Vorhabenträger:	**Deutsche Flussspat GmbH**
Vorhaben:	**Fluss- und Schwerspatgrube Käfersteige** **Rahmenbetriebsplan Sümpfung, Exploration und Probebetrieb**
Antragsteil:	**I**
Titel:	**Immissionsschutz**

Vorhabenträger:	**Deutsche Flussspat GmbH**
Vorhaben:	**Fluss- und Schwerspatgrube Käfersteige** **Rahmenbetriebsplan Sümpfung, Exploration und Probebetrieb**
Antragsteil:	**I 1**
Titel:	**Schwingungstechnisches Gutachten**

Rahmenbetriebsplan -

Fluss- und Schwerspatgrube Käfersteige – Sümpfung, Exploration, Probebetrieb

Schwingungstechnisches Gutachten Teil I.1 der Antragsunterlagen

M.Sc. Johannes Pehe

M.Sc. Marvin Binnig

Bericht-Nr.: ACB-0425-256029/03_Rev01

Datum 05.05.2025

Titel:	Rahmenbetriebsplan Fluss- und Schwerspatgrube Käfersteige – Sümpfung, Exploration, Probebetrieb Schwingungstechnisches Gutachten Teil I.1 der Antragsunterlagen
Auftraggeber:	Deutsche Flussspat GmbH
Auftrag vom:	17.02.2025
Bericht-Nr.:	ACB-0425-256029/03_Rev01
Ersetzt Bericht-Nr. vom:	ACB-0425-256029/03 24.04.2025
Umfang:	27 Seiten Bericht
Datum:	05.05.2025
Bearbeiter:	M.Sc. Johannes Pehe M.Sc. Marvin Binnig
Zusammenfassung:	Die Deutsche Flussspat GmbH ist Inhaberin der Gewinnungsrechte für Fluss- und Schwerspat und hält darüber hinaus die bergrechtliche Aufsuchungserlaubnis für weitere bergfreie Bodenschätze in der Lagerstätte „Käfersteige“ südlich der Stadt Pforzheim. Die gleichnamige Grube wurde seit 1935 betrieben und 1996 und stillgelegt. Mit Blick auf eine mögliche Wiederaufnahme der Flussspatgewinnung plant die DFG eine Sümpfung der Grube und umfangreiche Explorationsmaßnahmen sowie einen Probebetrieb, der die Grundlagen für die zukünftige Abbau- und Aufbereitungstechnik schaffen soll.

Für das bergrechtliche Planfeststellungsverfahren wurde im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung ein schwingungstechnisches Gutachten benötigt mit dem die Accon GmbH am 17.02.2025 beauftragt wurde.

Die im Rahmen der Begutachtung durchgeführten analytischen Untersuchungen und Erfahrungen von vergleichbaren Projekten zeigen, dass die die entsprechenden Anhaltswerte der DIN 4150-2 und DIN 4150-3 bei der geplanten Vorgehensweise sowohl für die Bautätigkeit wie auch für die bis zu 3 Gewinnsprengungen pro Tag im Tagzeitraum im Rahmen des Probebetriebes eingehalten werden. Die Beurteilungspegel nach 24. BImSchV für Geräuschimmissionen aus sekundärem Luftschall werden ebenfalls eingehalten. Für den Nachtzeitraum gelten Einschränkungen.

Die für den Probebetrieb geplanten Bauarbeiten im Bereich der Würmtalrampe sind ab einem Abstand von 30 Metern als unkritisch bei dem einzusetzenden Baugerät zu bewerten, was mögliche Schäden an baulichen Anlagen im Sinne der DIN 4150-3 betrifft.

Mit 600 m Abstand liegt die benachbarte Wohnbebauung damit außerhalb des bewertungsrelevanten Bereichs.

Gleiches gilt für mögliche Belastungen für das Wohlbefinden der Anrainer aus den baulichen Tätigkeiten. Diese sind ab einem Abstand von 100 Metern auszuschließen.

Revisionshistorie:

Bericht-Nr.	Datum	Text, Änderungsgrund
ACB-0425-256029/03	24.04.2025	Originalfassung
ACB-0425-256029/03_Rev01	05.05.2025	Redaktionelle Änderungen auf den Seiten 6, 9, 10, 12, 23, 24

Inhalt

Quellenverzeichnis 6
1 Anlass und Aufgabenstellung 7
2 Örtliche Situation 9
3 Beurteilungsrelevante Eingangsdaten 10
3.1 Sprengvortrieb im Probebetrieb 10
3.2 Geologie 11
3.3 Einwirkung von Sprengungen auf den Würmtalstollen 12
3.4 Bau- und Probebetrieb an der Würmtalrampe 13
3.5 Sprengungen zum Bau der Auffahrung Grubenräume 14
3.6 Bau- und Probebetrieb am Wetterschacht 15
4 Beurteilungsgrundlagen und Immissionsrichtwerte 16
4.1 Einwirkung auf Bauliche Anlagen - DIN 4150-3 16
4.2 Wohlbefinden der Anrainer – DIN 4150-2 17
4.3 Wohlbefinden der Anrainer – Sekundärschall 19
5 Immissionsprognose 20
5.1 Probebetrieb LKW-Verkehr 20
5.2 Bauerschütterungen 20
5.3 Sprengerschütterungen 22
5.4 Beurteilung der Sprengerschütterungen 24
5.5 Sprengungen - Sekundärschallimmissionen 25
6 Maßnahmen 26
7 Berechnungsunsicherheit 26
8 Zusammenfassung 27

Quellenverzeichnis

[1] DIN 4150-1, Erschütterungen im Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Dez 2022

[2] DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999

[3] DIN 4150-3, Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016

[4] 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) Mai 1990

[5] Achmus, M.; Kaiser, J.; F. tom Wörden (2005): „Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten“, Berichtsheft 20 des Instituts für Bauforschung e.V., Hannover.

[6] Achmus, M (2006): „Gebäudeerschütterungen infolge Erschütterungseinwirkungen aus Tiefbauarbeiten.“, Universität Hannover.

[7] Wieck, J. (2003), „Die vorsorgliche Beweissicherung im Bauwesen“ in „Schadensfreies Bauen“, Bd. 31, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

[8] Koch, H.W. (1958): „Zur Möglichkeit der Abgrenzung von Lademengen bei Steinbruchsprengungen nach festgestellten Erschütterungsstärken.“ Nobel Heft 24, Seite 92 – 96.

[9] Lüdeling, R.; Hinzen, K.G. (1986): „Erschütterungsprognose und Erschütterungskataster - Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Sprengerschütterungen.“ Nobelhefte, April bis September 1986, S. 105 – 123.

[10] Depta, N. (2017): „Erschütterungen aus dem Baubetrieb.“, Masterarbeit am Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb der Ruhruniversität Bochum

[11] Wittke et al. (2007): “Stability Analysis and Design for Mechanized Tunnelling, Chapter 7, Vibrations and Ground Borne Noise.”, WBI Print 6, Aachen.

[12] Griefahn, B. (1990): “Präventivmedizinische Vorschläge für den nächtlichen Schallschutz.“, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 37: 7-14.

[13] Analysis of the aspects affecting sound radiation efficiency based on numerical simulations Santoni et al inter.noise 2019

[14] Diverse Planunterlagen und Informationen bereitgestellt durch Tony Weißenfels – Deutsche Flussspat GmbH und Kersten Kühn – G.E.O.S Ingenieurgesellschaft mbH bis 17.04.2025

[15] Diverse Berichte, Messdaten und Datenbankeinträge der iC consulenten Ziviltechniker GesmbH, Zollhausweg 1, 5101 Bergheim, Austria – Muttergesellschaft der Accon GmbH, Gewerbering 5, 86926 Greifenberg.

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Deutsche Flussspat GmbH (DFG, nachfolgend auch Auftraggeber genannt) ist Inhaberin der Gewinnungsrechte für Fluss- und Schwerspat und hält darüber hinaus die bergrechtliche Aufsuchungserlaubnis für weitere bergfreie Bodenschätze in der Lagerstätte „Käfersteige“ südlich der Stadt Pforzheim.

In der gleichnamigen Grube wurde von 1935 bis 1996 – zuletzt durch die Bayer AG – Flussspat untertägig bergmännisch gewonnen. Nach Stilllegung des Bergwerks wurde dieses 2001 fachgerecht verschlossen und aus der Bergaufsicht entlassen. Im Grubengebäude hat sich ein konstanter Flutungswasserspiegel eingestellt, darüberliegende Bereiche der Grube sind weiterhin zugängig.

Die Lagerstätte gilt nach wie vor als eines der größten Vorkommen von Flussspat in Europa. Ausgehend von den bereits nachgewiesenen und wahrscheinlichen Vorräten könnte die Grube Käfersteige einen nennenswerten Beitrag zur Deckung des europäischen Bedarfs an Flussspat liefern. Mit Blick auf eine mögliche Wiederaufnahme der Flussspatgewinnung plant die DFG daher eine Sümpfung der Grube und umfangreiche Explorationsmaßnahmen sowie einen Probebetrieb, der die Grundlagen für die zukünftige Abbau- und Aufbereitungstechnik schaffen soll.

Hierfür ist bei der zuständigen Landesbergdirektion im Regierungspräsidium Freiburg ein Rahmenbetriebsplan einzureichen und für dessen Zulassung ein Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

Das geplante Vorhaben der DFG umfasst:

- die Erschließung und Herstellung der übertätigen Betriebsflächen an den drei Tagesöffnungen Würmtalrampe, Würmtalstollen und Wetterschacht,
- die Sümpfung und Sicherung der Grube bis auf das Niveau der 310 m Sohle (tiefste, zuletzt im Abbau stehende und mithin bereits vorhandene Sohle), incl. Auffahrung Sumpf / Sumpfstrecke bis unter das Niveau der 310 m Sohle zur technisch sicheren Fassung und Haltung des Grubenwassers für den darüberliegenden Explorations- und Probebetrieb, Einleitung des Sümpfungswassers wie in der letzten Betriebsperiode an der Würmtalrampe über den bestehenden Graben in die Würm,
- mehrjährige geologisch-hydrogeologische, rohstoffgeologische und geotechnische Erkundungsarbeiten (Explorationsbohrungen, Kartierungen, Klein- und Großprobenahmen von Rohspat),
- Probebetrieb (mehrjährige Ausrichtung, Vorrichtung und Gewinnung von Rohspat für eine externe Aufbereitung, Aus- und Vorrichtung von Grubenräumen für eine zukünftige untertägige Aufbereitung incl. Herstellung eines weiteren Tageszugangs neben der Würmtalrampe).

Für das bergrechtliche Planfeststellungsverfahren wird im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung auch ein schwingungstechnisches Gutachten benötigt.

Entsprechend sollen hierzu die resultierenden Erschütterungen durch die bevorstehenden Baumaßnahmen und des Probebetriebes prognostiziert und deren Einwirkungen auf benachbarte bauliche Strukturen und deren Nutzer bewertet werden. Folgende Arbeitsschritte werden benötigt:

- Erfassung der vorhabenbezogenen, schwingungsrelevanten Arbeiten und Prozesse, gegliedert nach bisherigen Grundlagen bzw. Erfahrungen (historischer Bergbau) und geplanten künftigen Arbeiten (Sümpfung, Exploration, Probebetrieb)
- Erfassung und Verortung der vorhabenspezifischen Emissionsquellen
- Bestimmung der maßgeblichen Immissions-/ Beurteilungsorte
- Bewertung hinsichtlich der Immissionsrelevanz
- Prognostische Einschätzung, Dokumentation und Zusammenfassung der Ergebnisse des schwingungstechnischen Gutachtens als Anlage zum obligatorischen Rahmenbetriebsplan nach Bundesberggesetz (BBergG)

2 Örtliche Situation

Zur Erfassung der örtlichen Begebenheiten sowie zur Absprache aller maßgeblichen Projekterfordernisse wurde am 13.02.2025 ein Ortstermin durchgeführt. Als Vertreter der Deutschen Flussspat GmbH war Herr Weißenfels anwesend. Es wurde das Areal um die Würmtalrampe, der Bereich des Wetterschachts sowie das Mundloch des Würmtalstollens besichtigt.

Für die Bewertung der Erschütterungsimmissionen aus Baumaßnahmen und den Sprengungen während des Probebetriebes des Bergbaus werden Würmtalrampe, Wetterschacht und Würmtalstollen rechnerisch und argumentativ untersucht.

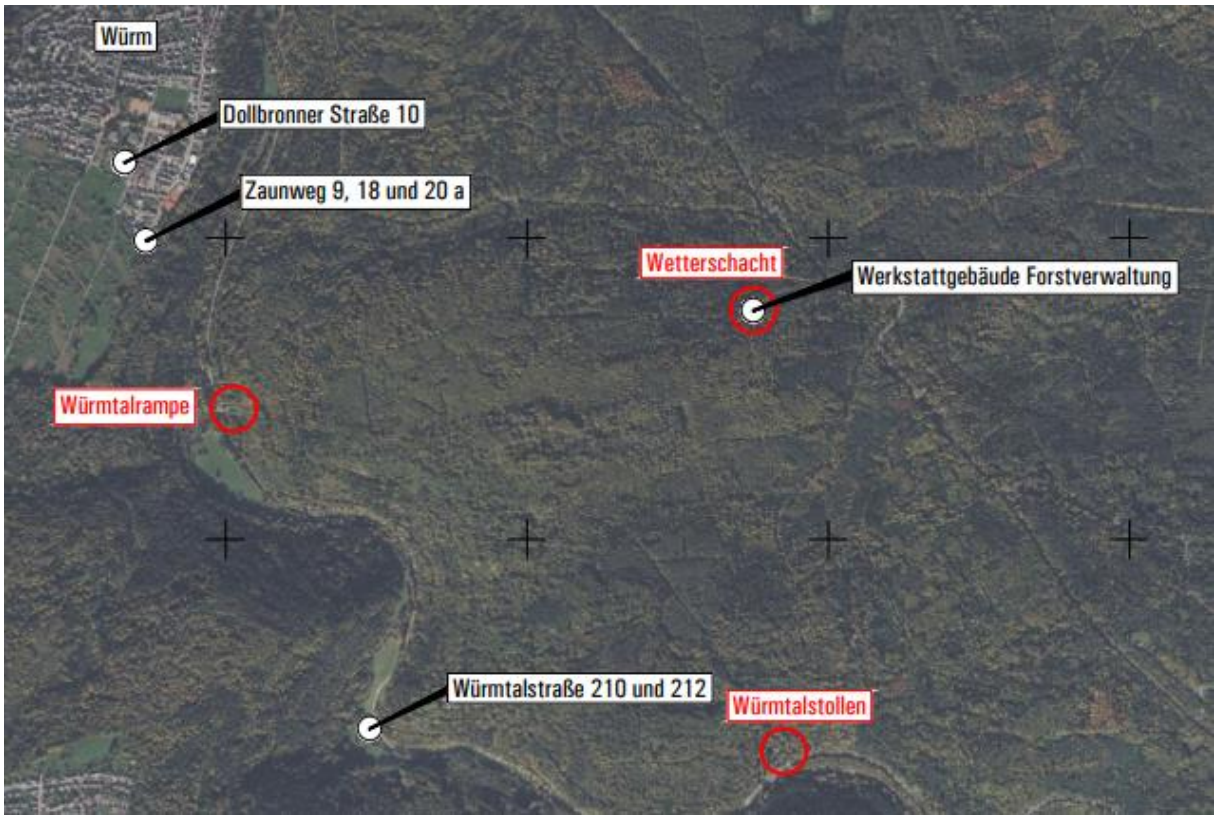

Abbildung 1: Übersicht der Lage der Grubenzugänge und der Immissionsorte.

3 Beurteilungsrelevante Eingangsdaten

3.1 Sprengvortrieb im Probebetrieb

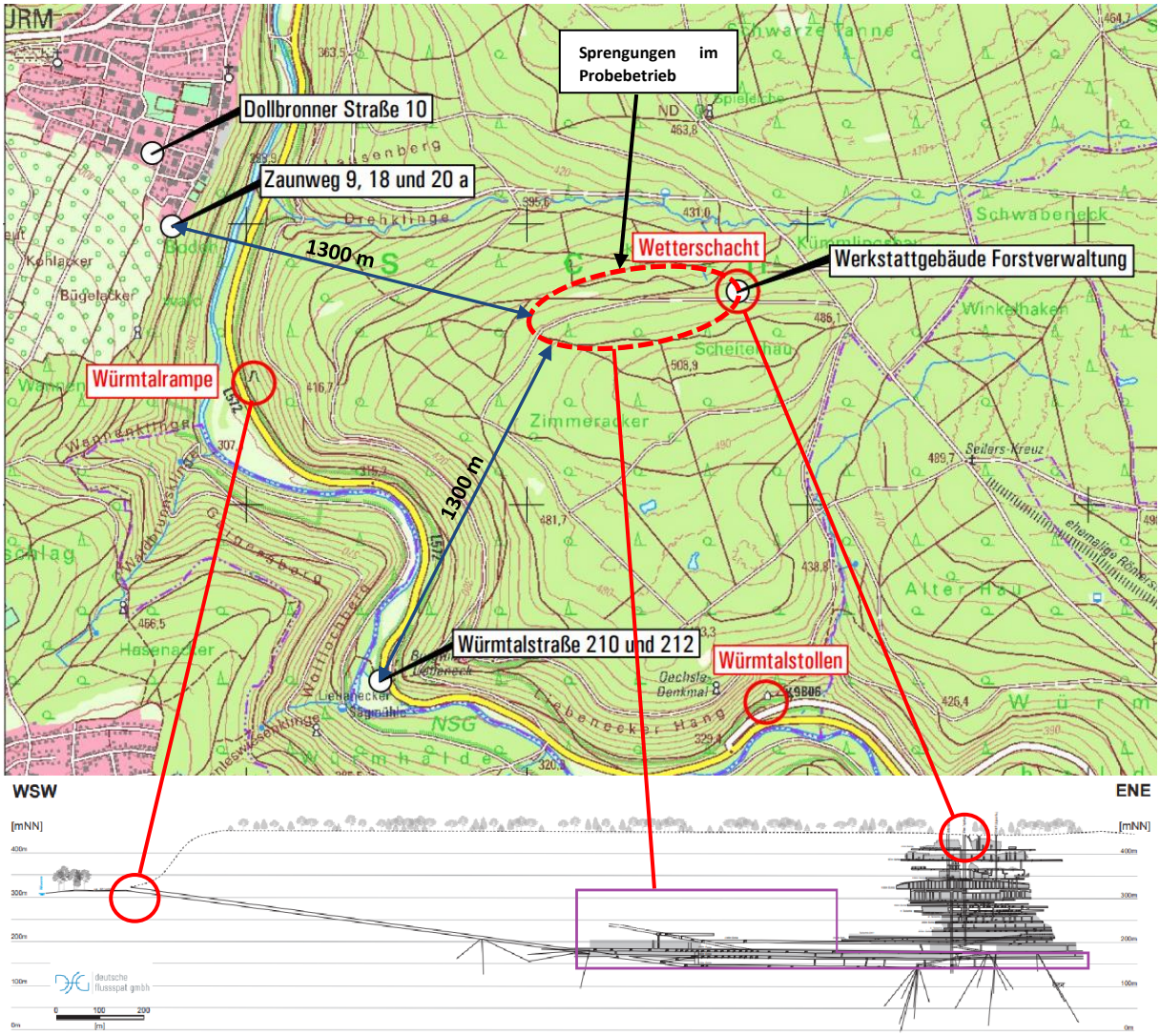

Abbildung 2: Gebiet mit Sprengvortrieb im Probebetrieb und Abstände zu Immissionsorten.

Sprengstoff: Emulsionssprengstoff z.B. Emulex2plus – Austin Powder GmbH oder SenatelTM PowerfragTM – SSE.

Lademenge pro Zündstufe: Maximal 120 kg, bis zu 3 Sprengungen pro Tag

Betriebszeiten: 06:00-22:00 im Zweischicht Betrieb

Tiefe: Im Probebetrieb werden die Sprengungen voraussichtlich zwischen dem 120 m Sohlenniveau und dem 310 m Sohlenniveau durchgeführt. Die 120 m – Sohle ist etwa auf gleicher Höhe mit dem Würmtalstollen.

Kleinste Abstände zu Immissionsorten:

300 m	zum Werkstattgebäude der Forstverwaltung
1300 m	Zaunweg 9, 18, 20a und Würmtalstraße 210 und 212

3.2 Geologie

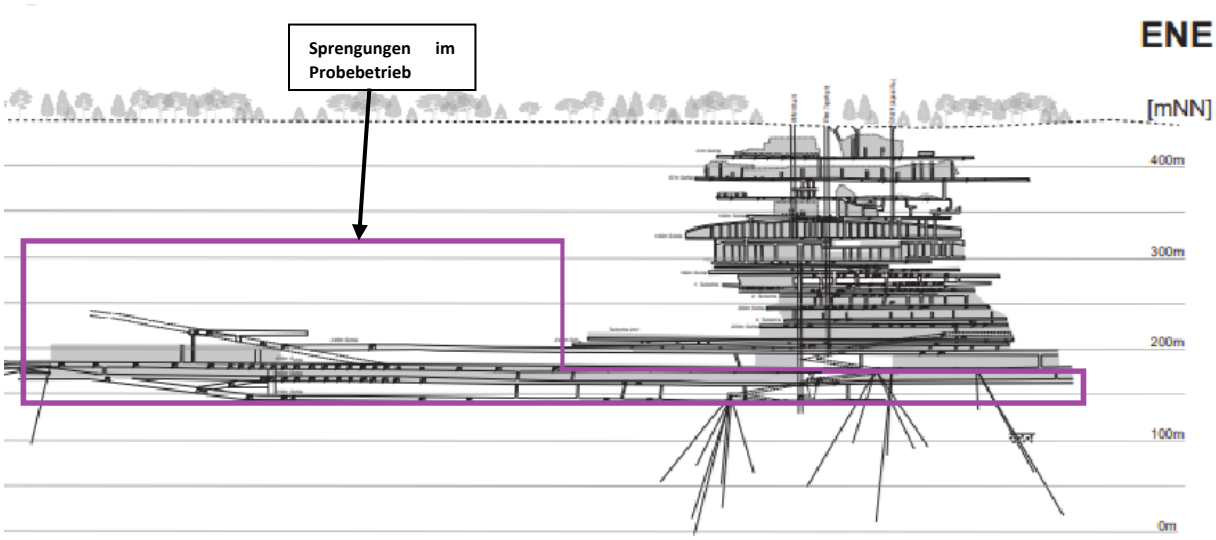

Abbildung 3: Bereich der Sprengungen während des Probebetriebes.

Gestein: Bei der 120 m - Sohle liegt eine Buntsandstein-Formation, die sich bis über die 310 m - Sohle erstreckt.

Folgende Kenndaten wurden als „Center Case“ (Mittelwert aus best case und worst case) zur Berücksichtigung für die Bausandstein-Formation bereitgestellt.

Tabelle 1: Daten zur Verfügung gestellt von der DFG am 03.04.2025 [14].

Geologie	Dichte [kg/m³]	UCS [MPa]	GSI	mi	Zugfestigkeit [MPa]	E-Modul [GPa]	Poisson-Zahl	RQD
Bausandstein-Formation	2585	115	53	18	10,6	6	0,175	63

3.3 Einwirkung von Sprengungen auf den Würmtalstollen

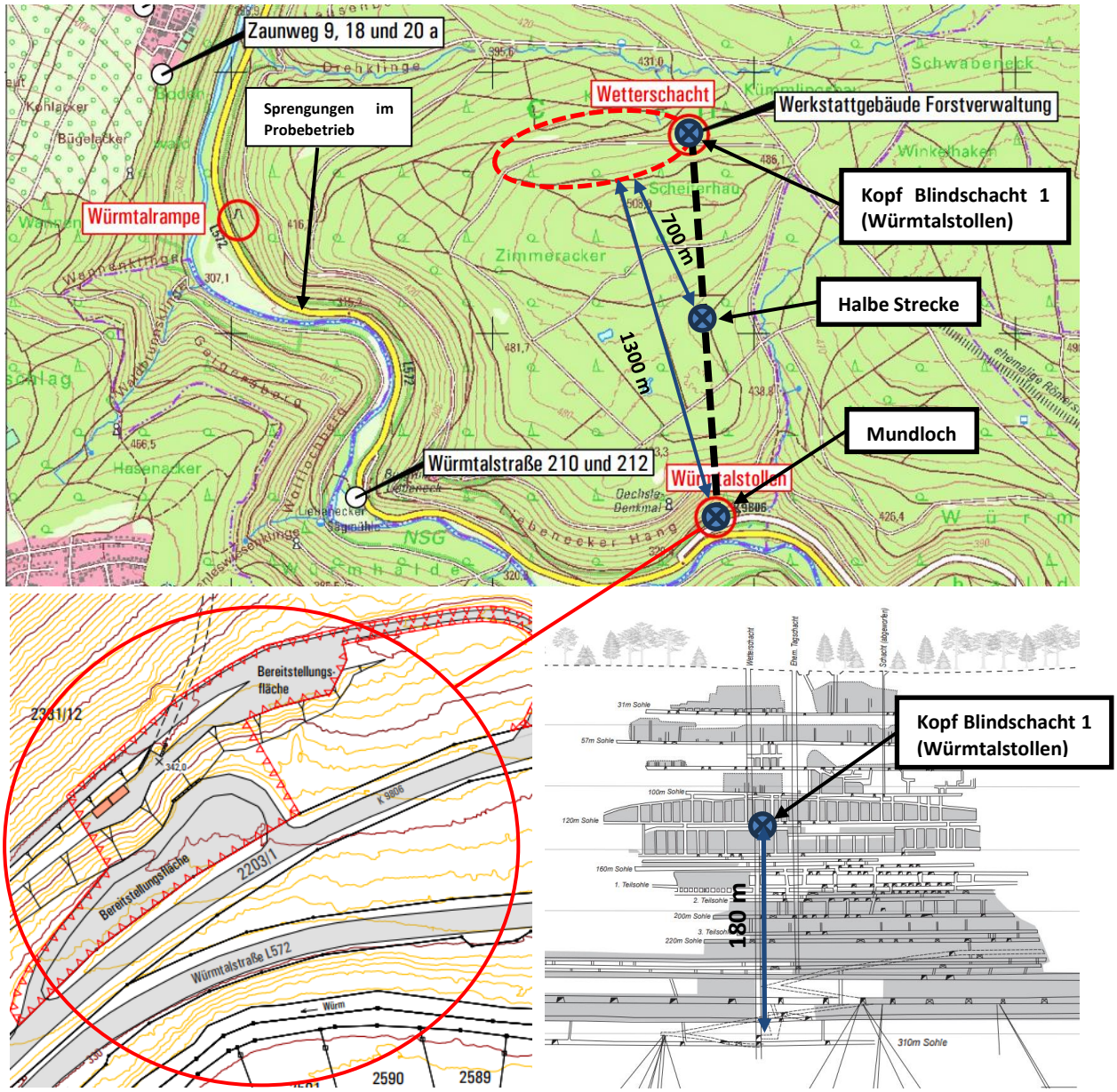

Abbildung 4: Lage des Würmtalstollens und der örtlichen Lagerfläche mit beispielhaften Einwirkungsorten von Sprengerschütterungen auf den Stollen.

Der Würmtalstollen dient als Fledermausquartier. Zur Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Gewinnsprengungen auf den Würmtalstollen, werden exemplarisch für die drei in Abbildung 4 blau markierten Einwirkungsorte, Schwinggeschwindigkeiten prognostiziert.

3.4 Bau- und Probebetrieb an der Würmtalrampe

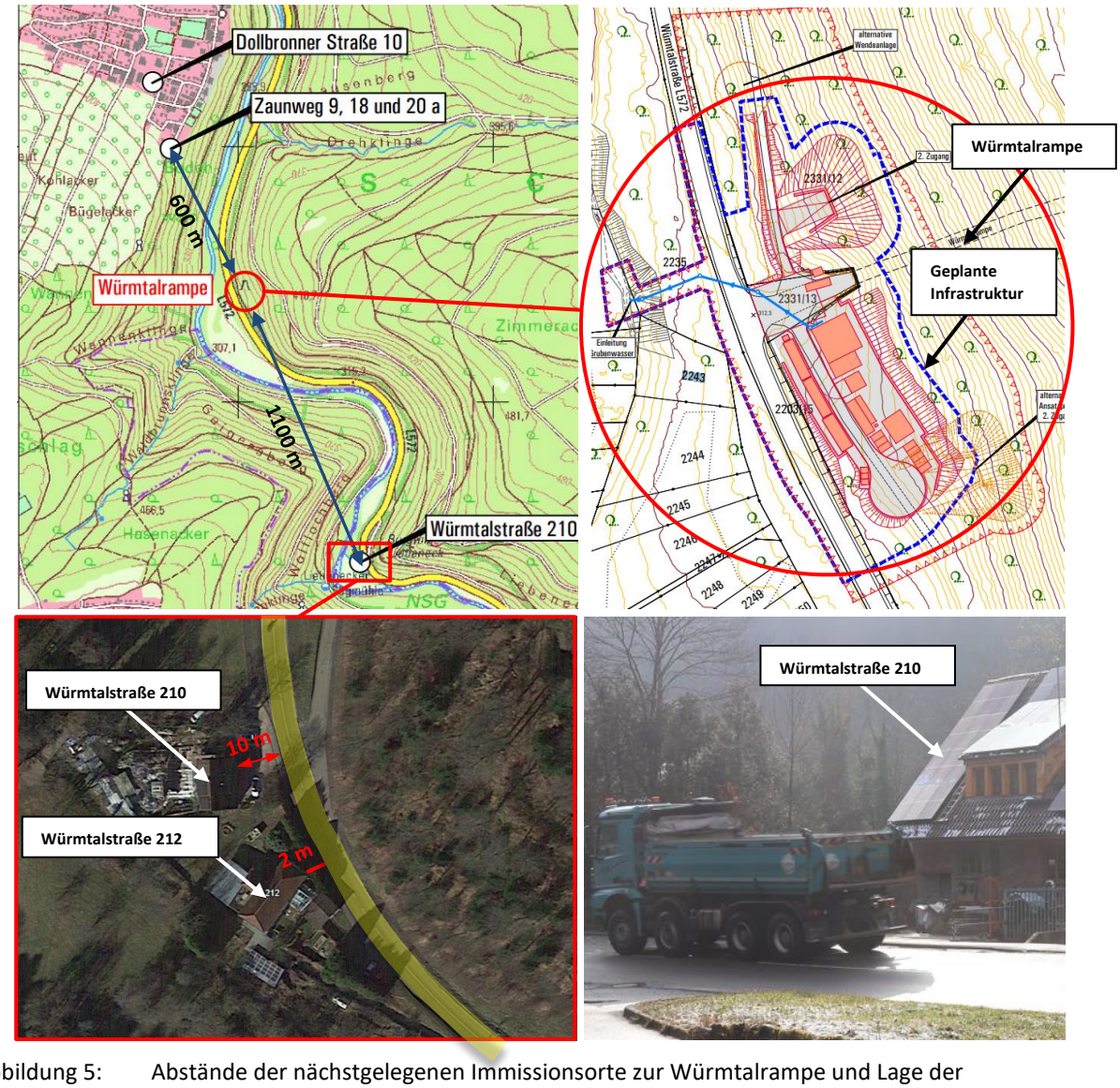

Abbildung 5: Abstände der nächstgelegenen Immissionsorte zur Würmtalrampe und Lage der Immissionsorte an der Würmtalstraße zur Bewertung der Erschütterungsimmissionen aus dem LKW-Betrieb.

Zu verwendendes Baugerät wurde noch nicht festgelegt. Die Bewertung des Baubetriebes erfolgt daher für übliches Gerät aus vergleichbaren Projekten und allgemeinen Annahmen.

Voraussichtlich werden im Probebetrieb etwa 20 Verkehrsbewegungen pro Tag der vierachsigen 40 t LKW mit ca. 25 t Nutzlast von der Würmtalrampe über die Würmtalstrasse Richtung Süden verkehren. Es werden dabei Vorkehrungen getroffen, die sicherstellen, dass die LKW die Würmtalrampe mit sauberen Reifen verlassen und Fahrbahnverunreinigungen vermieden werden.

Zu erwartende Bauerschütterungen werden nur für die mit 600 m Abstand nächstgelegenen Immissionsorte am Zaunweg betrachtet. Für die Immissionsorte Würmtalstraße 210/212 wird die Bewertung auf den LKW-Betrieb während des Probebetriebes beschränkt.

3.5 Sprengungen zum Bau der Auffahrung Grubenräume

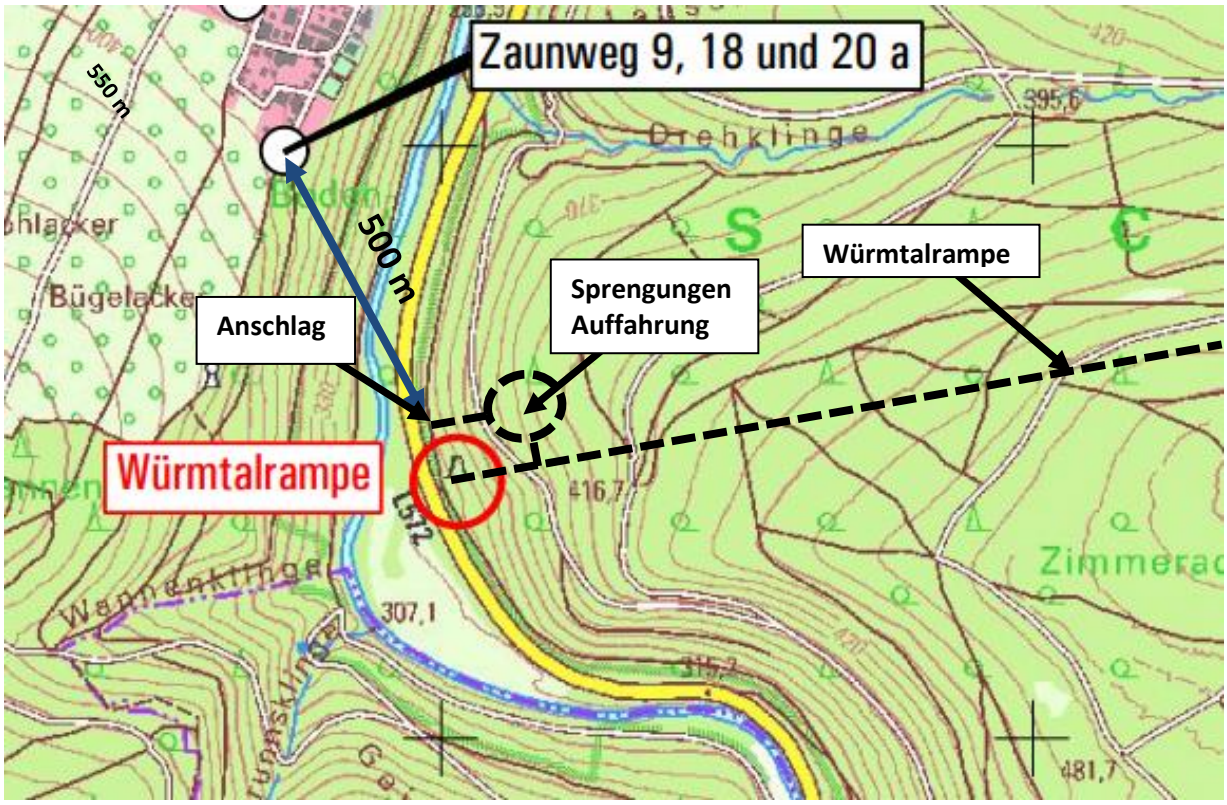

Abbildung 6: Gebiet mit Sprengungen zum Bau der Auffahrung Grubenräume.

Für eine spätere untertägige Aufbereitung ist geplant in dem markierten Bereich zusätzliche untertägige Grubenräume aufzufahren [14]:

- *Auffahrung Grubenräume für eine spätere untertägige Aufbereitung (örtlich voraussichtlich ein Bereich ca. 100 m vom Mundloch Würmtalrampe mit Abstand bis ca. 100 m seitlich der Streckenachse der Würmtalrampe).*

- *Anschlag / Auffahrung des zweiten Grubenzugangs parallel zur Würmtalrampe (Portal bis zu v.g. Bereich einer späteren Aufbereitung)*

Kleinster Abstand zu einem Immissionsort:

>500 m Zaunweg 9

3.6 Bau- und Probebetrieb am Wetterschacht

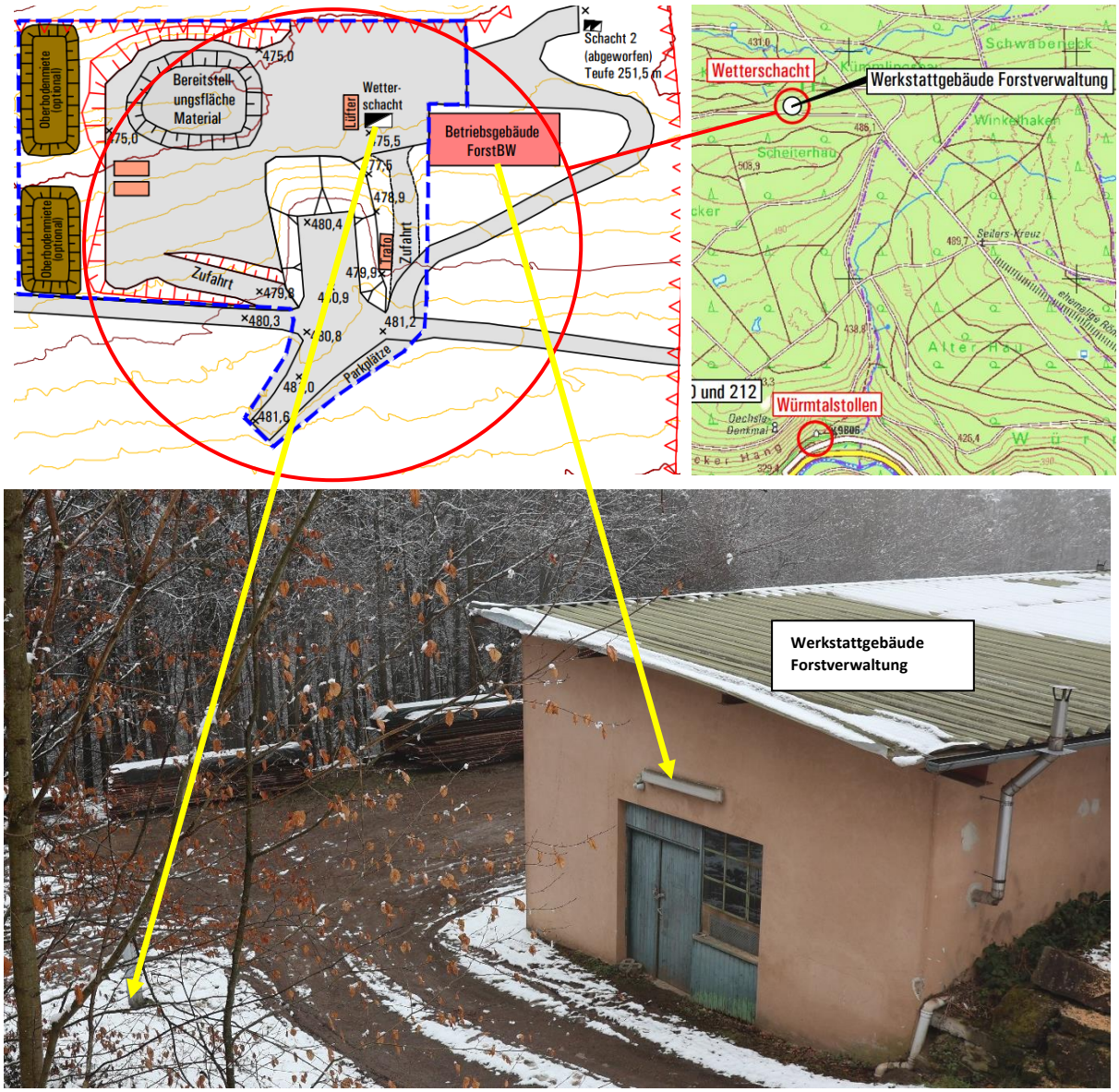

Abbildung 7: Werkstattgebäude der Forstverwaltung und Lage des Wetterschachts.

Der Wetterschacht wird für den Probebetrieb geöffnet und gegebenenfalls mit leistungsfähigen Grubenlüftern versehen. Diese werden entweder über Tage in der Nähe des Schachtkopfes oder unter Tage installiert.

Aus dem Bau und Betrieb dieser Anlagen sind nach derzeitiger Sachlage keine bewertungsrelevanten Erschütterungsimmissionen zu erwarten.

Die nächsten Sprengungen finden im Probebetrieb in 300 m Tiefe unterhalb des Wetterschachtes statt.

4 Beurteilungsgrundlagen und Immissionsrichtwerte

4.1 Einwirkung auf Bauliche Anlagen - DIN 4150-3

Der Schutz der Anrainerbebauung wird in der DIN 4150, Teil 3 „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ [3] geregelt. Es ist dabei die Schwinggeschwindigkeit v_i heranzuziehen. Dieser „Betragsmaximalwert“ v_i ist der betragsmäßig größte Wert des Signals v(t) in einer der drei Messrichtungen (x, y oder z).

Tabelle 2: Anhaltswerte für $v_{i,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude.

Arts des Gebäudes	Maximale Schwinggeschwindigkeit v_i [mm/s]			
	Frequenz f [Hz] am Fundament			Oberste Deckenebene, horizontal/vertikal
	1 bis 10 Hz	10 bis 50 Hz	50 – 100 Hz	Alle Frequenzen
Gewerblich genutzte Gebäude, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40 / 20
Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15 / 20
Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen **und** besonders erhaltenswert sind.	3	3 bis 8	8 bis 10	8 / 20

Für automatisierte Messverfahren ist der DIN 4150-3 [3] Anhang B / Tabelle B.1 ein „Alternatives Mess- und Auswerteverfahren“ festgelegt, bei dem für die Schwingungen am Fundament frequenzunabhängige Anhaltswerte festgelegt wurden. Die Verwendung dieses Verfahrens setzt den Einsatz bestimmter Filter nach DIN 45669-1 voraus.

Tabelle 3: Frequenzunabhängige Anhaltswerte zur Beurteilung von kurzzeitigen Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke.

Gebäudeart	Filter nach DIN 45669-1	Bezeichnung der Beurteilungsgeschwindigkeit	Anhaltswert [mm/s]
Gewerblich genutzte Gebäude, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	H_{vB1}	V_{B1}	20
Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	H_{vB2}	V_{B2}	5
Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen **und** besonders erhaltenswert sind.	H_{vB3}	V_{B3}	3

4.2 Wohlbefinden der Anrainer – DIN 4150-2

Für Bauarbeiten gelten die Regelungen der DIN 4150 Teil 2 „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“ [2], Kapitel 6.4.2. Es sind nur die Erschütterungseinwirkungen durch Bauarbeiten zu berücksichtigen. Es gilt das grundsätzliche Beurteilungsverfahren der DIN 4150-2 [2], mit Anhaltswerten A_u, bei deren Unterschreitung die Forderungen der Norm eingehalten sind, Anhaltswerten A_o bei deren Überschreitung die Forderungen der Norm nicht eingehalten sind und von der Einwirkungsdauer abhängigen Anhaltswerten A_r, bei deren Unterschreitung die Norm zwischen A_u und A_o eingehalten ist.

Für die Einwirkungen von Bauarbeiten bei Tag gilt die folgende Tabelle 4, in der die Anhaltswerte von der Dauer der Bauarbeiten in Werktagen abhängig sind. Tage werden nur gezählt, wenn an ihnen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten. Für Baustellensprengungen gilt allein das A_o Kriterium. Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen erfolgt in drei Stufen. Eine Einstufung in höhere Stufen erfordert begleitende Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen. Bei Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe 1 (Einstufung: Stufe 2) sind erforderlich:

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb.
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundene Belästigung.
- Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zu Minderung und Begrenzung der Belästigung (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.).
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme haben.
- Information der Betroffenen über die Erschütterungseinwirkungen auf das Gebäude.
- Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude.

Werden bei den konventionellen Baumaßnahmen (exklusive Sprengungen) die Anhaltswerte der Stufe 1 nicht überschritten, ist auch ohne besondere Vorinformation der Anrainer nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.

Tabelle 4: Anhaltswerte für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen.

Dauer	D <= 1 Tag			6 Tage < D < 26 Tage			26 Tage < D < 78 Tage		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A_u	A_o*	A_r	A_u	A_o*	A_r	A_u	A_o*	A_r
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6
*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A_o = 6									

Für die Sprengungen des Probebetriebes des Bergbaus werden die Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen gemäß DIN 4150-2 zur Bewertung herangezogen.

Tabelle 5: Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen.

	Tags (6:00 – 22:00)			Nachts (22:00 – 6:00)		
Anhaltswerte	A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
Nur gewerbliche Anlagen	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Allgemeine Wohngebiete	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05

Bei Sprengerschütterungen mit bis zu 3 Ereignissen am Tag gilt die Anforderung als eingehalten, wenn die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem oberen Anhaltswert (hier A_0 = 3, siehe Tabelle 5) ist. Im Nachtzeitraum wäre der deutlich strengere Wert A_0 = 0,2 einzuhalten.

Für Erschütterungen aus Gewinnsprengungen gilt zudem, dass unmittelbar aufeinander folgende Sprengungen als ein Ereignis gelten, sofern nicht mehr als 15 Sprengungen in einer Woche stattfinden.

Finden Sprengungen mit Vorwarnung und nur werktags von 7:00-13:00 oder 15:00-19:00 statt, findet ein höherer oberer Anhaltswert von A_0 = 6 (nur gewerbliche Anlagen, siehe Tabelle 5) Anwendung.

4.3 Wohlbefinden der Anrainer – Sekundärschall

Sekundärschalleinwirkungen sind vor allem während Sprengarbeiten bei Nacht zu beachten, hier besteht die Gefahr des Aufwachens. In Deutschland bestehen keine Normvorgaben für die einzuhaltenden Anhalts- oder Grenzwerte bei erschütterungsinduziertem Sekundärschall.

Im Bereich der Verkehrsimmissionen wird oft ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichts (BVG) vom 19.04.2014 für den aus Erschütterungsimmissionen entstehenden sekundären Luftschall herangezogen, in dem festgelegt ist:

„Weder für die Ermittlung und Beurteilung von Geräuschimmissionen aus sekundärem Luftschall noch für eine diesbezügliche Zumutbarkeitsschwelle gibt es normative Festsetzungen. Welche Innenschallpegel für die Bewohner von Häusern zumutbar sind, kann jedoch in Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV [4]) bestimmt werden, da es sich auch beim sekundären Luftschall um einen verkehrs-induzierten Lärm handelt ... Zutreffend geht diese auch davon aus, dass in Übereinstimmung mit den Vorgaben der 24. BImSchV die Zumutbarkeitsschwelle für einwirkenden sekundären Luftschall bei 40 dB(A)/tags für Wohnräume und 30 dB(A) nachts für Schlafräume liegt.“

Allerdings sind diese, auf äquivalente Dauerschallpegel ausgelegten, Zumutbarkeitsschwellen für die nur zwei bis drei Mal pro Nacht auftretenden Sprengungen wenig geeignet. Immissionen von Sprengarbeiten dauern wenige Sekunden, bei Ermittlung äquivalenter Dauerschallpegel wird das Störpotential daher unterschätzt.

Alternativ wird daher hier eine Herangehensweise nach B. Griefahn (1990) vorgeschlagen, deren Untersuchungen auf Betrachtungen des Fluglärms aufbauen. Wird in Abbildung 8 ein Maximum von drei Sprengereignissen pro Nacht angenommen, ergibt sich eine Nullreaktion bei $L_{A,max}$ = 50 dB und Aufwachreaktionen ab $L_{A,max}$ = 57 dB. Es wird daher vorgeschlagen, die Sekundärschallimmissionen zufolge Sprengungen **auf $L_{A,max}$ = 55 dB** zu begrenzen.

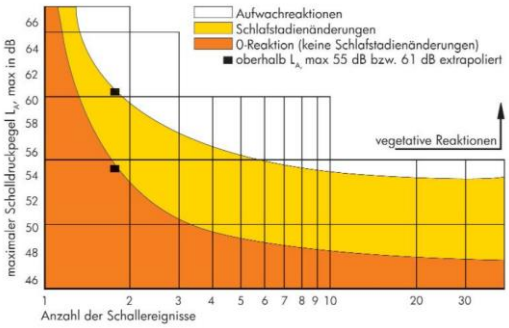

Abbildung 8: Begrenzung nächtlicher Schallimmissionen – Anzahl der Schallereignisse und Maximalpegel (modifiziert nach Griefahn, 1990 [12])

Im Probebetrieb sind keine Sprengungen im Nachtzeitraum vorgesehen. Um dem Auftraggeber eine proaktive Informationspolitik gegenüber den Anrainern zu ermöglichen, wird informativ ein erwarteter Sekundärluftschallpegel bei 50 Hz berechnet und der Hörschwelle gemäß DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Schallimmissionen“ von $L_{HS,50\ Hz}$ = 40,5 dB gegenübergestellt. Dies erlaubt eine Aussage über die Wahrnehmbarkeit der durch die Sprengungen verursachten Sekundärschallimmissionen.

5 Immissionsprognose

5.1 Probebetrieb LKW-Verkehr

Der gummibereifte LKW-Verkehr erzeugt in der Regel auf befestigten Straßen, sofern diese in gutem Zustand sind, keine Erschütterungen, die Gebäudeschäden erzeugen oder unzulässige Einwirkungen auf die Menschen in Gebäuden verursacht.

Erschütterungstechnisch sind in diesem Fall keine Überschreitungen der Anhaltswerte de DIN 4150-2 aus den 20 Vorbeifahrten pro Tag zu erwarten. Auch eine Erhöhung der Verkehrszahlen ist aus erschütterungstechnischer Sicht unbedenklich.

5.2 Bauerschütterungen

Für die Auswirkungen des schweren Tiefbaus, besonders Verdichtungs-, Spundwand- und Tiefgründungsarbeiten wird auf eine Kombination von Erfahrungswerten aus Messungen bei anderen Baustellen [15] und analytischen Formeln zurückgegriffen.

Im Bereich der Würmtalrampe sind die erschütterungsintensivsten Bauarbeiten die Verdichtungen. Spundwandrammungen und Tiefgründungen sind nur in sehr beschränktem Umfang geplant.

Die Betrachtung erfolgt nach DIN 4150-2, Tabelle 2 für den Bereich mit Bauarbeiten von 26 – 78 Tagen Dauer. Es kann von einer Betreuung der Baustelle nach Stufe I ausgegangen werden, womit A_u bei 0,3 liegt.

Eine in der Praxis häufig angewendete analytische Vorgangsweise ergibt sich aus den Veröffentlichungen von Achmus (2005, 2006) [5][6] und Wieck (2003) [7].

Tabelle 6: Analytische Formeln für verschiedene Bautätigkeiten nach Achmus und Wieck.

		Wahrscheinlicher Wert (50% Überschreitungs-wahrscheinlichkeit)	Ungünstiger Wert (2,25% Überschreitungs-wahrscheinlichkeit
Rammung	Vibration	$v_{i.max}^{F} = 7{,}9\ \frac{\sqrt{W/f}}{r}$	$v_{i.max}^{F} = 18{,}52\ \frac{\sqrt{W/f}}{r}$
	Schlagrammung (Dieselbär)	$v_{i.max}^{F} = 2{,}45\ \frac{\sqrt{E}}{r}$	$v_{i.max}^{F} = 3{,}82\ \frac{\sqrt{E}}{r}$
	Schlagrammung (Freifallbär)	$v_{i.max}^{F} = 11{,}07\ \frac{\sqrt{E}}{r^{1,3}}$ nach Wieck	
		$v_{i.max}^{F} = 6{,}2\ \frac{\sqrt{E}}{r}$	$v_{i.max}^{F} = 14{,}1\ \frac{\sqrt{E}}{r}$
Verdichtung	Vibrationsplatte	$v_{i.max}^{F} = 4{,}31\ \frac{\sqrt{G}}{r}$	$v_{i.max}^{F} = 10{,}87\ \frac{\sqrt{G}}{r}$
	Vibrationswalze		
E bzw. W/f in kNm, r in m, G in t, v in mm/s			

In den obigen Formeln bedeutet W die Motorleistung der Ramme in kW, f die Rüttelfrequenz, E die Fallenergie einer Ramme (Masse x Weg) und G die Masse einer Verdichtungswalze.

Bei Verwendung der – sehr konservativen – Formel nach Achmus (schweres Gerät mit hoher Prognosesicherheit kann mit einem Erhöhungsfaktor Fundament – Decke von 3,0 und einer Arbeitsfrequenz von 30 Hz über die Formeln (6) und (7) aus DIN 4150-2 [2]:

$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{v_{max}}{\sqrt{(1 + \left(\frac{fo}{f}\right)^2}}$$

KB^*_{Fmax} = KB · c_F

bei vorsichtiger Annahme von c_F = 0,9 ein Unbedenklichkeitsabstand von ca. 50 m abgeschätzt werden, bei dem A_u = 0,3 eingehalten ist.

Entsprechend der Projekterfahrung der Accon GmbH und der ic consulenten sind die Erschütterungsimmissionen, die von vor dem Probebetrieb geplanten Bauarbeiten im Bereich der Würmtalrampe zu erwarten sind, ab einem Abstand von 30 Metern als unkritisch zu bewerten, was mögliche Schäden an baulichen Anlagen im Sinne der DIN 4150-3 betrifft.

Da sich die nächste Wohnbebauung mit 600 m Abstand in einem deutlich größeren Abstand befindet, wird von einer detaillierten Betrachtung in diesem Bericht abgesehen.

5.3 Sprengerschütterungen

Die Ermittlung der zu erwartenden Sprengerschütterungen basiert auf empirischen Formeln, deren Ergebnisse mit Erfahrungswerten erhärtet werden.
Prognoseverfahren für Sprengerschütterungen beruhen meist auf der Koch´schen Formel (Koch, 1958) [8], die in der DIN 4150-1 [1] wie folgt erweitert wird:

$$v = k \cdot L^b \cdot R^m$$

Wo:	v ….	Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
	k,b,m ….	empirische Faktoren
	L ….	Lademenge pro Zündstufe [kg]
	R …	Abstand [m]

Lüdeling und Hinzen (1986) haben auf dieser Basis das „Erschütterungszahlverfahren“ erarbeitet und Kennwerte für k, b und m für unterschiedliche Gesteine vorgeschlagen. Für unterschiedliche Gebirgsarten geben Lüdeling und Hinzen folgende Werte an:

Tabelle 7: Werte k, b und m nach Lüdeling und Hinzen (1986).

	Kristallines Gestein	Hartes Gestein	Harter Kalkstein	Hartgestein	Sedimente	Weiches bis mittelhartes Gestein
	z.B. Granit, Granodiorit	z.B. Gneise	z.B. Wetter-stein-kalk	z.B. Dolomit	z.B. weicher Kalk	z.B. Schiefer
k	206	235	646	897	969	1299
b	0,8	0,8	0,59	0,68	0,6	0,6
m	-1,30	-1,27	-1,52	-1,51	-1,50	-1,52

Von verschiedenen Autoren wurden für andere Gesteinsarten derartige Werte vorgeschlagen, etwa Wittke et al. (2007) [11]. Eine gute Zusammenfassung findet sich in Depta (2017) [10]. Die Werte nach [9] reichen aber meist aus bzw. ergeben die vorsichtigeren Ergebnisse.

Da es sich bei den in [9] dargestellten Werten um empirische Faktoren handelt, werden die Werte der Gesteine verwendet, die den beschriebenen Materialeigenschaften der Bausandstein-Formation am ähnlichsten sind. Entsprechend den vorliegenden geologischen Daten wird für die Sprengungen im Probebetrieb Sedimentgestein herangezogen.

Die Formel von Lüdeling und Hinzen [9] prognostiziert den Vektor der Schwinggeschwindigkeit im Freifeld. Um auf Anhaltswerte $v_{i,max}$ am Fundament zu kommen, wird einerseits nach DIN 4150-1 [1] ein Übertragungswert Boden – Fundament von 0,5 angesetzt und andererseits v_i durch $v_R/\sqrt{2}$ abgeschätzt. Da die Sprengimmissionen Frequenzgehalt im Bereich von Deckeneigenfrequenzen aufweisen wird die abgeschätzte Deckenschwingung um den Faktor 3 erhöht (10 dB).

Die Prognosen erfolgen für Sprengmittelmengen von 60, 90 und 120 kg pro Zündstufe.

Probebetrieb Käfersteige / Auffahrung

Ermittlung der Schwinggeschwindigkeiten nach dem Erschütterungszahlverfahren
nach Koch bzw. Lüdeling & Hinzen

$$v = k \cdot L^b \cdot R^m$$

L … Lademenge pro Zündstufe [kg]
R … Abstand [m]

Abstände exemplarischer Immissionsorte

k	969	k,b,m für "Sedimentgesteine"
b	0.6	
m	-1.5	

Schwinggeschwindigkeit < 5 mm/s
Schwinggeschwindigkeit 5 - 15 mm/s
Schwinggeschwindigkeit 15 - 20mm/s
Schwinggeschwindigkeit > 20 mm/s

	Freifeld v_R			Fundament v_i			Obergeschossdecke v_i		
L [kg]	60	90	120	60	90	120	60	90	120
R [m]	v [mm/s]	v [mm/s]	v [mm/s]	v [mm/s]	v [mm/s]	v [mm/s]	v [mm/s]	v [mm/s]	v [mm/s]
5	1011.02	1289.48	1532.42	357.45	455.90	541.79	1072.35	1367.70	1625.38
10	357.45	455.90	541.79	126.38	161.18	191.55	379.13	483.55	574.66
15	194.57	248.16	294.91	68.79	87.74	104.27	206.37	263.21	312.80
20	126.38	161.18	191.55	44.68	56.99	67.72	134.04	170.96	203.17
25	90.43	115.33	137.06	31.97	40.78	48.46	95.91	122.33	145.38
30	68.79	87.74	104.27	24.32	31.02	36.86	72.96	93.06	110.59
45	37.45	47.76	56.76	13.24	16.89	20.07	39.72	50.66	60.20
50	31.97	40.78	48.46	11.30	14.42	17.13	33.91	43.25	51.40
60	24.32	31.02	36.86	8.60	10.97	13.03	25.80	32.90	39.10
70	19.30	24.62	29.25	6.82	8.70	10.34	20.47	26.11	31.03
80	15.80	20.15	23.94	5.59	7.12	8.47	16.76	21.37	25.40
90	13.24	16.89	20.07	4.68	5.97	7.09	14.04	17.91	21.28
100	11.30	14.42	17.13	4.00	5.10	6.06	11.99	15.29	18.17
110	9.80	12.50	14.85	3.46	4.42	5.25	10.39	13.25	15.75
120	8.60	10.97	13.03	3.04	3.88	4.61	9.12	11.63	13.82
130	7.63	9.73	11.56	2.70	3.44	4.09	8.09	10.32	12.26
140	6.82	8.70	10.34	2.41	3.08	3.66	7.24	9.23	10.97
150	6.15	7.85	9.33	2.18	2.77	3.30	6.53	8.32	9.89
160	5.59	7.12	8.47	1.97	2.52	2.99	5.92	7.56	8.98
170	5.10	6.50	7.73	1.80	2.30	2.73	5.41	6.90	8.20
180	4.68	5.97	7.09	1.65	2.11	2.51	4.96	6.33	7.52
190	4.32	5.50	6.54	1.53	1.95	2.31	4.58	5.84	6.94
200	4.00	5.10	6.06	1.41	1.80	2.14	4.24	5.41	6.42
300	2.18	2.77	3.30	0.77	0.98	1.17	2.31	2.94	3.50
400	1.41	1.80	2.14	0.50	0.64	0.76	1.50	1.91	2.27
500	1.01	1.29	1.53	0.36	0.46	0.54	1.07	1.37	1.63
600	0.77	0.98	1.17	0.27	0.35	0.41	0.82	1.04	1.24
700	0.61	0.78	0.93	0.22	0.28	0.33	0.65	0.83	0.98
800	0.50	0.64	0.76	0.18	0.23	0.27	0.53	0.68	0.80
900	0.42	0.53	0.63	0.15	0.19	0.22	0.44	0.57	0.67
1000	0.36	0.46	0.54	0.13	0.16	0.19	0.38	0.48	0.57
1100	0.31	0.40	0.47	0.11	0.14	0.17	0.33	0.42	0.50
1200	0.27	0.35	0.41	0.10	0.12	0.15	0.29	0.37	0.44
1300	0.24	0.31	0.37	0.09	0.11	0.13	0.26	0.33	0.39
1400	0.22	0.28	0.33	0.08	0.10	0.12	0.23	0.29	0.35
1500	0.19	0.25	0.29	0.07	0.09	0.10	0.21	0.26	0.31
1600	0.18	0.23	0.27	0.06	0.08	0.09	0.19	0.24	0.28
1700	0.16	0.21	0.24	0.06	0.07	0.09	0.17	0.22	0.26
1800	0.15	0.19	0.22	0.05	0.07	0.08	0.16	0.20	0.24
1900	0.14	0.17	0.21	0.05	0.06	0.07	0.14	0.18	0.22
2000	0.13	0.16	0.19	0.04	0.06	0.07	0.13	0.17	0.20
2100	0.12	0.15	0.18	0.04	0.05	0.06	0.12	0.16	0.19
2200	0.11	0.14	0.17	0.04	0.05	0.06	0.12	0.15	0.18
2300	0.10	0.13	0.16	0.04	0.05	0.05	0.11	0.14	0.16
2400	0.10	0.12	0.15	0.03	0.04	0.05	0.10	0.13	0.15
2500	0.09	0.12	0.14	0.03	0.04	0.05	0.10	0.12	0.15

Abbildung 9: Prognostizierte Schwinggeschwindigkeiten für Sedimentgestein aus Gewinnsprengungen und Sprengungen zur Auffahrung in Abhängigkeit von Lademengen und Entfernungen zu Immissionsorten.

5.4 Beurteilung der Sprengerschütterungen

Die Prognoseergebnisse zeigen, dass ein Anhaltswert v_i = 5 mm/s am Fundament ab einem Abstand von 120 m, mit 120 kg Sprengstoff pro Zündstufe eingehalten wird. Für das Werkstattgebäude der Forstverwaltung im Abstand von 300 m werden maximale Fundamentschwingungen von 0,76 mm/s prognostiziert. Höhere Geschosse und damit frei schwingende Decken gibt es dort nicht. Damit wird KB^*_{Fmax} = KB · c_F = 0,42. Bei bis zu drei Spreng-Ereignissen pro Tag im Tagzeitraum ist für die Erschütterungsimmissionen aus Gewinnsprengungen der obere Anhaltswert A_0 = 6 einzuhalten. Damit werden die Anforderungen der DIN 4150 – Teil 2 und 3 eingehalten.

An den Immissionsorten Zaunweg 9, 18, 20a und Würmtalstraße 210 und 212 werden Deckenschwinggeschwindigkeiten bis 0,39 mm/s aus den Gewinnsprengungen prognostiziert. Damit wird KB^*_{Fmax} = KB · c_F = 0,21. Bei drei Spreng-Ereignissen pro Tag ist für die Erschütterungsimmission aus Gewinnsprengungen der obere Anhaltswert A_0 = 3 einzuhalten. Damit werden die Anforderungen der DIN 4150 – Teil 2 und 3 eingehalten. Der für eine Lademenge von 120 kg prognostizierte KB^*_{Fmax} = 0,21 liegt geringfügig über dem oberen Anhaltswert für den Nachtzeitraum von A_0 = 0,2. Sollten Gewinnsprengungen im Nachtzeitraum stattfinden, sollte die Lademenge geringfügig reduziert werden, um eine Einhaltung des Anhaltswertes sicherzustellen.

Im Fall der Gewinnsprengungen gelten unmittelbar aufeinander folgende Sprengungen (z.B. mehrere Zündstufen) im Sinne der Norm als ein Ereignis, wenn nicht mehr als 15 Sprengungen in einer Woche stattfinden.

Diese Regelung gilt nicht für die Sprengungen zur Schaffung der Grubenräume. Diese sind auf 3 einzelne Sprengungen pro Tag zu begrenzen. Bei bis zu drei Sprengungen pro Tag ist für die Erschütterungsimmissionen der obere Anhaltswert A_0 = 3 einzuhalten. Am nächstgelegenen Immissionsort Zaunweg 9, 18, 20a werden Deckenschwinggeschwindigkeiten bis 1,63 mm/s prognostiziert. Damit wird KB^*_{Fmax} = KB · c_F = 0,9. Damit werden die Anforderungen der DIN 4150 – Teil 2 und 3 auch hier eingehalten. Hier ist auf Sprengungen im Nachtzeitraum zu verzichten.

In Tabelle 8 sind exemplarisch die prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten für 3 Einwirkungsorte und Lademengen dargestellt. Die betrachteten Einwirkungsorte sind ebenfalls Abbildung 4 zu entnehmen. Die Werte entsprechen den jeweiligen Prognoseergebnissen aus Abbildung 9 für das Freifeld.

Tabelle 8: Prognostizierte Schwinggeschwindigkeiten für exemplarische Einwirkungsorte im Würmtalstollen.

Einwirkungsort	Lademenge / Abstand	60 kg	90 kg	120 kg
Kopf Blindschacht 1 (Würmtalstollen)	180 m	4,68 mm/s	5,97 mm/s	7,09 mm/s
Halbe Strecke	700 m	0,61 mm/s	0,78 mm/s	0,93 mm/s
Mundloch - Würmtalstollen	1300 m	0,24 mm/s	0,31 mm/s	0,37 mm/s

5.5 Sprengungen - Sekundärschallimmissionen

Zur überschlägigen rechnerischen Abschätzung der abgestrahlten Schallleistung wird in einem weiteren Auswerteschritt eine Berechnung mit der vereinfachten Annahme durchgeführt, dass die Decke vollflächig mit der in auf der Deckenmitte gemessenen Schwinggeschwindigkeit schwingt (Abstrahlgrad von $\sigma = 1$). Die Berechnung erfolgt exemplarisch für eine Fläche von 20 m² mit einer Schwinggeschwindikeit von 200 µm/s (in Anlehnung an die Prognose aus 5.3 in 1300 m Abstand) bei einer Frequenz von 50 Hz.

Die abgestrahlte Schallleistung in Watt ergibt sich z.B. nach [13] zu

$$P = \sigma \cdot \rho \cdot c \cdot S \cdot \langle v \rangle^2 \qquad \text{(Gl. 1)}$$

mit:
$\sigma = 1$
ρ = bei 20 °C ≈ 1,2 kg/m³
c = bei 20 °C ≈ 343 m/s
S = abstrahlende Fläche in m²
$\langle v \rangle^2$ = mittleres Schnellequadrat in m²/s²
P_0 = Bezugswert für Umrechnung in dB = 10^{-12} W.

Der Schallleistungspegel ergibt sich nach

$$L_W = 10 \cdot \lg(P/Po) \qquad \text{(Gl. 2)}$$

Damit wurden aus dem rechnerischen Schallleistungspegel von 88 dB ein Schalldruckpegel von 80 dB abgeschätzt. Dieser liegt deutlich oberhalb der Hörschwelle nach DIN 45680 von 40,5 dB und ist somit deutlich hörbar. Wir empfehlen daher Anrainer vor der Aufnahme des Probebetriebs auf die Immissionen aus dem Sprengbetrieb vorzubereiten.

A-bewertet ergibt sich ein Maximalpegel von 50 dB(A). Diese würde dem Nullreaktionspegel aus Abschnitt 4.3 bei drei Sprengungen im Nachtzeitraum entsprechen. Für den Fall, dass, z.B. beim Übergang in den Regelbetrieb ein Sprengbetrieb im Nachtzeitraum erwogen wird und die Anzahl der Sprengungen 2 nicht überschreitet sind gemäß Prognose keine Aufwachreaktionen zu erwarten.

6 Maßnahmen

Trotz der prognostizierten Einhaltung der Anhaltswerte für den Gebäude- und Anrainerschutz sowie der Zumutbarkeitsschwelle für Sekundärschall werden bei der Umsetzung des Vorhabens die folgenden Maßnahmen empfohlen:

Nachtsprengungen und Sekundärschallmessungen
Zur Sicherstellung der Einhaltung der Sekundärschallwerte sollte während des Probebetriebes Nachtsprengungen vermieden werden. Im Bedarfsfall sind Nachtsprengungen mit verringerter Lademenge möglich. Die Freigabe sollte auf Basis von entsprechenden Messungen in exponierten Wohngebäuden erfolgen. Hier ist sowohl eine direkte Messung der Schallimmissionen als auch eine Messung der Deckenschwingung und rechnerischer Ermittlung der Sekundärschallpegel zulässig. Diese Messungen würden im Probebetrieb am Tage erfolgen.

Räderwäsche und Vermeidung von Fahrbahnverunreinigungen
Um unzulässige Erschütterungen aus dem Baustellenverkehr bzw. LKW-Verkehr im Probebetrieb zu vermeiden, werden Vorkehrungen getroffen, die sicherstellen, dass die LKW die Würmtalrampe mit sauberen Reifen verlassen und Fahrbahnverunreinigungen vermieden werden. Dadurch werden Erschütterungen aus dem LKW-Verkehr bestmöglich minimiert.

Öffentlichkeitsarbeit
Trotz der prognostizierten Einhaltung aller angesetzten Bewertungskriterien wird es durch die Sprengungen vereinzelt zu wahrnehmbaren Erschütterungen und sekundären Luftschallimmissionen kommen. Wir empfehlen daher die betroffenen Anrainer im Vorfeld umfassend zu informieren, um Beschwerden vorzubeugen.

7 Berechnungsunsicherheit

Entsprechend der Projekterfahrung der Accon GmbH, der ic consulenten und der analytischen Betrachtungen in diesem Bericht sind die Erschütterungsimmissionen, die von vor dem Probebetrieb geplanten Bauarbeiten im Bereich der Würmtalrampe zu erwarten sind ab einem Abstand von 30 Metern als unkritisch zu bewerten was mögliche Schäden an baulichen Anlagen im Sinne der DIN 4150-3 betrifft. Da sich die nächste Wohnbebauung mit 600 m in deutlich größerem Abstand befindet, ist eine dezidierte Fehlerbetrachtung in diesem Fall nicht notwendig.

Gleiches gilt für mögliche Belastungen für das Wohlbefinden der Anrainer aus den baulichen Tätigkeiten. Diese sind ab einem Abstand von 100 Metern auszuschließen.

Die überschlägige Prognose der sekundären Luftschallimmissionen weist aufgrund einer hohen Abhängigkeit vom prognostizierten Schwingungspegel, dem Übertragungsverhalten vom Untergrund in die Gebäude, sowie Raumakustik und Abstrahlverhalten der Oberflächen eine hohe Ungenauigkeit auf, die mit 6-9 dB für die Wohnbebauung in 1300 m Entfernung abgeschätzt wird. Aufgrund der Seltenheit der Sprengungen (maximal 3 Sprengungen pro Tag) ist eine Überschreitung der angesetzten Beurteilungskriterien im Tagzeitraum auszuschließen.

Für Sprengungen im Nachtzeitraum sind Überschreitungen des vorgeschlagenen Bewertungskriteriums innerhalb des Fehlerintervalls nicht auszuschließen. Aus diesem Grund wurde eine messtechnische Erfassung im Tagzeitraum empfohlen, bevor eine Freigabe von Sprengungen im Nachtzeitraum erwogen werden kann.

8 Zusammenfassung

Die Deutsche Flussspat GmbH ist Inhaberin der Gewinnungsrechte für Fluss- und Schwerspat und hält darüber hinaus die bergrechtliche Aufsuchungserlaubnis für weitere bergfreie Bodenschätze in der Lagerstätte „Käfersteige“ südlich der Stadt Pforzheim.

Die gleichnamige Grube wurde seit 1935 betrieben und 1996 und stillgelegt. Mit Blick auf eine mögliche Wiederaufnahme der Flussspatgewinnung plant die DFG eine Sümpfung der Grube und umfangreiche Explorationsmaßnahmen sowie einen Probebetrieb, der die Grundlagen für die zukünftige Abbau- und Aufbereitungstechnik schaffen soll.

Für das bergrechtliche Planfeststellungsverfahren wurde im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung ein schwingungstechnisches Gutachten benötigt mit dem die Accon GmbH am 17.02.2025 beauftragt wurde.

Die im Rahmen der Begutachtung durchgeführten analytischen Untersuchungen zeigen, dass die entsprechenden Anhaltswerte der DIN 4150-2 und DIN 4150-3 bei der geplanten Vorgehensweise sowohl für die Bautätigkeit wie auch für die bis zu 3 Gewinnsprengungen pro Tag im Tagzeitraum im Rahmen des Probebetriebes eingehalten werden.
Die Beurteilungspegel nach 24. BImSchV für Geräuschimmissionen aus sekundärem Luftschall werden ebenfalls eingehalten. Für den Nachtzeitraum gelten Einschränkungen.

Die für den Probebetrieb geplanten Bauarbeiten im Bereich der Würmtalrampe sind ab einem Abstand von 30 Metern als unkritisch bei dem einzusetzenden Baugerät zu bewerten, was mögliche Schäden an baulichen Anlagen im Sinne der DIN 4150-3 betrifft. Mit 600 m Abstand liegt die nächstgelegene benachbarte Wohnbebauung damit weit außerhalb des bewertungsrelevanten Bereichs.

Gleiches gilt für mögliche Belastungen für das Wohlbefinden der Anrainer aus den baulichen Tätigkeiten. Diese sind ab einem Abstand von 100 Metern auszuschließen.

Greifenberg, den 05.05.2025

Es zeichnen verantwortlich:

M.Sc. Johannes Pehe
Projektleiter

M.Sc. Marvin Binnig
Projektingenieur

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die ACCON GmbH. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.