Planungen lernen.

Literaturverzeichnis

Literatur

Acloque, Viviane: Untersuchungen zur Validierung der Konzeption des Nauener Platzes in Berlin. Masterarbeit TU Berlin 2010, unveröffentlicht

Borz, Jürgen; Döring, Nicola: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 4. Auflage. Heidelberg: Springer Medizin Verlag 2006

Dudel, Konstantin: Umwelt-Sound-Design - Beeinflussung der Wahrnehmung von Straßenverkehrsgeräuschen durch Kombination mit subjektiv angenehmen Geräuschen. Magisterarbeit TU Berlin 2009, unveröffentlicht

Ellermeier, Wolfgang; Hellbrück, Jürgen: Hören – Psychoakustik – Audiologie. In Weinzierl, Stefan (Hrsg.): Handbuch der Audiotechnik. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag 2008, S. 41-85

Genuit, Klaus; Sottek, Roland: Das menschliche Gehör und Grundlagen der Psychoakustik. In Genuit, Klaus (Hrsg.): Sound-Engineering im Automobilbereich, Methoden zur Messung und Auswertung von Geräuschen und Schwingungen. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag 2010, S. 39-88

Kelle, Udo; Erzberger, Christian: Qualitative und quantitative Methoden: kein Gegensatz. In Flick, Uwe; von Kardorff, Ernst; Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung – Ein Handbuch. Reinbeck: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH 2000, S. 299-308

Schafer, Richard Murray: Klang und Krach – Eine Kulturgeschichte des Hörens. Frankfurt am Main: Athenäum Verlag GmbH 1988

Schulte-Fortkamp, Brigitte: Abschlussbericht Modul 8: Soundscapes und Klang im ExWoSt Modellvorhaben "Innovationen für familien- und altengerechte Stadtquartiere", Themenschwerpunkt B „Gestaltung urbaner Freiräume“, 2009 ,unveröffentlicht

Schulte-Fortkamp, Brigitte: The tuning of noise pollution with respect to the expertise of people’s mind. Internoise 2010

Steinke, Ines: Gütekriterien qualitativer Forschung. In Flick, Uwe; von Kardorff, Ernst; Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung – Ein Handbuch. Reinbeck: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH 2000, S. 319-331

Zwicker, Eberhard: Psychoakustik. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag 1982

Normen und Richtlinien

DIN 45631/A1 In Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): Berechnung des Lautstärkepegels und der Lautheit aus dem Geräuschspektrum – Verfahren nach E. Zwicker – Änderung 1: Berechnung der Lautheit zeitvarianter Geräusche, Berlin: Beuth Verlag 2010

DIN 45642 In Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): Messung von Verkehrsgeräuschen, Berlin: Beuth Verlag 2004

DIN 45681 In Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen, Berlin: Beuth Verlag 2002

DIN 45692 In Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): Messtechnische Simulation der Hörempfindung Schärfe, Berlin: Beuth Verlag 2009

RLS-90 In Der Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 1990.

Internet

Bezirksamt Mitte / Amt für Umwelt und Natur (2010): Modellvorhaben "Nauener Platz - Umgestaltung für Jung und Alt". Letzte Aktualisierung: 19.01.2010. URL: http://www.berlin.de/ba-mitte/org/spielplatzplanung/nauener_platz.html

Bezirksamt Mitte / Geschichte des Bezirks Mitte (2011) Letzte Aktualisierung: 06.01.2011. URL: http://www.berlin.de/ba-mitte/bezirk/geschichte/

HEAD acoustics (2011): Application Note: „Binaural Messen, Auswerten und Wiedergeben“ Letzte Aktualisierung: 16.03.2011. URL: http://www.head-acoustics.de/downloads/de/application_notes/Entzerrung_01_11d.pdf

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung / Geoportal Berlin FIS-Broker (2009): Ausländeranteil 2009 (LOR). URL: http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung / Geoportal Berlin FIS-Broker (2009): Arbeitslosenanteil 2009 (LOR). URL: http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung / Natur + Grün (2009): Nauener Platz - Umgestaltung für Jung und Alt. Letzte Aktualisierung: September 2009. URL: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/kinderspielplaetze/de/spielplaetze/mitte/nauener_platz/index.shtml

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung / Geoportal Berlin FIS-Broker (2010): Digitale farbige Orthophotos 2010 (DOP20RGB). URL: http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild des Nauener Platzes mit eingezeichneten geografischen Grenzen (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010).....2
Abbildung 2: sone-Skala der Lautheit; gestrichelte Linie: Berücksichtigung größerer Steilheit bei niedrigen Schallpegeln (Ellermeier; Hellbrück 2008, S. 60).....5
Abbildung 3: Kurven gleicher Lautstärke für das ebene Schallfeld (Zwicker 1982: S. 74)..6
Abbildung 4: drei Klassen temporärer Verdeckung und die Intensität des Nutzsignales, die mindestens erreicht werden muss, um nicht mehr maskiert zu werden (Genuit; Sottek 2010, S. 58).....7
Abbildung 5: Mithörschwelle LT verdeckt durch Schmalbandrauschen der Mittenfrequenz 1 kHz mit verschiedenen Schalldruckpegeln LG (Genuit; Sottek 2010, S. 60) 8
Abbildung 6: Mithörschwelle LT, verdeckt durch 200 Hz-Töne, die aus den ersten 10 harmonischen mit je 40 dB/Ton bzw. 60 dB/Ton bestehen, als Funktion der Testtonfrequenz fT (Zwicker 1982: S. 45).....9
Abbildung 7: Frequenzgruppenpegel LG und gewichtete Spezifische Lautheit N' g in Abhängigkeit von den Frequenzgruppen z (Zwicker 1982, S. 149).....10
Abbildung 8: Ohrenbänke und Gabionenwand mit Sitzmöglichkeiten im Kleinkinderspielplatzbereich, Audioring im Bereich des 'Rosengartens'.....13
Abbildung 9: Waldvogel-Soundfile 128 kbit/s mp3-kodiert.....14
Abbildung 10: Kiesstrand-Soundfile 128 kbit/s mp3-kodiert.....14
Abbildung 11: bei den Befragungen verwendete Rating-Skala.....17
Abbildung 12: empfundene Lautstärke versus empfundene Angenehmheit ohne zusätzlich eingespielte Geräusche (die Werte x;y=4;3 und x;y=2;4 wurden doppelt genannt).....18
Abbildung 13: empfundene Lautstärke versus empfundene Angenehmheit mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch.....20
Abbildung 14: empfundene Lautstärke versus empfundene Angenehmheit mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch (die Werte 4/3 und 3/3 wurden doppelt genannt).....21
Abbildung 15: Messpositionen der binauralen Messungen im Spielplatzbereich (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010).....40

Abbildung 16: Messpositionen der binauralen Messungen im Rosengartenbereich (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010).....41
Abbildung 17: Messpositionen der monauralen Messungen im Spielplatzbereich (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010).....43
Abbildung 18: Schalldruckpegel, Messung mit Kunstkopf, gemittelt über 15 Minuten.….44
Abbildung 19: LSW (Gabionen) an der Schulstraße (Höhe 1,40 m), Bank innen, sitzend (1,25 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 39).....46
Abbildung 20: LSW (Gabionen) an der Schulstraße (Höhe 1,40 m), Bank innen, stehend (1,70 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 39).....46
Abbildung 21: LSW (Gabionen) an der Schulstraße (Höhe 1,40 m), Spielplatz 1, spielend (0,80 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 40).....47
Abbildung 22: LSW (Gabionen) an der Schulstraße und einzelne LSWs an der Reinickendorfer Straße (Höhe 1,40 m), Bank innen, sitzend (1,25 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 44).....47
Abbildung 23: LSW (Gabionen) an der Schulstraße und einzelne LSWs an der Reinickendorfer Straße (Höhe 1,40 m), Bank innen, stehend (1,70 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 45).....48
Abbildung 24: LSW (Gabionen) an der Schulstraße und einzelne LSWs an der Reinickendorfer Straße (Höhe 1,40 m), Spielplatz 1, spielend (0,80 m) (Schulte-Fortkamp 2009, S. 45).....48
Abbildung 25: Ausschnitt auf dem Nauener Platz, zusätzliche Gabionen an der Schulstraße und an der Reinickendorfer Straße, Höhe 1,40 m, Berechnungshöhe: 1,25 m, (Schulte-Fortkamp 2009, S. 35).....49
Abbildung 26: Binaurale Messungen an der Gabionenwand, Messposition 1, 2 und 3, Oktav-Luftschalldruckpegel (A).....50
Abbildung 27: Messposition 1, FFT über Zeit, A Bewertung.....51
Abbildung 28: Binaurale Messungen an der Gabionenwand, Messposition 1, mit und ohne Flugverkehr, Oktav-Luftschalldruckpegel (A).....51
Abbildung 29: Monaurale Messungen an der Gabionenwand, Messposition a, b, c und d, Oktav-Luftschalldruckpegel (A).....52
Abbildung 30: Messposition a, FFT über Zeit, A Bewertung.....53
Abbildung 31: Monaurale Messungen an der Gabionenwand mit Anwesenheit von Kleinkindern, Messposition a, b, c und d, Oktav-Luftschalldruckpegel (A) 54

Abbildung 32: Monaurale Messungen an und in den Ohrenbänken, Messposition e, f, g und h, Terz-Luftschalldruckpegel (A).....55
Abbildung 33: Differenz der Schalldruck-Terzpegel von Messung g und h.....55
Abbildung 34: Differenz der Schalldruck-Terzpegel von Messung e und f.....56
Abbildung 35: binaurale Messung, südliche Ohrenbank, Messort 4, ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit.....57
Abbildung 36: binaurale Messung, südliche Ohrenbank, Messort 4, mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit.....58
Abbildung 37: binaurale Messung, mittlere Ohrenbank, Messort 5, mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit.....59
Abbildung 38: binaurale Messung, nördlicher Audioring, Messort 10, ohne zusätzlich eingespieltes Geräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit.....62
Abbildung 39: binaurale Messung, nördlicher Audioring, Messort 10, mit zusätzlich eingespieltem Kiesstrandgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit.....63
Abbildung 40: binaurale Messung, südlicher Audioring, Messort 8, mit zusätzlich eingespieltem Waldvogelgeräusch, FFT (A), Schalldruck-Terzpegel (A), Schalldruckpegel (A), Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Schwankungsstärke, Tonalität jeweils über Zeit.....64
Abbildung 41: Waldvogel-Soundfile,128 kbit/s mp3-kodiert, Schalldruckpegel über Zeit.67
Abbildung 42: Kiesstrand-Soundfile,128 kbit/s mp3-kodiert, Schalldruckpegel über Zeit.68
Abbildung 43: Rosengarten, Messort 13, FFT, A-bewertet.....69
Abbildung 44: Ohrenbank, Messort 4, Flug- und Straßenverkehrsgeräusche, FFT, A-bewertet.....70
Abbildung 45: Ohrenbank, Messort 4, Flug- und Straßenverkehrsgeräusche, FFT,

linear/unbewertet.....71
Abbildung 46: Ohrenbank mit Waldvogelgeräusch, Messort 5, FFT, A-bewertet.....72
Abbildung 47: Audioring mit Waldvogelgeräusch, Messort 8, FFT, A-bewertet.....73
Abbildung 48: Ohrenbank mit Kiesstrandgeräusch, Messort 4, FFT, A-bewertet.....73
Abbildung 49: Audioring mit Kiesstrandgeräusch, Messort 10, FFT, A-bewertet.....74

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gruppen der lokalen und neuen Experten.....16
Tabelle 2: Messpositionen der binauralen Messungen.....39
Tabelle 3: verwendete Mikrofonvorverstärker und Mikrofonkapseln.....42
Tabelle 4: Messpositionen der monauralen Messungen.....42
Tabelle 5: Anzahl der Fahrzeuge,von 15 Minuten Zählung extrapoliert auf eine Stunde....45