

**Fachgutachten zur**  
**Wirkung von Straßenlärm auf**  
**die Sprachakustik und das auditive System**  
**des Wachtelkönigs**



DI Dr. Dieter Schmidradler  
Freischaffender Wissenschaftler

St. Pölten, 8. Februar 2021

# Dokumentenhistorie

Datum	Änderungen
4. Februar 2021	Kurzfristig verfasste Erstausgabe für pünktliche Stellungnahme an den Verwaltungsgerichtshof
8. Februar 2021	<ul style="list-style-type: none"><li>• Detailkorrektur Rechtschreibung, Grammatik und Formatierung</li><li>• Aufgabenstellung: ergänzender Verweis auf S 34</li><li>• Kapitel „Funktion von Kulissen und Bäumen“: Richtigstellung 20 statt 2 Impulse Zeitverzögerung</li><li>• Kapitel „Wirksamkeit lärmindernder Fahrbahnbeläge, insbesondere lärmindernder Splittmastixasphalt“: ergänzender Hinweis auf [Garniel], Abb. 40</li><li>• Verweise: Verweis zu [Bam] ergänzt</li></ul>

## Aufgabenstellung

Laut bisherigem Verfahrens- und Wissensstand bedeutet eine Lärmbelastung mit einem äquivalenten Lärmpegel von 45dB(A) für Wachtelkönige eine vollständige Aufgabe des Brutgebiets [Frühauf].

Anknüpfend an die seit 2007 unaufgeklärte Feststellung von [Pollheimer] soll in diesem Gutachten die wichtige weitere Frage beantwortet werden, weshalb es auch dann zum teilweisen bzw. totalen Habitatsverlust für den Wachtelkönig kommt, wenn die dB(A) bewertete Grenzisophone an gewissen Standorten deutlich unterhalb von 45dB(A) liegt.

Anhand erhobener Grundlagen soll eine fachliche Beurteilung erfolgen, wodurch ein solcher Habitatsverlust zustande kommen kann und inwieweit im konkreten Fall S 34 [Asfinag] das Risiko eines totalen Habitatsverlustes besteht.

# Quellennachweis zu den verwendeten Tondokumenten

Für nachstehende Analysen des Vogelrufs wurde folgende nach CC BY-NC-SA 4.0 Bedingungen nutzbare Audiodatei verwendet:

Quelle	<a href="https://www.xeno-canto.org/590425">https://www.xeno-canto.org/590425</a>
Aufzeichner	Frode Falkenberg
Aufnahmeort	Øy garden, Vestland, 60°41'21.5"N 4°44'34.1"E
Aufnahmezeit	2020-05-20, 1:30

Für die Bewertung der Eigenschaften von Straßenlärm wurde folgende für die nicht-kommerzielle Nutzung freigegebene Audiodatei von [www.salamisound.de](http://www.salamisound.de) verwendet.

Quelle	<a href="https://www.salamisound.de/1020070-autobahn-ohne">https://www.salamisound.de/1020070-autobahn-ohne</a>
Publisher	Sebastian Karpp
Aufnahmeort	Autobahn, ohne Fahrbahnschäden, Aufnahme vom Rastplatz aus, ca. 20 Meter von der Fahrbahn entfernt.
Veröffentlicht	2011

## Verwendete Analysewerkzeuge

- Zur Auswertung und Visualisierung wurde das Klangbearbeitungsprogramm Audacity in der Version 2.4.2 genutzt.
- Die Berechnung der wellenlängenabhängigen Dämpfungswerte erfolgte mit dem Online-Rechner <http://www.sengpielaudio.com/Rechner-luft.htm>
- Die Berechnung verkehrsabhängiger Schallpegel erfolgte mit dem Online-Rechner <https://www.laerminfo.at/laermrechner.html>

# Grundlagenerhebung zum Balz- und Revierruf

Der Wachtelkönig ist ein Bodenbrüter. Der hier diskutierte Balz- und Revierruf ist nur ein kleiner Teil des vielfältigen Sprachrepertoires des Wachtelkönigs (s.a. [Schäffer], [Fangrath]).

Dieses Gutachten widmet sich der Fragestellung, auf welche akustischen Umgebungsbedingungen Wachtelkönig-Männchen angewiesen sind, um mit ihrem Ruf erst später aus Afrika einfliegende Wachtelkönig-Weibchen erfolgreich an ihren Standort locken zu können.

Der Ruf des Wachtelkönigs wird in [Garniel] mit einem Schallpegel von 110dB SPL bei 0,3m Distanz angegeben. Allerdings betonte der Autor der in diesem Dokument zitierten Quelle [Schäffer] auf Rückfrage, dass die Schalldruckmessung nur eine anekdotenhafte Angelegenheit war und nicht systematisch durchgeführt wurde.

Die Feldforschung berichtet übereinstimmend von der Angewohnheit des Wachtelkönig-Männchens, während seiner Rufe eine wohldefinierte relative Position zu bestimmten Strukturmerkmalen in der Landschaft zu suchen und benennt sogar eine bevorzugte Standortwahl im Bereich von 34m Abstand zu Bäumen [Budka]. Die genaue Ursache für dieses Verhalten ist bis dato ungeklärt.

Trotz eines ausgeprägten Revierverhaltens muss sich der Vogel zu Rufgruppen zusammenschließen, um die notwendigen Rufreichweiten zur Anlockung entfernter Weibchen zu erzielen.

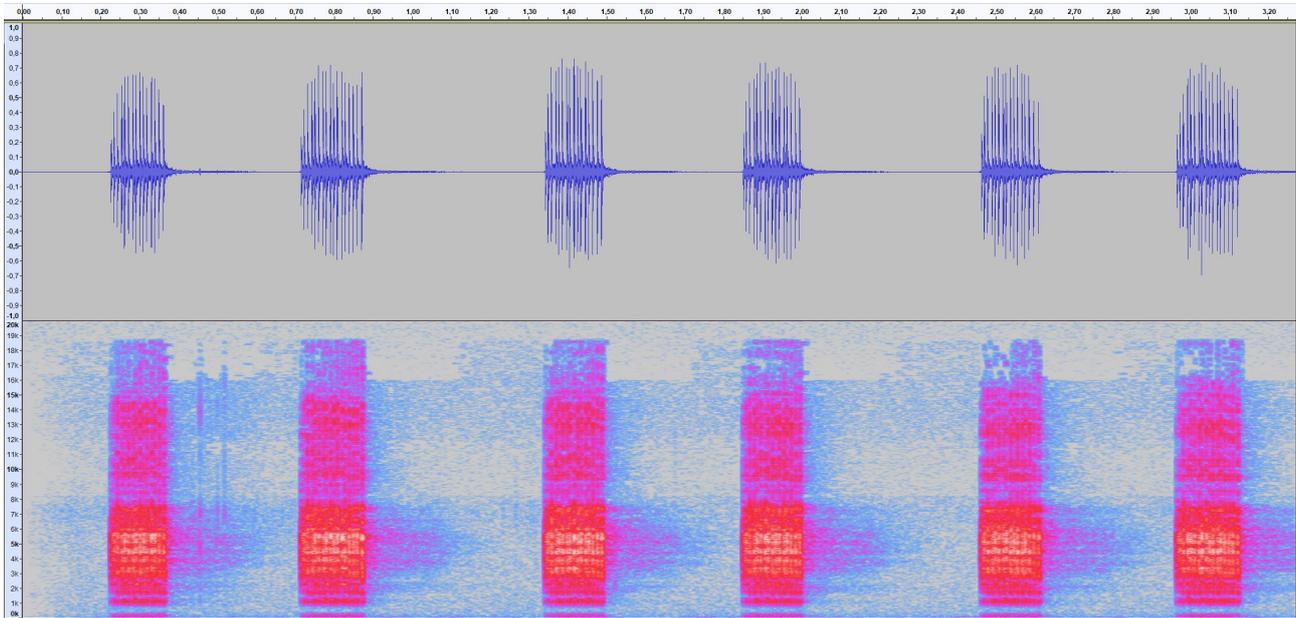
Auch für das menschliche Gehör ist der Ruf des Wachtelkönigs über Distanzen von über 1km akustisch gut wahrnehmbar [Frommolt], [Schäffer].

[Beason] belegt, dass die Erfassung der speziesabhängigen Frequenzbereiche von Vögeln spätestens seit den 1930er Jahren zum Stand der Wissenschaft und Technik gehört. Insbesondere ist auch längst klar, dass gemäß der in dort angegebenen Quellen z.B. die Taube tieffrequenten Schall bis hin zum Infraschall wahrnehmen kann und andere Vogelarten wie etwa der Buchfink wiederum Ultraschall.

Um die spezifische Sensibilität des Wachtelkönigs gegenüber Lärm angemessen beurteilen zu können, ist daher die Erhebung des für den Ruf genutzten Frequenzbereichs unabdingbar.

Zum bekannten Stand der Technik und Wissenschaft zählt insbesondere auch die Methode, die Lärmimission auf anhand einer auf das Tier angepassten Empfindlichkeits- bzw. Schallbewertungskurven zu bestimmen. Dies gilt im Besonderen bei gefährdeten Arten oder Arten mit besonderen Habitatsansprüchen (vgl. [Garniel] auf Seite 114), beides trifft auf den Wachtelkönig zweifellos zu.

## Bewertung im Zeit- und Frequenzbereich



**Bild 1:** Wellenform und Spektrogramm: der Ruf des Wachtelkönigs erstreckt sich über einen Frequenzbereich von unter ca. 20Hz bis ca. 18,8kHz.

Der Balz- und Revierruf des Wachtelkönig-Männchens ist in der Literatur ausführlich beschrieben [Rek]. Jeder Doppelfruf besteht aus (ca.)  $2 \times 16$  Impulsen. Der Vogel nutzt diesen Ruf sowohl tagsüber als auch nachts [Schäffer]. Vor allem während der Nacht wird der Ruf oft stundenlang wiederholt, um Weibchen anzulocken.

Es ist bekannt, dass einzeln rufende Wachtelkönige eine deutlich geringere Chance haben, ein Weibchen anzulocken, d.h. ein einzelner Vogel dürfte mit seiner Ruflautstärke die prinzipiellen physischen Grenzen weitestgehend am Ende seiner Möglichkeiten stehen.

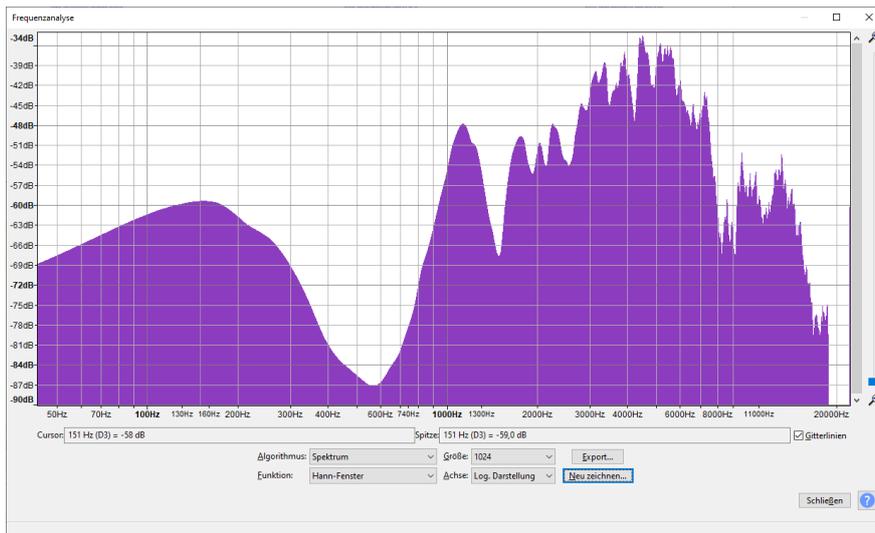
Im Bereich unter 500 Hz offenbart sich in Bild 1 etwas sehr Bemerkenswertes: der Vogel erzeugt ein signifikantes niederfrequentes Signal.

Tiefe Frequenzanteile haben u.a. den Vorteil, dass besonders hohe Entfernungen überbrückt werden können.

Die Frequenzanalyse belegt eine charakteristischen Bass-Stimme im Frequenzbereich jedenfalls deutlich unter 40Hz bis 500Hz, Träger dieses als „Basisband“ interpretierbaren Stimmanteils ist die vorgenannte Impulsfolge in den Rufen.

## Lockruf

[Schäffer] hat bereits 1997 die Fähigkeit des Vogels, besonders niederfrequente Rufe zu erzeugen, dokumentiert: Bei der Abgabe des sogenannten „Lockrufes“ hält der Wachtelkönig den Schnabel geschlossen, was darauf hindeutet, dass der Spektralanteil oberhalb von 500Hz weiterhin zur Erzeugung des tiefen Tons genutzt wird, er aber die höherfrequenten Signalanteile im wahrsten Sinne des Wortes „verschluckt“. Der Ruf dient der genannten Literaturquelle zufolge dazu, das Weibchen auf die vom Männchen gebauten Rohnester zu locken.



**Bild 2:** Kräftige Bass-Stimme des Wachtelkönigs mit einem ausgeprägten Maximum bei etwa 150Hz.

## Funktion von Kulissen und Bäumen

Die seltsame Eigenheit des Wachtelkönigs, sich bei seinem Ruf eine genaue Relation zu seiner Umgebung auszusuchen, wurde auch mit wissenschaftlicher Genauigkeit bestätigt [Budka]. Eine Erklärung, welcher Zweck hinter dem Treiben stecken könnte, wurde bisher noch nicht gefunden.

Es liegt nahe, die Relation des Abstandes in Relation zum Zeitsignal des Rufes zu setzen.

Die bevorzugte Distanz von durchschnittlich  $d=34\text{m}$  z.B. von einem Baum bedeutet, dass ein z.B. vom Baumstamm reflektiertes Signal mit folgender Verzögerung vom Rufer wahrgenommen wird:

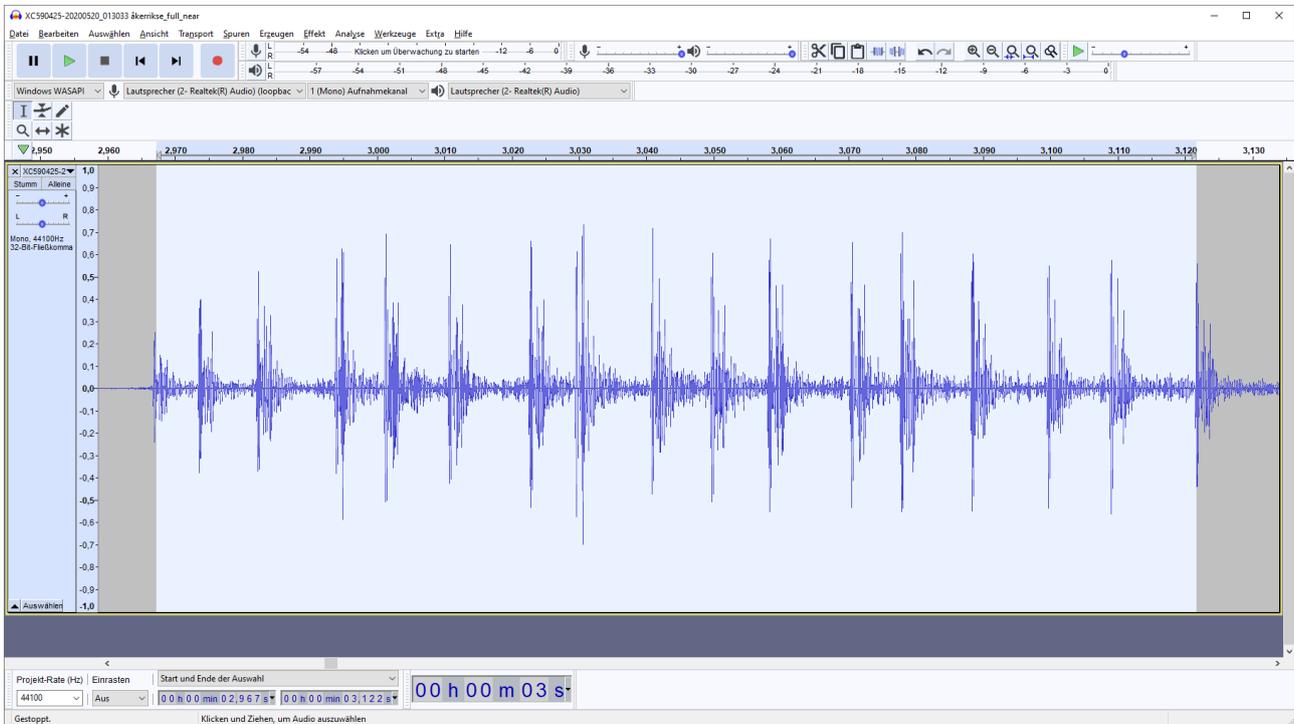
$$\Delta t = 2 \cdot d / c_{\text{Luft}} = 2 \cdot 34\text{m} / 340\text{m/s} = 0,2\text{s}$$

Davon ausgehend besteht aller Grund zur Annahme, dass der Vogel folgende Strategie verfolgt:

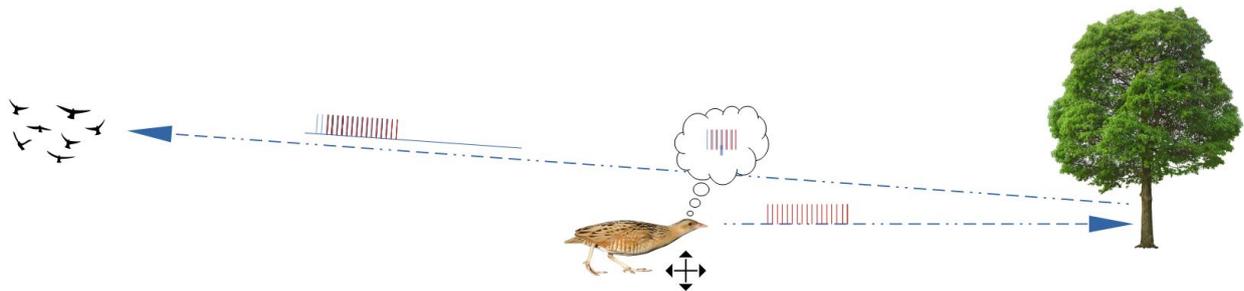
- Der Vogel versucht, die Oberflächenbeschaffenheit von Baum oder Kulisse zu nutzen, um eine Überlagerung von Ruf und reflektiertem Signal in genau einer bestimmten Richtung zu bewirken. Dazu muss er seine Position nach Beginn seiner Ruffolge so anpassen, dass er selbst die bestmögliche Überlagerung wahrnimmt.
- Laut Zeitdiagramm stellt er eine um etwa 20 Impulse zeitversetzte Überlagerung seines Rufes mit dem reflektierten Signal her.

- Mittels eines so generierten abweichenden Codes genau in der Flucht zwischen Kulisse und Vogel eine klare Zusatzbotschaft im Ruf enthalten, die es dem Weibchen nach Aufnahme der Fährte ermöglicht, punktgenau auf den Rufer zuzufliegen.

Bäume und Büsche haben bei günstiger Beschaffenheit den weiteren Vorteil [Späh], den Schall gezielt in jener Richtung zu verstärken, aus der die Weibchen erwartet werden.



**Bild 3:** Die mittlere Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsen beträgt etwa 10ms.



**Bild 4:** Wachtelkönig nutzt Kulisse/Baum für die Anbringung einer genauen Absenderadresse

## **Unterschiedliche Richtcharakteristik Träger - Basisband**

Aus dem tiefen Frequenzbereich selbst, sowie vorangegangenen Ausführungen zum Lockruf des Wachtelkönigs geht hervor, dass die Schallabgabe des Basisbandes nicht über den Schnabel, sondern über den Körper erfolgt. Dies bedeutet, dass die Ausbreitungscharakteristik vom höherfrequenten Rufspektrum entkoppelt von der Ausbreitungscharakteristik des niederfrequenten Tons ist.

Es ist davon auszugehen, dass der Vogel aufgrund seiner Anatomie in der Lage ist, den niederfrequenten Ton in einer ausgeprägten Vorzugsrichtung abzugeben und dadurch einen maßgeblichen Gewinn bei der Schallübertragung zu erzielen. Dies könne der Schlüssel für eine besonders hohe Reichweite insbesondere im niederfrequenten Bereich sein.

## **Ergebnis der Grundlagenerhebung**

- Der Balz- und Revierruf des Wachtelkönigs umfasst einen Frequenzbereich von etwa 20Hz bis 18,8kHz.
- Die Erzeugung seines signifikanten Schallspektrums unterhalb von 500Hz gelingt mittels der gepulsten Signale, indem die ca. 16 innerhalb von etwa 150ms abgegebenen Impulse gleichzeitig als Träger für die langwelligen Frequenzen genutzt werden.
- Der niederfrequente Signalanteil ist keineswegs als Störung zu sehen, sondern ein faszinierender Trick der Natur dieses Vogels und ein entscheidendes Hilfsmittel, um Weibchen erfolgreich aus großer Distanz anzulocken.
- Der mit geschlossenem Schnabel vorgetragene Lockruf des Wachtelkönigs korrespondiert mit dem niederfrequenten Anteil des Balz- und Revierrufs.
- Zweifellos verfügt das Weibchen über ein korrespondierendes Hörvermögen im niederfrequenten Spektralbereich.
- Der Vogel codiert in definierter Richtung eine zusätzliche Botschaft in den Ruf, um dem Weibchen einen zielgenauen Anflug zu ermöglichen.
- Wie im Rahmen der späteren Ausführungen zur Schallausbreitung in Luft ausgeführt wird, muss der Wachtelkönig eine deutlich lautere Stimme haben, als bisher angenommen.

# Grundlagenerhebung zum Hörvermögen

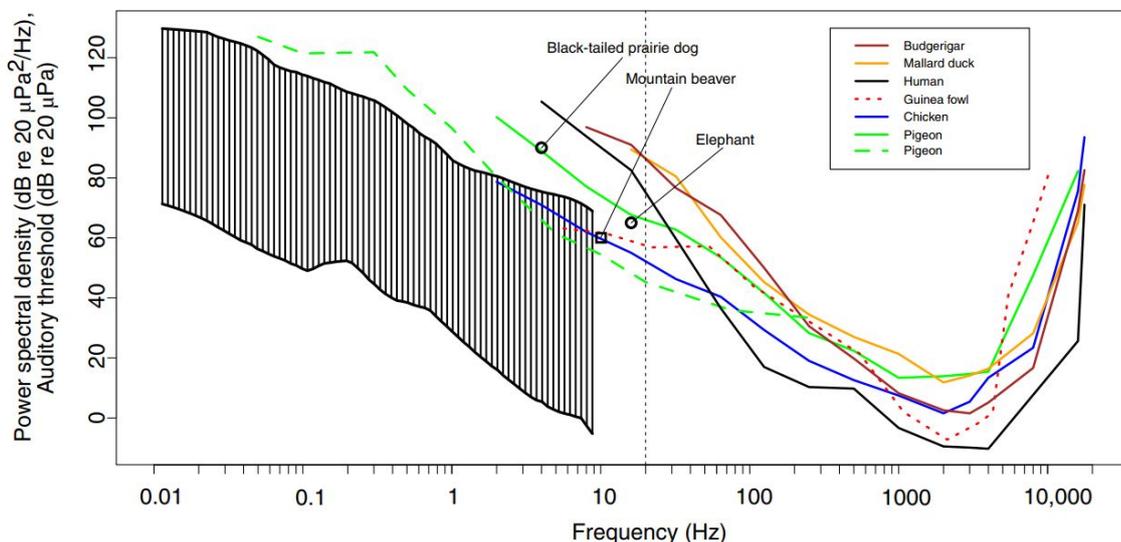
Für bisweilen 11 Vogelarten wurde unterhalb von 250Hz ein Hörvermögen nachgewiesen [Heffner], für den Wachtelkönig liegen gemäß selbst durchgeführter Recherche noch keine Untersuchungen vor.

Der ausschließlich im niederfrequenten Bereich mit einer Schwerpunktwellenlänge bei ca. 150Hz vorgetragene Lockruf des Wachtelkönigs belegt, dass dieser niederfrequente Ruf tatsächlich an das Weibchen gerichtet ist (Heranlocken von Weibchen an die gebauten Nestplattformen). Demnach steht außer Zweifel, dass der Wachtelkönig - wie auch die 11 bereits dokumentierten Vogelarten - ein ausgeprägtes Hörvermögen im Frequenzbereich unterhalb von 250Hz haben muss.

Für Tauben (*Columba live*) ist die Wahrnehmung von Infraschall bis 0,05Hz nachgewiesen [Kreithen], bei Hühnern (*Gallus gallus*) bis 2Hz [Hill]. Beide Arten verfügen bei Schallfrequenzen unterhalb von 50Hz ein dem Menschen deutlich überlegenes Hörvermögen.

Selbst in aktuellen wissenschaftlichen Publikationen zum vorliegenden Fachgebiet wird eingeräumt, dass sowohl der Zweck als auch die Funktionsweise des Hörapparats noch weitestgehend unerforscht ist [Zeyl et al.].

Jeffrey N. Zeyl et al.



**Bild 5:** Bildzitat aus [Zeyl]: exzellentes Hörvermögen von Taube, Haushuhn und Perlhuhn im Infraschallbereich, dem Sprachvermögen zufolge sollte es um den Wachtelkönig nicht viel anders bestellt sein. Die Empfindlichkeitskurven sind so ausgelegt, dass die Hörschwellen oberhalb der erwartbaren Lärmverschmutzung (schwarz markierter Bereich) liegen.

## Ergebnis der Grundlagenerhebung zum Hörvermögen

- Für die bisher erforschten Arten mit ausgeprägtem Hörvermögen gibt es keine Hinweise auf eine korrespondierende Fähigkeit zur Artikulation von Ruflauten in diesem niedrigen Frequenzbereich.
- Der Wachtelkönig dürfte der Recherche nach der einzige Vogel sein, der die nachweisliche Fähigkeit besitzt, mit seinem Ruf in diesem Frequenzbereich einen signifikanten Geräuschpegel zu erzeugen.
- Nachdem das Sprachrepertoire des Wachtelkönigs auch eine ausschließliche Erzeugung des niederfrequenten Rufes als „Lockruf“ umfasst, besteht kein Zweifel, dass der Wachtelkönig über ein auf den niederfrequenten Ruf exzellent abgestimmtes Hörvermögen besitzt.
- Der Verfasser hat mit einer an Bild 5 angelehnten charakteristischen Hörempfindlichkeitskurve für den Wachtelkönig Untersuchungen angestellt, wie eine Kommunikation mit dem niederfrequenten Signal über deutlich weitere Strecken als bisher angenommen funktionieren kann. Da dazu keinerlei Forschungsergebnisse für das konkrete Tier vorliegen und keine Belege für die Richtigkeit der konkret angesetzten Hörkurve existieren, verzichtet der Verfasser auf die diesbezüglich angestellten Modellbetrachtungen.
- Gemäß Bild 5 stellt für Vögel mit ausgeprägtem Hörvermögen im tieffrequenten Bereich die Verlärmung in diesem Frequenzbereich ein zentrales Problem dar.

# Grundlagenerhebung zur Rufausbreitung in Luft

Angesetzt werden für die hier nachstehend angestellten Betrachtungen eine vereinfachte

- Abnahme des Pegels einer punktförmigen Schallquelle: -6dB/Distanzverdoppelung
- Frequenzabhängige Luftdämpfung für 10°C und 70% Luftfeuchtigkeit

## Frequenzabhängige Dämpfung in Luft

Für eine Umgebungstemperatur von 10°C und 70% Luftfeuchtigkeit wurden für ausgewählte Frequenzen die Dämpfungswerte ermittelt:

f[Hz]	10	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	20000
Dämpfung [dB/km]	0	0,1	0,4	1	1,9	3,7	9,7	32,8	117	370	510

*Dämpfung in Luft (Luftdämpfung) bei Lufttemperatur 10°C und Luftfeuchtigkeit 70%*

Für unterschiedliche Distanzen ergeben sich unterschiedliche Filter, die in der Modellbildung durch lineare Interpolation zwischen den oben angeführten Referenzpunkten angenähert wurden.

f[Hz] → Distanz[km] ↓	10	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	20000
0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0,1	0,4	1	1,9	3,7	9,7	32,8	117	∞	∞
1,5	0	0,15	0,6	1,5	2,85	5,55	14,55	49,2	175	∞	∞
2	0	0,2	0,8	2	3,8	7,4	19,4	65,6	234	∞	∞
5	0	0,5	2	5	9,5	18,5	48,5	164	585	∞	∞
10	0	1	4	10	19	37	97	328	∞	∞	∞
20	0	2	8	20	38	74	194	∞	∞	∞	∞

*Filtertabelle mit frequenzabhängiger Absorption [dB] für unterschiedliche Entfernungen*

Die entfernungsabhängige Gesamtdämpfung setzt sich zusammen aus der wellenlängenabhängigen Luftdämpfung und einer rein entfernungsabhängigen Dämpfung.

Es kommt lt. Modellbildung zu nachstehender Abnahme von Schalldruckpegel und Peak-Frequenz:

Distanz [km]	0,001	1	1,5	2	5	10	20
Luftdämpfung [dB]	0	27	32	35	44	49	53
Entfernungsdämpfung [dB]	0	60	63,5	66	74	80	86
<b>Gesamtdämpfung [dB]</b>	<b>0</b>	<b>87</b>	<b>95,5</b>	<b>101</b>	<b>118</b>	<b>129</b>	<b>139</b>
<b>f<sub>Peak</sub> [Hz]</b>	<b>4500</b>	<b>1130</b>	<b>1130</b>	<b>1120</b>	<b>137</b>	<b>120</b>	<b>100</b>

### Spitzen-Schalldruckpegel des Wachtelkönig-Rufs

Die bis heute genannte Ruflautstärke des Wachtelkönigs beträgt 110dB SPL bei 0,3m Distanz bezieht sich auf [Schäffer].

Da der Verfasser nach Analysen im Rahmen der hier vorgestellten Erhebungen auf unauflösbare Widersprüche bei der Modellbildung gestoßen ist, wurde direkte Rücksprache mit dem Urheber gehalten. Dieser führte laut eigenen Angaben die Schalldruckmessung nur als anekdotenhafte Angelegenheit durch.

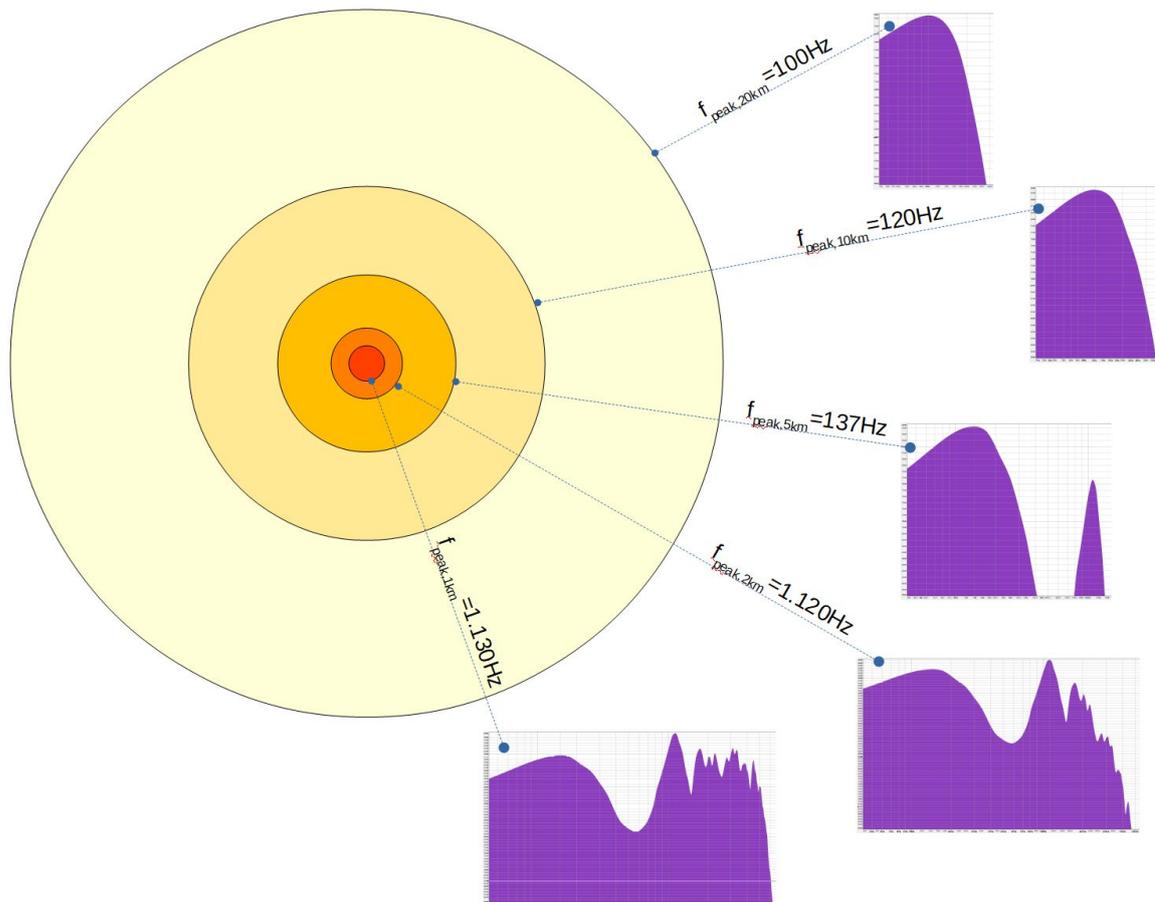
Aus der Wellenform des Rufes geht hervor, dass die nur kurz dauernden Spitzenschallpegel, die für die Informationsübertragung relevant sind, beim Signalpegel eines normgemäß über einen definierten Zeitraum integrierenden Standard-Schalldruckmessgerätes überhaupt nicht angemessen abgebildet werden.

Aus der Literatur z.B. [Frommolt] ist bekannt, dass die Rufe des Wachtelkönigs vom Menschen auf Bodenniveau über eine Distanz von einem Kilometer noch deutlich hörbar sind. Die Strecke zwischen Beobachter und Vogel unterliegt aufgrund der Bodenbeschaffenheit im Habitat allerdings überproportionalen Dämpfung, sodass plausiblerweise ohne Umgebungslärm von einer Beobachtungsposition mit direkter Sichtbeziehung (aus der Luft) plausibel auf eine Wahrnehmbarkeit des Rufes in 1500m ausgegangen werden kann.

Unter den gegebenen Annahmen ergibt sich ein **Spitzen-Schalldruckpegel des Wachtelkönigs im Bereich von etwa 125dB SPL auf 1m Entfernung**. Diese Schlussfolgerung erscheint aus technisch wissenschaftlicher Sicht auch im Lichte der erst kürzlich ermittelten Spitzen-Schalldruckpegel beim Einlappenkotinga [Podos] plausibel.

# Rufwahrnehmung durch das Weibchen

Nachstehende Spektrogramme zeigen die spektrale Zusammensetzung des Signals in einer bestimmten Entfernung zwischen dem Weibchen und einem vom Zentrum aus rufendem Männchen: Bei Annäherung aus großer Distanz ist zunächst nur der tieffrequente Signalanteil vorhanden, erst auf sehr kurze Entfernungen ist auch ein maßgeblicher Schallanteil in höheren Frequenzen enthalten.



**Bild 6:** Bei Annäherung ist zunächst nur niederfrequenter Schall im Ruf enthalten.

Der Ruf des Wachtelkönigs kann aufgrund seiner laufenden Zustandsänderung in etwa mit einem blinkenden Licht im Nebel verglichen werden: es wird auch dann noch wahrgenommen, wenn das Geräusch nur minimal über der Wahrnehmungsgrenze des Vogels liegt.

**Sobald jedoch eine dauerhafte Störquelle den Ruf bereits nach kurzer Distanz verschluckt, dann kann das Weibchen das Männchen niemals finden.**

# Grundlagenerhebung zur Wirkung von Straßenlärm auf den Wachtelkönig

[Schimkat] hat bereits 2003 die Vermutung geäußert, dass Verkehrslärm die Ursache dafür sein könnte, dass der Wachtelkönig nicht mehr in der Lage ist, seine Rufe abzusetzen.

Mit dem erbrachten Nachweis, dass mittels niederfrequenter Schallübertragung das Anlocken von Weibchen über größere Distanzen als bisher angenommen möglich sein sollte, erhärtet sich die Vermutung, dass das Verschwinden des Wachtelkönigs in engem Zusammenhang mit der dramatischen Zunahme des Straßenverkehrs stehen könnte.

[Dooling] erweckt den Anschein, als seien Vögel so geschaffen, als könnten sie Straßenlärm wesentlich leichter wegstecken als Menschen. Die angestellten Überlegungen sind in den wesentlichen Punkten wissenschaftlich widerlegt und nicht mehr haltbar.

Insbesondere kann weder eine dB(A) bewertete, noch ein von [Dooling] ins Treffen geführte „Median-Bird-Hearing-Threshold“ (p21, Fig. 4) irgendeine Antwort auf die Frage geben, welche Auswirkungen Straßenlärm auf eine bestimmte Vogelart, im vorliegenden Fall auf den Wachtelkönig, haben kann.

In den vorangegangenen Untersuchungen der physikalischen Eigenschaften des Wachtelkönig-Rufes wurde bereits festgestellt, dass der niederfrequente Bereich ein essenzieller Bestandteil seines kommunikationstechnischen Repertoires ist.

Es ist demnach zu prüfen, wie sich die tatsächliche spektrale Zusammensetzung des Straßenlärms auf die Kommunikationsmöglichkeiten des Vogels auswirken kann.

In [Rek] wurde lediglich die Integrität charakteristischer Merkmale in Bezug auf das Revierverhalten vor Ort untersucht.

Nun wurde nachgewiesen, dass mit zunehmender Entfernung höherfrequente Signalanteile verlorengehen. Um das rufende Männchen aus größerer Entfernung wahrzunehmen, ist das Weibchen vor allem auf hinreichend niedrige Umgebungsgeräusche im niedrigen Frequenzbereich angewiesen.

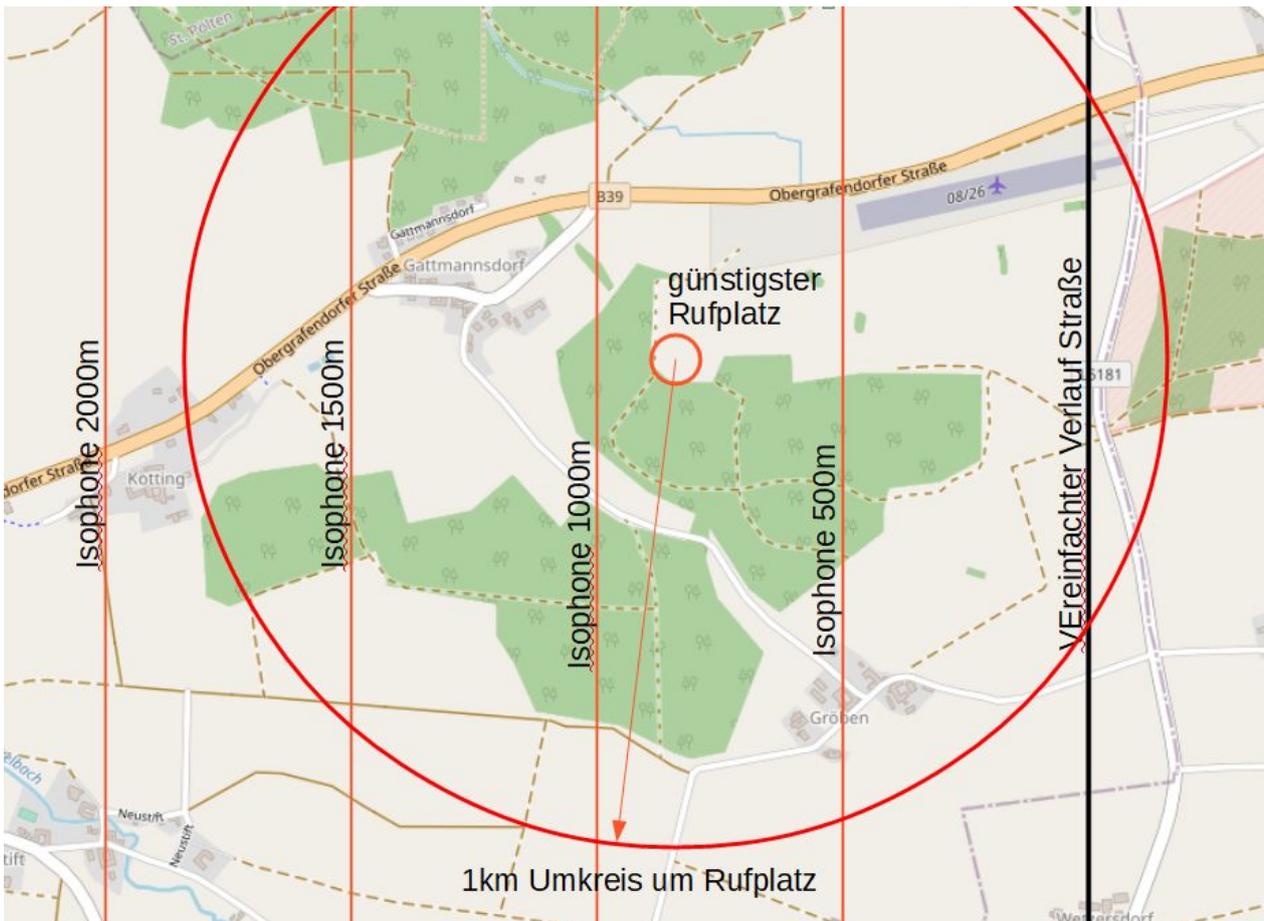
Die auf das menschliche Gehör abgestimmte dB(A)-Bewertung verfälscht genau diesen Spektralbereich und könnte dazu führen, dass der von [Pollauf] festgestellte Habitatsverlust in der Nähe von Straßen selbst dann zustande kommt, wenn die effektive Lärmbelastung deutlich unterhalb von 45 dB(A) liegt.

Demnach ist zu überprüfen, ob der niederfrequente Schallanteil des Nutzsignals deutlich unter dem Störgeräusch der Straße liegt.

Um die Maskierung bestimmter Frequenzbereiche an verschiedenen Punkten des gefährdeten Habitats korrekt zu verstehen, wurde folgende Methodik gewählt:

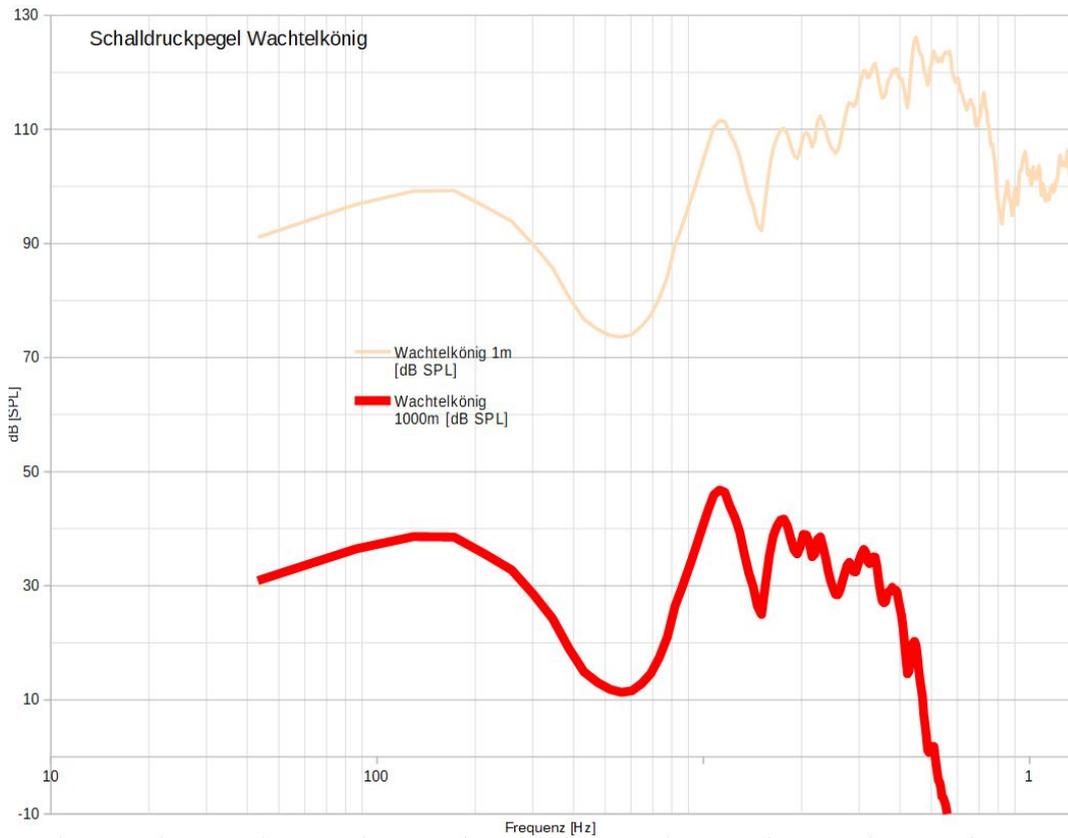
- Nutzung einer Audio-Aufzeichnung von Verkehrslärm direkt neben der Fahrbahn

- Verwendung der identen Filterkurven für die Luftdämpfung wie für den Wachtelkönig-Ruf
- Vereinfachtes Modell Linienschallquelle zur Ermittlung der Dämpfung
- Keine Berücksichtigung von Bodendämpfung, da das auf den rufenden Vogel zufliegende Weibchen relevant ist und nicht der Rufer
- Anordnung des rufenden Männchens am günstigsten (von der S34 am weitesten entfernten) Messpunkt
- Vernachlässigung der zweiten Schallquelle (B39 - Obergrafendorfer Straße)

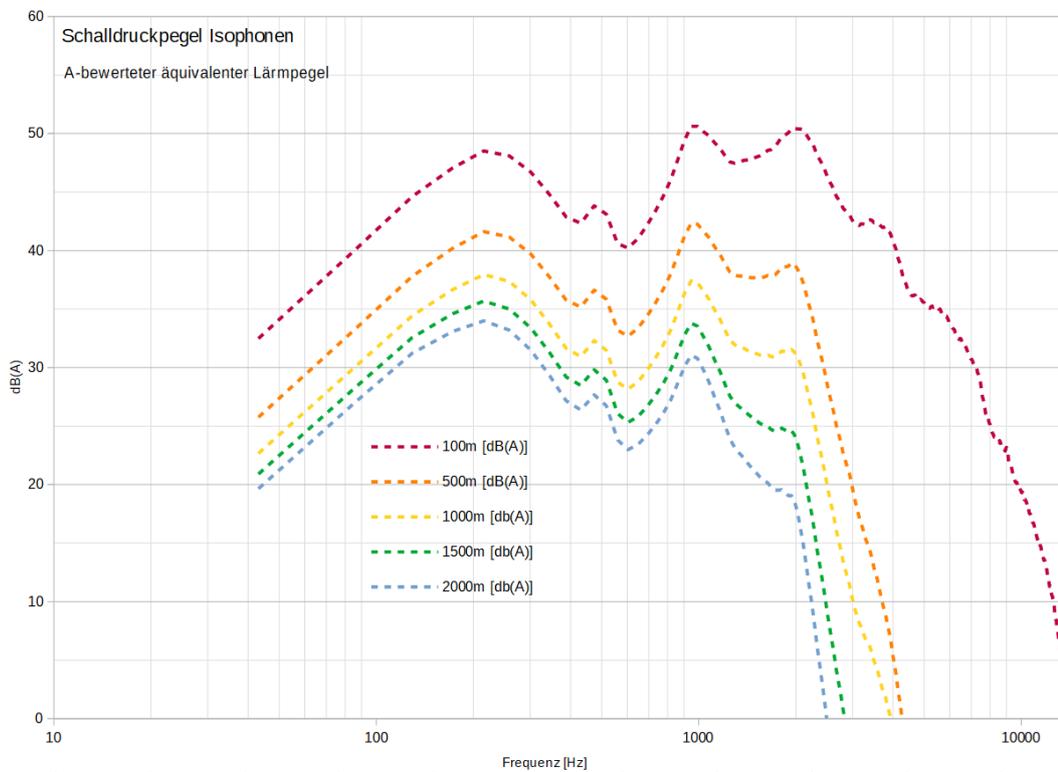


**Bild 7:** Vereinfachtes Modell und räumliche Zuordnung am GÜPL (i.e. ehemaliger Garnisonsübungsplatz)

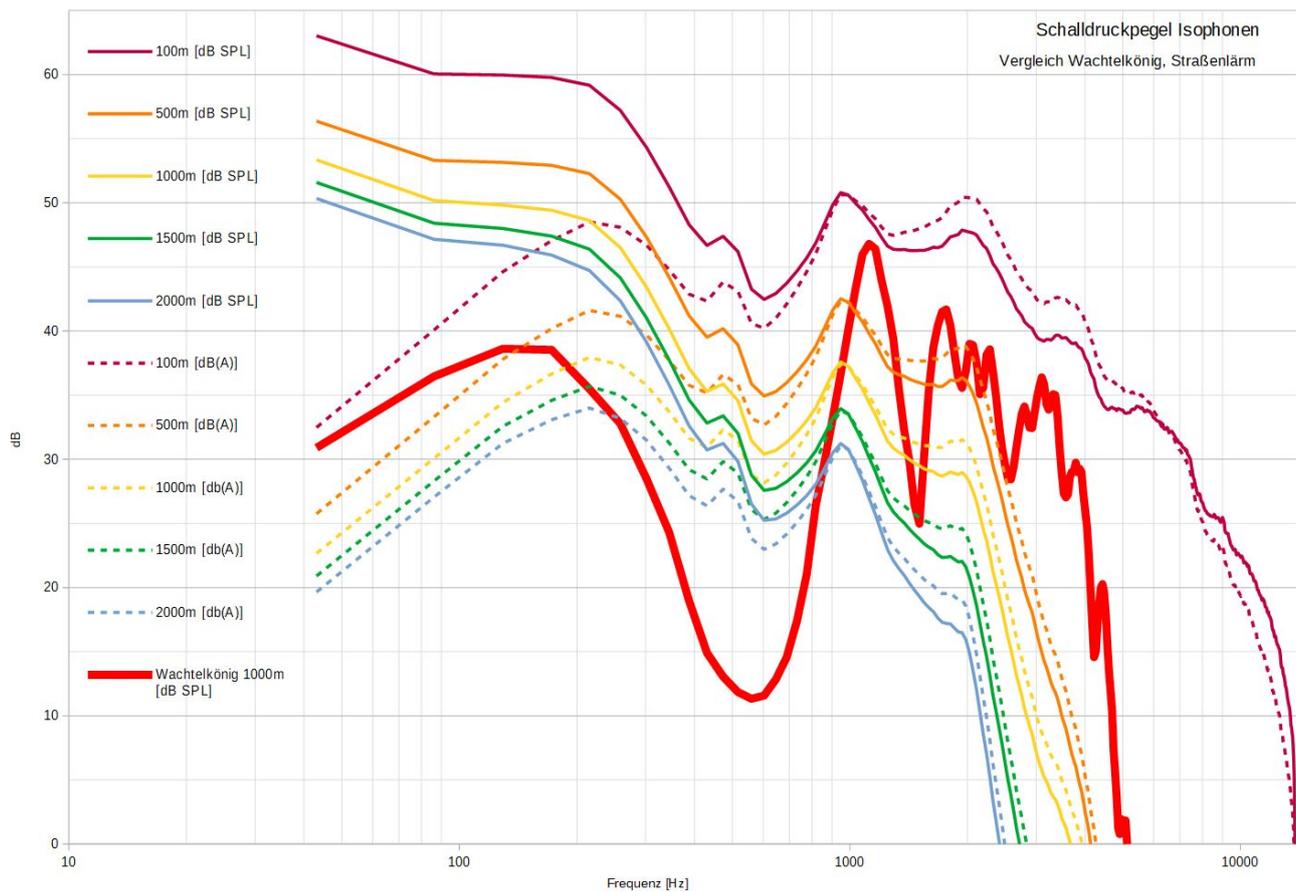
Mittels Online-Lärmrechner wurden anhand der vom Projektwerber herangezogenen nächtlichen Verkehrszahlen Verkehrslärm-Diagramme für das Brutgebiet ermittelt, die mit den in Bild 7 gezeigten Isophonen korrespondieren.



**Bild 8:** Direkter Vergleich des Wachtelkönig-Rufs neben dem Vogel und in 1km Entfernung



**Bild 9:** A-bewertete Schalldruckpegel



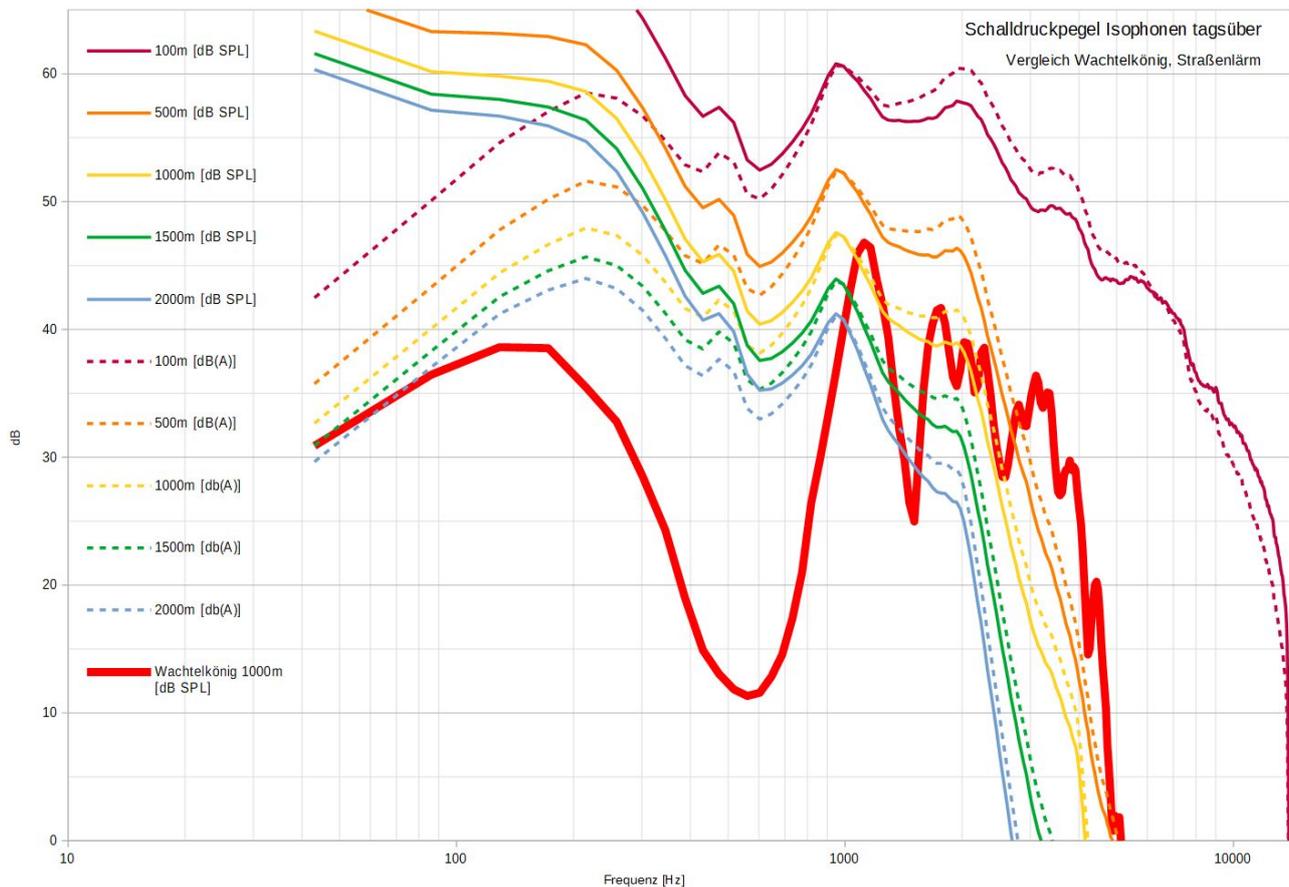
**Bild 10:** Gegenüberstellung effektiver Schalldruckpegel mit und ohne A-Bewertung und Ruf des Wachtelkönigs.

Die spektral aufgelöste Gegenüberstellung von Straßenlärm und Vogelruf führt zu folgender Schlussfolgerung:

- Die dB(A) bewerteten Isophonen verfälschen den für den Vogelruf relevanten Spektralbereich bis 500Hz soweit, dass darauf aufbauend keinerlei Aussagen über die Wirksamkeit von so bewerteten Lärmschutzmaßnahmen an der Straße abgeleitet werden können.
- Ein Ruf Richtung Süden, Norden oder Osten verhallt auf kürzestem Wege:
  - Richtung Süden und Norden liegt eine gleichbleibende Lärmbelastung entlang des gesamten Straßenverlaufs vor.
  - Richtung Osten hat der Rufer eine unüberwindliche „Schallmauer“ vor sich. Weibchen, die sich bereits eingangs weiter südlich für den Überflug östlich der Straße entscheiden, haben nicht die geringste Chance, Notiz von rufenden Wachtelkönigen zu nehmen.
  - Richtung Westen nimmt der niederfrequente Schallpegel der Straße über die Distanz nur minimal ab. Selbst der Kurvenverlauf der 2km von der Straße entfernten Isophone zeigt, dass der Vogel bei einem tatsächlich zeitinvarianten Straßenlärmpegel keine Möglichkeit hat, die einzigartige Fähigkeit, mittels niederfrequenter Stimme über große Distanzen zu rufen, auszuspielen.

## Rufaktivität auch tagsüber, Auswirkungen auf übrige Vogelarten

Wieso der Projektwerber in seinen Simulationen von der Annahme ausgeht, die Habitatseignung für den Vogel sei nur während der Nachtstunden sicherzustellen, ist nicht nachvollziehbar. Es ist bekannt, dass Wachtelkönige sowohl tagsüber als auch in der Nacht aktiv sind und entsprechende Ruflaute - insbesondere auch den hier diskutierten Balz- und Revierruf auch tagsüber erzeugen [Schäffer].



**Bild 11:** Isophone für Tagesverkehr. Für Vögel ist weiterhin die der Simulation zugrundeliegende Immission in Luft und nicht am Boden relevant. Die Simulationsparameter sind in Bezug auf Immissionspunkte in der Luft hier sehr konservativ angesetzt. Tatsächlich ist in größerer Höhe von nochmals deutlich ungünstigeren Schalldruckpegeln auszugehen.

Die Einhaltung der Grenzwerte ist auf den gesamten Aktivitätszeitraum der Vögel zu beziehen.

Darüber hinaus benennt [Garniel] auch eine generelle 47dB(A) Grenzisophone als Indikator für erhebliche Beeinträchtigungen für alle Vogelarten (Seite 49).

Mit dem vom Projektwerber zugrundegelegten Verkehrsaufkommen von 21.200 Kfz pro Tag liegt die Grenzisophone der Berechnung zufolge bei 1.000m. Anders gesagt, der gesamte GÜPL ist für Vögel von einer derartigen Verlärmung betroffen, dass Querbeet von einem dramatischen Verlust für die gesamte Artenvielfalt am GÜPL auszugehen ist.

## Wirksamkeit lärmindernder Fahrbahnbeläge, insbesondere lärmindernder Splittmastixasphalt

Ein Blick in eine Herstellerbroschüre [Bam] bzw. [Garniel], Seite 236, Abb. 40 verdeutlicht den Umstand, dass lärmindernder Splittmastix-Asphalt keine bzw. möglicherweise sogar eine nachteilige Wirkung für den Wachtelkönig hat:

*„Letztlich erreicht man damit eine Frequenzverschiebung zu den als angenehmer empfundenen, tieferen Tönen und eine überproportionale Reduzierung der Geräusche des eher als unangenehm empfundenen Frequenzbereiches über 1.000 Hertz.“*

Die Wirkung von lärmindernden Fahrbahnbeläge zielt demnach zumindest teilweise darauf ab, für das menschliche Ohr als störend empfundene Geräusche in einen für den Wachtelkönig noch belastenderen Wellenlängenbereich zu verschieben.

Aussagen bzw. Gegenfragen von in der Angelegenheit kontaktierten führenden internationalen Fachleuten stellen die Herangehensweise eine bei normalem Straßenbelag nicht genehmigungsfähige Straße ausgerechnet mit einem lärmindernden Fahrbahnbelag genehmigungsfähig zu machen, in sehr grundlegender Weise in Frage:

Auszugsweise **Stellungnahme von**

**Dr. Lars Schade, Deutsches Umweltbundesamt, Fachgebiet „Lärminderung im Verkehr“:**

- *Entscheidend wäre es zu wissen, welche Aspekte einer Verlärmung eines Gebietes darüber entscheiden, ob der Wachtelkönig dieses Gebiet als Lebensraum in Betracht zieht. Kann dies adäquat durch einen A-bewerteten Dauerschallpegel beschrieben werden? Sind vielleicht Pegelspitzen relevant? Oder tonale Aspekte? Oder vielleicht tages- oder jahreszeitliche, auf die man wirkungsvoll mit zeitlich begrenzten Geschwindigkeitsbeschränkungen reagieren könnte? **Ohne spezifische Kenntnis dieser Aspekte kann die Frage eigentlich nicht belastbar beantwortet werden.***
- *Es erscheint mir **wenig wahrscheinlich, dass die Wahl des Straßenbelags** (hier sprechen wir von wenigen dB Unterschieden A-bewertet mit nur geringer spektraler Änderung - Ausnahme offenporige Beläge) **entscheidenden Einfluss auf die Eignung des Gebiets als Brut- und Lebensraum für den Wachtelkönig hat.** Ebenso wenig wahrscheinlich erscheint es mir, dass ein Splittmastixasphalt zu einer signifikanten Verschlechterung der Kommunikation von Wachtelkönigen gegenüber dem Referenzbelag führen würde.*

**Sinngemäße Stellungnahme seitens eines im Fachgebiet an einer international hoch angesehenen Technischen Universität lehrenden Wissenschaftlers:**

- *Lärm kann tatsächlich mit unterschiedlichen Parametern bzw. Charakteristiken beschrieben werden. Zum einen wird natürlich häufig der „gesamte“ Schallpegel als Bewertungskriterium herangezogen, also z.B. die genannten 45 dB(A).*
- *Bei dem Zusatz (A) zur Einheit dB handelt es sich um eine Frequenzbewertung, die bei der energetischen Addition der einzelnen Frequenzbereiche (Terzen) bestimmte Frequenzen schwächer berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um Frequenzen, die vom Menschen in der Regel schlechter gehört bzw. wahrgenommen werden (sogenannte A-Bewertung). **Wenn es nun wie z.B. in diesem Fall um konkrete [für den Wachtelkönig maßgebliche, Anm.] Frequenzbereiche des Gesamtpegels geht, sollte man sich [...] tatsächlich das Frequenzspektrum genauer anschauen.***
- *Bei lärmindernden Fahrbahnbelägen resultiert die Wirksamkeit tatsächlich je nach verwendetem „Asphalttyp“/Mischgutart aus unterschiedlichen Mechanismen.*
- ***Bei lärminderndem Splittmastixasphalt spielt Absorption eher eine geringe bis gar keine Rolle.** Die Wirkung basiert eher auf der Verringerung von Reifenschwingungen und der Verringerung aerodynamischer Geräuscentstehungsmechanismen zwischen Reifen und Fahrbahn. Je nachdem, wie stark welcher Effekt hier beteiligt ist, kann sich auch hier eine Verschiebung im Frequenzspektrum des Verkehrsgeräuschs ergeben.*
- ***Wie diese Effekte auf das Spektrum des Gesamtlärms im Einzelnen sind, hängt stark von den Randbedingungen ab** (Asphaltsorte und –zusammensetzung, Verkehrszusammensetzung, etc....).*

# Schlussfolgerung

Der Wachtelkönig erzeugt einen niederfrequenten Ruf, der kaum einer Luftdämpfung unterliegt.

Die Feststellung, dass dieser Ruf als „Lockruf“ auch isoliert abgegeben wird und eine biologische Funktion hat, belegt zweifelsfrei, dass der Wachtelkönig ein Vogel ist, der über ein ausgeprägtes Hörvermögen im Frequenzbereich unterhalb von 250Hz verfügt.

Diese Tatsache, sowie die für eine typische Witterungsbedingung durchgerechnete Änderung der spektralen Zusammensetzung in Richtung niedriger Frequenzen offenbart die den Gutachten von [Frühauf] und somit auch [Kollar] zugrundeliegende grobe Fehleinschätzung, Wachtelkönige würden in Frequenzen in Bereichen zwischen 4 und 8 Kilohertz senden und empfangen ([BVWG] Seite 19, erster Absatz).

Die starken Unwägbarkeiten, die mit einer Einbeziehung bzw. Nichteinbeziehung, einer dB bzw. dB(A)<sup>1</sup> Variable in das von [Frühauf] verwendete grob vereinfachende Habitatsmodell einhergehen, deutet der Autor selbst an (4.3.10).

Dennoch möchte man aus dem von technisch-physikalischen Zusammenhängen losgelösten Bewertungsschema einen Nachweis ableiten, dass die Habitatseignung dank eines lärmindernden Fahrbahnbelags und einer einseitig vorgenommenen Projektänderung samt großzügiger Waldrodung gewährleistet sei.

Die Kommunikationsmöglichkeit des Vogels in einem weitaus tieferen Frequenzbereich als bisher angenommen impliziert, dass die zuletzt auf das menschliche Gehör abgestimmten Immissionsbetrachtungen z.B. nach A-Bewertung auf den Wachtelkönig tatsächlich nicht übertragbar sind, insbesondere sind Lärmschutzmaßnahmen weitestgehend wirkungslos falls nicht sogar kontraproduktiv.

Die von [Frühauf] in 4.3.13 zusammengeführte Problematik wurde anhand der nunmehrigen Untersuchung der akustischen Merkmale des Vogelrufes untermauert:

- Wachtelkönige suchen genau deswegen Rufplätze in größtmöglicher Entfernung von Straßen, weil sie in einer Umgebung ohne niederfrequentem Straßenlärm eine weitaus höhere Rufreichweite erzielen als in lauter Umgebung.
- Mit zunehmendem Verkehr verschwinden lärmarme Zeitfenster zwischen Fahrzeugpassagen, in denen Vögel erfolgreich Rufe über die notwendigen Distanzen absetzen können. An einer Straße, die kontinuierlich Lärm erzeugt, hat der Vogel somit keine realistische Chance, mit seinem Ruf das entfernte Weibchen zu erreichen. Dies korrespondiert mit der Beobachtung, dass signifikante Habitatsverluste auch in vermeintlich wenig lärmbelasteten Zonen gegeben sind [Frühauf] in 4.3.11 und 4.3.12.

---

1 Im gesamten [Frühauf] Gutachten findet sich keine Definition von dB, insbesondere wird ausdrücklich auf eine angeblich sehr gute Übereinstimmung zwischen 47 dB (A) und „dem österreichischen Wert von 45 dB“ hingewiesen (vgl. [Frühauf] 4.3.13).

Die weitreichenden Habitatsverluste des Wachtelkönigs über ganz Europa können mit diesen Erkenntnissen nun nicht mehr ausschließlich mit dem Verlust an geeigneten Naturräumen erklärt werden. Verschiedene Beobachtungen legen zudem auch nahe, dass auch in achtsam landwirtschaftlich genutzter Umgebung ein Überleben des Wachtelkönigs gesichert werden kann [Hüttig, Uhl].

Im Lichte der ermittelten schalltechnischen Eigenschaften des Vogelrufes und der damit einhergehenden Kommunikationsmöglichkeiten stellt **die vom Straßenverkehrsnetz ausgehende, v.a. im niedrigen Frequenzbereich über weite Distanzen wirksame Lärmbelastung ein gravierenderes Problem für den Wachtelkönig** und mutmaßlich für eine Vielzahl weiterer Lebewesen - einschließlich des Menschen [WDDDB] - dar, **als bisher angenommen bzw. eingestanden wurde.**

Anhand einer konservativ angenommenen Simulation der tagsüber vorherrschenden Lärmsituation für fliegende bzw. baumbewohnende Vögel wurde festgestellt, dass die für alle Vögel kritische 47dB(A) Grensisophone etwa 1000m zu beiden Seiten der Straße verläuft. Es ist somit nicht nur der Wachtelkönig, der massiv betroffen ist, sondern so gut wie alle Vogelarten im gesamten Bereich des GÜPL.

Die herausgearbeiteten Wirkungszusammenhänge von Straßenlärm, Sprachakustik und auditivem System des Wachtelkönigs belegen, dass die **Erhaltung der Habitate für den Wachtelkönig mit der Errichtung der geplanten Straße gänzlich unvereinbar** ist.

# Verweise

- [Asfinag] *Ergänzung 2020 zur Umweltverträglichkeitserklärung*, Plannummer ASFINAG P.50.434.0001/2.1/0-434/UV6/E zu Einreichprojekt 2013 S 34 Traisental Schnellstraße St. Pölten / Hafing (B 1) -Knoten St. Pölten / West (A 1) -Wilhelmsburg Nord (B 20)
- [Bam] *Wir haben etwas gegen Lärm. bam FLÜSTRA der leisere Asphalt.*  
Herstellerbroschüre der Bayerischen Asphalt-Mischwerke. Link vom 8.2.2021:  
[https://www.bam-net.de/wp-content/uploads/2019/12/bam\\_fluestra\\_130227\\_screen.pdf](https://www.bam-net.de/wp-content/uploads/2019/12/bam_fluestra_130227_screen.pdf)
- [Beason] Beason, R. (2004). *What Can Birds Hear?* Proc. 21st Vertebr. Pest Conf. pp92-96
- [Budka] Budka, M., Osiejuk, T. (2013). *Habitat preferences of Corncrake (Crex crex) males in agricultural meadows.* Agriculture, Ecosystems & Environment. 171. 33–38.
- [BVWG] *Bundesverwaltungsgericht Niederschrift zur öffentlichen mündlichen Verhandlung vom 15.1.2020*, Geschäftszahl W102 2227523-1/160Z
- [Dooling] Dooling R., Popper A., (2007) *The Effects of Highway Noise on Birds*, Studie von Environmental BioAcoustics LLC für The California Department of Transportation, Division of Environmental Analysis.
- [Fangrath] Fangrath M., Möbius L. (2003). *Selten gehörte Rufe eines Wachtelkönigs (Crex crex)*, Fauna Flora Rheinland-Pfalz 10, Heft 1, pp299-301
- [Frommolt] Frommolt K.H., Tauchert K.H. (2008). *Akustisches Monitoring von Brutvögeln auf Wiedervernässungsflächen in der Peental-Landschaft.* Abschlussbericht Aktenz. 26604, Referat 33, Museum für Naturkunde - Leibnitz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung an der Humboldt-Universität zu Berlin
- [Frühauf] Frühauf J. (2019). *Gutachten zur Genehmigung des BMVIT des Vorhabens S 34 Traisental Schnellstraße Wachtelkönig (Crex crex).* Erstellt im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Lanisus
- [Garniel] Garniel, A., Daunicht, W.D., Mierwald, U. & U. Ojowski (2007): *Vögel und Verkehrslärm. Quantifizierung und Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna. Schlussbericht November 2007.* – FuE-Vorhaben 02.237/2003/LR des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung
- [Heffner] Heffner H. et al. (2012). *Conditioned suppression/avoidance as a procedure for testing hearing in birds: The domestic pigeon (Columba livia).* Behavior research methods. 45
- [Hill] Hill, E. et al. (2014). *Audiogram of the chicken (Gallus gallus domesticus) from 2 Hz to 9 kHz.* Journal of comparative physiology. A, Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology. 200.

- [Hüttig] Hüttig, F. (1999) *Getreidebrut des Wachtelkönigs (Crex crex) in Nordhessen*, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen - Vogel und Umwelt 10, 13-19
- [Kollar] Kollar, H. (2021) *Gutachten Fachgebiet Naturschutz*, Im Auftrag Bundesverwaltungsgericht zu Z1 W 102 2227523-1
- [Kreithen] Melvin, L. et al. (1979). *Infrasound Detection by the Homing Pigeon: A Behavioral Audiogram*. Journal of Comparative Physiology 129, 1-4
- [Podos] Podos J., Cohn-Haft. (2019). *Extremely loud mating songs at close range in white bellbirds*. Current Biology 29, R1055-R1069
- [Pollheimer] Pollheimer m., Frühauf J. (2006). *Der Einfluss von Straßen auf Ansiedlung und Verbreitung des Wachtelkönigs – Eine Fallstudie aus dem Steirischen Ennstal*. Auswirkungen von Straßenlärm auf Vögel. Ergebnisse eines Sachverständigen-Workshops 23./24. Oktober 2006, BMVIT Wien
- [Rek] Rek P., Osiejuk T. (2011). *No male identity information loss during call propagation through dense vegetation: The case of the corncrake*, Behavioural Processes 86 (2011) pp323-328
- [Schäffer] Schäffer, N. et al. (1997) *Das Lautrepertoire des Wachtelkönigs Crex crex*. Vogelwelt 118: pp147-156.
- [Schimkat] Schimkat, J. (1999). *Schutzbemühungen für den Wachtelkönig (Crex crex) im Dresdner Ostragehege*, Mitteilungen des Vereins Sächsischer Ornithologen 8, 2000, pp475-485
- [Späh] Späh M. et al. (2011). *Schallschutzpflanzen - Optimierung der Abschirmwirkung von Hecken und Gehölzen*, Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP
- [Uhl] Uhl H. (2007). *Oberösterreichisches Artenschutzprogramm Wachtelkönig*. ÖKO-L 29/1: 22-27
- [WDDDB] Wissenschaftlicher Dienst des Deutschen Bundestags (2019). *Infraschall - Studien zu Wirkungen auf Mensch und Tier*, Dokumentation WD 8 -3000 -099/19
- [Zeyl] Zeyl J. et al. (2020). *Infrasonic hearing in birds: a review of audiometry and hypothesized structure-function relationships*. Volume 95, Issue 4

# Qualifikationsnachweis des Verfassers

## Fachliche Ausbildung und beruflicher Werdegang

### Technisch-wissenschaftliche Ausbildung

- 1980-1988: Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Wieselburg, Naturwissenschaftlicher Zweig
- 1989-1995 Studium Elektrotechnik TU-Wien, Studienzweig Industrielle Elektronik und Regelungstechnik; u.a. kommissionelle Prüfung im Teilprüfungsfach Nachrichtentechnik und Computertechnik
- 1996-1999 Doktorarbeit am Institut für Angewandte und Technische Physik bei o. Prof. Horst Ebel
- 1999 Rigorosum in den Prüfungsfächern Technische Physik und Flexible Automation und Elektronik

### Berufliche Entwicklung

- 1994-1999 Studien- und späterer Universitätsassistent am Institut für Flexible Automation:
  - Erforschung und serienreife Entwicklung einer Messtechnik zur Analyse innermotorischer Vorgänge, u.a. Spektralanalyse zur Temperaturmessung im Brennraum von Dieselmotoren mittels RGB-Kamera
  - Betreuung mehrerer Diplomarbeiten v.a. im Bereich Sensorsysteme
  - Zusammenstellung eines Kompendiums für Studierende zum Thema „Sensoren und Sensorsysteme“
- 2000-2006: Kapsch AG / Kapsch TrafficCom AG:
  - Aufbau des Kompetenzbereichs straßenseitiger Sensorik für Mautsysteme
  - Modellierung, Simulation und serientaugliche Entwicklung von Sensorsystemen für das hochrangige Straßennetz.
  - Forschungsk Kooperationen, Pilotierungen und Technologieevaluierungen
  - Aufbau und Leitung eines Sensor-Teams
- 2006: Befähigungsprüfung Ingenieurbüro für das Fachgebiet Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, Physikalische Messtechnik
  - 2006-2012: Gründer und gewerberechtl. Geschäftsführer Technisches Büro/Ingenieurbüro Smartspector artificial perception engineering GmbH
  - seit 2012: Neue geschäftliche Ausrichtung Freischaffender Wissenschaftler:

- Smartspector ([www.smartspector.com](http://www.smartspector.com)): Auftragsforschung im Bereich Sensortechnologien und künstlicher Wahrnehmungssysteme
- Metamorphosis 2050 ([www.m2050.org](http://www.m2050.org)): Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse aus Quantenphysik und Chaostheorie auf gesellschaftspolitisch relevante Fragestellungen. Offenes Prozessdenken als Grundlage gesellschaftlicher Transformation und Nachhaltigkeit, zahlreiche zivilgesellschaftliche Spin-Offs

## Impressum und Kontakt



DI Dr. Dieter Schmidradler

Saarstraße 1  
3100 St. Pölten

[info@m2050.org](mailto:info@m2050.org)

Tel. +43 664 / 8559 281