

# Messbericht Lorch

Fachbereich 1 – Life Sciences and Engineering  
Studiengang Umweltschutz

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Frieder Kunz

Bearbeiter: Nico Petry B.Sc.

## Inhaltsverzeichnis

1	Sachverhalt und Aufgabenstellung.....	2
2	Beurteilungsgrundlagen.....	3
2.1.	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden DIN 4150 Teil 2 .....	3
2.2.	Beurteilung Außenschallpegel (16. BImSchV) .....	5
2.3.	Beurteilung Innenschallpegel (24. BImSchV).....	5
3	Messdurchführung.....	6
4	Messergebnisse .....	8
4.1.	Erschütterungen .....	8
4.2.	Außenschallpegel.....	10
4.3.	Innenschallpegel.....	10
5	Zusammenfassung.....	11

## 1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die Technische Hochschule Bingen (THB) hat im Rahmen des Forschungsprojekts „Erschütterungen und Lärm im Mittelrheintal“ die Belastungen durch Erschütterungen und Schall an Wohnhäuser messtechnisch erfasst. Im Rahmen des Projekts soll der Zusammenhang zwischen gemessenen Erschütterungen und berichteten Störungen der Anwohner betrachtet und mit ähnlichen Internationalen Studien verglichen werden.

Dieser vorliegende Messbericht dient zur vergleichbaren Dokumentation einer einzelnen Messung und soll dem einzelnen Anwohner zur Information zur Verfügung gestellt werden. Der Bericht fasst die Ergebnisse der Erschütterungsmessung und der Schallpegelmessung zusammen. Weiterhin wird ein Vergleich der zusammengefassten Größen mit der einschlägige Norm DIN 4150 Teil 2 für Erschütterungen, mit der 16. BImSchV für den Außenschallpegel und mit der 24. BImSchV für den Innenschallpegel aufgeführt.

Das Messobjekt ist ein Wohngebäude der Familie Perabo. Die Anschrift ist Rheinstr. 55, 65391 Lorch. Das Gebäude steht ca. 5 m von der Gleismitte des ersten Gleises (Gleis Richtung Lahnstein / Koblenz) entfernt.

## 2 Beurteilungsgrundlagen

### 2.1. Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden DIN 4150 Teil 2

Um die Erschütterungen zu beurteilen wird die Norm DIN 4150 Teil 2 angewandt. Diese Norm definiert ein Beurteilungsverfahren mit Anhaltswerten. Mit der Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 können danach erhebliche Störungen auf Menschen vermieden werden<sup>1</sup>.

Für das Beurteilungsverfahren werden die Taktmaximalwerte mit den Anhaltswerten verglichen. Die Taktmaximalwerte  $KB_{FTi}$  mit einer Taktlänge von 30 s werden aus dem gemessenen Schwingungssignal gewonnen, welches vorher zu einem bandbegrenztem, frequenz- und zeitbewertetem Erschütterungssignal  $KB_F(t)$  umgewandelt wurde. Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 sind in Tabelle 1 aufgezeigt.

Tabelle 1: Anhaltswerte der DIN 4150-2

Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9).	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8).	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen unter gebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5).	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2).	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen.	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Die Anhaltswerte werden in Einwirkungsorte unterteilt, die angelehnt an die Baugebiete, welche in der Baunutzungsverordnung genannt werden. Die weitere Unterteilung erfolgt in eine Tageszeit (6 – 22 Uhr) sowie in eine Nachtzeit (22 – 6 Uhr) und in die Anhaltswerte A<sub>u</sub>, A<sub>o</sub> und A<sub>r</sub>.

<sup>1</sup> Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS), [Schweizer] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 1999.

Dabei steht  $A_u$  für unteren Anhaltswert,  $A_o$  für oberen Anhaltswert und  $A_r$  für den Beurteilungs-Anhaltswert.

Die  $KB_{FTi}$  werden wie folgend mit den Anhaltswerten verglichen. Ist der maximale Wert  $KB_{Fmax}$  kleiner als der untere Anhaltswert  $A_u$  gilt die Norm als eingehalten. Ist jedoch  $KB_{Fmax}$  größer als der obere Anhaltswert  $A_o$  und liegen keine seltenen Einwirkungen vor, so gilt die Norm als nicht eingehalten. Liegt der  $KB_{Fmax}$  zwischen  $A_u$  und  $A_o$ , wird  $A_r$  mit der Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$  verglichen. Bei der Überschreitung des Anhaltwertes  $A_r$  mit  $KB_{FTr}$  gilt die Norm als nicht eingehalten.

Für den oberirdischen Schienenverkehr hat der obere Anhaltswert  $A_o$  eine abweichende Bedeutung. So gilt die Norm noch als eingehalten, wenn nachts einzelne  $KB_{FTi}$ -Werte den oberen Anhaltswert  $A_o$  überschreiten. Die Norm empfiehlt bei Überschreitung des gebietsunabhängigen Anhaltswert  $A_o = 0,6$  nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen.

Die Anhaltswerte sind keine Grenzwerte, viel mehr orientiert sich die Zumutbarkeit an der Vorbelastung bei wesentlicher Änderung der Strecke. Die Norm ist für die Bewertung bei Ausbau- und Neubaustrecken anerkannt (siehe BVerwG 7 A 14.09).

## 2.2. Beurteilung Außenschallpegel (16. BImSchV)

Für die Beurteilung des in der Regel gerechneten Außenpegels erfolgt nach der Verkehrslärm-schutzverordnung (16. BImSchV). Die Tabelle 2 enthält die Grenzwerte nach § 2 der Verord-nung.

*Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV*

	Art der baulichen Nutzung	L <sub>r,T</sub> [dB(A)] tags	L <sub>r,N</sub> [dB(A)] nachts
1	Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen	57	47
2	reine und allgemeine Wohngebieten Kleinsiedlungsgebiete	59	49
3	Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	64	54
4	Gewerbegebieten	69	59

Die Anwendung beschränkt sich auf wesentliche Änderungen und Neubaustrecken.

## 2.3. Beurteilung Innenschallpegel (24. BImSchV)

Der Innenschallpegel wird in Anlehnung an die Verkehrswege-Schallschutz-Verordnung (24. BImSchV) beurteilt. Diese Verordnung enthält keine direkten Immissionsrichtwerte. Jedoch lassen aus den genannten Richtwerte für die Berechnung der Schalldämm-Maße Immissions-richtwerte für Linienschallquellen ableiten (vgl. BRDrucks 463/96 S. 16). In Tabelle 3 werden die Werte zur Beurteilung dargestellt.

*Tabelle 3: Beurteilungswerte in Anlehnung an die 24. BImSchV*

	Raumnutzung	L <sub>i,T</sub> [dB(A)] tags	L <sub>i,N</sub> [dB(A)] nachts
1	Räume die überwiegend zum Schlafen genutzt werden	-	30
2	Wohnräume	40	-
3	Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Ope-rationsräume, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume	40	-
4	Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine La-borräume	45	-
5	Großraumbüros, Schalterräume, Druckerräume von DV-Anlage, soweit dort ständige Arbeitsplätze vorhanden sind	50	-
6	Sonstige Räume, die nicht nur vorübergehend zum Aufenthalt von Menschen bestimmt sind	Entsprechend der Schutz-bedürftigkeit der jeweiligen Nutzung festzusetzen	

Die Anwendung der Verordnung findet erst statt, wenn die Werte der 16. BImSchV überschrit-ten sind und es sich um eine wesentliche Änderung oder Neubaustrecke handelt.

### 3 Messdurchführung

Die Messung erfolgte in der Nachtzeit (22 – 6 Uhr) vom 29. März auf den 30. März 2017. Als Messtechniker waren Herr Petry, Herr Giehl und Frau Specht vor Ort. Die Messungen erfolgten jeweils unüberwacht. Die Erschütterungen wurden mit dem Messsystem Meda der Firma Wölfel gemessen. Das Messsystem besteht aus 4 3-D Geophonen und 4 1-D Geophonen (nur vertikal). Der AD-Wandler besteht aus 4 BlueStack-Einheiten, die zu einer 16-kanaligen Einheit zusammengesetzt wurden. Die Version der Software ist 2014-2. Das Messsystem ist werkskalibriert.

Für die Messung des Schallpegels wurden drei Handschallpegelmesser XL2 der Firma NTi Audio verwendet. Für den Außenpegel wurde der Handschallpegelmesser mit dem Mikrofon MG WME953 kombiniert und für die Innenpegel jeweils ein Mikrofon MA 220 verwendet. Vor der Messung wurden die Handschallpegelmesser mit einem Schallkalibrator (Brüel & Kjær Typ 4231) kalibriert.

Die Sensorpositionen für Erschütterungen sind nach der DIN 4150-2 zu wählen. Das sind die Positionen, bei denen die stärksten Erschütterungen im untersuchten Raum zu erwarten sind. Diese sind meist in der Raummitte zu finden. Als Referenz wurde ein Geophon am Fuße des Bahndammes und ein weiteres Geophon an das Kellerfundament des Hauses gestellt.

Die Tabelle 4 listet die Aufteilung der Geophone und Schallpegelmesser auf. In Abbildung 1 wird der Messaufbau räumlich dargestellt.

Tabelle 4: Aufteilung der Geophone

Messstelle	Sensor
Bahndamm	Geophon A
Keller	Geophon B
EG Anbau	Geophon E mit NTi B
EG Esszimmer	Geophon F
1. OG Terrasse	Außenmikrofon NTi C
1. OG Wohnzimmer	Geophon C (Deckenmitte) und Geophon G (Deckenmitte)*
2. OG Schlafzimmer	Geophon D (Wand) und Geophon H (Raummitte)

\*Das Wohnzimmer erstreckt sich auf zwei verschiedene Decken.

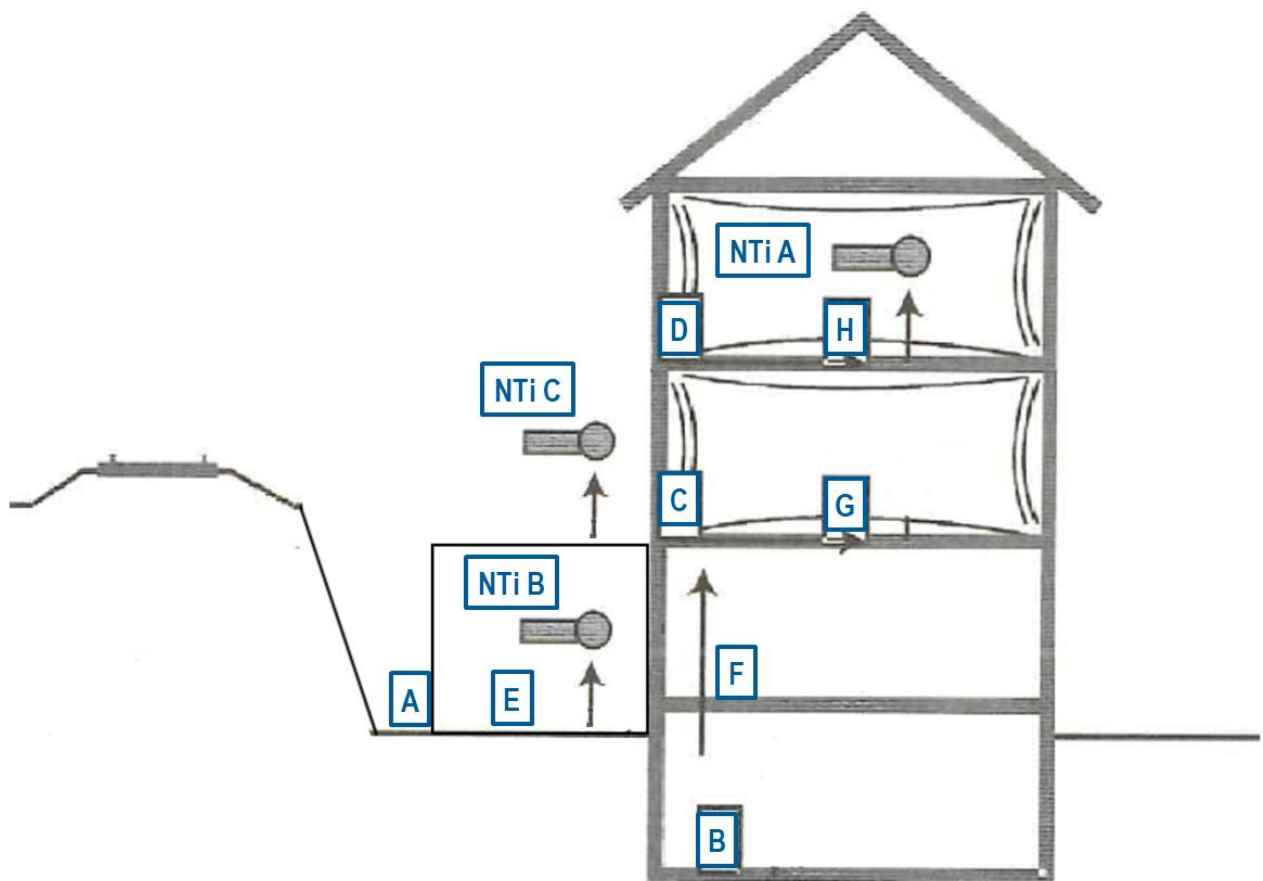


Abbildung 1: Skizze Lageplan

## 4 Messergebnisse

### 4.1. Erschütterungen

Die Messergebnisse der Messung werden in Tabelle 5 und Tabelle 6 vollständig dargestellt. Insgesamt wurden in der Nacht ca. 80 Züge erkannt. Der Einwirkungsort wird nach der tatsächlichen Nutzung als Wohngebiet eingestuft. Nach der Bodenrichtwertkarte der Gemeinde Lorch am Rhein liegt das Grundstück im Mischgebiet.<sup>2</sup> Bei Geophon H liegen wegen schlechter Verbindung der Kabel keine Daten vor.

Tabelle 5: Erschütterungsergebnisse (Teil 1)

	Damm			Ess- zimmer EG	Keller			WZ Anbau EG
Geophon Richtung	A-Z	A-X	A-Y	E-Z	B-Z	B-X	B-Y	F-Z
KB <sub>FTr</sub>	0,090	0,099	0,151	0,080	0,018	0,004	0,003	0,065
KB <sub>FMAX</sub>	0,916	1,180	1,988	0,700	0,159	0,129	0,103	0,481
>0,6	3	3	13	2	0	0	0	0
>0,3	21	29	46	15	0	0	0	15

Tabelle 6: Erschütterungsergebnisse (Teil 2)

	Wohnzimmer 1. OG			WZ 1. OG	Schlafzimmer 2. OG			SZ 2. OG
Geophon Richtung	C-Z	C-X	C-Y	G-Z	D-Z	D-X	D-Y	H-Z
KB <sub>FTr</sub>	0,055	0,019	0,025	0,075	0,052	0,029	0,026	-
KB <sub>FMAX</sub>	0,318	0,155	0,256	0,577	0,422	0,182	0,179	-
>0,6	0	0	0	0	0	0	0	-
>0,3	3	0	0	11	3	0	0	-

Richtung      z = senkrecht  
                   x = horizontal (parallel zur Fahrtrichtung Bahn)  
                   y = horizontal (senkrecht zur Fahrtrichtung Bahn)

KB<sub>FTr</sub>:        Beurteilungsschwingstärke nach DIN 4150-2  
                   Der Anhaltswert nachts für MI ist Ar = 0,07 und für WA ist Ar = 0,05.

KB<sub>FMAX</sub>:     Maximale KB-bewertete Schwingstärke der Nacht

>0,6:         Anzahl der Takte, die größer als 0,6 sind. Nach Abschnitt 6.5.3.5 eine Grenze bei der die Norm DIN 4150-2 empfiehlt, dass die Ursachen bei der Zugeinheit zu beheben sind. Diese Erschütterungen sind sehr gut spürbar.

<sup>2</sup> Quelle: Bodenrichtwertkarte Lorch der Gemeinde Lorch am Rhein (Stand 2012)

[http://www.lorch-rhein.de/pics/medien/1\\_1343124812/RTK-lorch.pdf](http://www.lorch-rhein.de/pics/medien/1_1343124812/RTK-lorch.pdf)

Hrsg.: Gutachterausschüsse für Immobilienwerte; Berner Straße 11; 65552 Limburg



>0,3: Anzahl der Takte, die größer als 0,3 sind. Der obere Anhaltswert für Mischgebiete beträgt  $A_o = 0,3$ . Ab diesen Wert sind die Erschütterungen für die meisten Menschen gut spürbar. (Manche Züge erzeugen 2 oder 3 Takte).

In jedem Wohnraum (Geophon C; D; E; F; G) liegt jeweils der  $KB_{Fmax}$  über den Anhaltswert von  $A_o = 0,3$ . Folglich sind einzelne Züge in den Wohnräumen gut spürbar. Bei Betrachtung der zeitlich gemittelten Beurteilungs-Schwingstärke ( $KB_{FTr}$ ) liegt das Esszimmer im EG (Geophon E;  $KB_{FTr} = 0,08$ ) und das Wohnzimmer im 1. OG (Geophon G;  $KB_{FTr} = 0,075$ ) über den Anhaltswert mit  $A_r = 0,07$ . Die Anhaltswerte der DIN 4150-2 werden bei diesem Haus überschritten.

## 4.2. Außenschallpegel

Die Messergebnisse spiegeln die Gesamtbelastung aus Bahn-, Straße- und anderen Schallquellen wieder. Der Schienenstrecke grenzt unmittelbar an das Grundstück an und ist somit die bestimmende Schallquelle. Der Pegel  $L_{\text{Night}}$  entstammt der Lärmkartierung des Eisenbahn-Bundesamtes (2017). In Tabelle 7 werden die Messergebnisse aus der Messung (Nachtzeit 29./30. März) vorgestellt.

*Tabelle 7: Messergebnisse Außenschallpegel*

Außenpegel	Terrasse
Messwert $L_{\text{Aeq}}$	76,1 dB(A)
Messwert $L_{\text{AFmax}}$	99,2 dB(A)
Messwert $L_{\text{Ceq}}$	77,2 dB(C)
Messwert $L_{\text{CFmax}}$	99,5 dB(C)
Grenzwert 16. BImSchV $L_{r,N}$	54 dB(A)
Rechnung EBA $L_{\text{Night}}$	> 70 dB(A)

Wie in der Tabelle 7 ersichtlich ist der Beurteilungspegel  $L_{r,N}$  mit über 20 dB sicher überschritten. Der Beurteilungspegel aus der Lärmkartierung des Eisenbahn-Bundesamtes mit  $L_{\text{Night}} = >70 \text{ dB(A)}$  liegt in derselben Größenordnung wie in der tatsächlichen Messung.

## 4.3. Innenschallpegel

Der Innenschallpegel wurde an zwei verschiedenen Stellen ermittelt. Zum einen wurde im Wohnzimmer des Anbaus (EG) und zum anderen im Schlafzimmer des 2. OG (Dachgeschoss) gemessen. In Tabelle 8 werden die Messergebnisse mit dem Immissionsrichtwert der 24. BImSchV verglichen.

*Tabelle 8: Messergebnisse Innenschallpegel*

Innenpegel	WZ im Anbau (EG)	SZ im 2. OG
Messwert $L_{\text{Aeq}}$	37,8 dB(A)	40,5 dB(A)
Messwert $L_{\text{AFmax}}$	62,1 dB(A)	68,5 dB(A)
Messwert $L_{\text{Ceq}}$	50,0 dB(C)	52,1 dB(C)
Messwert $L_{\text{CFmax}}$	81,0 dB(C)	78,4 dB(C)
Richtwert $L_{i,N}$	30 dB(A)	30 dB(A)

Der Immissionsrichtwert von  $L_{i,N} = 30 \text{ dB(A)}$  für die Nachtzeit und für Räume die überwiegend zum Schlafen genutzt werden wird in beiden Räumen überschritten.

## 5 Zusammenfassung

In der Nacht vom 29.März auf den 30.März 2017 wurden im Haus Rheinstraße 52 in Lorch Erschütterungs- und Schallmessungen durchgeführt.

Die Messungen liefern folgende Aussagen. Der über die Zeit gemittelte Schallpegel mit  $L_{Aeq} = >70$  dB(A) ist viel höher als der Grenzwert der 16. BImSchV mit  $L_{r,N} = 54$  dB(A) und übersteigt auch den Auslösewert für die Lärmsanierung von 59 dB(A). Die Prognose der Lärmkartierung des Eisenbahn-Bundesamtes errechnet ebenfalls ein Wert von  $L_{Night} = >70$  dB(A). Weiterhin ist in den Wohnräumen der Immissionsrichtwert der 24. BImSchV überschritten. An beiden Messstellen (Wohnzimmer im Anbau mit  $L_{Aeq} = 37,8$  dB(A) und Schlafzimmer im 2. OG mit  $L_{Aeq} = 40,5$  dB(A)) wird der Richtwert mit  $L_{i,N} = 30$  dB(A) sicher überschritten.

Bei den Erschütterungen übertreten die Züge in jedem Wohnraum häufig den oberen Anhaltswert  $A_o$ . Außerdem übersteigt in zwei Wohnräume die Beurteilungs-Schwingstärke ( $KB_{FT,r}$ ) den Anhaltswert  $A_r$ . Demnach wird die Norm DIN 4150-2 für Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden nicht eingehalten.

Abschließend kann aus der Messung abgeleitet werden, dass die Schienenstrecke die gängigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmission und Schallimmission nicht einhält.