Beilage D der VHS vom
9. 11. 26, RU6-E-885/041-2026

ÖBB-Strecken:
16301: Wiener Neustadt Hbf – Puchberg am Schneeberg,
km 49,220 bis km 5,568
16601: Bad Fischau-Brunn – Wöllersdorf
km 0,000 bis km 0,350

Vorhaben „Teilelektrifizierung PUCHBERGERBAHN“

Antrag auf Erteilung der eisenbahnrechtlichen Baugenehmigung.

GUTACHTEN V1.0

Fachbereich ERSCHÜTTERUNGS-und SEKUNDÄR-SCHALLSCHUTZ

AUFTRAGGEBER:

Amt der NÖ Landesregierung:
RU6, z.H. MMMag. Eduard Schadinger

Gutachter

Univ.- Prof. DI Dr. Rainer Flesch

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für das Gebiet 72.61 Schwingungstechnik – Baudynamik und Erschütterungsschutz

INHALTSVERZEICHNIS

1	**AUFGABENSTELLUNG**	**3**
2	**GRUNDLAGEN**	**4**
2.1	**Normen und Richtlinien**	**4**
2.1.1	Verzeichnis der relevanten Normen und Richtlinien	4
2.1.2	Bauphase	5
2.1.3	Betriebsphase	8
2.2	**Schutzziele**	**10**
2.3	**Prognosemethoden**	**11**
3	**BEFUND**	**13**
3.1	**Befund zum Fachbeitrag Erschütterung [1]**	**13**
3.1.1	Projektbeschreibung	14
3.1.2	Anzuwendende Normen und Richtlinien	15
3.1.3	IST-Zustand	16
3.1.4	Projektauswirkungen Bauphase	17
3.1.5	Maßnahmen in der Bauphase (Abschnitt 6.1 in [1])	23
3.2	**Befund zum §31a – Gutachten [2]**	**24**
4	**GUTACHTEN**	**27**

1 AUFGABENSTELLUNG

Mit dem Bescheid RU6-E-885/041-2026 des Amtes der NÖ. Landesregierung wurde Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Rainer Flesch, Simmeringer Hauptstraße 38/10/22, 1110 Wien, im Rahmen des anhängigen eisenbahnrechtlichen Verfahrens betreffend den Antrag der ÖBB INFRA auf Erteilung der eisenbahnrechtlichen Baugenehmigung für das Vorhaben *„Teilelektrifizierung PUCHBERGERBAHN“* zum nichtamtlichen Sachverständigen für das Fachgebiet Erschütterungstechnik bestellt.

Dr. Flesch hat als nichtamtlicher Sachverständiger den „Fachbeitrag Erschütterung“ der iC consulenten Ziviltechniker GesmbH vom 29. Juni 2026, Ordnungsnummer 03.011-00, und das von Herrn Dipl.-Ing. Thomas Setznagel gemäß §31a Eisenbahngesetz 1957 – EisbG erstattete Gutachten vom 17. Juli 2026 dahingehend zu überprüfen, ob dieses aus erschütterungstechnischer Sicht als schlüssig und vollständig anzusehen ist. Sollte dies nicht der Fall sein, waren die entsprechenden Gründe der Eisenbahnbehörde bis spätestens 16. Oktober 2026 konkret und nachvollziehbar darzulegen.

Darüber hinaus hat Herr Dipl.-Ing. Dr. Rainer Flesch als nichtamtlicher Sachverständiger die Frage zu beantworten, ob und bejahendenfalls welcher Vorschreibung von Auflagen es aus erschütterungstechnischer Sicht bedarf, damit durch die Umsetzung des gegenständlichen Vorhabens keine Schäden an öffentlichem und privatem Gut entstehen.

Weiters hat Herr Dipl.-Ing. Dr. Rainer Flesch als nichtamtlicher Sachverständiger an der mündlichen Verhandlung teilzunehmen und das Gutachten zu erläutern oder zu ergänzen.

2 GRUNDLAGEN

2.1 Normen und Richtlinien

2.1.1 Verzeichnis der relevanten Normen und Richtlinien

- ÖNORM S 9001: „Mechanische Schwingungen – Erschütterungen; allgemeine Grundsätze und Ermittlung von Schwingungsgrößen". Ausgabe: 1. Februar 1978.
- ÖNORM S 9012: „Beurteilung der Einwirkungen von Schienenverkehrsimmissionen auf Menschen in Gebäuden – Schwingungen und sekundärer Luftschall". (Ausgabe 1986) (inkl. Berichtigung S 9012/AC1:2000).
- ÖNORM S 9012: „Beurteilung der Einwirkung von Schwingungsimmissionen des landgebundenen Verkehrs auf Menschen in Gebäuden - Schwingungen und sekundärer Luftschall". Ausgabe: 2016-12-15.
- ÖNORM S 9020: „Erschütterungsschutz für ober- und unterirdische Anlagen". Ausgabe 2015-12-15.
- ÖNORM ISO 14837-1, „Mechanische Schwingungen - Erschütterungen und sekundärer Luftschall aus dem Schienenverkehr - Teil 1: Allgemeine Anleitungen". Ausgabe: 2016-11-15.
- ÖNORM - ISO 2631-1: „Mechanische Schwingungen und Stöße – Bewertung der Auswirkungen von Ganzkörperschwingungen auf den Menschen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen". Ausgabe: 1. Juli 2007.
- ÖNORM - ISO 2631-2: „Mechanische Schwingungen und Stöße – Bewertung der Auswirkungen von Ganzkörperschwingungen auf den Menschen Teil 2: Schwingungen in Gebäuden (1 Hz bis 80 Hz)". Ausgabe: 1. Juli 2007.
- ONR 199005: „Berechnung des sekundären Luftschallpegels aus Schwingungsmessungen". Ausgabe: 2008-12-01.
- RVE 04.02.01: „Messen von Erschütterungen und Sekundärschall". Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr. Ausgabe: 1.Jänner 2012.
- RVE 04.02.02: „Prognose von Erschütterungen und Sekundärschall". Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr. Ausgabe: 1. Jänner 2012.
- RVE 04.02.03: „Maßnahmen zur Reduktion von Erschütterungen und Sekundärschall". Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr. Ausgabe: 1. Jänner 2012.

- RVE 04.02.04: „Erschütterungen und Sekundärschall bei Bauarbeiten an Eisenbahnanlagen". Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr. Ausgabe: 1. August 2019.
- „Verordnung Lärm und Vibrationen – VOLV sowie Änderung der Bauarbeiterschutzverordnung und der Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz", 22. Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, herausgegeben am 25. Jänner 2006. (inkl. Änderung der Verordnung am 18. September 2009).
- B-VOLV: „Schutz der Bediensteten vor Gefährdung durch Lärm und Vibrationen – B-VOLV". Ausgabe: 28. Februar 2006.
- DIN 4150 – 1: „Erschütterungen im Bauwesen Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen".
- DIN 4150 – 2: „Erschütterungen im Bauwesen Teil 2: Einwirkung auf Menschen in Gebäuden".
- DIN 4150 – 3: „Erschütterungen im Bauwesen Teil 3: Einwirkung auf bauliche Anlagen".
- VDI 3837: „Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren".

2.1.2 Bauphase

2.1.2.1 Objektschutz in der Bauphase (ÖNORM S 9020)

Die ÖNORM S 9020 enthält Angaben für die Beurteilung der Einwirkungen von Erschütterungen (infolge von Sprengungen, stationären und ortsveränderbaren Maschinen und straßen- und schienengebundenem Verkehr) auf Bauwerke.

Das Ziel ist der Schutz von baulichen Anlagen vor Schäden, die durch Erschütterungen verursacht werden. Dazu werden Verfahren und Richtwerte angegeben, einerseits um die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes aufrechtzuerhalten und anderseits Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Bauwerken zu vermeiden. Bei Hochbauten für Wohn- und Büronutzungen sowie Baudenkmäler gelten auch Schönheitsschäden (Risse u. dgl.) als Minderung des Gebrauchswertes.

Als Beurteilungsgröße wird die Schwinggeschwindigkeit verwendet. Es werden die Schwinggeschwindigkeiten in x-, y- und z- Richtung registriert. Die maßgebliche Beurteilungsgröße bildet der Scheitelwert der resultierenden Schwinggeschwindigkeit $v_{R,max}$.

Die Beurteilung von Bauwerkserschütterungen hat anhand von Richtwerten in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit des Bauwerks sowie der Häufigkeit und Andauer der Erschütterungen zu erfolgen.

Das Schwingungsverhalten eines Bauwerks im Allgemeinen und die Erschütterungsempfindlichkeit im Besonderen werden von verschiedenen Faktoren (Abmessungen, Baumaterial, Fundierungsart, Untergrund u. dgl.) beeinflusst. Zum Zweck der Beurteilung sind die Bauwerke der zutreffenden Empfindlichkeitsklasse zuzuordnen. Aus Tabelle 3 in der ÖNORM S 9020 ist die Klassifizierung von Hochbauten (Empfindlichkeitsklasse 0 bis 4) und aus Tabelle 2 für Tiefbauten (ebenfalls Empfindlichkeitsklasse 0 bis 4) ersichtlich.

Die Klassifizierung der Bauwerke hat unter der Voraussetzung zu erfolgen, dass die Bauwerke nach den allgemeinen Regeln der Bautechnik gebaut und sachgerecht erhalten sind. Im begründeten Ausnahmefall (z.B. denkmalgeschütztes Objekt in ausgezeichnetem Bauzustand) darf ein Bauwerk in eine andere Empfindlichkeitsklasse eingestuft werden.

Die Schadenswahrscheinlichkeit nimmt mit der Anzahl der Beanspruchungen zu. Erschütterungen sind je nach der Häufigkeit der Einwirkung auf ein Bauwerk in drei Häufigkeitsklassen (selten, wiederholt, häufig) einzuteilen. In Tabelle 4 der ÖNORM S 9020 ist die Zuordnung verschiedener typischer Erschütterungsimmissionen zu den Häufigkeitsklassen angegeben. Bei der Häufigkeitsermittlung sind nur jene Ereignisse zu berücksichtigen, bei denen das resultierende Schwinggeschwindigkeitsmaximum zumindest 2,5 mm/ s erreicht.

Während sich die Häufigkeit von Erschütterungsereignissen auf die Materialermüdung auswirken kann, ist – neben dem Übereinstimmungsgrad von Anregungs- und Eigenfrequenz sowie der Dämpfung des Bauwerks oder Bauteils - die Einwirkdauer einer Schwingung für das Auftreten eines Resonanzeffekts maßgeblich.

Die Einteilung der Ereignisdauer der Erschütterungen in 3 Klassen (impulsförmig, kurzzeitig, kontinuierlich) ist gemäß Tabelle 5 in ÖNORM S 9020 vorzunehmen. Für die Ermittlung der Ereignisdauer ist jener Zeitabschnitt des Seismogramms zu verwenden, in dem das resultierende Schwinggeschwindigkeitsmaximum zumindest 70 % des anzuwendenden Richtwerts erreicht.

Im Bild 1, Bild 2 und Bild 3 der ÖNORM S 9020 werden die Richtwertkurven für jeweils eine impulsförmige, kurzzeitige und kontinuierliche Andauer von Erschütterungseinwirkungen in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse und der Häufigkeitsklasse dargestellt.

Für die Beurteilung ist die im Spektrum der Schwingungskomponente vorherrschende stärkste Frequenz maßgeblich. Es sind drei Frequenzbereiche zu unterscheiden:

- Für den Frequenzbereich bis 10 Hz (Bereich der Bauwerkseigenfrequenzen) sind - in Abhängigkeit von Häufigkeit und Andauer der Ereignisse - die Richtwerte abgemindert.

- über 10 Hz bis 40 Hz (Bereich der Deckeneigenfrequenzen) werden die Werte interpoliert und
- über 40 Hz erfolgt keine Abminderung in Abhängigkeit von Häufigkeit und Andauer der Ereignisse.

Wenn die auftretenden Frequenzen im Vorfeld von Bauarbeiten nicht abgeschätzt werden können, ist zunächst der entsprechend der Häufigkeit und der Andauer niedrigste Richtwert heranzuziehen. Nach Auswertung der ersten Messdaten hinsichtlich Frequenzinhalt sind die Richtwerte anzupassen.

2.1.2.2 Anrainerschutz in der Bauphase (RVE 04.02.04)

Seit August 2019 ist die RVE 04.02.04 in Kraft, welche zum Schutz des Wohlbefindens der Bauwerksbenutzer während Bauarbeiten an Eisenbahnanlagen erstellt wurde.

Bei den üblichen Tiefbauarbeiten kann davon ausgegangen werden, dass diese sich entsprechend dem Liniencharakter des Vorhabens ständig weiterbewegen, sodass die einzelnen Anrainer vorübergehend für mehr oder weniger kurze Zeit betroffen sind.

In dieser RVE wird eine Korrelation zwischen den gemäß ÖNORM S 9020 am Fundament gemessenen Schwinggeschwindigkeiten (Schutz vor Gebäudeschäden) und den auf der Decke in Wohnräumen zu erwartenden a_W – Werten (W_m- bewertete Schwingbeschleunigung, Wohlbefinden der Anrainer) genutzt.

Zur Überprüfung der Erschütterungsimmission im Wohnbereich ist es gemäß dieser RVE ausreichend, als Alternative zu einer direkten Immissionsmessung im Wohnraum Messungen am Fundament vorzunehmen und sicherzustellen, dass die gemessenen $v_{R,max}$ Werte die Richtwerte in Tabelle 2 der RVE nicht überschreiten.

Betreffend die zulässigen Richtwerte wird zwischen einer Einwirkungsdauer von einem, 2 bis 5, 6 bis 25 und 26 bis 78 Einwirkungstagen pro Jahr unterschieden. Dabei sind alle einzelnen erschütterungsintensiven Arbeitstage eines Bauvorhabens für jedes Jahr aufzusummieren, auch wenn sie nicht unmittelbar aufeinander folgen. Die zulässigen Richtwerte sind für eine Einwirkungsdauer von einem Tag am höchsten. Falls erschütterungsintensive Arbeiten länger als 78 Tage andauern, sind die Richtwerte für ausreichenden Erschütterungsschutz nach ÖNORM S 9012 anzuwenden.

2.1.2.3 VOLV_ArbeitnehmerInnenschutz

Die VOLV – Verordnung Lärm und Vibrationen ist eine Verordnung, die auf den Schutz von ArbeitnehmerInnen vor Lärm und Vibrationen abzielt. In Bezug auf Vibrationen enthält die VOLV gem. §3 folgende Expositionsgrenzwerte für Vibrationen:

Hand-Arm: $a_{hw,8h} = 5\ m/s^2$

Ganzkörper: $a_{w,8h} = 1{,}15\ m/s^2$

In §4 werden die folgenden Auslösewerte genannt

Hand-Arm: $a_{hw,8h}$ = 2,5 m/s²

Ganzkörper: $a_{w,8h}$ = 0,5 m/s²

Die erschütterungstechnische Bearbeitung konzentriert sich üblicherweise auf „störende" Schwingungsbelastungen. Die dabei auftretenden Einwirkungen liegen im Bereich zwischen der Fühlschwelle K_B = 0,1 und Werten des drei bis vierfachen der Fühlschwelle. Die Fühlschwelle liegt als a_w Wert ausgedrückt bei 0,00357 m/s². Auch der vierfache Wert ist weit von den Expositions- und Auslösewerten entfernt. Eine Abminderung von a_w auf $a_{w,8h}$ über den Faktor $(T_e/T_{8h})^{0,5}$ ist hier noch gar nicht berücksichtigt.

Es zeigt sich, dass die VOLV - Grenzwerte bei Nachweis der Schwingungsgrenzwerte für das Wohlbefinden des Menschen immer mit weitem Abstand eingehalten sind.

2.1.3 Betriebsphase

2.1.3.1 Erschütterungsschutz gemäß ÖNORM S 9012

Hinsichtlich der Einwirkung von Schwingungsimmissionen des landgebundenen Verkehrs auf den Menschen in Gebäuden ist die ÖNORM S 9012 heranzuziehen. Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf den Menschen in Gebäuden erfolgt unter Verwendung der ermittelten Basisgrößen (a_w – Werte) in einem zweistufigen Verfahren, wobei für eine positive Beurteilung die Einhaltung der Richtwerte in beiden Beurteilungsstufen Vorrausetzung ist.

In der ersten Stufe wird die Einwirkung der immissionsstärksten Zug- bzw. Fahrzeuggruppe - das Beurteilungs-Erschütterungsmaximum $\mathbf{E_{max}}$ - ermittelt und den entsprechenden Richtwerten gegenübergestellt.

In der zweiten Stufe wird die Einwirkung des Gesamtverkehrs aller Zug- und Fahrzeuggattungen - die Beurteilungs-Erschütterungsdosis $\mathbf{E_r}$ – ermittelt und ebenfalls den entsprechenden Richtwerten gegenübergestellt.

Die ÖNORM S 9012 sieht die Gebietskategorien 1 bis 6 vor. Es werden Richtwerte für Tag bzw. Nacht angegeben, wobei zwischen gutem und ausreichendem Erschütterungs- bzw. Sekundärschallschutz unterschieden wird.

Die Richtwerte für ausreichenden Immissionsschutz beschreiben das Ausmaß der zumutbaren Immissionen und sind bei bestehenden Verkehrstrassen und bei Ausbauvorhaben anzuwenden,

soweit sich diese im Bereich der Vorbelastung durch Immissionen desselben Verkehrsträgers befinden. Der Bereich der Vorbelastung wird in der Regel eine Distanz von 90 m von der Trasse beim Schienenverkehr und von 50 m beim Straßenverkehr nicht übersteigen.

Die Richtwerte für guten Immissionsschutz sind bei Neu- und Ausbauvorhaben außerhalb des Bereiches einer Vorbelastung anzuwenden.

Die Aufgabe der Basisgröße a_w besteht im Allgemeinen darin, eine quantitative Beziehung zwischen einer durch eine Messung erhaltene Erschütterungsgröße (Schwinggeschwindigkeit oder Schwingbeschleunigung) einerseits und dem subjektiven Eindruck der menschlichen Wahrnehmung andererseits herzustellen. Hierbei ist neben dem Grad der Wahrnehmung auch noch Dauer, Ort und Art der Schwingungseinwirkung zu berücksichtigen.

Die W_m - bewertete Beschleunigung ist jene Größe, welche für die Beurteilung der Einwirkung von Erschütterungen auf den menschlichen Körper zugrunde gelegt wird. Diese wird direkt aus dem Zeitsignal der Aufzeichnung durch entsprechende Filterung (vgl. ISO 2631) und anschließende Effektivwertbildung (exponentieller gleitender Effektivwert, Fensterlänge 1 s) ermittelt. Weisen die ermittelten Messsignale maßgebende Komponenten auch in mehr als nur einer Raumrichtung auf, so ist für eine Beurteilung der räumliche Vektor der bewerteten Beschleunigung heranzuziehen (Anmerkung: im Fall von Nachmessungen).

E_{max} ist nach Gl. (4) der ÖNORM S 9012 zu berechnen.

Basis für die Berechnung der Beurteilungs-Erschütterungsdosis E_r ist die Berechnung der Einwirkungsdauer t_e der einzelnen Zug- bzw. Fahrzeugereignisse sowie die Berechnung der Vorbeifahrts-Erschütterungsdosis E_v der einzelnen Zugs- bzw. Fahrzeugvorbeifahrten. Zur Berechnung von E_v bzw. der Einwirkungsdauer t_e werden nur jene Abschnitte des gemessenen Zeitverlaufs herangezogen, bei denen $a_w >= 3{,}57$ mm/ s² ist. Für jede Zug- bzw. Fahrzeuggattung wird zunächst der energieäquivalente und unter Verwendung der Einwirkzeiten gewichtete Mittelwert der einzelnen Vorbeifahrts- Erschütterungsdosen berechnet. Weiters wird hieraus der energieäuivalente Mittelwert $a_{w,eq}$ für den Beurteilungszeitraum T_r aus allen Zug- bzw. Fahrzeuggattungen ermittelt. Hieraus kann dann nach Gl. (9) der ÖNORM S 9012 unter Berücksichtigung der entsprechenden Beurteilungszeiträume (Tag, Nacht) die Beurteilungs – Erschütterungsdosis E_r errechnet werden.

2.1.3.2 Schutz vor Sekundärschall gemäß ÖNORM S 9012

Die ÖNORM S 9012 enthält ferner Beurteilungsverfahren und Beurteilungskriterien für Sekundären Luftschall, bei deren Einhaltung in der Regel Belästigungen von Menschen vermieden oder auf ein zumutbares Maß vermindert werden können. Es sind Richtwerte für das Kriterium „guter Schallschutz“ sowie für das Kriterium „ausreichender Schallschutz“ angegeben.

Es ist anzumerken, dass selbst bei Einhaltung des Kriteriums „guter Schallschutz", sekundäre Luftschallimmissionen wahrnehmbar sein können.

Die Beurteilung der Immissionen aus sekundärem Luftschall erfolgt analog zur Beurteilung der fühlbaren Erschütterungen in zwei Stufen. In der ersten Stufe werden die Maximalwerte ($L_{A,S,max}$) der auftretenden Immissionen ohne Berücksichtigung der Anzahl der Ereignisse beurteilt und im zweiten Schritt wird die Gesamtimmission ($L_{A,eq}$) bewertet. In der zweiten Stufe der Beurteilung ist nachzuweisen, dass die Gesamtimmission des Verkehrs - der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel - im jeweiligen Beurteilungszeitraum den Richtwert nicht überschreitet.

Die messtechnische Ermittlung des Sekundärschalls ist häufig schwierig bis unmöglich, da z.B. im Fall von oberirdischen Strecken stets eine Mischung aus primärem und sekundärem Luftschall vorliegt, wobei der Primärschall meist dominiert. Im Fall von oberirdischen Strecken wird daher in der Regel auf Nachweise des Sekundärschalls verzichtet (Ausnahme: z.B. Räume mit Fenstern zu Hinterhöfen, zu denen kein Primärschall gelangt).

Die ONR 199005 stellt eine Möglichkeit dar, aus gemessenen Schwinggeschwindigkeiten die $L_{A,max}$ – Werte abzuschätzen.

2.2 Schutzziele

In der Bauphase sind im Fall von erschütterungsintensiven Bauarbeiten in erster Linie die Anrainergebäude vor Schäden zu schützen. Hierfür sind die Richtwerte der ÖNORM S 9020 einzuhalten. Routinemäßig werden vor Beginn der Bauarbeiten in Objekten im Nahbereich der Trasse Beweissicherungen vorgenommen.

Im Fall von erschütterungsintensiven Bauarbeiten werden in den am stärksten betroffenen Bauwerken (in Abhängigkeit vom Abstand und der Empfindlichkeitsklasse) Erschütterungsmessungen (Erschütterungsmonitoring) durchgeführt. Weiters ist auch das Wohlbefinden der Bauwerksbenutzer zu berücksichtigen, was durch Anwendung der RVE 04.02.04 erfolgt, welche auf der ÖNORM S 9012 basiert.

Die VOLV (Verordnung Lärm und Vibrationen), die auf den Schutz von ArbeitnehmerInnen vor Lärm und Vibrationen abzielt, ist in der Bauphase bei erschütterungsintensiven Bauarbeiten ebenfalls einzuhalten, wofür die Baufirmen verantwortlich sind.

Für die Betriebsphase ist zu untersuchen, ob die Benutzer der Anrainergebäude durch fühlbare Erschütterungs- bzw. hörbare Sekundärschallimmissionen betroffen sind. Bei oberirdischen Strecken dominiert in der Regel der direkte Luftschall, weshalb unter dieser Voraussetzung die Berücksichtigung des Sekundärschalls unterbleiben kann (Ausnahme: z.B. Räume mit Fenstern zu Hinterhöfen,

zu denen kein Primärschall gelangt). Bei Tunnelstrecken hingegen wird neben den Erschütterungen auch die mögliche Immission von Sekundärschall beachtet.

Entsprechend der Gebietskategorie und Tageszeit sind hierbei die Richtwerte für E_{max} [mm/ s²], sowie die Erschütterungsdosis E_r [mm/ s²] einzuhalten. Die Erschütterungsdosis ist hierbei von der Einwirkungsdauer der Zugsvorbeifahrten abhängig. Weiters gibt es für den Sekundärschall die Richtwerte für $L_{A,max}$ und $L_{A,eq}$.

2.3 Prognosemethoden

Zur Durchführung einer Erschütterungsprognose muss die gesamte Übertragungskette zwischen Schwingungsquelle und betroffenem Bauwerk berücksichtigt werden.

Im Fall von Schienenverkehrswegen besteht diese Übertragungskette aus Fahrweg, (Tunnel, falls vorhanden), Boden, Fundament, Bauwerk (insbesondere geprägt durch das Schwingungsverhalten der Decken).

Die einzelnen Glieder der Übertragungskette werden durch Übertragungsspektren (Übertragungsfunktionen, Differenzspektren) dargestellt, welche möglichst durch in-situ Messungen ermittelt werden. Besonders maßgeblich für die Stärke der Immissionen ist hierbei der Abstand Quelle – Immissionsort. In der Regel nehmen die Erschütterungen mit zunehmendem Abstand deutlich ab (Ausnahme: beim Auftreten stehender Wellen im Boden, z.B. bei Bodeneigenfrequenzen).

Im „klassischen" Erschütterungsschutz geht man von einem Emissionsspektrum (meist Terzspektrum der Schwinggeschwindigkeit) z.B. an der Tunnelwand bzw. in 8 – 10 m Abstand von einer Trasse an der Oberfläche aus. Für jedes Medium innerhalb der Übertragungskette ist dann ein geeignetes Transferspektrum erforderlich, welches die Veränderungen (Verstärkung bzw. Abschwächung) in jedem Terzband beschreibt. In der gesamten Prognosekette wird in der Regel nur die vertikale Komponente berücksichtigt, da diese im Immissionspunkt (z.B. Deckenmitte in Wohn- und Schlafräumen) dominant ist. Bei einer messtechnischen Ermittlung der Immissionen gemäß ÖNORM S 9012 hingegen wird die Resultierende der Schwinggeschwindigkeit aus den drei gemessenen Komponenten gebildet und der Interpretation zugrunde gelegt.

Das Emissionsspektrum wird mit allen Transferspektren multipliziert, wodurch sich das Immissionsspektrum ergibt. Durch SRSS – Kombination der Terzbänder erhält man v_{RMS} [mm/s]. Aus diesem Wert kann man mit empirischen Formeln a_w und E_v abschätzen.

Der Erschütterungsschutz hat sich mittlerweile zu einer iterativen Vorgangsweise entwickelt. Der Planer beginnt mit einer ersten Prognose, welche er auf Basis seiner Erfahrung erstellt. Frühestmöglich wird dann das tatsächliche Schwingungs-Übertragungsverhalten möglichst vieler Elemente der Übertragungskette durch in-situ Messungen ermittelt. Auf diese Weise lässt sich das

Prognosemodell in einem oder mehreren Schritten verbessern. Insbesondere ist die Ermittlung eines geeigneten Transferspektrums für den Boden notwendig.

Betreffend das Transferspektrum Boden – Fundament Bauwerk liegen Erfahrungswerte vor. Es wird z.B. zwischen leichten und schweren Gebäuden unterschieden. Einige Autoren gehen davon aus, dass dieses Transferspektrum vom ersten vertikalen Eigenschwingzustand des Bauwerks abhängig ist. Die zugehörige Eigenfrequenz errechnet sich aus der gesamten Gebäudemasse und den „Bodenfedern" unter der Fundamentfläche. Es wird eine Dämpfungszahl von ca. 50 - 75% der kritischen Dämpfung angenommen. Der Frequenzgang dieses Einmassenschwingers beschreibt gut die vorliegende Dämmwirkung.

Betreffend die Systemantwort unterschiedlicher Decken haben zahlreiche Planer mittlerweile ihre eigenen Mess- bzw. Erfahrungswerte in praxisgerechten Datenbanken zusammengestellt, welche sich für Prognoserechnungen gut eignen.

Admittanzbasierte Prognose

Seit einiger Zeit nutzt eine stetig wachsende Zahl von Planern auch sogenannte Admittanzmessungen, um das Schwingungs-Ausbreitungsverhalten darzustellen. Hierbei werden Admittanz – Terzspektren genutzt, bei denen die Spektralwerte auf die im jeweiligen Terzband anregende Kraft bezogen werden [mm/s/kN]. Das gemessene Admittanz – Terzspektrum deckt hierbei meist die gesamte zum Zeitpunkt der Messung bestehende Übertragungskette zwischen Quelle und Immissionspunkt ab. Zur Berechnung der Immissionsspektren benötigt man dann noch das Kraftspektrum der maßgeblichen Erregung. Dieses soll bei Anregung durch Zugverkehr möglichst auch den Liniencharakter der Anregung (bzw. „Punktekettencharakter" bei Betrachtung der Einzelschwellen bzw. der Fahrzeugachsen als Anregungspunkte) repräsentieren. Hier sei das Kraftdichteverfahren bzw. die Verwendung von äquivalenten Zugsvorbeifahrts – Kraftspektren erwähnt. In Österreich wurden derartige Spektren mit Erfolg für die Straßenbahnen der Holding Graz Linien entwickelt. Weiters haben die ÖBB die Erarbeitung entsprechender Kraftspektren für die Vollbahn (Messungen im Wienerwaldtunnel und an der Freien Strecke im Bereich Ybbs a.D.) unterstützt.

3 BEFUND

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Dokumente herangezogen:

[1] Teilelektrifizierung PUCHBERGERBAHN, Fachbeitrag Erschütterung. iC consulenten Ziviltechniker GesmbH. Ordnungsnummer 03.011-00. 29. Juni 2026.

[2] §31a Gutachten: Teilelektrifizierung PUCHBERGERBAHN. SETZNAGEL ZT, 17. Juli 2026.

3.1 Befund zum Fachbeitrag Erschütterung [1]

Der Fachbeitrag Erschütterung [1] gliedert sich wie folgt:

1 EINLEITUNG

2 ALLGEMEINE VORHABENSBESCHREIBUNG

2.1 Projektbeschreibung

2.2 Zuständigkeiten

2.3 Geplante Baumaßnahmen

3 PROJEKTGRUNDLAGEN

3.1 Anzuwendende Normen und Richtlinien

3.1.1 ÖNORM S9020 (2015/12) – Beurteilung der Bauphase

3.1.2 RVE 04.02.04 – Anrainerschutz in der Bauphase

4 IST-ZUSTAND

4.1 Untersuchungsmethodik

4.2 Bebauung

4.2.1 Abschnitt km 49,220 bis km 0,360

4.2.2 Abschnitt km 0,360 bis km 1,750

4.2.3 Abschnitt km 1,750 bis km 4,320

4.2.4 Abschnitt km 4,320 bis km 5,670

5 PROJEKTAUSWIRKUNGEN

5.1 Bauphase

5.1.1 Tiefbau- und Gleisarbeiten

5.1.2 Baustellenverkehr

5.1.3 Menschliches Wohlbefinden

5.1.4 Überblick Auswirkungen Bauphase

6 VERMEIDUNGS-, VERMINDERUNGS- und AUSGLEICHMASSNAHMEN

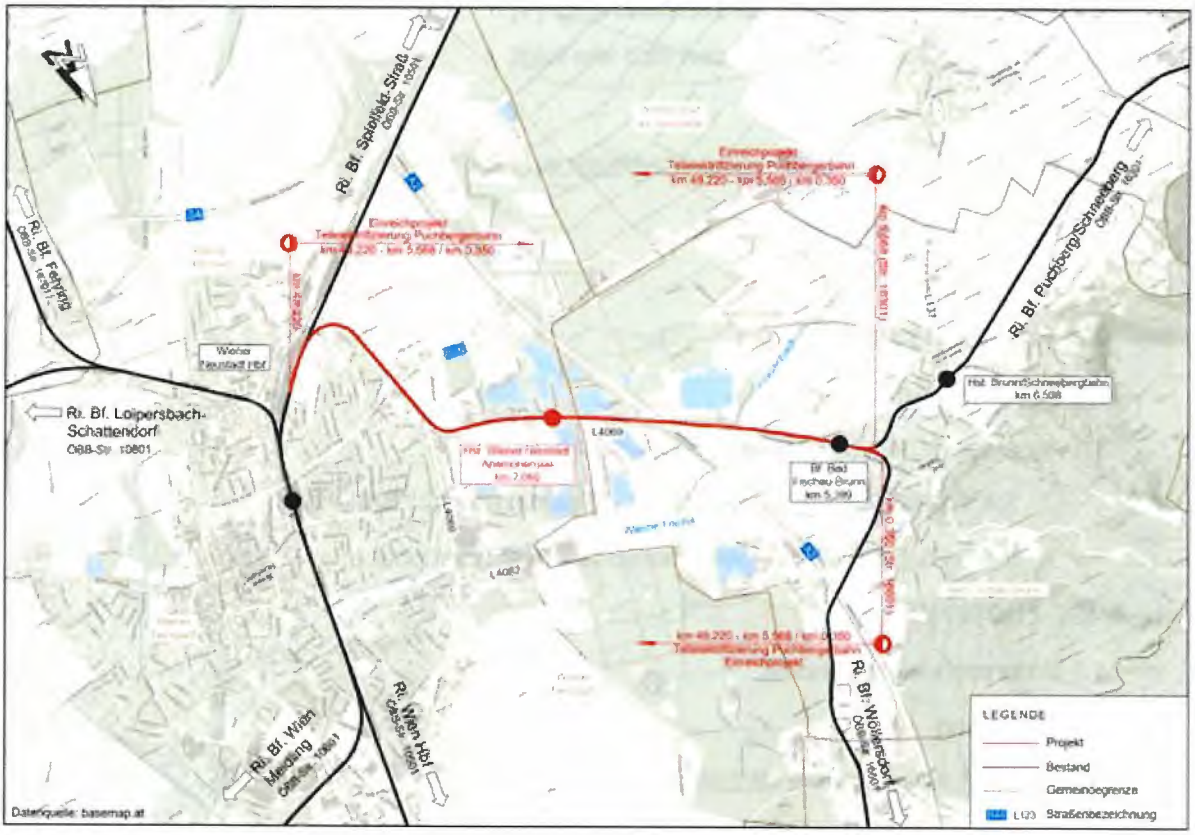
6.1 Bauphase

7 ZUSAMMENFASSUNG

8 ABBILDUNGS- und TABELLENVERZEICHNIS

ANHANG A

3.1.1 Projektbeschreibung



Die vorliegende Einreichplanung wurde zur Verbesserung der Infrastruktur auf der Puchbergerbahn entwickelt. Diese soll eine nachhaltige Verbesserung des schienengebundenen Regional- und Nahverkehrs bewirken.

Wesentlicher Projektinhalt ist die Teilelektrifizierung der Strecke, welche die Errichtung einer Oberleitungsanlage ab dem derzeitigen Oberleitungsende im Bf. Wiener Neustadt Hbf. bis inkl. dem Bf. Bad Fischau-Brunn vorsieht.

Um zeitlich und örtlich in Kontext stehende Maßnahmen in deren Umsetzung zu bündeln, werden mit der Errichtung der Oberleitungsanlage einhergehend auch Gleisneulagen durchgeführt, sowie die Haltestelle Wiener Neustadt Anemonensee erneuert.

Im Wesentlichen sind folgende Maßnahmen geplant:

- Allgemein (gesamter Projektbereich):
  - - Elektrifizierung
- Wiener Neustadt Hbf. bis Bf. Bad Fischau-Brunn:
  - Gleisneulage im Abschnitt km 49,245 – km 4,966; davon in den Abschnitten km 49,245 – km 0,200 sowie km 0,950 – km 1,180 mit Planumsverbesserung
  - Errichtung Randweg
  - Wiederherstellung bzw. Ertüchtigung best. Bahngräben
  - Errichtung Kabeltrog
  - Anpassung des Straßenverlaufs der entlang der Bahn verlaufenden Haidbrunngasse im Abschnitt ca. Bahn-km 49,250 bis 0,205
- Hast. Wiener Neustadt Anemonensee:
  - Erneuerung Randbahnsteig (L= 105m; h= 55cm ü.SOK)
  - Errichtung Rampenzugang
  - Errichtung Stiegenaufgang
  - Anpassung Gemeindestraße im Haltestellenbereich

3.1.2 Anzuwendende Normen und Richtlinien

Im Abschnitt 3.1.1 in [1] wird die ÖNORM S9020 zur Beurteilung der Bauphase beschrieben.

Im Abschnitt 3.1.2 in [1] erfolgt dann die Darstellung der wesentlichen Inhalte der RVE 04.02.04 betreffend den Anrainerschutz in der Bauphase. Die Richtwerte für spürbare Erschütterungen gemäß RVE 04.02.04 sind in Tabelle 8 in [1] angegeben.

Zeile	Einwirkungstage / Kalenderjahr [d]	Beurteilungs-periode	$v_{R,max,Fund}$ [mm/s]	Faktor A für E_{max}	Faktor B für E_r
1	26 bis 78	Tag	12,0	1,25	1,25
		Nacht	0,70	1,25	1,25
2	6 bis 25	Tag	16,0	1,50	1,50
		Nacht	0,70	1,50	1,50
3	2 bis 5	Tag	21,0	1,75	Beurteilung nur nach E_{max}
		Nacht	1,0	1,75	
4	1	Tag	21,0	2,00	
		Nacht	10,0	2,00	

Tabelle 8: Richtwerte für spürbare Erschütterungen laut RVE 04.02.04 (Stand 01.01.2019)

3.1.3 IST-Zustand

Die IST-Zustandserhebung besteht aus der Erhebung des Gebäudebestandes innerhalb eines 25 m Streifens zur Mastgasse, wobei folgende Daten erhoben wurden:

- Adresse
- Foto
- Empfindlichkeitsklasse nach ÖNORM S 9020.

Diese Angaben befinden sich im **Anhang A** von [1].

Die Bebauung im Abschnitt km 49,220 bis km 0,360 wird in 4.2.1 in [1] beschrieben (siehe auch Übersichtsgrafik in Abbildung 1 in [1]). Im Abschnitt links der Bahn befinden sich die Gleisanlagen des Ausfahr- und Reihungsbahnhofs sowie das zugehörige Betriebs - und Technikgebäude. Rechts der Bahn liegen mehrere Gewerbebauten sowie zwei Kleingartenhütten. Innerhalb des Untersuchungsraums von 25 m ist in diesem Abschnitt keine Wohnbebauung vorhanden.

Die Bebauung im Abschnitt km 0,360 bis km 1,750 wird in 4.2.2 in [1] beschrieben (siehe auch Übersichtsgrafik in Abbildung 2 in [1]). Im links der Bahn gelegenen Abschnitt befinden sich zwei Gewerbehallen der Straßenmeisterei, ein Bürogebäude sowie eine Filiale von „Das Futterhaus". Rechts der Bahn liegt im Bereich der Eisenbahnkreuzung bei km 0,424 ein ÖBB-Technik-Gebäude sowie ein Hochspannungsmast. Innerhalb des Untersuchungsraums von 25 m ist in diesem Abschnitt keine Wohnbebauung vorhanden.

Die Bebauung im Abschnitt km 1,750 bis km 4,320 wird in 4.2.3 in [1] beschrieben (siehe auch Übersichtsgrafik in Abbildung 3 und 4 in [1]). Im Abschnitt links der Bahn befinden sich fünf Wohnobjekte sowie eine Garage. Rechts der Bahn befindet sich kein Objekt im 25 m Untersuchungsraum.

Die Bebauung im Abschnitt km 4,320 bis km 5,670 wird in 4.2.4 in [1] beschrieben (siehe auch Übersichtsgrafik in Abbildung 5 in [1]). Im Abschnitt links der Bahn befinden sich hauptsächlich Wohnbebauung sowie das Stationsgebäude Bad Fischau-Brunn und eine Lagerhalle der Agrargemeinschaft. Im Abschnitt rechts der Bahn befinden sich neben Wohnbebauung vier Kleingartenhäuser und ein ÖBB-Technikgebäude.

3.1.4 Projektauswirkungen Bauphase

Die Auswirkungen von Tiefbau- und Gleisarbeiten werden im Abschnitt 5.1.1 in [1] dargestellt. In der Bauphase sind die Anrainergebäude vor Schäden durch Erschütterungsimmissionen zu schützen. Beurteilungsrelevante Erschütterungen treten vor allem durch Bauarbeiten auf, die in den Untergrund eingreifen. Dies sind:

- Grabungsarbeiten für Fundamente und Entwässerungsanlagen, Fundierungsmaßnahmen
- Rammen von Fundamentrohren für Maste

In Abbildung 6 sind typische Messergebnisse von Erschütterungen zufolge unterschiedlicher Bautätigkeiten in verschiedenen Abständen wiedergegeben. Es zeigt sich, dass ab Abständen von 15 m zu den Bauarbeiten Einwirkungen über den Grenzwerten äußerst unwahrscheinlich sind.

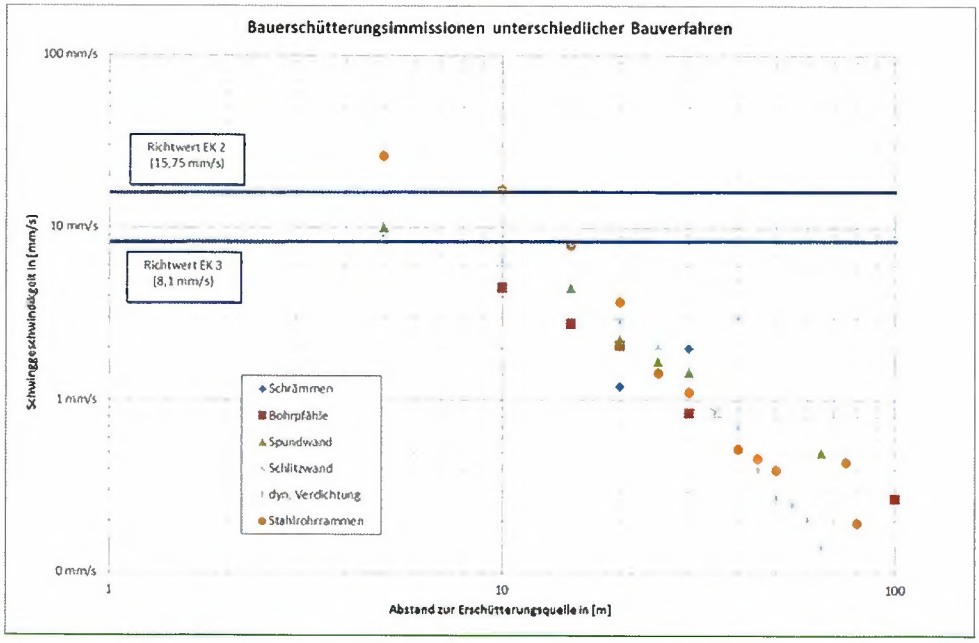


Abbildung 6: Erschütterungsimmissionen unterschiedlicher Bauverfahren (Quelle: iC-consulenten)

Zur Festlegung der Grenzwerte wurden, wie bereits in Unterkapitel 3.1.1 in [1] ausgeführt, Abminderungsfaktoren A_F nach ÖNORM S 9020 für Frequenzen unter 10 Hz angesetzt, wodurch die hier dargestellten Grenzwerte untere Schranken für die Beurteilung darstellen. Die stärkste Einwirkung „Stahlrohrrammen" entsteht beim Einrammen von Fundamenten für Oberleitungsmaste, das ist auch im gegenständlichen Projekt die größte zu erwartende Erschütterungsquelle in der Bauphase.

Die RVE 04.02.04 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall bei Bauarbeiten an Eisenbahnanlagen" enthält Erfahrungswerte für Gleisbauarbeiten. Es zeigt sich, dass diese Immissionen deutlich unter den Immissionen anderer Tiefbauarbeiten an Eisenbahnanlagen bleiben.

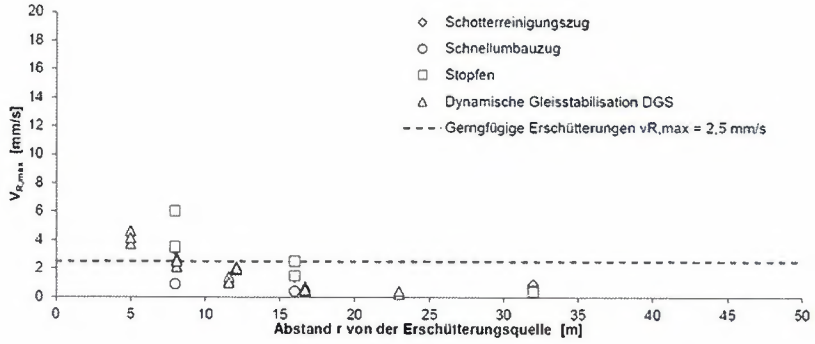
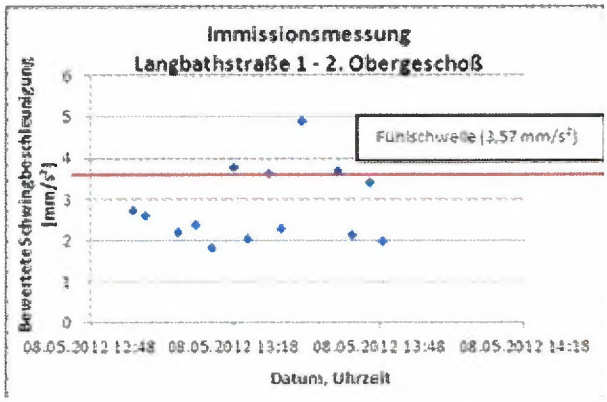


Abbildung 7: Erschütterungsimmissionen von Gleisbauarbeiten im Freifeld (Quelle: RVE 04.02.04)

Die Auswirkungen des Baustellenverkehrs wird im Abschnitt 5.1.2 in [1] diskutiert. Der gummibereifte Baustellenverkehr erzeugt in der Regel auf befestigten Straßen, sofern diese in gutem Zustand sind, keine Erschütterungen, die Gebäudeschäden erzeugen. Der durch den Bau induzierte Baustellenverkehr auf dem bestehenden Straßennetz braucht daher nicht näher untersucht zu werden. Dies wurde im Mai 2012 neuerlich im Rahmen der UVE für das Pumpspeicherkraftwerk Ebensee in Oberösterreich messtechnisch überprüft. Ein 40 Tonnen LKW fuhr dabei mehrfach mit ca. 40 km/h an Gebäuden vorbei, in denen Messgeräte aufgestellt waren.

Die Messungen in einem Gebäude alter Bauart im 2. Stock auf einer Holzdecke (Empfindlichkeitsklasse 3) zeigen, dass auch bei dieser worst-case Belastung die Immissionen im Bereich der Fühlschwelle liegen (siehe Abbildung 8 in [1].



In Gebäuden modernerer Bauart blieben die Immissionen weit unter der Fühlschwelle. Während die Fühlschwelle im Bereich weniger 1/10 mm/s Schwinggeschwindigkeit liegt, liegen die Richtwerte für Gebäudeschäden bei 8 mm/s und darüber.

In Bezug auf den Schutz des menschlichen Wohlbefindens (RVE 04.02.04) wird nochmals auf Tabelle 8 in [1] verwiesen. Bei Tag liegen die Grenzwerte der Richtlinie im Bereich der Grenzwerte für den Gebäudeschutz.

Erschütterungsrelevante Arbeiten, die in die Nachtzeit fallen, sind Rammarbeiten für Oberleitungsmasten. Als Beispiel für derartige Arbeiten können Messungen vom Bauvorhaben „dreigleisiger Aufbau Steindorf bei Straßwalchen – Neumarkt / Köstendorf in Salzburg herangezogen werden. In 16 m Anstand wurden dabei in einem Nachbargebäude die in Abbildung 9 in [1] dargestellten Werte gemessen. Die Rammung erfolgte im Lockermaterial, wobei das Rammprotokoll auf Verhärtungen / Verfestigungen im unteren Teil der Rammung hinweist. Mit 3,3 mm/s blieben die Immissionen weit unter dem Wert von 10 mm/s, den die RVE 04.02.04 für eine Nacht zulässt.

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass bei vorsichtiger Bauausführung und entsprechender messtechnischer Überwachung keine Richtwertüberschreitungen zu erwarten sind.

Ein Überblick über die Auswirkungen der Bauphase wird im Abschnitt 5.1.4 in [1] geboten. Die größte Erschütterungseinwirkung des Projekts, das Rammen der Mastfundamente, findet im Bereich von km 49,220 bis ca. km 4,300 statt.

Die nachfolgende Tabelle verschafft einen zusammenfassenden Überblick über die im 25 m Untersuchungsraum befindlichen Objekte, deren Empfindlichkeitsklasse nach ÖNORM S 9020, den Abstand zur Mastgasse sowie die daraus resultierenden, erwartbaren Erschütterungsimmissionen durch das Rammen der Mastfundamente. Die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen wurden aus Messergebnissen vergleichbarer Baustellen abgeleitet; für Zwischenabstände erfolgte eine rechnerische Interpolation.

Nr.	Objekt	Empf. Klasse gemäß ÖNORM S 9020	Richtwert	Abstand zur Mastgasse	erwartbare Immissionen Mastrammen
001	Haidbrunngasse 50	1	36,00 mm/s	23 m	2,3 mm/s
002	Haidbrunngasse 50	1	36,00 mm/s	20 m	3,7 mm/s
003	Haidbrunngasse 50	2	15,75 mm/s	20 m	3,7 mm/s
004	Haidbrunngasse 50	2	15,75 mm/s	19 m	3,9 mm/s
005	Haidbrunngasse 50	1	36,00 mm/s	15 m	7,9 mm/s
006	Haidbrunngasse 52 Obj. A	2	15,75 mm/s	18 m	4,1 mm/s
007	Haidbrunngasse 52a	2	15,75 mm/s	16 m	6,3 mm/s
008	Haidbrunngasse 52a	1	36,00 mm/s	12 m	12,9 mm/s
009	Südbahngasse 52	1	36,00 mm/s	25 m	1,4 mm/s
010	Haidbrunngasse 52a	2	15,75 mm/s	23 m	2,3 mm/s
011	Haidbrunngasse	1	36,00 mm/s	16 m	6,3 mm/s
012	Südbahngasse 52	1	36,00 mm/s	7 m	21,2 mm/s
013	Südbahngasse 44	2	15,75 mm/s	17 m	5,1 mm/s
014	Südbahngasse 46	2	15,75 mm/s	12 m	12,9 mm/s
015	Merbotogasse	1	36,00 mm/s	3 m	36,0 mm/s
016	Merbotogasse	1	36,00 mm/s	24 m	1,7 mm/s
017	Willendorfer Gasse 36	2	15,75 mm/s	24 m	1,7 mm/s
018	Willendorfer Gasse 36	1	36,00 mm/s	22 m	2,3 mm/s
019	Brunner Straße 33	2	15,75 mm/s	25 m	1,4 mm/s
020	Brunner Straße	1	36,00 mm/s	21 m	2,2 mm/s
021	Brunner Straße 116	2	15,75 mm/s	25 m	1,4 mm/s
022	Brunner Straße 126	3	8,10 mm/s	20 m	3,7 mm/s
023	Brunner Straße 128	2	15,75 mm/s	20 m	3,7 mm/s
024	Brunner Straße 150	2	15,75 mm/s	25 m	1,4 mm/s
025	Brunner Straße 168	2	15,75 mm/s	22 m	2,3 mm/s
026	Brunner Straße 170a	2	15,75 mm/s	25 m	1,4 mm/s
027	Brunner Straße 176	2	15,75 mm/s	20 m	3,7 mm/s

Tabelle 9: Überblick Auswirkungen Mastrammen auf Objekte

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, treten bei keinem Objekt erwartbare Einwirkungen oberhalb der Richtwerte auf. Lediglich bei einem ÖBB-Technikgebäude im Bereich der Eisenbahnkreuzung bei km 0,424, in einem Abstand von nur 3 m zur Mastgasse, könnten Einwirkungen im Bereich des Richtwertes auftreten. Das Objekt ist jedoch als wenig schwingungsanfällig einzustufen.

Zur Gewährleistung der Bauarbeiten unter Einhaltung der Erschütterungsschutzanforderungen wird ein bautechnisches Beweissicherungsprogramm empfohlen, ergänzt durch begleitende Erschütterungsmessungen, die eine gezielte Steuerung der Bauarbeiten ermöglichen.

Begleitende Erschütterungsmessungen werden entsprechend der Empfindlichkeitsklasse der Objekte wie folgt empfohlen:

- Empfindlichkeitsklasse 1: für Abstände bis 5 m von den Rammarbeiten
- Empfindlichkeitsklasse 2: für Abstände bis 10 m von den Rammarbeiten
- Empfindlichkeitsklasse 3: für Abstände bis 20 m von den Rammarbeiten.

In der Empfindlichkeitsklasse 1 ist das ÖBB-Technikgebäude, für die Empfindlichkeitsklasse 2 sind keine Objekte betroffen. In der Empfindlichkeitsklasse 3 ist das Objekt Brunner Straße 126 (Nr. 022) zu berücksichtigen. Da das ÖBB-Technikgebäude als wenig schwingungsanfällig einzustufen ist, wird eine begleitende Erschütterungsmessung ausschließlich für das Objekt Brunner Straße 126 empfohlen.

Sollte das Erschütterungsmonitoring dennoch Richtwertüberschreitungen anzeigen, sind folgende Maßnahmen möglich:

- Abgang vom Rammen von Mastfundamenten, Übergang auf Fundierung in offener Baugrube.

Ab ca. km 4,300 bis km 5,568 (Strecke 16301) bzw. km 0,350 (Strecke 16601) erfolgt die Fundierung der Oberleitungsmasten als Ortbetongründung, wodurch wesentlich geringere Erschütterungen zu erwarten sind. Einwirkungen von Erschütterungen im Bereich der Richtwerte während der Bauphase sind daher allenfalls beim Stationsgebäude Bad Fischau-Brunn sowie beim benachbarten Objekt Wiener Neustädter Straße 36 zu erwarten.

Vor dem Hintergrund des geringen Abstands zur Bauaktivität sowie zur Sicherstellung der Einhaltung der Richtwerte wird im Stationsgebäude Bad Fischau-Brunn eine begleitende Erschütterungsmessungen als zweckmäßig erachtet. Die Messungen dienen zugleich als Referenz für andere Gebäude in vergleichbarem oder größerem Abstand und ermöglichen bei Bedarf eine rechtzeitige Anpassung der Bauausführung.

3.1.5 Maßnahmen in der Bauphase (Abschnitt 6.1 in [1])

ES Bau 01	Maßnahmen Erschütterungen		
Fachbeitrag	Erschütterungen	**Bereich**	Projektgebiet Teilelektrifizierung Puchbergbahn
Typ	Gebäudebeweissicherung		
Beschreibung	Vor Baubeginn im jeweiligen Teilabschnitt werden alle Wohn- und Betriebsgebäude in einem 25 m Streifen (gemessen vom Rand des Baufeldes) bautechnisch auf bestehende Bauschäden beweisgesichert. Sollten Schäden an Gebäuden auftreten, kann auf Grund der bautechnischen Beweissicherung und der begleitenden Messungen festgestellt werden, ob sie auf die Bauarbeiten zurückzuführen sind. Ist dies der Fall, erfolgt eine Behebung der Schäden nach Bauende oder eine finanzielle Abgeltung.		
Ziel	Basis für Behebung oder finanzielle Abgeltung von Schäden durch die Bauarbeiten		
Vorschlagsfläche verortet	25 m breiter Beweissicherungsstreifen (gemessen vom Rand des Baufeldes)		
Zeitpunkt der Umsetzung	Vor Baubeginn		

Tabelle 10: Maßnahme ES BAU 01

ES Bau 02	Maßnahmen Erschütterungen		
Fachbeitrag	Erschütterungen	**Bereich**	Projektgebiet Teilelektrifizierung Puchbergbahn
Typ	Begleitende Erschütterungsmessung		
Beschreibung	Während der Tiefbauarbeiten werden in ausgewählten Gebäuden Messungen nach ÖNORM S 9020 zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte für Gebäudeschutz als unbemannte Dauermessungen mit Datenfernübertragung und SMS-Alarmierung bei Richtwertüberschreitung am Fundament des Gebäudes durchgeführt. Die Messungen erfolgen grundsätzlich im 25 m Beweissicherungsstreifen, werden aber auch punktuell als Reaktion auf Anrainerbeschwerden in Objekten in größerem Abstand durchgeführt		
Ziel	Dokumentation der Immissionen und Steuerung der Arbeiten		
Vorschlagsfläche verortet	25 m breiter Beweissicherungsstreifen (gemessen vom Rand des Baufeldes), gegebenenfalls erweitert		
Zeitpunkt der Umsetzung	Während der Tiefbauarbeiten		

Tabelle 11: Maßnahme ES BAU 02

ES Bau 03	Maßnahmen Erschütterungen		
Fachbeitrag	Erschütterungen	Bereich	Projektgebiet Teilelektrifizierung Puchbergbahn
Typ	Abgeltung oder Behebung von Schäden		
Beschreibung	Sollten Schäden an Gebäuden auftreten, kann auf Grund der bautechnischen Beweissicherung und der begleitenden Messungen festgestellt werden, ob sie auf die Bauarbeiten zurückzuführen sind. Ist dies der Fall, erfolgt eine Behebung der Schäden nach Bauende oder eine finanzielle Abgeltung.		
Ziel	Schadloshaltung der Anrainer		
Vorschlagsfläche verortet	25 m breiter Beweissicherungsstreifen (gemessen vom Rand des Baufeldes)		
Zeitpunkt der Umsetzung	Nach Abschluss der Bauarbeiten		

Tabelle 12: Maßnahme ES BAU 03

3.2 Befund zum §31a – Gutachten [2]

Befund

Das gegenständliche Projekt „Teilelektrifizierung Puchbergerbahn" umfasst bezüglich der Betriebsphase keine erschütterungstechnisch relevanten Elemente, und zwar ausfolgenden Gründen:

- Die Gleise werden zwar zum Teil erneuert, jedoch in geometrisch gleicher Lage
- Das Bahnverkehrsaufkommen bleibt gegenüber dem mit Bescheid vom 01.06.2026, Zahl RU6-E-3465/001-2024, eisenbahnrechtlich bewilligten Vorhaben „Bestandsattraktivierung Puchbergerbahn" unverändert.
- Das VzG-Verzeichnis bleibt gleich, daher auch die Geschwindigkeiten, mit denen die Züge verkehren.
- Zukünftig werden elektrisch betriebene Fahrzeuge der Typen 4023/4024 bzw. nach deren Auslieferung Akkutriebwagen der Type 4750 „Flirt" der Fa. Stadler verkehren. Diese Zugarten sind hinsichtlich ihrer erschütterungstechnischen Auswirkungen nicht schlechter zu bewerten als die derzeit verkehrenden Dieseltriebwagen der Type 5047/5147.

Daher ist für den Erschütterungsschutz ausschließlich die Bauphase maßgebend.

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen sind daher die ÖNORM S 9020 aus 2015, Erschütterungsschutz für ober- und unterirdische Anlagen, sowie die RVE 04.02.04 aus 2019, Erschütterungen und sekundärer Luftschall bei Bauarbeiten an Eisenbahnanlagen, heranzuziehen.

Eine diesbezügliche erschütterungstechnische Untersuchung [1] wurde vom Büro iC consulenten Ziviltechniker GesmbH, 1120 Wien, erstellt. Die Untersuchung umfasst die Einordnung der Grenzwerte und Anrainerobjekte gemäß den oben angeführten Grundlagen, eine Beschreibung des Ist-Zustandes und der Projektauswirkungen während der Bauphase sowie grundsätzliche Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und zum Ausgleich überhöhter Erschütterungsimmissionen. Die Untersuchung ist ausführlich, schlüssig und nachvollziehbar.

In Anwendung der ÖNORM S 9020 wird der Richtwert v_{RW} ermittelt, wobei für betroffene Gebäude aufgrund einer Einteilung in Empfindlichkeitsklassen in Abhängigkeit der Erschütterungshäufigkeit, Dauer und Frequenzen Untergrenzen für den Richtwert ermittelt werden. Dabei werden durchwegs konservative, d.h. für die Anrainer günstige Annahmen getroffen. Analoges gilt für die Beschreibung des Anrainerschutzes gemäß RVE 04.02.04.

Entlang der gesamten Strecke wurden im nächsten Schritt der Bearbeitung ein Untersuchungsraum von 25 m links und rechts der Mastgasse festgelegt und die darin befindlichen Gebäude hinsichtlich ihrer Entfernung zur Mastgasse und ihre Erschütterungsempfindlichkeit kategorisiert.

Als beurteilungsrelevante Erschütterungen werden Bauarbeiten angesehen, die in den Untergrund eingreifen, also Grabungsarbeiten und das Rammen der Fundamentrohre für Maste. Vor allem die Rammarbeiten werden in der Folge betrachtet. Der Baustellenverkehr wird als nicht erschütterungskritisch beurteilt.

Die zu erwartenden Auswirkungen der Rammarbeiten auf Gebäude innerhalb des 25 m – Streifens werden aus Messungen, welche in der Vergangenheit bei Rammarbeiten vergleichbarer Baustellen durchgeführt wurden, interpoliert.

Entlang der Trasse werden insgesamt 27 Objekte – Gewerbebauten, ÖBB-eigene Betriebsgebäude, Wohnobjekte und dgl. – hinsichtlich der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen gelistet und den jeweiligen Richtwerten gegenübergestellt. Als Ergebnis wird festgestellt, dass bei einem ÖBB-Technikgebäude, welches sich nur 3 m von der Mastgasse entfernt befindet, der Richtwert erreicht wird. Dieses ebenerdige Gebäude wird als wenig schwingungsanfällig angesehen. Bei allen anderen 26 Objekten wird der Richtwert für die erwartbaren Immissionen größtenteils beträchtlich unterschritten.

Aus diesen Untersuchungen wird mit Hilfe der Empfindlichkeitsklassen abgeleitet, dass eine begleitende Erschütterungsmessung für ein Objekt (Brunner Straße 126) empfohlen wird. Für den Fall, dass eine Richtwertüberschreitung festgestellt wird, wird als Maßnahme der Übergang auf eine Fundierung in offener Baugrube dargestellt. Weiters wird eine begleitende Erschütterungsmessung beim Stationsgebäude Bad Fischau-Brunn als zweckmäßig erachtet. Diese Messungen dienen zugleich als Referenz für andere Gebäude.

Als Maßnahmen werden abschließend außerdem bautechnische Beweissicherungen der Gebäude in der Nähe des Baufeldes vorgeschlagen.

Gutachten

Gegenstand der Untersuchungen ist ausschließlich die Bauphase, hier in der Hauptsache die Rammarbeiten für die Mastfundamente. Für die Betriebsphase sind jedenfalls keine negativen Auswirkungen auf die Erschütterungsimmissionen zu erwarten.

Der Stand der Technik wird in den angewendeten ÖNORMEN und den RVE´s dargestellt und Richtwerte festgelegt.

Bei der Erstellung der erschütterungstechnischen Untersuchung wurden alle für die Bauphase relevanten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien zum derzeit gültigen Stand beachtet und eingearbeitet. Die bei den Erhebungen eingesetzte Methodik entspricht dem Stand der Technik. Die Grundlagen werden eingehend beschrieben, die Bearbeitung ist schlüssig und nachvollziehbar.

Aufgrund der Bearbeitungen und der daraus abgeleiteten Ergebnisse wird eine Einhaltung der Richtwerte nach ÖNORM S 9020 und eine Einhaltung der RVE 04.02.04 nachgewiesen. Für zwei Gebäude werden begleitende Erschütterungsmessungen empfohlen, auch als Referenz für andere Gebäude entlang der Trasse. Für den Fall von Überschreitungen werden mögliche Maßnahmen angeführt.

Das gegenständliche Gutachten entspricht somit vollständig dem Stand der Technik. Aus Sicht des §31a-Gutachters für das Fachgebiet Erschütterungsschutztechnik bestehen gegen die eisenbahnrechtliche Genehmigung des Projektes keine Einwände.

4 GUTACHTEN

Grundsätzlich sind Erschütterungen sowohl für die Bau- als auch die Betriebsphase zu beurteilen. Hierbei ist zwischen Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Anrainergebäuden (Anrainerschutz, Problemstellung Wohlbefinden und Komfort) und auf die Gebäude selbst (Gebäudeschutz, Problemstellung Vermeidung von Gebäudeschäden) zu unterscheiden.

Zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden muss die gesamte Übertragungskette zwischen Erschütterungsquelle und Immissionsort betrachtet werden.

Die in der **Bauphase** anzuwendenden Normen werden z.B. im Abschnitt 2.1.2 des gegenständlichen Gutachtens zusammenfassend beschrieben:

2.1.2.1 Objektschutz in der Bauphase (ÖNORM S 9020)

2.1.2.2 Anrainerschutz (RVE 04.02.04)

2.1.2.3 ArbeitnehmerInnenschutz vor Lärm und Vibrationen (VOLV).

Die in der **Betriebsphase** anzuwendenden Normen werden z.B. im Abschnitt 2.1.3 zusammenfassend beschrieben:

2.1.3.1 Anrainerschutz vor Erschütterungen in der Betriebsphase (ÖNORM S 9012)

2.1.3.2 Anrainerschutz vor Sekundärschall in der Betriebsphase (ÖNORM S 9012).

Das gegenständliche Projekt „Teilelektrifizierung Puchbergerbahn“ umfasst bezüglich der Betriebsphase keine erschütterungstechnisch relevanten Elemente, und zwar ausfolgenden Gründen:

- Die Gleise werden zwar zum Teil erneuert, jedoch in geometrisch gleicher Lage
- Das Bahnverkehrsaufkommen bleibt gegenüber dem mit Bescheid vom 01.06.2026, Zahl RU6-E-3465/001-2024, eisenbahnrechtlich bewilligten Vorhaben „Bestandsattraktivierung Puchbergerbahn“ unverändert.
- Das VzG-Verzeichnis bleibt gleich, daher auch die Geschwindigkeiten, mit denen die Züge verkehren.
- Zukünftig werden elektrisch betriebene Fahrzeuge der Typen 4023/4024 bzw. nach deren Auslieferung Akkutriebwagen der Type 4750 „Flirt“ der Fa. Stadler verkehren. Diese Zugarten sind hinsichtlich ihrer erschütterungstechnischen Auswirkungen nicht schlechter zu bewerten als die derzeit verkehrenden Dieseltriebwagen der Type 5047/5147.

Daher ist für den Erschütterungsschutz ausschließlich die Bauphase maßgebend.

Gesundheitsschädigende Einwirkungen auf Menschen erfolgen erst bei starken und langen Einwirkungen und können bei den meisten Projekten von vornherein ausgeschlossen werden.

Gebäudeschäden in der Betriebsphase können ebenfalls ausgeschlossen werden.

Die VOLV (Verordnung Lärm und Vibrationen), die auf den Schutz von ArbeitnehmerInnen vor Lärm und Vibrationen abzielt, ist in der Bauphase bei erschütterungsintensiven Bauarbeiten ebenfalls einzuhalten, wofür die Baufirmen verantwortlich sind.

Entlang der untersuchten Strecke variiert die Bebauung deutlich. In den Abschnitten km 49,220 bis km 1,750 dominieren Bahninfrastruktur, Betriebsgebäude und gewerbliche Nutzungen, Wohnbebauung ist innerhalb des 25-m-Untersuchungsraums dort nicht vorhanden.

Ab km 1,750 tritt links der Bahn erstmals Wohnbebauung mit mehreren Wohnobjekten auf, während rechts der Bahn weiterhin keine Objekte im Untersuchungsraum liegen.

Im Abschnitt km 4,320 bis km 5,670 überwiegt beidseits der Bahn Wohnbebauung, ergänzt durch einzelne Sondernutzungen wie das Stationsgebäude Bad Fischau-Brunn, eine Lagerhalle der Agrargemeinschaft, Kleingartenhäuser sowie ein ÖBB-Technikgebäude.

Hinsichtlich der Erschütterungseinwirkung während der **Bauphase** sind folgende Begleit- und Minderungsmaßnahmen erforderlich:

- Beweissicherung des vorhandenen Gebäudezustandes inkl. Dokumentation bereits vor Beginn der erschütterungsintensiven Bauarbeiten
- Beim Auftreten starker Erschütterungen baubegleitende Erschütterungsmessungen (Erschütterungsmonitoring) zur Beweissicherung und zur Vorwarnung/ Alarmierung im Fall von Überschreitungen der Richtwerte gemäß ÖNORM S 9020
- Ggf. baustellenseitige Maßnahmen zur Reduktion des Erschütterungseintrages, z. B. durch Änderung der Erregerfrequenz bei Verdichtungsarbeiten, etc.

Die größte Erschütterungseinwirkung des Projekts, das Rammen der Mastfundamente, findet ausschließlich im Abschnitt von km 49,220 bis ca. km 4,300 statt. Die Tabelle 9 bietet einen Überblick über die zu erwartenden Erschütterungen in 29 Objekten beim Mastrammen.

Im Fachbeitrag Erschütterung [1] sind entsprechende Hinweise/ Empfehlungen betreffend die erforderlichen Vermeidungs-, Verminderungs- und Ausgleichmaßnahmen enthalten. Der §31a – Gutachter spricht sich ebenfalls dafür aus, dass die empfohlenen Maßnahmen umgesetzt werden.

Der Stand der Technik wird in den angewendeten ÖNORMEN und den RVE´s dargestellt. Bei der Erstellung des Fachbeitrags Erschütterung [1] wurden alle relevanten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien zum derzeit gültigen Stand beachtet und eingearbeitet. Die bei den Erhebungen eingesetzte Methodik entspricht dem Stand der Technik. Die Grundlagen werden eingehend beschrieben, die Bearbeitung ist schlüssig, ausführlich und nachvollziehbar.

Das von der SETZNAGEL GmbH gemäß § 31a Eisenbahngesetz 1957 erstattete Gutachten [2] vom 17. Juli 2026 wurde vom Sachverständigen überprüft und ist aus erschütterungstechnischer Sicht als schlüssig und vollständig anzusehen.

Der Fachbeitrag Erschütterung [1] beschreibt sämtliche für die Bauphase erforderlichen Maßnahmen. Eine Erteilung weiterer Auflagen ist somit nicht erforderlich. Bei Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen können Schäden an öffentlichem und privatem Gut jedenfalls vermieden werden.

Die Schlussfolgerung der Begutachtung aus Sicht des Erschütterungsschutzes ist somit, dass das Bauvorhaben dem Stand der Technik unter Berücksichtigung der Sicherheit und Ordnung des Betriebes der Eisenbahn, des Betriebes von Schienenfahrzeugen auf der Eisenbahn und des Verkehrs auf der Eisenbahn einschließlich der Anforderungen des Arbeitnehmerschutzes entspricht.

Signiert von: Rainer Georg Theodor Flesch
Datum: 21.10.2026 20:59:13
A-TRUST
Dieses Dokument ist digital signiert!
Dieses mit einer qualifizierten elektronischen Signatur versehene Dokument hat gemäß Art. 25 Abs. 2 der Verordnung (EU) Nr 910/2014 vom 23 Juli 2014 ("eIDAS-VO") die gleiche Rechtswirkung wie ein handschriftlich unterschriebenes Dokument
Prüfinformation: Informationen zur Prüfung der elektronischen Signatur finden Sie unter: www.a-trust.at/pdf

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger
Univ. Prof. DI Dr. Rainer Flesch
Fachgebiet Schwingungstechnik, Baudynamik u. Erschütterungsschutz

Wien, den 21. Oktober 2026 Univ.- Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Rainer FLESCH