

Theresianum Mainz  
Gymnasium des Bistums Mainz  
Schuljahr 2019/2020

# Facharbeit

## Auswirkungen von Bahnlärm auf das Herz-Kreislauf-System

Facharbeit in Biologie  
Schuljahr 2019/2020  
vorgelegt bei Frau Kristina Käfer

Julien Huschet  
Stammkurs: 11/3  
Abgabedatum: 7. Mai 2020

## Kurzfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, die Auswirkungen von Bahnlärm auf das Herz-Kreislauf-System darzustellen, wobei der Schwerpunkt der Untersuchung auf nächtlichem Schienenverkehrslärm in der davon betroffenen Region Mittelrheintal liegt. Verkehrslärm gilt als eine der wesentlichen Umweltbelastungen für die menschliche Gesundheit und verursacht gemäß einer WHO-Studie in Westeuropa einen jährlichen Verlust von über einer Million gesunder Lebensjahre. Dabei stellt nächtlicher Verkehrslärm eine besonders große gesundheitliche Belastung dar, da er die Schlafqualität beeinträchtigt. Die Auswirkungen nächtlichen Verkehrslärms sind daher ein aktuelles Forschungsfeld, wobei das Thema Bahnlärm wegen des steigenden Schienenverkehrsaufkommens besonders interessant ist.

Mithilfe wissenschaftlicher Literatur werden die theoretischen Hintergründe und Zusammenhänge dargestellt, wie dauerhafte Lärmbelastung die Entstehung von Herz-Kreislauf-Krankheiten wie beispielsweise Bluthochdruck begünstigt. Die theoretische Darstellung wird durch Erkenntnisse zweier empirischer Datenerhebungen ergänzt, die die objektive und subjektive Lärmbelastung in der betroffenen Region untersuchen. Dazu wurden Messungen des nächtlichen Schienenverkehrslärms im Mittelrheintal und eine Befragung betroffener Anwohner durchgeführt.

Die Ergebnisse der Datenerhebungen zeigen einen Zusammenhang von nächtlichem Bahnlärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Theoretische Grundlagen .....	2
2.1	Definition von Bahnlärm .....	2
2.2	Entstehung von Bahnlärm .....	4
2.3	Bahnlärm als Gesundheitsrisiko .....	6
2.4	Maßnahmen zur Bahnlärminderung .....	9
3	Empirische Datenerhebungen .....	11
3.1	Methodisches Vorgehen bei der Schallmessung.....	11
3.2	Analyse der Messergebnisse .....	12
3.3	Methodisches Vorgehen bei der Anwohnerbefragung.....	16
3.4	Auswertung der Anwohnerbefragung .....	16
4	Fazit.....	20
5	Literaturverzeichnis .....	21
	Printmedien.....	21
	Internetmedien .....	24
	Anhang .....	26
	Anhang A - Fragebogen für die Anwohner.....	26
	Anhang B - Angaben der teilnehmenden Anwohner .....	28
	Anhang C - Abschließende Aussagen der Anwohner .....	32
	Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit.....	36

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Schallpegel in dB(A) verschiedener Geräuschquellen.....	3
Abbildung 2: Schallausbreitung ohne Schallschutzmaßnahmen .....	4
Abbildung 3: Lärmwirkungsmodell nach Babisch modifiziert von Münzel et al. ....	8
Abbildung 4: Beobachtete physiologische Auswirkungen.....	18

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Lautstärke von Zügen (Ergebnisse der eigenen Messungen).....	12
Tabelle 2: Lautstärke von Zügen (Ergebnisse der Messstation Assmannshausen) .	13
Tabelle 3: Lautstärke von Zügen (zusammengeführte Messergebnisse) .....	14
Tabelle 4: Angaben der teilnehmenden Anwohner .....	28

# 1 Einleitung

Die vorliegende Facharbeit befasst sich mit den Auswirkungen von Bahnlärm auf das Herz-Kreislauf-System. Der Schwerpunkt liegt auf dem nächtlichen Schienenverkehrslärm und betrachtet die Situation der Anwohner im Mittelrheintal.

Die Auswirkungen nächtlichen Verkehrslärms sind ein aktuelles Forschungsfeld, beispielsweise am Zentrum für Kardiologie der Universitätsmedizin Mainz (Münzel et al. 2020). Für die Zukunft ist mit einer Zunahme des Schienenverkehrs zu rechnen, da aus Umweltschutzgründen eine Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene angestrebt wird (Höft 2019, S. 3). Somit ist auch eine steigende Belastung durch Bahnlärm zu erwarten. Das Mittelrheintal ist Bestandteil einer der wichtigsten Güterverkehrsachsen Europas, durch die im Schnitt über 500 Züge pro Tag fahren (Speck 2007, S. 14; rheinkolleg e.V. 2007, S. 4). Die Region ist daher bereits heute einer starken Belastung durch Bahnlärm ausgesetzt, insbesondere durch die hauptsächlich nachts verkehrenden Güterzüge (Lammert 2007, S. 46). Um das konkrete Thema der Facharbeit festzulegen, wurde ein Gespräch mit Univ.-Prof. Dr. Thomas Münzel, dem Direktor der Kardiologie und Leiter einer aktuellen Studie zu diesem Forschungsthema, geführt.

In Kapitel zwei der Facharbeit wird der Unterschied zwischen Schall und Lärm anhand von Fachliteratur veranschaulicht, sowie der Begriff Bahnlärm erklärt und für diese Arbeit definiert. Anschließend wird die Entstehung von Bahnlärm und dessen Auswirkungen auf den menschlichen Körper dargestellt. Schließlich werden mögliche Maßnahmen vorgestellt, die zur Verringerung des Bahnlärms beitragen können.

Im dritten Kapitel werden empirisch erhobene Daten auf Basis selbst durchgeführter Messungen der nächtlichen Lautstärke von Zügen in der untersuchten Region sowie einer Befragung betroffener Anwohner präsentiert und analysiert.

Die Facharbeit endet mit einem abschließenden Fazit, das die Ergebnisse und Erkenntnisse zusammenfasst und einen Ausblick auf mögliche, zukünftige Forschungsthemen liefert.

Die in der Facharbeit gewählte männliche Form bezieht sich immer zugleich auf weibliche und männliche Personen.

## 2 Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die zentralen Begriffe, theoretischen Hintergründe und Zusammenhänge erläutert, die als Grundlage für die vorliegende Arbeit dienen.

### 2.1 Definition von Bahnlärm

Eine allgemein gefasste Formulierung betrachtet Lärm als „jedes unerwünschte laute Geräusch“. Diese Definition deutet den subjektiven Charakter von Lärm an, da gleiche Geräusche von Menschen unterschiedlich empfunden werden. So genießen beispielsweise manche Menschen laute Musik, während andere sich daran stören (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2014). Für die vorliegende Arbeit ist es wichtig, die umgangssprachlich synonym benutzten Begriffe Schall und Lärm voneinander abzugrenzen. So betrachtet Schall ausschließlich die objektive physikalisch-akustische Komponente, während Lärm auch die subjektive Wirkungsebene berücksichtigt und oft als unerwünschter Schall bezeichnet wird (Babisch 2011, S. 28). Zusammenfassend kann Lärm in Anlehnung an Hahad et al. als störend empfundener Schall definiert werden, der eine objektive, in Form von Schalldruckpegeln physikalisch quantifizierbare Dimension, sowie eine subjektive, in Abhängigkeit von der individuellen Bewertung durch einen Hörer psychologische Dimension besitzt (Hahad et al. 2019, S. 246).

Als Maßeinheit für den Schalldruckpegel wird üblicherweise die Einheit Dezibel (dB) verwendet. Die Dezibel-Skala ist logarithmisch skaliert, um den großen Schalldruckbereich, den das menschliche Gehör wahrnehmen kann, verständlich abzubilden. Es werden zum Beispiel zehn Geräuschquellen gleicher Lautstärke benötigt, um vom Gehör als doppelt so laut empfunden zu werden. Die Verzehnfachung des Schalldrucks drückt sich aufgrund der logarithmischen Skalierung nun in einer Zunahme des Schalldruckpegels um 10 dB aus. Der gemessene Schalldruckpegel ist zudem vom Abstand zur Schallquelle abhängig. Beispielsweise hat eine Verdoppelung des Abstands eine Verringerung des Pegels um 6 dB zur Folge (Stroh und Gerke 2017, S. 2).

Abbildung 1 veranschaulicht den Wertebereich der Dezibel-Skala mithilfe von Geräuschpegeln verschiedener Schallquellen.

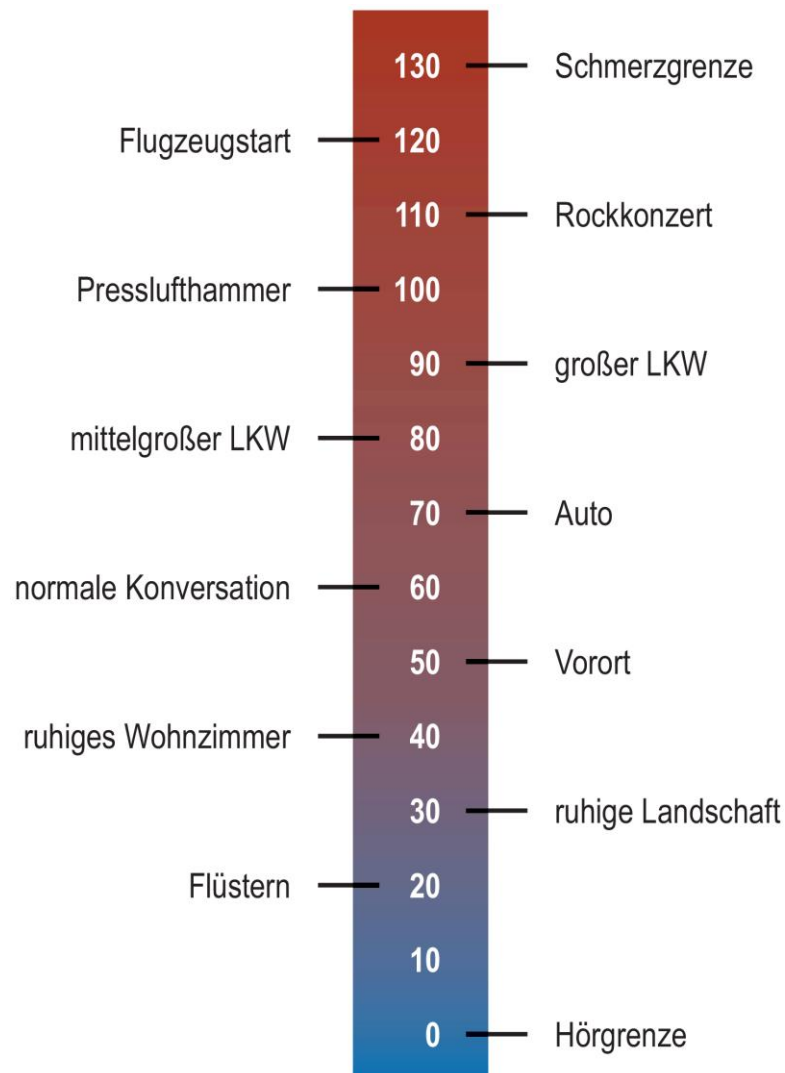


Abbildung 1: Schallpegel in dB(A) verschiedener Geräuschquellen  
Quelle: Hahad et al. 2019, S. 246

Die empfundene Lautstärke ist von Schalldruck und Frequenz abhängig, da das menschliche Gehör tiefe und hohe Töne leiser wahrnimmt als den Bereich der mittleren Frequenzen um etwa 4000 Hertz. Daher wird häufig die sogenannte dB(A)-Skala verwendet, die dies mit entsprechenden Korrekturen berücksichtigt (Stroh und Gerke 2017, S. 4).

In der Literatur werden die Begriffe Bahnlärm und Schienenverkehrslärm synonym verwendet. Dementsprechend wird Bahnlärm in Anlehnung an die Definition des Umweltbundesamts für diese Facharbeit als unerwünschte Schallemissionen definiert, die durch den Betrieb von Fahrzeugen auf Schienenwegen entstehen (Umweltbundesamt 2019).

## 2.2 Entstehung von Bahnlärm

Bei Lärm ist zwischen Emission und Immission zu unterscheiden. Emission bezeichnet den von einer Schallquelle ausgehenden Lärm, Immission den Lärm, der auf einen Empfänger einwirkt (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 12). Abbildung 2 zeigt den von einem Schienenfahrzeug emittierten Schall, sowie den im Vergleich geringeren Lautstärkepegel, der auf das Wohnhaus einwirkt.

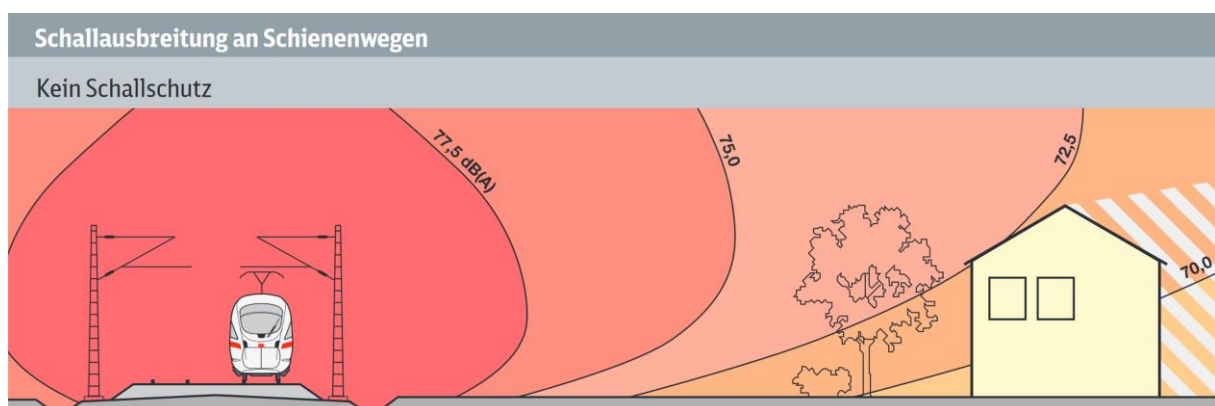


Abbildung 2: Schallausbreitung ohne Schallschutzmaßnahmen  
Quelle: Deutsche Bahn AG 2009, S. 11

Die Schallemissionen von Schienenfahrzeugen werden hauptsächlich durch Aggregatgeräusche, Rollgeräusche und aerodynamische Geräusche verursacht. Welcher Geräuschtyp den größten Beitrag an der gesamten Schallemission verursacht hängt im Wesentlichen von der Zuggeschwindigkeit ab.



So dominieren im Stand und beim Anfahren bis zu einer Geschwindigkeit von ca. 60 km/h die Antriebsgeräusche wie beispielsweise Motorgeräusch und Lüftergeräusch und sind daher vor allem im Bereich von Bahnhöfen und Abstellanlagen relevant. Aerodynamische Geräusche überdecken die anderen Geräusche ab ca. 300 km/h Zuggeschwindigkeit. Die Rollgeräusche dominieren die Schallemissionen im Geschwindigkeitsbereich von ca. 60 km/h bis 300 km/h (Lutzenberger et al. 2017, S. 6). Die genannten Geschwindigkeiten sind als Orientierungswerte zu verstehen, da beispielsweise die Motorengeräusche bei älteren Diesellokomotiven lauter sind als bei Elektrolokomotiven (Lutzenberger et al. 2017, S. 7–8). Aufgrund der üblichen Streckengeschwindigkeiten im Mittelrheintal sind Rollgeräusche somit die primäre Bahnlärmquelle und werden daher im Folgenden genauer erläutert.

Wesentliche Faktoren für die Rollgeräusche sind die Fahrgeschwindigkeit des Zugs sowie die akustische Rauheit von Schiene und Rad (Lutzenberger et al. 2017, S. 7). Die Radrauheiten sind hauptsächlich von den eingebauten Bremsen abhängig, da durch den Einsatz von Graugussbremsklötzen Riffel auf der Radlauffläche entstehen, die bei glatten Schienen eine Erhöhung der Lautstärke um bis zu 10 dB(A) verursachen. Die akustische Rauheit von Schienen wird durch Defekte auf der Schienenfahrfläche beeinflusst, die in Form von Riffeln die Schallemissionen ebenfalls um bis zu 10 dB(A) erhöhen können (Lutzenberger et al. 2017, S. 8–9). Weiterer Schienenverkehrslärm entsteht durch Kurven- und Bremsquietschen (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 13).

## 2.3 Bahnlärm als Gesundheitsrisiko

Verkehrslärm wird als eine der wesentlichen Umweltbelastungen für die menschliche Gesundheit angesehen, die in ihrem Ausmaß nur durch die Belastung durch Luftverschmutzung übertroffen wird (Hänninen et al. 2014, S. 439). Gemäß einer Studie der World Health Organization (WHO) verursacht Verkehrslärm in Westeuropa jedes Jahr einen Verlust von über einer Million gesunder Lebensjahre (WHO 2011, S. xvii). Dabei stellt nächtlicher Verkehrslärm eine besonders große gesundheitliche Belastung dar, da er die Schlafqualität beeinträchtigt (Stroh und Gerke 2017, S. 5).

Während des Schlafs laufen physiologische Prozesse ab, die der Erholung dienen und somit für die Vorbereitung auf die nächste Wachphase von Bedeutung sind, wie beispielsweise Proteinbiosynthese, die Ausscheidung von Hormonen oder die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten (Guski et al. 2012, S. 6). Ein wichtiges Regulationssystem ist hierfür die innere Uhr des Körpers, die zirkadiane Rhythmik. Sie steuert einen Großteil der funktionellen, metabolischen und biologischen Parameter, wie beispielsweise Blutdruck, Gedächtnisleistung, Appetit oder Energiehaushalt in Abhängigkeit von der Tageszeit. Nachtlärm führt zu einer Störung dieses Regulationssystems (Universitätsmedizin Mainz 2020).

Die Folgen der durch Lärm verursachten Schlafstörungen werden in primäre, sekundäre und tertiäre Effekte unterschieden. Primäre Effekte sind unmittelbare Reaktionen auf Geräusche wie zum Beispiel verminderte Schlaftiefe oder Aufwachreaktionen. Die Folgen primärer Effekte für die nächste Wachphase, beispielsweise Tagesmüdigkeit oder Konzentrationsschwächen, werden als sekundäre Effekte bezeichnet. Die tertiären Effekte sind schließlich die Langzeitfolgen jahrelanger nächtlicher Lärmbelastung, wie zum Beispiel ein erhöhtes Risiko für Bluthochdruck oder Herzinfarkt (Möhler et al. 2018, S. 17).

Auf die beschriebenen Abläufe und Zusammenhänge wird im Folgenden näher eingegangen. Im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Lärm nimmt das Ohr als empfindlichstes Sinnesorgan eine zentrale Rolle ein. Während die Augen im Schlaf geschlossen sind und somit keine optischen Reize aufnehmen, nimmt das Ohr jedes Geräusch zu jeder Zeit wahr und überträgt es an das Gehirn (Stroh und Gerke 2017, S. 1). Der Schall wird durch die Ohrmuschel aufgenommen und durch den Gehörgang

zum Trommelfell weitergeleitet. Dort werden die Schwingungen mithilfe der Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel zur Ohrschnecke übertragen. Die mit Flüssigkeit gefüllte Ohrschnecke leitet den Schall zur Basilarmembran und dem dort befindlichen Cortischen Organ weiter. Die Sinneszellen des Cortischen Organs wandeln die Schallwellen mithilfe feiner Haare, den Zilien, schließlich in Nervenimpulse um, die vom Hörnerv zur Hirnrinde übertragen werden (Stroh und Gerke 2017, S. 3).

Dort wird das Angst- und Stresszentrum, die sogenannte Amygdala angesprochen, die den Hypothalamus aktiviert, der wiederum auf das vegetative Nervensystem wirkt. Dadurch werden aus der Nebenniere die Hormone Adrenalin und Noradrenalin ausgeschüttet, wodurch der Körper in Alarmbereitschaft versetzt wird. In der Folge wird die Schlagfrequenz des Herzens erhöht, Blutdruck und Atemfrequenz steigen und die Verdauung wird ausgesetzt. Zeitversetzt wird auch das Stresshormon Kortisol ausgeschüttet, das zum einen für erhöhte Energiezufuhr sorgt, indem Zucker im Blut freigesetzt wird, zum anderen Energie durch Unterdrückung des Immunsystems spart (Wolf 2019).

Permanente Lärmbelastung kann zu Stressreaktionen führen, die beispielsweise einen dauerhaft erhöhten Kortisolspiegel verursachen können. Die verstärkte Ausschüttung von Kortisol kann zu einer Erhöhung von Blutdruck, Blutfettwerten und Blutzuckerwerten führen, die zu den Risikofaktoren für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zählen. Dauerhafter Umgebungslärm begünstigt somit das Auftreten von Herzkranzgefäßerkrankungen, Herzinsuffizienz und Herzrhythmusstörungen, die schließlich zum Schlaganfall führen können. Dabei spielt es eine Rolle, inwiefern der Lärm durch den Hörer als störend wahrgenommen wird (Hahad et al. 2019, S. 246). Abbildung 3 veranschaulicht die Zusammenhänge von Lärmbelastung, Stressreaktionen und der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

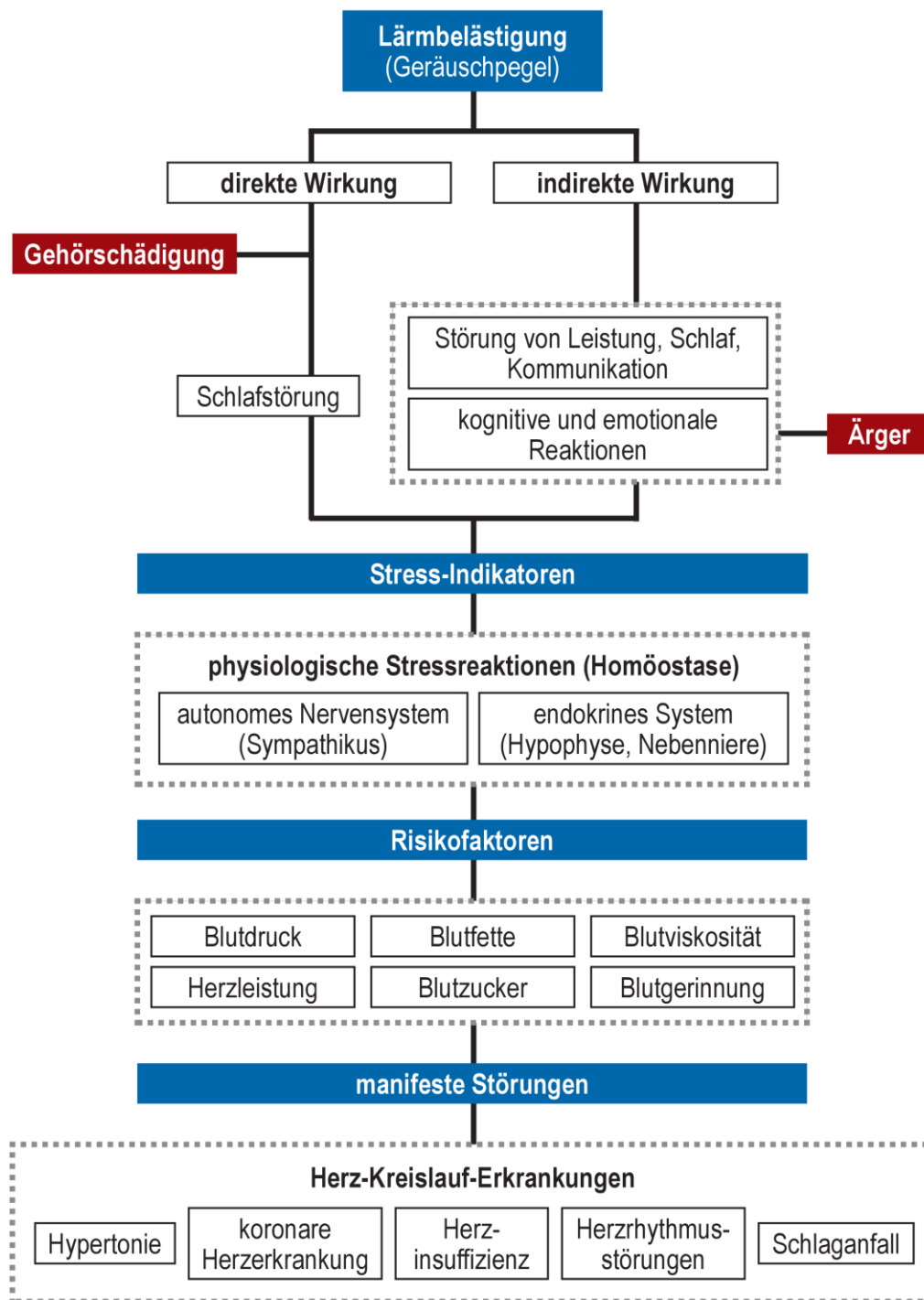


Abbildung 3: Lärmwirkungsmodell nach Babisch modifiziert von Münzel et al.  
 Quelle: Hahad et al. 2019, S. 247 nach Babisch 2003 modifiziert von Münzel et al. 2014

Eine mögliche Erklärung für die Abläufe im Detail liefert eine Studie, in der Probanden dem simulierten nächtlichen Bahnlärm von 30 bis 60 Zügen mit Spitzenlärmpegeln von 65 dB sowie mittleren Schalldruckpegeln von 54 dB ausgesetzt wurden (Herzog et al. 2019, S. 3). Bei den Testpersonen konnte anschließend eine Veränderung der Eiweiße

im Blut hin zu Thrombosen und Entzündungen festgestellt werden, die die zuvor beschriebenen Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen können. Weiterhin lagen bei den Probanden mit bestehender Lärmerfahrung beziehungsweise einer bereits festgestellten Herzerkrankung deutlich stärker ausgeprägte Gefäßschäden vor. Eine mögliche Schlussfolgerung hieraus ist, dass eine körperliche Gewöhnung an den Lärm nicht möglich ist (Universitätsmedizin Mainz 2019).

Außerdem konnten van Kempen et al. eine Erhöhung des Risikos von Herz-Kreislauf-Erkrankungen um 8% je Zunahme der Lautstärke um 10 dB ab einem Geräuschpegel von 50 dB feststellen (Hahad et al. 2019, S. 247; van Kempen et al. 2018).

Münzel et al. empfehlen daher, die WHO-Richtlinien für Lärmbelastung in Europa in die EU-Lärmgesetze aufzunehmen (Universitätsmedizin Mainz 2020). Gemäß diesen Richtlinien ist der durchschnittliche Geräuschpegel des Schienenverkehrslärms am Tag auf 54 dB sowie in der Nacht auf 44 dB zu begrenzen (WHO 2018, S. 49). Als langfristiges Ziel formulieren Münzel et al. Lärmfreiheit für die gesetzlich definierte Nachtzeit von 22 bis 6 Uhr (Universitätsmedizin Mainz 2020).

## **2.4 Maßnahmen zur Bahnlärminderung**

Um die gesundheitlichen Folgen von Bahnlärm für die betroffenen Anwohner zu minimieren werden Maßnahmen durchgeführt, die die vom Schienenverkehr verursachten Schallimmissionen verringern sollen.

Diese Maßnahmen werden in aktive und passive Schallschutzmaßnahmen unterschieden (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 16). Aktive Maßnahmen können sich beispielsweise auf den Fahrweg, das Fahrzeug selbst sowie den Übertragungsweg beziehen (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 16–19).

Eine übliche Maßnahme am Fahrweg stellt das Schienenschleifen bei Erreichen einer definierten Riffeltiefe dar, mit der sich eine Verringerung des Lärmpegels um 3 dB(A) erreichen lässt. Zur Dämpfung der Schwingungen der Gleise können zudem mit Kunststoff ummantelte Resonanzkörper, sogenannte Schienenstegdämpfer, installiert werden (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 16).

Maßnahmen an den Fahrzeugen sind besonders effizient, da sie ihre Wirkung im gesamten Schienennetz entfalten. Der Fokus liegt hier insbesondere auf dem Bremssystem, bei der sich bei Güterzügen mittels Umrüstung von Graugussbremsklötzen auf Komposit-Bremssohlen eine Senkung des Lärms um bis zu 10 dB(A) erzielen lässt. Weiterhin können beispielsweise Radabdeckungen eingesetzt werden, um die von den Rädern abgestrahlten Rollgeräusche zu verringern (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 17).

Maßnahmen auf dem Übertragungsweg wie beispielsweise Schallschutzwände wiederum sollen die Schallübertragung von Emissionsort zu Immissionsort einschränken (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 19).

Eine weitere Möglichkeit die Lärmbelastung zu reduzieren ist das Einführen einer Geschwindigkeitsbegrenzung für Züge. So ließe sich Berechnungen zufolge in den Ortslagen im Mittelrheintal mittels einer Streckenhöchstgeschwindigkeit von 70 km/h eine Lärminderung von 3 dB erzielen (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 70–71).

Ergänzt werden diese aktiven Maßnahmen durch passiven Lärmschutz am Immissionsort, wie beispielsweise Schallschutzfenster oder Schalldämmung für Außenwände und Dachflächen (Regierungspräsidium Darmstadt et al. 2012, S. 19).

### **3 Empirische Datenerhebungen**

In diesem Kapitel werden die dargestellten theoretischen Hintergründe mithilfe von praktischen Untersuchungen ergänzt. Da Lärm sowohl eine objektive, in Form von Schalldruckpegeln messbare Dimension, als auch eine subjektive psychologische Dimension besitzt, wurden für diese Arbeit zwei empirische Datenerhebungen durchgeführt, um beide Dimensionen zu untersuchen. Zum einen wurden Messungen des nächtlichen Schienenverkehrslärms im Mittelrheintal durchgeführt, um die objektive nächtliche Lärmbelastung festzustellen. Zum anderen wurden von Bahnlärm betroffene Anwohner nach ihren subjektiven Eindrücken der Lärmbelastung sowie festgestellten gesundheitlichen Beeinträchtigungen befragt.

#### **3.1 Methodisches Vorgehen bei der Schallmessung**

Die Durchführung der eigenen Messungen erfolgte in Assmannshausen im Mittelrheintal in der Nacht vom 22. zum 23. Februar 2020. Insgesamt wurden über einen Zeitraum von 80 Minuten die Geräuschpegel von zehn Zügen aufgezeichnet. Der Ort Assmannshausen wurde ausgewählt, da dort ein Vergleich mit den Messdaten der amtlichen Messstation möglich ist.

Für die Messung der Lautstärkepegel wurde als professionelles Messgerät das Modell 407780A der Marke Extech Instruments verwendet, das dankenswerterweise von Dr. Omar Hahad von der Universitätsmedizin Mainz zur Verfügung gestellt wurde. Parallel wurde eine vergleichende Messung mit einem iPhone SE mithilfe der App "Dezibel X" in der Version 8.1.3 durchgeführt. Die Messungen fanden in einem Abstand von ca. 10 Metern von den Gleisen in Hüfthöhe statt. Als Ergebnis wurde für jeden Zug der maximale Lautstärkepegel notiert. Zudem wurde festgehalten, ob es ein Güterzug oder Personenzug war.

Die Daten der eigenen Messungen wurden mit den Lärmmessungen des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie an der Messstation Assmannshausen des gleichen Zeitraums verglichen. Der verwendete Messpunkt der Messstation befindet sich ca. zwei Meter über dem Bahngleis in einer Entfernung von

ungefähr sieben Metern zur Bahngleismitte (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2015, S. 7).

### 3.2 Analyse der Messergebnisse

Die Ergebnisse der selbst durchgeführten Messungen des Schienenverkehrslärms in Assmannshausen sind chronologisch sortiert in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Lautstärke von Zügen (Ergebnisse der eigenen Messungen)

Datum	Uhrzeit	Max. Lautstärkepegel [dB(A)]		Zugtyp
		Messgerät	iPhone	
22.02.2020	23:00	87,6	87,5	Güterzug
22.02.2020	23:09	70,2	67,2	Personenzug
22.02.2020	23:30	87,8	87,3	Güterzug
22.02.2020	23:48	74,9	75,1	Personenzug
22.02.2020	23:49	87,7	89,9	Güterzug
22.02.2020	23:55	82,8	80,1	Güterzug
22.02.2020	23:59	84	83,6	Güterzug
23.02.2020	00:03	82,4	80	Güterzug
23.02.2020	00:10	71	70,4	Personenzug
23.02.2020	00:18	88,6	87,2	Güterzug

Quelle: Eigene Messungen

Die für den Messzeitraum aufgezeichneten Werte der Messstation Assmannshausen werden in Tabelle 2 dargestellt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Daten der selbst durchgeführten Messungen, bei der der maximale Lautstärkepegel aufgezeichnet wurde, wird je Zug der maximale Vorbeifahrpegel  $L_{AFmax}$  aufgeführt.



Tabelle 2: Lautstärke von Zügen (Ergebnisse der Messstation Assmannshausen)

Datum	Uhrzeit	L <sub>AFmax</sub> [dB(A)]
22.02.2020	22:59	88,8
22.02.2020	23:11	77,5
22.02.2020	23:30	88,2
22.02.2020	23:47	75,1
22.02.2020	23:49	92,7
22.02.2020	23:54	84
22.02.2020	23:58	83,7
23.02.2020	00:02	84,4
23.02.2020	00:11	75
23.02.2020	00:18	89,9

Quelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2020, S. 67

Alle Züge der selbst durchgeführten Messungen lassen sich mit einer Abweichung von maximal zwei Minuten den durch die Messstation erkannten Zügen zuordnen. Die verschiedenen Messergebnisse für die jeweiligen Züge werden in Tabelle 3 zusammengeführt. Die Züge werden nachfolgend gemäß der Reihenfolge ihrer Durchfahrt als "Zug 1" bis "Zug 10" bezeichnet.

Tabelle 3: Lautstärke von Zügen (zusammengeführte Messergebnisse)

Zugnummer	Messgerät	L <sub>AFmax</sub> [dB(A)]		Zugtyp
		iPhone	Messstation	
Zug 1	87,6	87,5	88,8	Güterzug
Zug 2	70,2	67,2	77,5	Personenzug
Zug 3	87,8	87,3	88,2	Güterzug
Zug 4	74,9	75,1	75,1	Personenzug
Zug 5	87,7	89,9	92,7	Güterzug
Zug 6	82,8	80,1	84	Güterzug
Zug 7	84	83,6	83,7	Güterzug
Zug 8	82,4	80	84,4	Güterzug
Zug 9	71	70,4	75	Personenzug
Zug 10	88,6	87,2	89,9	Güterzug

Quellen: Eigene Messungen; Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2020, S. 67

Ein Vergleich der Messdaten des Messgeräts mit denen des iPhones zeigt Abweichungen von maximal 3 dB je Datensatz. Berechnet man die Durchschnittswerte der Messdaten für das Messgerät (81,7 dB) und das iPhone (80,83 dB), so ergibt sich eine Abweichung, die unterhalb der vom menschlichen Gehör gerade noch wahrnehmbaren Pegeländerung von 1 dB liegt (Stroh und Gerke 2017, S. 3). Es kann somit gesagt werden, dass Messgerät und iPhone vergleichbare Werte liefern.

Vergleicht man die Daten der selbst durchgeführten Messungen mit denen der Messstation, so unterscheiden sich die Messwerte mit Ausnahme des Datensatzes für Zug 2 um maximal 5 dB. 18 von 20 Messdaten der eigenen Messungen sind jedoch niedriger als die der offiziellen Messungen. Eine mögliche Erklärung für die Abweichung kann die unterschiedliche Positionierung der Messpunkte sein. Die eigenen Messungen wurde in ca. 10 Meter Abstand zu den Schienen durchgeführt und somit einer größeren Distanz als die der Messstation, die ungefähr 7 Meter entfernt ist. Um die unterschiedlichen Abstände bei dem Vergleich der Messwerte zu berücksichtigen, wurde zunächst auch für die Messdaten der Messstation der Durchschnitt (83,93 dB) berechnet. Anschließend wurde der Durchschnittswert der Messstation auf den Abstand der selbst durchgeführten Messungen mit Hilfe eines Tontechnik-Rechners umgerechnet (Sengpiel 2014). Dazu wurden der Abstand und

der Durchschnittswert der Messstation sowie der Abstand des eigenen Messpunktes eingegeben. Für die Daten der Messstation ergab sich so ein umgerechneter Durchschnittswert von 80,83 dB und somit gegenüber Messgerät und iPhone Abweichungen, die ebenfalls unterhalb 1 dB liegen (Stroh und Gerke 2017, S. 3). Es kann daher gesagt werden, dass es sowohl mit einem professionellen Messgerät als auch mit einem iPhone möglich ist, repräsentative Messungen der objektiven Lärmbelastung durchzuführen.

Anhand der Messdaten kann zudem festgestellt werden, dass Güterzüge eine erheblich höhere Lärmbelastung verursachen als Personenzüge. So ergibt die Berechnung der Mittelwerte der Lautstärken der jeweiligen Zugtypen bei den selbst durchgeführten Messungen von Güterzügen zu Personenzügen einen Unterschied von 14,5 dB (85,5 dB bzw. 71 dB), bei den Werten der Messstation einen Unterschied von 11,5 dB (87,4 dB bzw. 75,9 dB).

Die festgestellten Lautstärkewerte des nächtlichen Schienenverkehrslärms in Assmannshausen liegen deutlich über dem von der WHO empfohlenen Grenzwert von 44 dB für die nächtliche Lärmbelastung. Insbesondere Güterzüge verursachen Spitzenlärmpegel, die 15 dB und mehr über dem Lautstärkepegel von 65 dB liegen. Wie bereits erwähnt, wurden für diesen Wert Veränderungen in den Bluteiweißen festgestellt, die zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen können.

Zudem waren 70% der im untersuchten Zeitraum festgestellten Züge vom Typ Güterzug, was die Aussage belegt, dass nachts vor allem diese besonders lauten Züge verkehren.

Die Aussagekraft der Messungen ist jedoch eingeschränkt, da es sich um einmalige Messungen handelt und der betrachtete Zeitraum von 80 Minuten vergleichsweise kurz ist. Die ermittelten Daten können somit nicht als repräsentativ für mittel- bzw. langfristige Zeiträume angesehen werden.

### **3.3 Methodisches Vorgehen bei der Anwohnerbefragung**

Mithilfe von Fragebögen wurde ein Überblick der subjektiven Lärmbelastung sowie der festgestellten gesundheitlichen Probleme der von Bahnlärm betroffenen Anwohner ermittelt. Die Erstellung der Fragebögen erfolgte auf Grundlage einer Literaturrecherche zum Thema Auswirkungen von Bahnlärm auf die Gesundheit.

Da das Alter Einfluss auf die Wahrnehmung von Lärm aber auch auf die Entstehung von Krankheiten haben könnte, wurden die Teilnehmer befragt wie alt sie sind. Zudem wurde die Distanz des Wohnorts zu den Gleisen erfragt, da die Lautstärke mit steigendem Abstand abnimmt. Die Angabe über die Wohndauer könnte Aufschluss über Gewöhnungseffekte oder gesundheitliche Probleme aufgrund langfristiger Lärmbelastung geben. In den Fragebögen wurden die Teilnehmer zu ihrer persönlichen Wahrnehmung des Bahnlärms in und außerhalb ihres Hauses, den physiologischen Auswirkungen und dem Ausmaß der Einschränkung der Wohnqualität befragt, sowie ob ein Umzug in Betracht gezogen wurde. Abschließend konnten sich die Befragten im Fragebogen mit eigenen Worten zum Thema Bahnlärm äußern. Die Vorlage des von den Teilnehmern auszufüllenden Fragebogens ist dieser Arbeit in Anhang A beigelegt.

Für die Befragung wurde Kontakt mit Herrn Pusch, dem Vorsitzenden der "Bürgerinitiative im Mittelrheintal gegen Umweltschäden durch die Bahn e.V." aufgenommen. Herr Pusch war behilflich, die Fragebögen an betroffene Anwohner weiterzuleiten. Die ausgefüllten Bögen wurden von den Anwohnern per E-Mail zurückgeschickt.

### **3.4 Auswertung der Anwohnerbefragung**

Insgesamt 24 Personen haben den Fragebogen ausgefüllt zurückgeschickt. Aus Gründen des Datenschutzes werden die Teilnehmer nicht mit Namen, sondern mit den Nummern von 1 bis 24 bezeichnet.

Die Teilnehmer der Befragung sind zwischen 30 und 80 Jahre alt und wohnen seit 6 bis 62 Jahren vor Ort. Die Wohnorte liegen in einem Abstand von 7 bis 500 Metern vom Bahngleis entfernt, wobei sich der Abstand in 17 von 24 Fällen auf höchstens 30 Meter beschränkt und 23 von 24 Befragten in einem Abstand von maximal 100 Metern wohnen.

Hinsichtlich der wahrgenommenen Lautstärke des Bahnlärms ist eine große Diskrepanz zwischen der Wahrnehmung im Haus gegenüber außerhalb des Hauses festzustellen. So wird der Bahnlärm im Haus von 25% der Teilnehmer als „sehr laut“ wahrgenommen, außerhalb jedoch von 92%. Ein Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Lautstärke des Bahnlärms in bzw. außerhalb des Hauses und möglicher beeinflussender Faktoren wie Alter, Wohndauer oder Distanz zu den Gleisen war nicht zu erkennen. Eine mögliche Ursache hierfür könnten unterschiedliche Schallschutzmaßnahmen, aber auch die subjektive Beurteilung, ab welcher Lautstärke Lärm als „laut“ oder „sehr laut“ anzusehen ist, sein. Weitere Erkenntnisse ließen sich diesbezüglich durch ergänzende Messungen der tatsächlich auftretenden Schalldruckpegel in und außerhalb der Häuser gewinnen.

Wie in Abbildung 4 ersichtlich, leiden alle Teilnehmer unter Schlafstörungen als möglicher primärer Effekt von Bahnlärm. Zudem geben über 90% der Befragten an, Nervosität, Müdigkeit und Stress zu verspüren, die zu den Symptomen sekundärer Effekte von Lärmbelastung zählen. Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie beispielsweise Bluthochdruck als möglicher tertiärer Effekt von Bahnlärm treten bei über der Hälfte der Teilnehmer auf. Jedoch sind auch für diese Symptome weitere beeinflussende Faktoren beziehungsweise Ursachen denkbar, wie beispielsweise beruflicher oder privater Stress, schlechte Ernährung, mangelndes Gesundheitsbewusstsein oder genetische Veranlagung.

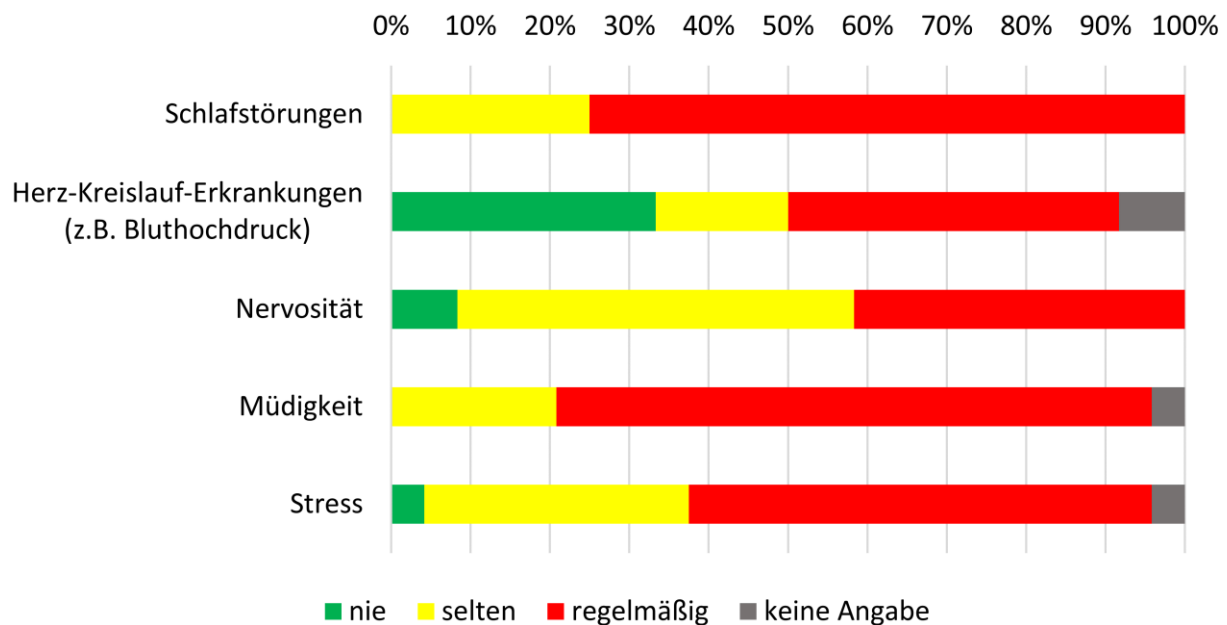


Abbildung 4: Beobachtete physiologische Auswirkungen  
 Quelle: Eigene Darstellung

Ein hoher Anteil der Befragten gibt Einschränkungen bei der Wohnqualität durch den Bahnlärm an. So verspüren 21 von 24 Teilnehmer Vibrationen im Haus, 18 Befragte können ihren Garten bzw. Balkon im Sommer nur eingeschränkt nutzen. Alle Teilnehmer gaben an, dass Gespräche wegen Bahnlärm unterbrochen werden müssen. Für 21 von 24 Befragten ist das regelmäßig der Fall. Einen Umzug in Betracht gezogen haben 19 befragte Personen. Bei diesen erfragten Einschränkungen der Wohnqualität ist ebenfalls kein klarer Zusammenhang mit Alter, Wohndauer oder Abstand des Wohnorts zu den Gleisen erkennbar.

In ihren abschließenden Antworten führen die Anwohner weitere Folgen des Bahnlärms sowie persönliche Erfahrungen an. So werden große Probleme im Tourismus wegen ausbleibender Gäste beschrieben. Zudem wird auf die gestiegene Belastung aufgrund der höheren Zahl von Zügen im Vergleich zu früheren Jahren hingewiesen. Mehrmals wird eine deutlich wahrnehmbare Lärminderung durch die Verwendung von Komposit-Bremssohlen erwähnt, jedoch auch eine Belastung durch den Geruch von Bremsabrieb beziehungsweise verschmortem Plastik. Weiterhin ist eine geregelte Nachtruhe auch bei dreifacher Verglasung nicht sichergestellt, da Anwohner trotz dieser Lärminderungsmaßnahme durch manche Züge aufwachen. Eine weitere angeführte gesundheitliche Belastung ist Feinstaub, der durch Kupferabrieb von Fahrdrähten verursacht wird.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in den Aussagen der Teilnehmer durchweg eine starke Lärmbelastung sowie ein hohes Maß an gesundheitlichen Problemen angeführt werden. Bezüglich der Aussagekraft der erhobenen Daten ist einschränkend zunächst der Umfang von nur 24 Teilnehmern anzuführen. Es handelt sich somit nicht um eine repräsentative Umfrage, weshalb keine allgemeingültigen Schlüsse auf die Gesamtbevölkerung gezogen werden können. Insbesondere ist jedoch zu beachten, dass der Kontakt zu den Teilnehmern der Befragung durch den Vorsitzenden einer Bürgerinitiative gegen Bahnlärm hergestellt wurde. Daher ist in Betracht zu ziehen, dass die ausgewählten Personen die Auswirkungen des Schienenverkehrslärms stärker wahrnehmen, als dies bei einer zufälligen Auswahl von Anwohnern der Fall wäre.

Die vollständigen Daten der Befragung sind in Anhang B, die abschließenden Aussagen der Anwohner im Originalwortlaut in Anhang C aufgeführt.

## 4 Fazit

Ziel dieser Facharbeit war es, den Einfluss von Bahnlärm auf das Herz-Kreislauf-System darzustellen. Der Begriff Bahnlärm wurde für diese Arbeit definiert sowie die Dezibel-Skala erklärt. Anschließend wurde die Entstehung von Bahnlärm erläutert. Die theoretischen Zusammenhänge von der Belastung durch nächtlichen Lärm, die daraus folgenden Stressreaktionen sowie die Entstehung von Herz-Kreislauf-Krankheiten wurden dargestellt und mit Ergebnissen von Studien belegt. Es wurden Möglichkeiten vorgestellt, um die gesundheitliche Belastung durch Bahnlärm zu verringern.

Mittels der selbst durchgeführten Untersuchung konnte eine objektiv hohe nächtliche Lärmbelastung in der untersuchten Region durch Schienenverkehr belegt werden. Die Spitzenlärmpegel der Züge liegen in Bereichen, für die gesundheitliche Schäden zu erwarten sind. Zudem wurde aufgezeigt, dass nachts überwiegend Güterzüge fahren, die eine höhere Lärmbelastung als Personenzüge verursachen. Die selbst ermittelten Messwerte konnten mithilfe der Daten der Messstation Assmannshausen bestätigt werden. Weiterhin wurde in diesem Zusammenhang belegt, dass Bahnlärm mithilfe eines Smartphones aussagekräftig gemessen werden kann.

Die im Rahmen der Anwohnerbefragung geäußerte subjektiv hohe Belastung durch Bahnlärm konnte mit den objektiv festgestellten Messwerten in Einklang gebracht werden. Zudem konnte der theoretische Zusammenhang von dauerhaft hoher Lärmbelastung und gesundheitlichen Schäden anhand des Auftretens sowohl primärer, sekundärer als auch tertiärer Effekte bei den betroffenen Anwohnern nachvollzogen werden. Dadurch konnte die Notwendigkeit von weiteren Lärmschutzmaßnahmen, wie zum Beispiel einer Begrenzung der nächtlichen Lärmbelastung gemäß den WHO-Richtlinien auf 44 dB, belegt werden.

Ein möglicher nächster Schritt könnte nun sein, Untersuchungen der Belastung durch Bahnlärm in und außerhalb der Häuser der Anwohner mithilfe von Smartphones durchzuführen, um die subjektive Wahrnehmung durch objektive Messwerte zu ergänzen. Ein weiteres denkbares Forschungsthema wäre eine Aufzeichnung der nächtlichen Schallimmissionen mithilfe eines Smartphones in Verbindung mit einer Smartwatch, die den Schlaf überwacht. Dies würde es den Anwohnern ermöglichen, einen Zusammenhang von Lärmbelastung und Schlafqualität nachzuweisen.



## 5 Literaturverzeichnis

### Printmedien

Babisch, W. (2003): Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. In: *Noise & Health* 5 (18), S. 1–11.

Babisch, Wolfgang (2011): Quantifizierung des Einflusses von Lärm auf Lebensqualität und Gesundheit. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0111\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0111_0.pdf), zuletzt geprüft am 30.03.2020.

Deutsche Bahn AG (2009): Schallschutz – eine Investition in die Zukunft der Bahn. Online verfügbar unter <http://web.archive.org/web/20120808224255/http://www.deutschebahn.com/file/2179626/data/schallschutzbroschuere.pdf>, zuletzt geprüft am 29.03.2020.

Guski, Rainer; Basner, Mathias; Brink, Mark (2012): Gesundheitliche Auswirkungen nächtlichen Fluglärms: aktueller Wissensstand (Literaturauswertung). Fakultät für Psychologie der Ruhr-Universität. Bochum. Online verfügbar unter <https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/nachtfluglaerm.pdf>, zuletzt geprüft am 16.03.2020.

Hahad, Omar; Kröller-Schön, Swenja; Daiber, Andreas; Münzel, Thomas (2019): Auswirkungen von Lärm auf das Herz-Kreislauf-System. In: *Deutsches Ärzteblatt International* 116 (14), S. 245–250. Online verfügbar unter <https://cdn.aerzteblatt.de/pdf/116/14/m245.pdf>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.

Hänninen, Otto; Knol, Anne B.; Jantunen, Matti; Lim, Tek-Ang; Conrad, André; Rappolder, Marianne et al. (2014): Environmental Burden of Disease in Europe: Assessing Nine Risk Factors in Six Countries. In: *Environmental Health Perspectives* 122 (5), S. 439–446. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4014759/pdf/ehp.1206154.pdf>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.

Herzog, Johannes; Schmidt, Frank P.; Hahad, Omar; Mahmoudpour, Seyed Hamidreza; Mangold, Alina K.; Garcia Andreo, Pascal et al. (2019): Acute exposure to nocturnal train noise induces endothelial dysfunction and pro-thromboinflammatory changes of the plasma proteome in healthy subjects. In: Basic Research in Cardiology 114 (6), S. 1–12. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00395-019-0753-y.pdf>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2015): Schienenlärmessungen im Mittelrheintal. Lorch. Online verfügbar unter [https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/laerm/schienenverkehrslaerm/Praesentation\\_Assmannshausen\\_TgL\\_15\\_04\\_29\\_Internet.pdf](https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/laerm/schienenverkehrslaerm/Praesentation_Assmannshausen_TgL_15_04_29_Internet.pdf), zuletzt geprüft am 26.03.2020.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2020): Ergebnisse der Schienenverkehrsgeräuschmessung in Assmannshausen Februar 2020. Online verfügbar unter <https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/laerm/schienenverkehrslaerm/2020/Ass/2020-02-Ass-Aus-67-einzel.pdf>, zuletzt geprüft am 26.03.2020.

Höft, Uwe (2019): Mehr Güter auf die Schiene. Heinrich-Böll-Stiftung e.V. Online verfügbar unter [https://www.boell.de/sites/default/files/mehr-gueter-auf-die-schiene\\_gruene-ordnungspolitik\\_10\\_barf.pdf](https://www.boell.de/sites/default/files/mehr-gueter-auf-die-schiene_gruene-ordnungspolitik_10_barf.pdf), zuletzt geprüft am 18.03.2020.

Lammert, Peter (2007): Loreley – Leitprojekt für das Mittelrheintal. In: rheinkolleg e.V. (Hg.): Welterbe zwischen Strom und Schiene. 14. Internationale Jahrestagung des Rheinkollegs e.V. Bacharach, 03.11.-04.11.2006. Speyer/Bacharach, S. 46–49. Online verfügbar unter <https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/tug/dgm/rheinkolleg.pdf>, zuletzt geprüft am 03.05.2020.

Lutzenberger, Stefan; Stibel, Dorothee; Gerbig, Christian; Wettschureck, Rüdiger G. (2017): Luftschall aus dem Schienenverkehr. In: Gerhard Müller und Michael Möser (Hg.): Luftschall aus dem Schienenverkehr. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 1–76. Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=2vo1DwAAQBAJ&pg=PA1&lpg=PA1>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.

Möhler, Ulrich; Schreckenberger, Dirk; Müller, Uwe; Liepert, Manfred; Skowronek, Viktor; Belke, Christin; Benz, Sarah (2018): Maximalpegelkriterien für die Beurteilung von Schienenverkehrslärm in der Nacht. In: *Lärmbekämpfung* 1 (13), S. 15–22.

Online verfügbar unter

[https://elib.dlr.de/119419/1/L%C3%A4rmbek%C3%A4mpfung\\_01\\_2018\\_S.15-22.pdf](https://elib.dlr.de/119419/1/L%C3%A4rmbek%C3%A4mpfung_01_2018_S.15-22.pdf), zuletzt geprüft am 19.04.2020.

Münzel, Thomas; Gori, Tommaso; Babisch, Wolfgang; Basner, Mathias (2014): Cardiovascular effects of environmental noise exposure. In: *European Heart Journal* 35 (13), S. 829–836. Online verfügbar unter

<https://academic.oup.com/eurheartj/article-pdf/35/13/829/17354286/ehu030.pdf>, zuletzt geprüft am 03.05.2020.

Münzel, Thomas; Kröller-Schön, Swenja; Oelze, Matthias; Gori, Tommaso; Schmidt, Frank P.; Steven, Sebastian et al. (2020): Adverse Cardiovascular Effects of Traffic Noise with a Focus on Nighttime Noise and the New WHO Noise Guidelines. In: *Annual Review of Public Health*. Online verfügbar unter

<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-publhealth-081519-062400>, zuletzt geprüft am 19.04.2020.

Regierungspräsidium Darmstadt; Regierungspräsidium Gießen;

Regierungspräsidium Kassel (2012): Lärmaktionsplan Hessen. Teilplan

Schienenverkehr. Online verfügbar unter

[https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/HMUELV/lap\\_schiene\\_pdf\\_68\\_mb.pdf](https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/HMUELV/lap_schiene_pdf_68_mb.pdf), zuletzt geprüft am 18.03.2020.

rheinkolleg e.V. (2007): Das Mittelrheintal ruft um Hilfe. In: rheinkolleg e.V. (Hg.):

Welterbe zwischen Strom und Schiene. 14. Internationale Jahrestagung des

Rheinkollegs e.V. Bacharach, 03.11.-04.11.2006. Speyer/Bacharach, S. 4–5. Online

verfügbar unter [https://www.ruhr-uni-](https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/tug/dgm/rheinkolleg.pdf)

[bochum.de/imperia/md/content/tug/dgm/rheinkolleg.pdf](https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/tug/dgm/rheinkolleg.pdf), zuletzt geprüft am

03.05.2020.

Speck, Georg (2007): Politik für Lärmschutz und Lärmvermeidung. In: rheinkolleg e.V. (Hg.): Welterbe zwischen Strom und Schiene. 14. Internationale Jahrestagung des Rheinkollegs e.V. Bacharach, 03.11.-04.11.2006. Speyer/Bacharach, S. 12–18. Online verfügbar unter <https://www.ruhr-uni-bochum.de/imperia/md/content/tug/dgm/rheinkolleg.pdf>, zuletzt geprüft am 03.05.2020.

Stroh, Katharina; Gerke, Michael (2017): Lärm – Hören, messen und bewerten. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU). Augsburg. Online verfügbar unter [https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw\\_34\\_laerm\\_messen\\_bewerten.pdf](https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_34_laerm_messen_bewerten.pdf), zuletzt geprüft am 30.03.2020.

van Kempen, Elise; Casas, Maribel; Pershagen, Göran; Foraster, Maria (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. In: International Journal of Environmental Research and Public Health 15 (2). Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5858448/pdf/ijerph-15-00379.pdf>, zuletzt geprüft am 26.03.2020.

WHO (2011): Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe. Geneva: World Health Organization. Online verfügbar unter [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf), zuletzt geprüft am 19.04.2020.

WHO (2018): Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen, Denmark. Online verfügbar unter <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/279952/9789289053563-eng.pdf>, zuletzt geprüft am 26.03.2020.

## **Internetmedien**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2014): Was ist Lärm? Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/laermschutz/laermschutz-im-ueberblick/was-ist-laerm/>, zuletzt aktualisiert am 28.08.2014, zuletzt geprüft am 18.03.2020.

Sengpiel, Eberhard (2014): Tontechnik-Rechner - sengpielaudio. Online verfügbar unter <http://www.sengpielaudio.com/Rechner-entfernung.htm>, zuletzt aktualisiert am 01.08.2014, zuletzt geprüft am 27.04.2020.

Umweltbundesamt (2019): Schienenverkehrslärm. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verkehrslaerm/schienenverkehrslaerm/>, zuletzt aktualisiert am 03.09.2019, zuletzt geprüft am 26.03.2020.

Universitätsmedizin Mainz (2019): Nächtlicher Bahnlärm führt zu Gefäßschäden. Online verfügbar unter <https://www.unimedizin-mainz.de/presse/pressemitteilungen/aktuellemitteilungen/newsdetail/article/naechtlicher-bahnlaerm-fuehrt-zu-gefaessschaeden-kopie-1.html>, zuletzt aktualisiert am 29.10.2019, zuletzt geprüft am 17.03.2020.

Universitätsmedizin Mainz (2020): Verkehrslärm in der Nacht schädigt Herz mehr als am Tag. Online verfügbar unter <https://www.unimedizin-mainz.de/kardiologie-1/startseite/pressemitteilungen/newsdetails/article/verkehrslaerm-in-der-nachtschaedigt-herz-mehr-als-am-tag.html>, zuletzt aktualisiert am 23.01.2020, zuletzt geprüft am 16.03.2020.

Wolf, Jörg (2019): Warum Lärm krank macht. Hg. v. Südwestrundfunk. Online verfügbar unter <https://www.swr.de/wissen/zulaut/warum-laerm-krank-macht-100.html>, zuletzt aktualisiert am 27.08.2019, zuletzt geprüft am 18.03.2020.

# Anhang

## Anhang A - Fragebogen für die Anwohner

Nachfolgend wird der Fragebogen aufgeführt, der den betroffenen Anwohnern zugeschickt wurde.

---

Im Rahmen des Leistungskurses Biologie schreibe ich eine Facharbeit zum Thema „Auswirkungen von Bahnlärm auf die Gesundheit“. Eine Grundlage der Facharbeit ist dieser Fragebogen. In diesem Fragebogen geht es um Ihre Wahrnehmung des Bahnverkehrs in unmittelbarer Nähe zu den Bahngleisen.

Ihre Teilnahme an der Befragung ist freiwillig und ich versichere Ihnen, dass die Auswertung ohne jeden Bezug auf Personen durchgeführt wird und somit völlig anonym ist.

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

Auswirkungen von Bahnlärm auf die Gesundheit – Fragebogen	
1. Darf ich zuerst fragen, wie alt Sie sind?	_____ (Alter in Jahren eintragen)
2. Wie weit ist Ihr Haus ungefähr von dem Bahngleis entfernt?	_____ (Entfernung in Metern eintragen)
3. Wie lange wohnen Sie schon hier?	_____ (Jahr eintragen)
4. Wie würden Sie den Bahnlärm, den Sie <b>in Ihrem Haus</b> hören, insgesamt beschreiben?	<input type="checkbox"/> sehr leise <input type="checkbox"/> leise <input type="checkbox"/> laut <input type="checkbox"/> sehr laut <input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)
5. Wie würden Sie den Bahnlärm <b>außerhalb Ihres Hauses</b> , also vor der Tür oder im Garten, insgesamt beschreiben?	<input type="checkbox"/> sehr leise <input type="checkbox"/> leise <input type="checkbox"/> laut <input type="checkbox"/> sehr laut <input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)

6. Wie oft beobachten Sie folgende <b>körperliche Zustände</b> bei sich selbst?			
(6a) Einschlaf- oder Durchschlafstörungen	<input type="checkbox"/>		nie
	<input type="checkbox"/>		selten
	<input type="checkbox"/>		regelmäßig
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
(6b) Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wie z.B. Bluthochdruck	<input type="checkbox"/>		nie
	<input type="checkbox"/>		selten
	<input type="checkbox"/>		regelmäßig
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
(6c) Nervosität	<input type="checkbox"/>		nie
	<input type="checkbox"/>		selten
	<input type="checkbox"/>		regelmäßig
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
(6d) Müdigkeit	<input type="checkbox"/>		nie
	<input type="checkbox"/>		selten
	<input type="checkbox"/>		regelmäßig
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
(6e) Stress	<input type="checkbox"/>		nie
	<input type="checkbox"/>		selten
	<input type="checkbox"/>		regelmäßig
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
7. Spüren Sie durch die Züge Vibrationen im Haus?	<input type="checkbox"/>		ja
	<input type="checkbox"/>		nein
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
8. Können Sie im Sommer Ihren Garten, ihren Balkon bzw. Freiflächen nur eingeschränkt nutzen?	<input type="checkbox"/>		ja
	<input type="checkbox"/>		nein
	<input type="checkbox"/> Habe keinen Garten/Balkon/Freifläche		
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
9. Kommt es vor, dass Sie Gespräche unterbrechen müssen, wenn ein Zug vorbeifährt?	<input type="checkbox"/>	nein, kommt nie	vor
	<input type="checkbox"/>	kommt selten	vor
	<input type="checkbox"/>	kommt regelmäßig	vor
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
10. Haben Sie schon einmal darüber nachgedacht, wegen des Bahnlärms umzuziehen?	<input type="checkbox"/>		ja
	<input type="checkbox"/>		nein
	<input type="checkbox"/> keine Angabe (nicht vorlesen)		
11. Fällt Ihnen abschließend noch etwas ein, was Sie gern zum Thema Bahnlärm sagen wollen?			
_____			
_____			
_____			

## Anhang B - Angaben der teilnehmenden Anwohner

Tabelle 4: Angaben der teilnehmenden Anwohner

Teilnehmernummer	1	2	3	4	5	6
<b>1. Alter [Jahre]</b>	67	52	80	48	73	72
<b>2. Entfernung zum Bahngleis [Meter]</b>	60	50	10	7	20	18
<b>3. Wie lange schon wohnhaft hier? [Jahre]</b>	46	52	11	48	43	40
<b>4. Bahnlärm im Haus</b>	laut	sehr laut	laut	laut	leise	sehr laut
<b>5. Bahnlärm außerhalb des Hauses</b>	sehr laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut
<b>6. Körperliche Zustände</b>						
6a Einschlaf-/ Durchschlafstörungen	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten	selten	regelmäßig
6b Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Bluthochdruck)	regelmäßig	selten	nie	nie	regelmäßig	regelmäßig
6c Nervosität	regelmäßig	selten	regelmäßig	selten	regelmäßig	selten
6d Müdigkeit	regelmäßig	selten	regelmäßig	selten	selten	regelmäßig
6e Stress	regelmäßig	nie	regelmäßig	selten	selten	regelmäßig
<b>7. Vibrationen im Haus</b>	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<b>8. Eingeschränkte Nutzbarkeit Garten/Balkon</b>	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<b>9. Unterbrechung von Gesprächen notwendig</b>	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig
<b>10. Umzug in Betracht gezogen</b>	ja	ja	nein	ja	ja	ja



<b>Teilnehmernummer</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>1. Alter [Jahre]</b>	43	53	30	75	62	74
<b>2. Entfernung zum Bahngleis [Meter]</b>	500	100	25	20	15	18
<b>3. Wie lange schon wohnhaft hier? [Jahre]</b>	6	12	8	40	62	49
<b>4. Bahnlärm im Haus</b>	laut	laut	laut	leise	laut	sehr laut
<b>5. Bahnlärm außerhalb des Hauses</b>	sehr laut	laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut
<b>6. Körperliche Zustände</b>						
6a Einschlaf-/ Durchschlafstörungen	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten	selten	regelmäßig
6b Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Bluthochdruck)	regelmäßig	selten	nie	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig
6c Nervosität	regelmäßig	selten	selten	selten	selten	regelmäßig
6d Müdigkeit	regelmäßig	selten	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig
6e Stress	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten	selten	regelmäßig
<b>7. Vibrationen im Haus</b>	nein	ja	ja	ja	ja	ja
<b>8. Eingeschränkte Nutzbarkeit Garten/Balkon</b>	ja	ja	nein	ja	ja	nein
<b>9. Unterbrechung von Gesprächen notwendig</b>	selten	selten	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig
<b>10. Umzug in Betracht gezogen</b>	ja	ja	ja	ja	nein	ja

<b>Teilnehmernummer</b>	13	14	15	16	17	18
<b>1. Alter [Jahre]</b>	54	56	67	71	61	48
<b>2. Entfernung zum Bahngleis [Meter]</b>	100	30	25	100	30	20
<b>3. Wie lange schon wohnhaft hier? [Jahre]</b>	10	56	37	40	26	15
<b>4. Bahnlärm im Haus</b>	laut	sehr laut	sehr laut	leise	laut	laut
<b>5. Bahnlärm außerhalb des Hauses</b>	sehr laut	sehr laut	sehr laut	laut	sehr laut	sehr laut
<b>6. Körperliche Zustände</b>						
6a Einschlaf-/ Durchschlafstörungen	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten	regelmäßig
6b Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Bluthochdruck)	k.A.	regelmäßig	selten	regelmäßig	nie	regelmäßig
6c Nervosität	selten	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	nie	regelmäßig
6d Müdigkeit	k.A.	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten	regelmäßig
6e Stress	k.A.	selten	regelmäßig	regelmäßig	selten	regelmäßig
<b>7. Vibrationen im Haus</b>	ja	ja	ja	nein	ja	ja
<b>8. Eingeschränkte Nutzbarkeit Garten/Balkon</b>	k.A.	ja	ja	nein	nein	ja
<b>9. Unterbrechung von Gesprächen notwendig</b>	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten	regelmäßig
<b>10. Umzug in Betracht gezogen</b>	ja	ja	nein	nein	nein	ja

<b>Teilnehmernummer</b>	19	20	21	22	23	24
<b>1. Alter [Jahre]</b>	45	62	48	55	59	48
<b>2. Entfernung zum Bahngleis [Meter]</b>	20	15	20	15	50	30
<b>3. Wie lange schon wohnhaft hier? [Jahre]</b>	15	38	2	16	25	20
<b>4. Bahnlärm im Haus</b>	laut	laut	sehr laut	laut	laut	laut
<b>5. Bahnlärm außerhalb des Hauses</b>	sehr laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut	sehr laut
<b>6. Körperliche Zustände</b>						
6a Einschlaf-/ Durchschlafstörungen	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten
6b Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Bluthochdruck)	selten	k.A.	nie	nie	nie	nie
6c Nervosität	selten	selten	selten	nie	regelmäßig	selten
6d Müdigkeit	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig
6e Stress	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	selten	regelmäßig	selten
<b>7. Vibrationen im Haus</b>	ja	ja	ja	ja	ja	nein
<b>8. Eingeschränkte Nutzbarkeit Garten/Balkon</b>	ja	ja	ja	nein	ja	ja
<b>9. Unterbrechung von Gesprächen notwendig</b>	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig	regelmäßig
<b>10. Umzug in Betracht gezogen</b>	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Quelle: Eigene Befragung

## Anhang C - Abschließende Aussagen der Anwohner

Hier werden die abschließenden Aussagen der 24 befragten Personen wiedergegeben.

1. Der Lärm beeinträchtigt das gesamte Mittelrheintal. Der Tourismus leidet, weil keine Gäste mehr kommen. Es gibt keine größeren Betriebe mit der Folge, dass junge Menschen auswandern, weil sie keinen Arbeitsplatz finden. Die einzige Möglichkeit, damit das Rheintal wiederbelebt wird, ist dass der Schienenverkehr verschwindet. Anhand von Studien wurde nachgewiesen, dass Bahnlärm mit einer Lautstärke von 104 dB die Gesundheit belastet und Herz-Kreislauf-Erkrankungen fördert bis hin zu Todesfällen.
2. Der Bundesverkehrsminister sollte mal zwei Nächte bei gekipptem Fenster in Assmannshausen verbringen.
3. Der verursachte Lärm ist unterschiedlich laut und störend, im Haus wie draußen. Die Vibrationen sind unterschiedlich (das ärgerlichste ist vor allem nachts). Der Balkon wird wegen Bahn- und Straßenlärm gar nicht mehr genutzt. Ein Umzug ist ausgeschlossen wegen finanziellen und wirtschaftlichen Gründen.
4. Im Sommer ist es kaum möglich, bei gekipptem Fenster zu schlafen.
5. Lärmschutzmaßnahmen sind erfolgt: Eine Lärmschutzwand wurde vor 7 Jahren 20 Meter von der Trasse entfernt gebaut. Dadurch war der Lärmpegel von 87 dB auf 77 dB gesunken. Gespräche werden gestört, der Fernseher muss lauter gestellt werden - das ist das was stört. Es wurden schon 19 Züge in 50 Minuten gezählt. Im Schnitt wochentags (Montagnacht bis Samstagnacht) am Tag (6–22 Uhr) 7–8 Züge pro Stunde, in der Nacht (22–6 Uhr) 10 Züge, nur Güterzüge. Weitere auftretende Belastungen sind Bewegungen, da das Auge auf jeden Impuls reagiert. Aufgewirbelter Feinstaub (enthält auch Kupferabrieb von Fahrdrähten) wird eingeatmet. Seit Einführung der neuen Bremsbeläge verursacht jeder bremsende Zug einen Gestank nach stark verschmortem Plastik.

6. Es ist menschenverachtend, dass Güterverkehr mit hauptsächlich Gefahrgütern durch Ortschaften geschleust wird mit einer Lautstärke von 100 dB(A), gewaltigen Erschütterungen in Wohnungen oder auf Grundstücken. Die Schallschutzwände sind oft dunkelbraun wegen Dreck. Die Entgleisung eines Güterzuges mit Gefahrgut wäre absolute Katastrophe. Auf beiden Seiten des Rheins fahren in 24 h ca. 450 Züge, mit einer Prognose einer Steigerung um 30%. Die beste Lösung für das Mittelrheintal wäre Alternativtrasse unter- oder oberirdisch für Güterverkehr, weg von den Menschen durch den Westerwald oder Taunus. Der Bund und die Bahn bauen und planen bis jetzt nur teure moderne ICE-Strecken für Personenverkehr. Der Güterverkehr ist das Stiefkind der Nation ohne Rücksicht auf Menschen.
7. Es geht leise: in Österreich und Schweiz sind Güterzüge kaum wahrnehmbar. Anpassung an gesetzliche Regelungen für deutsche Güterzüge und hohe Strafen bei Nichteinhaltung wäre perfekte Lösung.
8. Bahnverkehr ist besonders im Güterbereich aus ökologischen Gründen notwendig, für transeuropäischen Schienen-Güterverkehr sind innovative Schienenstrecken notwendig, auch um die Straßen zu entlasten. In Niederlanden (Betuweroute, ca. 6 Mrd. Euro) und in Schweiz (Gotthard-Basis-Tunnel, ca. 12 Mrd. Euro) wurden neue Güterverkehrsstrecken realisiert und überwiegend abseits von Wohngebieten gebaut. Lärmschutz hat hier besondere Rolle gespielt, in Deutschland fehlt eine intelligente Güterstrecke. Der Güterverkehr rumpelt durch das Mittelrheintal über eine Eisenbahnstrecke, die in der Kaiserzeit errichtet wurde, deutsche Politik und DB sorgen nicht für entsprechende Innovationen = Leidtragende sind Bewohner der Schienenwege
9. Bei neuen Zügen hört man nicht viel, aber bei alten wackelt das Haus
10. In einigen Bereichen des Hauses reißt der Innenputz auf
11. (keine Aussage)
12. Anzahl der Züge hat immens zugenommen, besonders nachts fahren 80–140 Güterzüge vorbei, keine geregelte Nachtruhe, Erschütterungen tags- wie nachtsüber massiv, Lebensqualität leidet massiv, nur noch mit geschlossenen Fenstern telefonieren oder fernsehen, alternative Neubaustrecke ist der einzige Ausweg

13. Unverschämt laute Züge trotz moderner Technik. Riecht sehr stark nach Bremsabrieb. Bahnlärm manchmal körperliche Gewalttat. Recht auf Unversehrtheit, Nachtflugverbot - warum kein Nachtfahrverbot für Züge? Vorschlag: nachts viel langsamer fahren. im Sommer kein Fenster aufmachen, selbst Lärmschutz bezahlen, wie Uropa aus eigener Tasche, Haus mit dreifacher Verglasung, aber reicht trotzdem nicht für jeden Zug aus, man wird wach, wenn es laut rappelt
14. Zug-Anzahl hat sich erhöht, Blutdruck ist mit den Jahren gestiegen. Es regt auf, dass man gesetzliche Maßnahmen zur Lärmreduzierung als Endverbraucher nicht wahrnehmen kann. Bei offenem Fenster ist eine zu hohe Lärmbelastung, schadet Gesundheit, kein erholsamer Schlaf. Betreibe ein Hotel, habe schlechtes Gewissen gegenüber Gästen, Hotel wackelt regelmäßig, muss Gäste beruhigen. Wenn ich nicht freien Rheinblick hätte, wüsste ich gar nicht, ob ich hier noch wohnen würde.
15. Nach 30 Jahren wieder eingezogen, überrascht wie viele Güterzüge durch Ortschaft donnern. Haus wird gefühlt auseinandergerissen, leider als Lügner abgestempelt
16. Auf eigene Kosten dreifach verglaste Fenster eingebaut
17. Auffallend ist, dass Wagenmaterial tatsächlich erheblich geräuscharmer ist aufgrund der Flüsterbremsen. Zu viele Waggons älterer Bauart unterwegs mit katastrophalen Zuständen. Vor allem unrunde Radansätze sorgen für Lärm und Vibrationen. Allein eine Geschwindigkeitsbeschränkung würde kurzfristig Erfolg bringen.
18. Erschütterungen sind vor allem nachts extrem und unerträglich. Vor dem Haus befindet sich eine Weiche. Da es keine Flüsterweiche ist mit beweglichem Herzstück und somit Fehlstelle aufweist und es sich zusätzlich um felsigen Untergrund handelt, kommt es je nach Zug Gewicht und Geschwindigkeit zu Stößen = mittleres Erdbeben, d.h. ca. Richterskala 3. Züge quietschen beim Abbiegen auf Überholgleis in hohen Frequenzen = kaum auszuhalten. Neue Bremsbeläge lassen zwar einige Waggons leiser rollen, aber viele Räder haben Flachstellen und rattern sehr laut

19. Einschränkungen nicht nur wegen der Lautstärke, sondern auch der Häufigkeit der Vorbeifahrten jedes einzelnen Zuges. Aufenthalt draußen wird nicht durch einen Zug verleidet, aber alle 5 Minuten ein Güterzug ist unerträglich. Lärmschutzmaßnahmen werden nicht durch Bahn gefördert, erhalten keinen Zuschuss für Lärmschutz (Fenster im Haus)
20. Bahnlärm macht krank!
21. Umzug nicht möglich, da die Immobilie durch den Bahnlärm unverkäuflich geworden ist oder man sie verschenken müsste
22. Die neuen K-Sohlen der Züge sind ein echter Fortschritt und machen die neuen Güterzüge viel leiser. Wenn ein alter „Schrotzug“ kommt, hört man das Schlagen an einem alten Waggon schon von sehr weit her. Die Gläser klirren dann im Schrank.
23. Wir brauchen weitere Lärminderungsmaßnahmen und die Alternativtrasse
24. Die Bahn kann sich über sämtliche Gesetze hinwegsetzen, wie z.B. BImSchG, BetrSichV (aufgrund wesentlicher Änderungen durch z.B. längere oder auch schwerere Züge gegenüber Inbetriebnahmedaten zum Zeitpunkt der Errichtung der Gleisanlagen mit dem entsprechenden Untergrund, Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit,...). Eine Risikobetrachtung mit entsprechender Gefährdungsbeurteilung liegt nur unzureichend vor – trotzdem erlischt keine Betriebserlaubnis.

## **Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit**

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und nur die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Mir ist bekannt, dass ein Verstoß gegen diese Versicherung einen Täuschungsversuch darstellt und die Arbeit mit ungenügend (0-Punkte) bewertet wird.

Datum:

Unterschrift: