

# Organismenwanderhilfe Kraftwerk Jochenstein

**DONAU-  
KRAFTWERK  
JOCHENSTEIN**  
AKTIENGESELLSCHAFT

## Planfeststellungsverfahren Gutachten

Engineering Service Schmücker  
Dipl.-Ing.  
Guido A. Schmücker  
Kreuzgasse 1  
CH-7307 Jenins  


## Erschütterungen

Erstellt	Engineering Service Schmücker	Guido A. Schmücker	<i>Schmücker</i>	06.07.2018
Geprüft	Engineering Service Schmücker	Guido A. Schmücker		06.07.2021
Freigegeben	DKJ / ES-R	Ch. Rucker	<i>Rucker</i>	07.07.2021
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname		Datum

Fremdfirmen-Nr.:												Aufstellungsort:						Bl. von Bl.																
												+																						
Unterlagennummer												KKS						DCC(UAS)																
Vorzeichen	SKS	Projekt-Nr.	Gliederungszeichen	Ersteller	Gliederungszeichen	Zählteil	Gliederungszeichen	Blattnummer	Gliederungszeichen	Änderungsindex	Planstatus	Vorzeichen	GA	Funktion/ Bauwerk	Aggregat/ Raum	Vorzeichen																		
S1	S2	S3										G	F0	F1	F2	F3	FN	A1	A2	AN	A3													
*	A	A	A	~	A	N	N	N	/	A	A	A	A	N	/	A	A	A	=	N	N	A	A	A	N	N	A	&	A	A	A	N	N	N
*	J	E	S	-	A	0	0	1	-	E	S	S	M	1	-	B	3	0	3	8	6	-	0	0	-	A	F	E						

# Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Angaben.....	5
1.1	Verfasser / Bearbeiter .....	5
1.2	Bezeichnung und Standort der Anlage, Untersuchungsraum.....	5
1.3	Auftraggeber / Antragsteller .....	5
2.	Sachverhalt und Auftrag .....	5
2.1.	Anlass.....	5
2.2.	Rechtliche Vorbemerkungen.....	7
2.3.	Auftrag und Vorgehensweise.....	9
3.	Grundlagen .....	9
3.1.	Verwendete Unterlagen .....	9
3.2.	Vorschriften, Richtlinien und sonstige verwendete Quellen .....	10
4.	Anlagen- und Baubeschreibung.....	11
4.1.	Anlagenbeschreibung .....	11
4.2.	Bauphase .....	12
4.3.	Betriebsphase .....	14
5.	Grundlagen zur Schwingungsbeurteilung.....	14
5.1.	Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3) .....	15
5.1.1.	Allgemeines .....	16
5.1.2.	Kurzzeitige Erschütterungen .....	17
5.1.3.	Dauererschütterungen .....	19
5.2	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2).....	20
5.2.1	Bauphase .....	21
5.2.2	Betriebsphase .....	24
5.3	Vorermittlung von Schwingungsgrößen (DIN 4150 Teil 1) .....	24
5.3.1	Prognose der Erschütterungen aus allgemeinem Baubetrieb.....	24
5.3.2	Prognose der Erschütterungen für die Betriebsphase.....	25
5.3.3	Anmerkungen zum Umgang mit der DIN 4150 Teil 2 .....	25
6.	Situation und örtliche Verhältnisse .....	26
6.1.	Untersuchungsraum.....	27
6.2.	Topographie .....	27
6.3.	Geologische Verhältnisse .....	28
6.4.	Vorbelastung aus Erschütterungseinwirkungen .....	29
6.5.	Relevante Immissionsorte (Bau- und Betriebsphase) .....	29
7.	Immissionsprognose Bauphase .....	30
7.1.	Bauphase .....	30
7.1.1.	Erschütterungen aus allgemeinen Baubetrieb .....	33
7.1.2.	Erschütterungen durch Schwerlastverkehr .....	37
7.2.	Betriebsphase .....	37
8.	Kumulationswirkungen .....	37
8.1.	Kumulationswirkung mit dem Vorhaben Energiespeicher Riedl (ES-R) .....	37
8.1.1.	Anlagenbeschreibung Energiespeicher Riedl (ES-R).....	38
8.1.2.	Kumulation Bauphase .....	41
8.1.3.	Kumulationen Betriebsphase.....	42
8.2.	Kumulationswirkungen mit der Freiluftschaltanlage.....	42
8.2.1.	Kumulation Bauphase .....	43
8.2.2.	Kumulation Betriebsphase .....	44
9.	Schutzkonzept.....	44
9.1.	Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen .....	44
9.2.	Beweissicherung und Monitoring.....	44
9.3.	Empfehlungen.....	46
10.	Zusammenfassung .....	48

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Projektübersicht Organismenwanderhilfe	6
Abbildung 2:	Lage des Projektgebietes	11
Abbildung 3:	Projektübersicht Organismenwanderhilfe	11
Abbildung 4:	Projektübersicht Organismenwanderhilfe mit den Bauabschnitten 1 bis 3	13
Abbildung 5:	Diagramm zur Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 (nach Bild 1, S. 9 der DIN).	18
Abbildung 6:	Untersuchungsgebiet OWH	27
Abbildung 7:	Immissionsobjekt in 95346 Stadtsteinach als Beispiel für Erschütterungsmessungen hinsichtlich Einfluss von Schwerlastverkehr auf Gebäude.	31
Abbildung 8:	Immissionsobjekt in 95346 Stadtsteinach: Einzelereignis eines vorbeifahrenden 40 t LKW's.	32
Abbildung 9:	Immissionsobjekt Bergleshof 3 in 95346 Stadtsteinach: Hintergrundaufzeichnung Messort Gebäudefundament zur Erfassung des Schwerlastverkehrs.	32
Abbildung 10:	Schaltanlage Baufeld mit Erschließung, Lageplanausschnitt	43
Abbildung 11:	Beispiel für eine Instrumentierung eines Wohngebäude nach DIN 45669	46

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wahrnehmungsstärken des Menschen auf Erschütterungen (nach LAI, Länderausschuss für Immissionsschutz)	15
Tabelle 2:	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{imax}$ zur Beurteilung der Wirkung	18
Tabelle 3:	Anhalts- bzw. Immissionswerte gemäß der DIN 4150 Teil 3 für erdverlegte Rohrleitungen	19
Tabelle 4:	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{imax}$ zur Beurteilung von Dauererschütterungen auf Gebäude (= Tabelle 4 der DIN 4150 Teil 3)	20
Tabelle 5:	Anhalts- bzw. Immissionswerte für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen)	22
Tabelle 6:	Anhalts- bzw. Immissionswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in vergleichbar genutzten Räumen	23
Tabelle 7:	Umrechnung des Anhalts- bzw. Immissionswertes in eine Schwinggeschwindigkeit in der zu beurteilenden Geschossdecke (Deckenmitte)	26
Tabelle 8:	Auflistung der zu den Bauarbeiten nächstgelegenen Immissionsobjekte.	29
Tabelle 9:	Übersicht zu erwartender Schwinggeschwindigkeiten (entfernungsabhängig) je nach Anregungsart	31
Tabelle 10:	Übersicht zu den Einordnungen der Immissionsobjekte gemäß der DIN 4150 Teil3.	33
Tabelle 11:	Übersichtstabelle zur Beweissicherung und Erschütterungsmessungen	45



## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Gesamtlageplan Immissionsorte / Abstände Erschütterung Bauphase (JES-A001-VHBH3-A30386-02)
- Anlage 2: Entwässerungssystem - Lageplan oberer Abschnitt (JES-A001-PERM1-A63017-01)
- Anlage 3: Gesamtlageplan Immissionsorte / Abstände Erschütterung Betriebsphase (JES-A001-VHBH3-B30386-03)
- Anlage 4: Gesamtlageplan Emissionsorte / Abstände Erschütterung Kumulation Bauphase (JES-A001-VHBH3- B30386-04)
- Anlage 5: Gesamtlageplan Immissionsorte / Abstände Erschütterung Kumulation Betriebsphase (JES-A001-VHBH3- B30386-05)

## 1. Allgemeine Angaben

### 1.1 Verfasser / Bearbeiter

Der Verfasser ist seit 2000 bei der IHK Köln öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sprengtechnik und Immissionsprognosen bei über- und untertägigen Gewinnungssprengungen und betreut seitdem unter anderem Baustellen intensiv mit dem Monitoring von Erschütterungen.

### 1.2 Bezeichnung und Standort der Anlage, Untersuchungsraum

Die gutachterlichen Betrachtungen und Planungen betreffen die Errichtung und Betrieb der Organismenwanderhilfe (OWH) der Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) in 94107 Untergriesbach .

### 1.3 Auftraggeber / Antragsteller

Donaukraftwerk Jochenstein AG  
Innstraße 121  
94036 Passau

## 2. Sachverhalt und Auftrag

### 2.1. Anlass

Die Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) plant die Errichtung einer Organismenwanderhilfe (OWH) als Umgehung für aquatische Lebewesen um das Kraftwerk Jochenstein an der Donau. Die Organismenwanderhilfe ermöglicht die Überwindung der Staustufe und stellt damit die Vernetzung der Wasserkörper der Donau zwischen den Stauräumen Aschach und Jochenstein her. Zudem wird mit der Organismenwanderhilfe neuer Lebensraum für Flora und Fauna geschaffen.

Die Organismenwanderhilfe soll linksufrig als naturnahes Umgehungsgerinne errichtet werden. Die in Schleifen und Mäandern angelegte OWH weist durch die Abhängigkeit des Wasserstands von der Wasserführung im Unterwasser des Kraftwerks Jochenstein eine nutzbare Länge von ca. 3.350 m auf.

Auf den ersten ca. 800 m (zwischen Ausstieg Stauraum Jochenstein und dem Ende der Freiluftschanlage) verläuft die OWH weitgehend parallel neben der Kreisstraße PA 51. Danach schwenkt die OWH in mehreren Mäanderschleifen in Richtung Donau und erreicht diese am unterwasserseitigen Ende der Schleuse Jochenstein. Im Ortsbereich Jochenstein verläuft die OWH parallel zur Ufermauer der unteren Schifffahrtseinrichtung. Im Anschluss an den Ortsbereich verläuft die OWH mäandrierend und in einer großen Schleife in Freiflächen östlich von Jochenstein. Kurz nach der Staatsgrenze Deutschland – Österreich befindet sich der Einstieg und mündet die OWH in die Donau.

Die Anlage soll zum überwiegenden Teil (rd. 95 %) auf deutschem Staatsgebiet liegen. Ein kleiner Teil der Mündung der Organismenwanderhilfe (rd. 5 %) liegt innerhalb des Gewässerbereichs der Donau auf österreichischem Staatsgebiet.



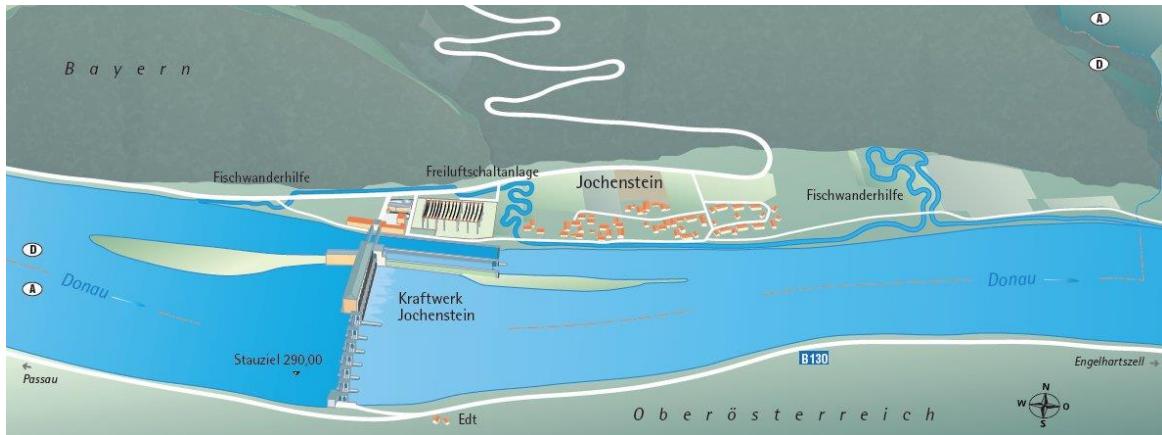


Abbildung 1: Projektübersicht Organismenwanderhilfe

Mit der Errichtung der OWH werden die Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erfüllt, die in Deutschland im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) umgesetzt wurden. Im Bewirtschaftungsplan und im Maßnahmenprogramm nach §§ 82, 83 WHG wurden für den Bereich der Staustufe Jochenstein gewässerökologische Defizite festgestellt und notwendige Maßnahmen identifiziert. Dies betrifft insbesondere die Beeinträchtigung der ökologischen Durchgängigkeit. Mit Umsetzung der OWH wird die Durchgängigkeit hergestellt, so dass diese Defizite beseitigt werden und die diesbezüglichen Anforderungen aus §§ 34, 35 WHG erfüllt werden. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung des guten ökologischen Potenzials im Bereich der Staustufe Jochenstein geleistet.

Mit Blick auf die geplante Errichtung des Energiespeicher Riedl hat die DKJ die OWH so geplant, dass neben der Herstellung der Durchgängigkeit umfangreiche Maßnahmen zur Verbesserung des bestehenden und Schaffung neuen Gewässerlebensraums verbunden sind. Diese Maßnahmenbestandteile der OWH sind für die Herstellung des guten ökologischen Zustands und die Herstellung der Durchgängigkeit nicht erforderlich. Sie dienen vielmehr der Vermeidung und Verminderung von betriebsbedingten Auswirkungen des in einem separaten Planfeststellungsverfahren zuzulassenden Vorhabens Energiespeicher Riedl.

Das geplante Vorhaben ist als Ausbaumaßnahme im Sinne der Anlage 1 Ziff.13.18.1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) einzustufen. Im Ergebnis einer Vorabprüfung der Behörde ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

Der Träger des Vorhabens hat gemäß § 16 UVPG der zuständigen Behörde einen Bericht zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens (UVP-Bericht) vorzulegen. Das gegenständliche Fachgutachten ist Teil des UVP-Berichts zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen der OWH.

Soweit in den Antragsunterlagen vereinzelt von Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) gesprochen wird, beruht diese Formulierung auf der über viele Jahre gängigen Bezeichnung, die seit dem Jahr 2019 begrifflich durch die Formulierung UVP-Bericht ersetzt wurde. Einzelne Teile der Antragsunterlagen wurden ursprünglich auf Grundlage einer früheren Fassung des UVPG erstellt und verwenden daher teilweise noch den ursprünglichen Begriff UVS. Inhaltlich sind diese Unterlagen gleichwohl aktuell.

Die Vorhabensträgerin wurde von der Genehmigungsbehörde aufgefordert, ein immissionsschutzfachliches Gutachten für den Fachbereich Erschütterungen für die Bau- und Betriebsphase vorzulegen, wobei auch kumulative Effekte mit dem Vorhaben

Energiespeicher Riedl (ES-R) des KW Jochensteins zu behandeln sind. Es sind die Auswirkungen der Erschütterungsimmissionen auf Gebäude und Menschen darzustellen und zu bewerten, ob durch das Vorhaben erhebliche Belastungen auf Gebäude bzw. auf Menschen in den Gebäuden bestehen.

## 2.2. Rechtliche Vorbemerkungen

Anlagenbezug:

Anlage	Kapitel	File Name	Ordner Nr.	Register
ERLÄUTERUNGSBERICHT	-	JES-A001-VHBH3-B30029-00	1	2.1

Mit der Errichtung der OWH werden die Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie erfüllt, die Staustufe Jochenstein ökologisch durchgängig zu machen. Die Bewirtschaftung nach Flussgebietseinheiten erfolgt auf der Grundlage von Maßnahmenprogrammen, § 82 WHG und Bewirtschaftungsplänen, § 83 WHG. Die WRRL ist in Deutschland im WHG umgesetzt. Die Aufstellung der Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne erfolgt durch Landesrecht. Zwischenzeitlich hat das BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) in Abstimmung mit dem Bayerischen Umweltministerium eine vorläufige Priorisierungsliste, für die in Bayern vorrangig durchzuführenden Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit an den großen Flussregimen erarbeitet. Für die Flussgebietseinheit Donau wurde ausweislich dieser Priorisierungsliste die Dringlichkeitseinstufung für die Staustufe Jochenstein auf Vorschlag der Bundesanstalt für Gewässerkunde als hoch vorgenommen und als voraussichtliche Umsetzung der Zeitraum bis 2021 angesetzt.

Die Herstellung der OWH erfordert als Gewässerausbau die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens, § 68 Abs. 1 WHG.

Das geplante Vorhaben ist als Ausbaumaßnahme im Sinne der Anlage 1 Ziff.13.18.1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) einzustufen. Aufgrund einer Vorabprüfung der Behörde ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Für die Planfeststellung ergibt sich die sachliche und örtliche Zuständigkeit des Landratsamtes Passau nach Art. 63 BayWG in Verbindung mit Art. 3 Abs. 1 Nr. 3 BayVwVfG.

Zuletzt ist noch Art. 4 Abs. 1 des Regensburger Vertrages zu berücksichtigen, der normiert, dass bei Vorhaben an grenzbildenden Gewässerstrecken, die in den Hoheitsgebieten der Republik Österreich und der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt werden, die jeweils zuständigen Behörden über den in ihrem Gebiet durchzuführenden Teil entscheiden. Diese stimmen dabei die erforderlichen Verfahren zeitlich und die zu treffenden Entscheidungen inhaltlich aufeinander ab.

Neben den wasserrechtlichen Vorgaben müssen auch alle anderen gesetzlichen Vorgaben, u.a. auch die immissionsschutzrechtlichen Voraussetzungen, erfüllt werden.

Das gegenständliche Gutachten soll die immissionsschutzrechtlichen Auswirkungen des Vorhabens im Rahmen des Genehmigungsverfahrens darstellen und - soweit von der Planfeststellung umfasst - prüfen, ob öffentlich-rechtliche Vorschriften zum Immissionsschutz eingehalten werden bzw. mit welchen Schutzauflagen dies sichergestellt werden kann.

Soweit emittierende Vorgänge von der Planfeststellung umfasst werden und hierfür Regelwerke bestehen, wird die Einhaltung dieser Regelwerke untersucht.

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand kann im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens keine abschließende Aussage gemacht werden zur konkreten Bauausführung (insb. Fabrikate der Baugeräte, deren Aufstellungsorte) und zu Verbringungsarten für den Bodenaushub. Dies ist nach höchstrichterlicher Rechtsprechung zulässig, wie das BVerwG erstmals im Urt. v. 05.03.1997 – 11 A 5/96 ausgeführt und in BVerwG, Urt.

v. 03.03.2011 – 9 A 8/100; Urt. v. 28.04.2016 – 9 A 9/15; Urt. v. 22.11.2016 – 9 A 25/15 immer wieder bestätigt hat:

„Die Praxis, die Bauausführung aus der Planfeststellung auszuklammern, ist rechtlich nicht zu beanstanden, soweit der Stand der Technik für die zu bewältigenden Probleme geeignete Lösungen zur Verfügung stellt und die Beachtung der entsprechenden technischen Regelwerke sichergestellt ist.“

Aus der genannten Rechtsprechung ergibt sich folgende Systematik:

Modalitäten der Bauausführung/zum Baustellenverkehr, insbesondere auch zum Massentransport, sind nicht zwingend im Planfeststellungsbeschluss festzustellen.

Zum Baustellenverkehr und zu Massentransporten werden – auch unter Berücksichtigung von vorliegenden Einwendungen im Verfahren – Auswirkungen auf relevante Immissionsorte untersucht.

Die Betrachtung erstreckt sich bis zur Einbindung des Verkehrs auf höherrangige Straßen und Verkehrswege bzw. bis dorthin, wo die Transporte vom typischen Verkehrsfluss aufgenommen werden.

Als Grundlage für den Geräteeinsatz dient ein Massen- und Transportkonzept. Für den Einsatz der Baugeräte wird unter Zugrundelegung eines typisierten Bauablaufs eine worst-case Betrachtung angestellt.

Baustellen gelten als Anlagen i.S.d. § 3 Abs. (5) BImSchG, jedenfalls wenn sie – wie bei den Baustelleneinrichtungen zur Errichtung der OWH der Fall – über einen Zeitraum von mehreren Monaten eingerichtet sind.

Sowohl Baustellen per se als auch Organismenwanderhilfen sind Anlagen, deren Errichtung und Betrieb nicht der Genehmigung nach § 4 BImSchG i.V.m. 4. BImSchV bedürfen. Dies schließt jedoch nicht aus, dass einzelne Anlagenteile bzw. Baumaschinen/-geräte nach BImSchG genehmigungspflichtig sein können. Dies ist im jeweiligen Einzelfall zu beurteilen.

Die Pflichten der Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen ergeben sich nach § 22 BImSchG. Danach sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen unter anderem so zu errichten und betreiben, dass:

- Schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und
- nach dem Stand der Technik unvermeidbare Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden

An diesen beiden Maximen orientieren sich die nachfolgenden Aussagen des Gutachtens.

## 2.3. Auftrag und Vorgehensweise

Der Verfasser wurde von der Vorhabensträgerin beauftragt, ein immissionschutzfachliches Gutachten für den Fachbereich Erschütterungen für die Bau- und die Betriebsphase zum Vorhaben OWH zu erstellen.

In der Bauphase mit drei Bauabschnitten werden verschiedenste Erschütterungen durch allgemeine Bauarbeiten (z. B. Herstellung der Kanäle, Erdmassenbewegungen, Spundwandrammarbeiten etc.) erzeugt. Hinzu kommt im Vergleich zum Grundstadium ein erhöhtes Schwerlastverkehrsaufkommen durch Materialabförderungen (der größte Teil erfolgt jedoch über die Donau über Schubleichter) sowie Material- und Massen- antransporte.

In der Betriebsphase werden durch die OWH keine Erschütterungen erzeugt.

Bei eventuell nötigen Wartungsarbeiten kann kurzzeitig und lokal der Einsatz von Baumaschinen wie z.B. Baggern erforderlich sein, um das Gerinne von Verlegungen zu befreien. Daher sind während des Betriebs der OWH keine relevanten Immissionen im Umfeld zu erwarten und damit keine negativen Auswirkungen erschütterungs- technischer Art abzuleiten. Insofern erübrigen sich weitere Betrachtungen zur Betriebsphase der OWH.

Für die Bauphase ist es somit Aufgabe dieses Gutachtens,

- die relevanten Immissionsorte entsprechend den zum Einsatz geplanten allgemeinen Bauverfahren zu definieren und die jeweilige Umgebungssituation zu beschreiben,
- das in den drei Bauabschnitten durch Einsatz der allgemeinen Bauverfahren entstehende Niveau der Erschütterungsimmissionen zu beschreiben
- und anhand der gültigen Regelwerke (DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sowie LAI- Richtlinie) zu bewerten, ob an den relevanten Immissionsorten die gültigen Anhalts- und Immissionswerte überschritten werden können,
- bei etwaigen Überschreitungen der gültigen Anhalts- und Immissionswerte Maßnahmen zur Reduzierung vorzuschlagen,
- ein Schutzkonzept auszuarbeiten, das unter anderem eine messtechnische Erfassung von Erschütterungsimmissionen und gegebenenfalls Beweis- sicherungen an schützwürdigen Objekten vorsieht.

Zusätzlich sind eine Betrachtung für die in der Bauphase entstehenden sonstigen Erschütterungen (z. B. durch LKW-Baustellenverkehr) durchzuführen und gegebenenfalls Schutz- bzw. Reduzierungsmaßnahmen vorzuschlagen.

Da es eine zeitliche Überschneidung mit den Bauarbeiten des getrennten Vorhaben Energiespeicher Riedl (ES-R) gibt, ist eine kumulative Wirkung der Erschütterungen in der Bauphase zu untersuchen. Beide Projekte haben eine zeitliche Überschneidung von insgesamt ca. 16 Monaten. Es ist davon auszugehen, dass in diesem Überschneidungszeitraum am ES-R keine erschütterungsrelevanten Arbeiten mehr durchgeführt werden. Es muss daher nur noch ein Zeitraum von ca. 2 Monaten untersucht werden, in dem gegebenenfalls erschütterungsrelevante Arbeiten (Erdbau) innerhalb des Überschneidungszeitraumes im Vorhaben OWH stattfinden.

## 3. Grundlagen

### 3.1. Verwendete Unterlagen

Plan- und Anlagenbezug:

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
ERLÄUTERUNGSBERICHT	A4	JES-A001-VHBH3-B30029-00	1	2.1
KURZBESCHREIBUNG DES VORHABENS	A4	JES-A001-GKW_1-B30024-00	1	0.2

VERKEHRS AUFKOMMEN - ERGÄNZUNG	A4	JES-A001-PERM1-B63006-00	7	TA 2.2
VERKEHRS AUFKOMMEN - KUMULATIV E BETRACHTUNG OWH UND ES-R	A4	JES-A001-VHBH3-B30396-00	7	TA 2.4
UVS GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE	A4	JES-A001-IFBE1-B30001-00	11	UVS 2.1

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
<b>GESAMTANLAGE</b> ÜBERSICHTSLAGEPLAN	1:5000	JES-A001-PERM1-A63001-00	5	TP 1
OBERER ABSCHNITT LAGEPLAN	1:1000	JES-A001-PERM1-A63002-01	5	TP 1
MITTLERER ABSCHNITT LAGEPLAN	1:1000	JES-A001-PERM1-A63002-02	5	TP 2
UNTERER ABSCHNITT LAGEPLAN	1:1000	JES-A001-PERM1-A63002-03	5	TP 3
<b>BAUSTELLENEINRICHTUNG</b> BE-FLÄCHEN UND ZWISCHENLAGERFLÄCHEN ÜBERSICHTSLAGEPLAN	1:2000	JES-A001-PERM1-A63019-01	6	TP 7
<b>BAUSTELLENEINRICHTUNG</b> BE-FLÄCHEN UND ZWISCHENLAGERFLÄCHEN ÜBERSICHTSLAGEPLAN	1:2000	JES-A001-PERM1-A63019-02	6	TP 7

### 3.2. Vorschriften, Richtlinien und sonstige verwendete Quellen

Nachfolgende Unterlagen wurden vom Unterzeichner zur Ausarbeitung des Gutachtens verwendet:

- DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen
  - Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen (Weißdruck Juni 2001)
  - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (Weißdruck Juni 1999)
  - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen (Weißdruck Dez. 2016, geänderte Neufassung)
- DIN 45669 Messung von Schwingungsimmissionen
  - Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung (Weißdruck Juni 1995)
  - Teil 2: Messverfahren (Weißdruck Juni 2005)
  - Teil 3: Prüfung (Kalibrierung und Beurteilung) der Schwingungsmess-einrichtung; Erstprüfung, Nachprüfung, Zwischenprüfung, Prüfung für den Messeinsatz
  - „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“. Herausgeber: Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Stand 06.03.2018
- Sog. „Erschütterungsrichtlinie“:
 

„Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen. Rund-erlass des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr und des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport“ der Bundesländer vom 31.07.2000, veröffentlicht in den Ministerialblättern der einzelnen Bundesländer.
- Erschütterungen und Setzungen bei Rammarbeiten: Dr.-Ing. U. Zerrenthin, Bundesanstalt für Wasserbau, BAW Mitteilungen Nr. 95/2012

## 4. Anlagen- und Baubeschreibung

### 4.1. Anlagenbeschreibung

Das Vorhaben der Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) umfasst die Errichtung und den Betrieb einer Organismenwanderhilfe (OWH) als Umgehung für aquatische Lebewesen um das Kraftwerk Jochenstein an der Donau.

Geografisch liegt das Vorhaben nahe der bestehenden Wasserkraftwerksanlage Jochenstein, rd. 24 km stromabwärts von Passau im Landkreis Passau/Bayern.



Abbildung 2: Lage des Projektgebietes

Die Organismenwanderhilfe und ihre Bauwerke liegen zum überwiegenden Teil auf deutschem Staatsgebiet im Markt Untergriesbach, im Talboden der Ortschaft Jochenstein. Etwa 140 m der Strecke der OWH im unterwasserseitigen Einstiegsbereich, von Donau-KM 2201,75 (Staatsgrenze) bis Donau-KM 2201,61, befinden sich in Österreich im Gemeindegebiet von Neustift im Mühlkreis, Bezirk Rohrbach. Mit einem maximalen Gefälle von 0,4 % wird eine Höhendifferenz von ca. 10,5 m zwischen dem Ober- und Unterwasserspiegel des Kraftwerkes Jochenstein überwunden.

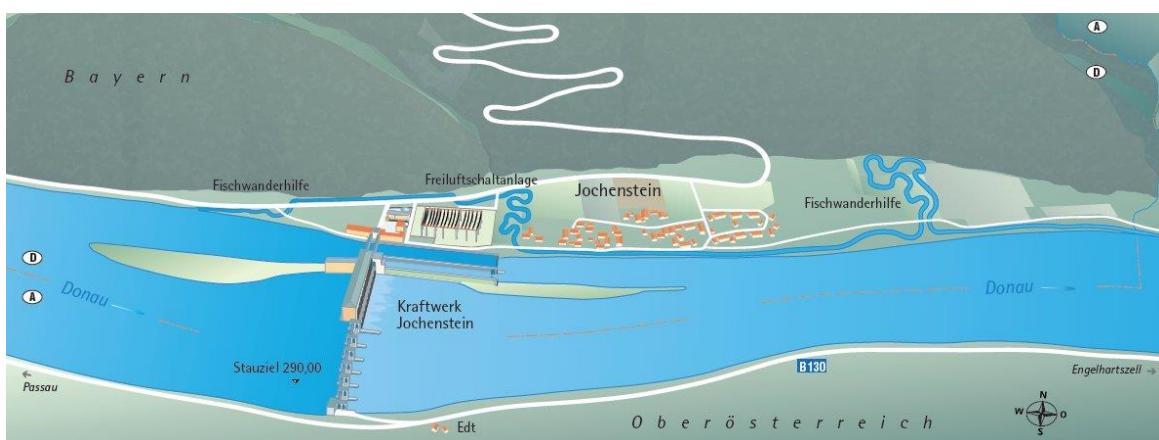


Abbildung 3: Projektübersicht Organismenwanderhilfe

#### Übersicht der technischen Anlagendaten

Maximale Fallhöhe	$H_{\max} = 10,45 \text{ m}$
Gesamtlänge	$L = 3370 \text{ m}$
Sohlgefälle	$I = 2,8 \text{ bis } 4 \text{ \%}$
Mindestabfluss	$Q_{\min} = 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (im Einstiegsbereich bei Q30: $1,59 \text{ m}^3/\text{s}$ im Gerinne, $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$ durch Bypass)
Maximaler Abfluss	$Q_{\max} = 11,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Max. Zulauf am Ausstieg $Q = 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Max. Dotation	$Q = 9,5 \text{ m}^3/\text{s}$
Brückenbauwerke	4 Straßenbrücken, 5 Fuß / Fahrradbrücken, 2 kleine Holzbrücken
Pumpleistung Notdotation	$Q_{\text{not}} = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$

Maßgebend für die Abmessungen des Gerinnes ist die potentiell natürliche Fischfauna. Für die Abmessung hier insbesondere die Fischart Wels. Daraus ergeben sich für den Bautyp Umgehungsgerinne folgende hydraulische und konstruktive Randbedingungen:

- Maximales Gefälle 0,4 %
- Mindestabfluss 2,0  $\text{m}^3/\text{s}$
- Min. Gerinnebreite (Wasserspiegelbreite) = 4,50 m
- Mindestwassertiefe in Kolken 1,70 m
- Mindestwassertiefe in Furten 0,60 m

Damit auch bei größeren Abflüssen in der Donau eine für die Fische bemerkbare Leitströmung am Auslauf der OWH herrscht, wird der Abfluss in der OWH abhängig vom Abfluss in der Donau gesteuert.

## 4.2. Bauphase

Plan- und Anlagenbezug:

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
<b>GESAMTANLAGE</b> TERMINPLAN	--	JES-A001-PERM1-A63003-01	5	TP 3
<b>GESAMTANLAGE</b> ÜBERSICHTSLAGEPLAN	1:5000	JES-A001-PERM1-A63001-00	5	TP 1

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
ERLÄUTERUNGSBERICHT	A4	JES-A001-VHBH3-B30029-00	1	2.1

Die Organismenwanderhilfe wird vom Einlauf oberhalb des Kraftwerkes Jochenstein bis zur Unterquerung der PA 51 zwischen Spunddielen geführt.

Im folgenden Abschnitt bis zur Schaltanlage wird straßenseitig des Gerinnes eine Spundwand errichtet. Östlich der Schaltanlage wird die OWH als naturnahes Gerinne geführt.

Im gesamten Gebiet der Siedlung Jochenstein wird das Gerinne als Betongerinne ausgeführt. Im Bereich des Einlaufes und an Brückenbauwerken ist zudem das Einbringen von Spunddielen notwendig. Die benötigten Betonbauteile für das Gerinne werden in Ortbetonbauweise hergestellt.

Unterhalb der Siedlung Jochenstein wird die Organismenwanderhilfe in einem mäandrierenden, sohdichten Bachbett, welches in das Ugelände eingeschnitten wird, ausgebildet. Anschließend mündet sie donauparallel verlaufend in das Unterwasser des Kraftwerkes Jochenstein.

Die Baumaßnahmen sind nur werktags von Montag bis Freitag 7:00 bis 20:00 Uhr und am Samstag von 7:00 bis 12:00 Uhr vorgesehen.

Aufgrund der langgestreckten Ausdehnung der Baumaßnahmen wird im Rahmen dieses Gutachtens für die Betrachtung der Erschütterungsimmissionen zwischen drei Abschnitten (Abbildung 5) unterschieden:

- BA1: Ortsrand Jochenstein bis unterwasserseitiger Auslauf (OWH-km 0,0 bis 1,24)

- BA2: Ortsbereich Jochenstein Ortsbereich Jochenstein, Troggerinne (OWH-km 1,24 bis 1,72)
  - BA3: oberwasserseitiger Einlauf bis Ortstrand Jochenstein (OWH-km 1,72 bis Ende)

Die drei Bauabschnitte sind in der Abbildung 4 dargestellt.

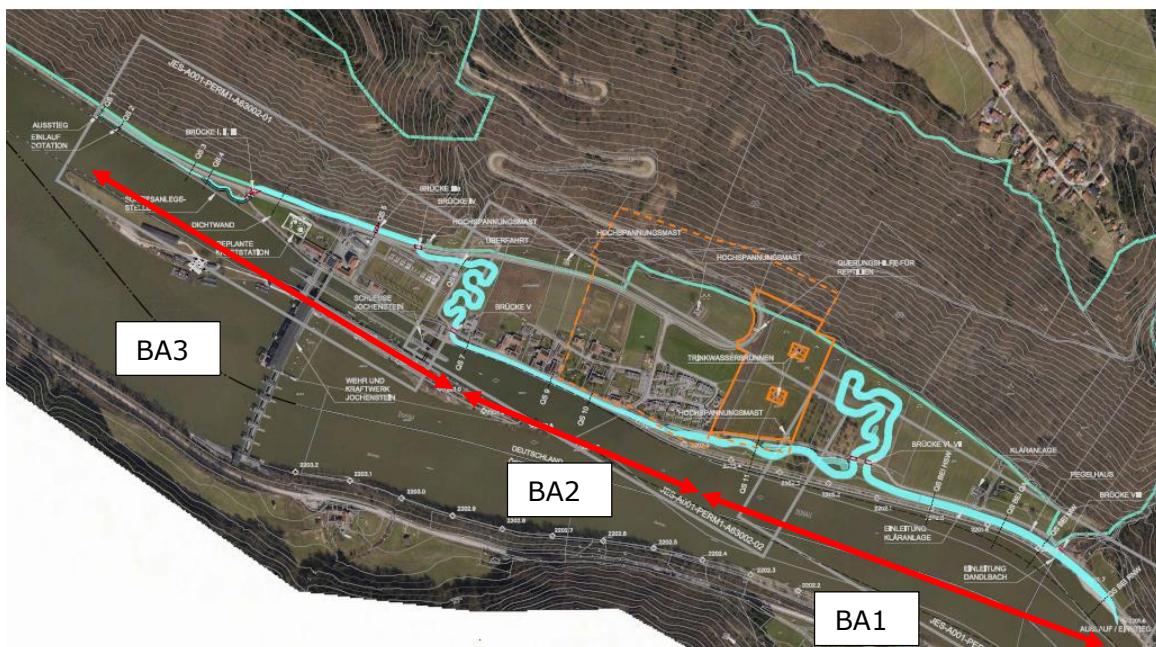


Abbildung 4: Projektübersicht Organismenwanderhilfe mit den Bauabschnitten 1 bis 3

Aus dem Bauzeitenplan (JES-A001-PERM1-B63003-01) ergibt sich, dass die drei Abschnitte nur in Teilbereichen zeitliche Überschneidungen haben und die Arbeiten örtlich stark getrennt sind. Daher gibt es keine direkten Überschneidungen von Arbeiten, so dass sich keine Beeinflussung der erschütterungsrelevanten Arbeiten von einem Bauabschnitt zum nächsten ergibt.

Im Zuge der Errichtung der Organismenwanderhilfe werden temporär fünf Baustellen-einrichtungsflächen (BE 1 bis BE 5) und zwei Zwischenlagerflächen (ZLF1 bis ZLF2) eingerichtet. Da auf diesen Flächen keine allgemeinen Bauarbeiten mit vorhersehbaren Erschütterungssimmissionen durchgeführt werden, werden diese Flächen nicht weiter betrachtet.

Der Abschnitt der OWH vom oberwasserseitigen Ausstieg bis zum östlichen Ende der Freischaltanlage (Bauabschnitt 3) wird überwiegend in einer mit Spundwänden verbauten Baugrube hergestellt. Nach dem Ausheben dieser Baugrube werden Ankerpfähle eingebracht und anschließend die Betonarbeiten ausgeführt.

In den Abschnitten vom östlichen Ende der Freiluftschanlage bis Jochenstein (Bauabschnitt 2) und vom Ortsaustritt aus Jochenstein bis zum Einstieg (Bauabschnitt 1) wird für die OWH erdbaulich ein trapezförmiges Gerinne hergestellt. Im Bereich vor Jochenstein wird eine Trogrinne aus Beton in einer trockenen Baugrube hergestellt.

Ein Teil des beim Bau der OWH entnommenen Bodenmaterials wird zur Herstellung der Vorschüttung im unteren Bereich sowie als Zuschlag und Sohlmaterial Verwendung finden. Im Bereich vor Jochenstein und aufwärts wird das überschüssige Material mit Lkw zur BEF 1 (des ES-R) auf den Trenndamm transportiert und von dort auf Schubleichter verladen. Östlich von Jochenstein wird das angefallene Material auf die ZLF2 (OWH) transportiert. Von dort aus können während der Baumaßnahme Schubleichter mit abzutransportierendem Bodenmaterial beladen werden.

Insgesamt werden in diesem Projekt 4 Straßenbrücken, 5 Fußgänger- und Fahrradbrücken sowie 2 kleine Holzbrücken errichtet. Für die Brückenbauwerke I bis

IV dienen die Spundwände des Baugrubenverbaus der OWH als Widerlager. Für das Brückenbauwerk V dienen die seitlichen Betonwände der Organismenwanderhilfe als Widerlager. Für die Brückenbauwerke VI bis VIII werden Widerlager aus Beton errichtet.

Erschütterungsrelevante Arbeiten sind:

Erdarbeiten, Baugrundumschließungen, Betonbau (inkl. Wege und Brückenbau), Materialumschlag sowie ein in Bezug zum Grundzustand erhöhtes Schwerlastverkehrsaufkommen auf der Straße PA 51.

### 4.3. Betriebsphase

Der Betrieb der OWH findet im Normalbetrieb ganzjährig und 24 Stunden am Tag statt. Kontrollfahrten und Wartungsarbeiten sowie außergewöhnliche Wartungstätigkeiten an der Organismenwanderhilfe KW Jochenstein setzen sich im Wesentlichen wie folgt zusammen:

Es wird je Monat eine Kontrollfahrt bzw. Inspektionsbegehung durch das Betriebspersonal des KW Jochenstein durchgeführt. Dadurch wird garantiert, dass die Funktionsfähigkeit der OWH erhalten bleibt.

Unter Wartungsarbeiten fallen Tätigkeiten im Herbst wie das Entfernen von Geschwemmsel am Wassereinlauf im Stauraum Jochenstein bzw. an den Einlaufschützen. In den Wintermonaten erfolgt die Ufergehölzpfllege mit dem Freischneiden der Böschungen des Gerinnes. Sofern relevanter Geschiebeaustrag bzw. Sohlveränderungen festgestellt werden, wird durch punktweise Zugabe bzw. ggf. Entnahme von Sohlesubstrat der Verlust bzw. der lokale Überschuss wieder ausgeglichen. Alle Arbeiten werden mit einem LKW, ausgerüstet mit einem Greifarm und einer Ladekapazität von 10 m<sup>3</sup>, durchgeführt.

Hochwässer mit hoher Wiederkehrswahrscheinlichkeit (ca. < HQ5) werden auf die OWH keine negativen Auswirkungen (z.B. Geschiebeanlandungen) zeigen, da der Wasserspiegel am Wehr Jochenstein zur Einhaltung der Wehrbetriebsordnung abgesenkt wird und das Gerinne nicht von der Donau im freien Gefälle dotiert wird.

Außergewöhnliche Wartungsarbeiten sind nach Hochwasserdurchgängen mit geringer Wiederkehrswahrscheinlichkeit der Donau an der Uferabflachung sowie an der Mündung des Hangenreuthreusen- sowie des Dandlbachs in Form von Reprofilierungen bzw. Geschiebefreiräumungen zu erwarten.

## 5. Grundlagen zur Schwingungsbeurteilung

Ziel dieses Gutachtens ist es, die zu erwartenden Auswirkungen des Bauvorhabens OWH bezüglich der Erschütterungsimmissionen auf die umliegenden Immissionsorte (schützenswerte Objekte und gegebenenfalls Menschen in den Objekten) zu prognostizieren und anschließend entsprechend der gültigen Regelwerke zu beurteilen.

Erschütterungsimmissionen unterliegen keiner gesetzlichen Vorgabe. Die Beurteilung erfolgt daher anhand der fachlichen Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen“ (letzte Überarbeitung am 06.03.2018) sowie dem gleichlautenden Ministerialblatt der Bundesländer (Runderlass der Bundesländer).

Der Runderlass der Bundesländer wird von den für den Immissionsschutz zuständigen Behörden in der Praxis verbindlich angewendet (auch im Bundesland Bayern).

Die Basis für diese Beurteilungsgrundlagen von Erschütterungsimmissionen bildet seit Jahrzehnten die Deutsche Industrie Norm DIN 4150 - Erschütterungen im Bauwesen - in ihrer jeweils gültigen Fassung, die inhaltlich fast identisch in die zuvor genannten „Richtlinien“ eingeflossen ist.

Diese dreiteilige Norm, bestehend aus,

- Teil 1 Vorermittlung von Schwingungsgrößen (Weißdruck 06/2001)

- Teil 2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (Weißdruck aus 06/1999)
- Teil 3 Einwirkungen auf bauliche Anlagen (Weißdruck aus 2016/12 (geänderte Neufassung)

wird in gewissen Zeitabständen überarbeitet, so dass die neuesten Erkenntnisse in Bezug auf den Immissionsschutz in die Anhaltswerte einfließen.

Da sich die hier zu beurteilenden Erschütterungsquellen allesamt auf deutschem Staatsgebiet befinden, sind diese Normen für die Immissionsbeurteilung zwingend anzuwenden.

In diesem Gutachten wird daher von Anhalts- bzw. Immissionswerten gesprochen, um begrifflich sowohl die DIN 4150 als auch den Runderlass der Ministerien („Erschütterungsrichtlinie“) als auch die LAI Richtlinie abdecken zu können.

Die messtechnische Erfassung, Aufzeichnung und Auswertung von Sprengerschütterungsimmissionen ist nach der DIN 45669 (Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung) durchzuführen. Für jedes Schwingungsereignis ist die Schwinggeschwindigkeit durch spezielle Erschütterungsmessgeräte in [mm/s] und die maßgeblichen Schwingfrequenzen des Ereignisses in Hertz [Hz] zu ermitteln. Weitere Größen wie Schwingwege und Schwingbeschleunigungen lassen sich ebenfalls messtechnisch erfassen oder aus den Messwerten rechnerisch ableiten.

Die Anhalts- bzw. Immissionswerte sind in den Regelwerken nicht als Grenzwerte zu verstehen, sondern bedürfen im Falle von Überschreitungen der weiteren Auslegung.  
Für Immissionsprognosen gelten diese Werte jedoch zunächst als Obergrenze.

Bei der Einwirkung von Erschütterungsquellen werden die einzelnen Teile des Gebäudes über die Fundamente in unterschiedlicher Weise zu Schwingungen angeregt. Dadurch treten dynamische Spannungen in den Bauteilen auf. Überschreiten diese die Festigkeitsgrenze des Materials, kommt es zur Rissbildung.

Für die Beurteilung dieser Schwingungen sind folgende Faktoren ausschlaggebend:

- Maximale Schwinggeschwindigkeit
- Schwingfrequenzen
- Schwingungsdauer
- Bauliche und statische Beschaffenheit des Einwirkortes

Die Beanspruchungen können je nach Größe der Erschütterungsimmissionen und anderer Gegebenheiten (wie z.B. Gebäudekonstruktion, Bausubstanz) bauliche Schäden hervorrufen.

Zunächst können aber für die Bewohner bei entsprechender Immissionshöhe belästigende Einwirkungen entstehen. In der Tabelle 1 sind die Empfindungsstärken exemplarisch dargestellt. Sie richten sich jedoch stark nach dem subjektiven Empfinden.

Empfindungsstärke	Schwinggeschwindigkeit (mm/s)
Spürbar	0.2 - 0.5
Bemerkbar	0.5 - 1.0
Unangenehm	1.0 - 2.0
Störend	2.0 - 3.0
Ggf. beanstandbar	3.0 - 5.0

Tabelle 1: Wahrnehmungsstärken des Menschen auf Erschütterungen (nach LAI, Länderausschuss für Immissionsschutz)

## 5.1. Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3)

Nachfolgend sind die zulässigen maximalen Schwinggeschwindigkeiten und Frequenzbereiche der Erschütterungsrichtlinie (in Anlehnung an die DIN 4150 Teil 3 für Erschütterungen im Bauwesen) aufgeführt.

Es wird nach

- kurzzeitigen Erschütterungen und
- Dauererschütterungen

unterschieden.

### 5.1.1. Allgemeines

Als geeignetes Verfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Erschütterungen von baulichen Anlagen haben sich Schwingungsmessungen bewährt. Diese sind Grundlage der Norm.

Folgende Aussagen bilden in der DIN 4150 Teil 3 den Stand der Technik ab, die aus der langjährigen Erfahrung des Unterzeichners bestätigt werden können:

- Werden die Anhalts- bzw. Immissionswerte der Tabelle 2 (Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3) eingehalten oder unterschritten, so treten Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf Erschütterungen zurückzuführen wären, nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf.
- Werden trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für diese Schäden maßgebend sind. Werden die Anhaltswerte überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen. Bei Überschreitungen sind gegebenenfalls weitergehende Untersuchungen erforderlich, beispielsweise die Spannungsermittlung und –beurteilung nach den in 4.3 und 4.4 (der DIN 4150 Teil 3, S. 6) erläuterten Verfahren.
- Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne der DIN 4150 Teil 3 ist z. B.
  - Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und
  - Verminderung der Tragfähigkeit von Decken und anderen Bauteilen.
- Bei Gebäuden nach Tabelle 1, Zeilen 2 und 3 ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.
  - Risse im Putz von Wänden auftreten;
  - bereits vorhandene Risse in Gebäuden vergrößert werden,
  - Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

- Werden Gebäude nach Tabelle 2 (vergl. Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3), Zeile 1 beurteilt, stellen leichte Schäden keine Minderung des Gebrauchswertes dar.
- Treten bei kurzzeitigen Erschütterungen Deckenschwingungen auf, so ist bei  $V_z \leq 20 \text{ mm/s}$  in vertikaler Messrichtung am Ort der größten Schwinggeschwindigkeit – dies ist im allgemeinen die Deckenmitte – eine Verminderung des Gebrauchswertes nicht zu erwarten. Alternativ zu einer direkten Messung dürfen die vertikalen Schwingungen am Fundament zur Beurteilung herangezogen werden.
- Die stärksten Vertikalschwingungen treten nicht zwangsläufig in der obersten Deckenebene auf.

Zur Bewertung der dynamischen Belastungen an schützenswerten Gebäuden mit mehreren Stockwerken ist es üblich und sinnvoll, einen Überhöhungswert [ $\ddot{U}$ ] für die Immissionen in der obersten Deckenebene aus Fundament- und den höchsten Deckenmesswerten zu ermitteln. Der Wert dieses Überhöhungswertes ist von vielen Faktoren abhängig, z.B. von

- der Art der Anregung,
- der Bausubstanz und des Gebäudetyps (z. B. Wohnhaus oder Industriegebäude)
- den Deckenspannweiten,

- der Bauart und des Materials der Geschossdecken,
- der Anzahl der Stockwerke sowie
- von den in das Bauwerk eingeleiteten Frequenzen.

In der Immissionsprognose wird für die später zu beurteilenden Immissionsobjekte ein Überhöhungswert verwendet. Dieser beschreibt die erhöhte Anregung im Bereich der Deckenebenen im Bezug zur Fundamentanregung.

Je höher die Frequenz ist, desto geringer ist erfahrungsgemäß der Überhöhungswert. Für Wohngebäude „normaler Bauart“ liegt dieser Überhöhungswert im Bereich von  $\ddot{U} = 2$  bis  $\ddot{U} = 4$ , abhängig von der Erregungsart sowie der Entfernung und den Frequenzen. In der Bauphase muss der tatsächliche Überhöhungswert durch Erschütterungsmessungen festgestellt werden. Anschließend kann dann bei alleinigen Messungen am Gebäudefundament auf die Höhe der Anregung der jeweils zu beurteilenden Geschossdecken geschlossen werden. Diese Vorgehensweise gilt auch umgekehrt.

In der Immissionsprognose wird

- für Wohngebäude ein Überhöhungswert von  $\ddot{U} = 4$  und
- für Betriebsgebäude oder vergleichbar gebaute bzw. gewerblich genutzte Gebäude ein Überhöhungswert von  $\ddot{U} = 2$  (bauartbedingte Reduzierung)

angesetzt. Diese Werte beruhen auf allgemeinen Mess- und Beurteilungserfahrungen und beinhalten für die Beurteilung aller Arten der Erschütterungsimmissionen ausreichend hohe Sicherheiten.

Die nachfolgend in Tabelle 2 und Tabelle 3 aufgeführten Anhaltswerte sollten für die jeweilige Anregung durch kurzzeitige Erschütterungen (z.B. Materialumschlag oder Einsatz von Hydraulikmeisseln mit kurzen Einsatz- bzw. Zyklenzeiten) oder durch Dauererschütterungen (z.B. Rammarbeiten) an den jeweils zu beurteilenden Gebäuden eingehalten werden.

### 5.1.2. Kurzzeitige Erschütterungen

Als kurzzeitige Erschütterungen werden laut DIN 4150 Teil 3 (Punkt 3.5) diejenigen Erschütterungen definiert, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen und deren zeitliche Abfolge und Dauer nicht geeignet ist, um in der betroffenen Struktur eine wesentliche Vergrößerung der Schwingung durch Resonanzerscheinungen zu erzeugen. Zu kurzzeitigen Erschütterungen können beispielhaft folgende Verursacherquellen gezählt werden:

- Schwerlastverkehr
- Auf- und Abladen von Schüttgütern
- Einsatz von Baumaschinen wie Bagger oder Radlader
- Kurze Einsätze von Hydraulikmeisseln

Dauererschütterungen sind laut Definition der DIN 4150 Teil 3 (Punkt 3.6) hingegen diejenigen Erschütterungen, auf die die Definition der kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft.

Die Tabelle 2 gibt den maßgeblichen Auszug der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 für kurzzeitige Erschütterungen zur Beurteilung von Gebäuden wieder.

		Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i\max}$ in mm/s für kurzzeitige Einwirkungen			
		Fundament Frequenzen		Oberste Deckenebene, horizontal	
Zeile/ Spalte	Gebäudeart	1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz (a)	alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	<b>20</b>	<b>20 bis 40</b>	<b>40 bis 50</b>	<b>40</b>
2	Wohngebäude und/oder in ihrer Nutzung gleichartige Bauten.	<b>5</b>	<b>5 bis 15</b>	<b>15 bis 20</b>	<b>15</b>
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind (z. B. Denkmalschutz)	<b>3</b>	<b>3 bis 8</b>	<b>8 bis 10</b>	<b>8</b>
a) Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden					

Tabelle 2: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit  $V_{i\max}$  zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Gebäude.

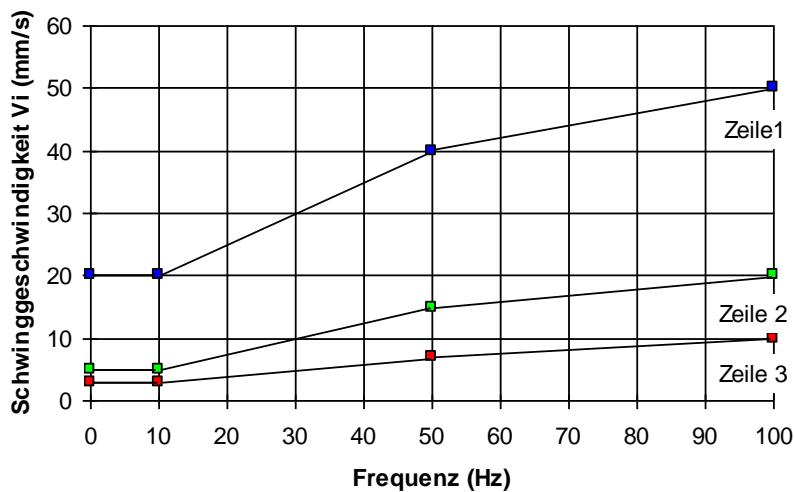


Abbildung 5: Diagramm zur Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 (nach Bild 1, S. 9 der DIN).

Das Diagramm setzt die Werte der Tabelle 2 (Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3) um und gilt nur in Verbindung mit dieser Tabelle.

Folgender Anhalts- bzw. Immissionswert ist unabhängig von der Schwingfrequenz im obersten Vollgeschoß für vertikale Schwingungen für die Zeilen 1 bis 3 der Tabelle 2 einzuhalten:

**$V_{i\max}$  in der Deckenmitte (vertikale z-Ebene)**

**20 mm/s**

Für Rohrleitungen diverser Materialien und Verbindungstechniken gelten im Wesentlichen die Anhaltswerte der nachfolgenden Tabelle 3 (Tabelle 2 der DIN 4150 Teil 3).

Tabelle 3 - Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i,\max}$ zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf erdverlegte Rohrleitungen Hohlräumen		
Zeile	Leitungsbaustoffe	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i,\max}$ in mm/s auf der Rohrleitung
1	Stahl, geschweißt	100
2	Steinzeug, Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Metall mit oder ohne Flansche	80
3	Mauerwerk, Kunststoff	50

Anmerkung: Drainagerohre sind nach Tabelle 3, Zeile 3 zu beurteilen.

Tabelle 3: Anhalts- bzw. Immissionswerte gemäß der DIN 4150 Teil 3 für erdverlegte Rohrleitungen

### 5.1.3. Dauererschütterungen

Dauererschütterungen können durch folgende Verursacherquellen erzeugt werden:

- Rammarbeiten (z. B. Einsatz von Vibrations- bzw. Schlagrammen)
- Bohrarbeiten
- Verdichtungsarbeiten
- Einsatz von Hydraulikmeisseln (wenn längere Einsatzzeiten/ Einsatzzyklen ohne Pausen zum Tragen kommen)

Für die Beurteilung sind die größten horizontalen Schwinggeschwindigkeiten maßgebend, die in der Regel in der obersten Deckenebene auftreten. Der Beurteilung wird der größte Wert der Einzelkomponenten zugrunde gelegt. Ersatzweise können bei länger andauernden Erschütterungsüberwachungen auch Messpunkte im Fundamentbereich genutzt werden, sofern das Übertragungsverhalten (Überhöhungsfaktor) vom Fundament auf die oberste Deckenebene zuvor ausreichend messtechnisch bestimmt worden ist.

Nachfolgend ist die Tabelle 4 (vergl. Tabelle 4 der DIN 4150 Teil 3) aufgeführt. Diese führt die Anhalts- bzw. Immissionswerte für Dauererschütterungen zu deren Beurteilung an Gebäuden an.

Spalte Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $V_{i,\max}$ in mm/s	
		Oberste Deckenebenen, horizontal, alle Frequenzen	Decken, vertikal alle Frequenzen
1	2	3	
1	Gewerblich genutzte Bauten Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	<b>10</b>	<b>10</b>
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten.	<b>5</b>	<b>10</b>
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungs-empfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind (z. B. Denkmalschutz)	<b>2,5</b>	<b>a</b> <b>10</b>
Anmerkung: Bei Einhaltung nach Zeile 1, Spalte 2 können leichte Schäden nicht ausgeschlossen werden			
a Abschnitt 6.1.2 ist zu beachten			

Tabelle 4: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit  $V_{i,\max}$  zur Beurteilung von Dauererschütterungen auf Gebäude (= Tabelle 4 der DIN 4150 Teil 3)

Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschossdecken nach Tabelle 4, Zeile 1 und 2 erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen sind. Bei Gebäuden, die nach Tabelle 4 in die Zeile 3 eingeordnet werden, kann zur Vermeidung leichter Schäden eine Abminderung des Anhalts- bzw. Immissionswertes notwendig werden.

Für eine Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf erdverlegte Rohrleitungen dürfen ohne weitere Nachweise die Anhalts- bzw. Immissionswerte der Tabelle 3 (Tabelle 3 der DIN 4150 Teil 3) auf 50 % abgemindert werden.

## 5.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2)

Seit einigen Jahren ist die Anwendung dieses Normteils für Immissionsbetrachtungen zu Erschütterungen Stand der Technik. In vielen Fällen reglementieren die einzuhaltenden Immissionswerte diejenigen des Normteils 3 der DIN 4150 deutlich.

Diese Norm enthält Angaben für die Beurteilung von Erschütterungen im Frequenzbereich von 1 – 80 Hz, die in Gebäuden auf Menschen einwirken. Mit Hilfe des in dieser Norm beschriebenen Beurteilungsverfahrens können beliebige periodische und nichtperiodische Schwingungen beurteilt werden. Es werden Anforderungen und Anhalts- bzw. Immissionswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen oder vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden.

In der DIN 4150 Teil 2 bzw. der „Erschütterungsrichtline“ werden verschiedene Anwendungsfälle beschrieben, die hier sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase zu berücksichtigen sind.

In der DIN 4150 Teil 2 wird im Anhang D unter 6.5.4 Punkt 2. (Zumutbarkeit erheblicher Belästigungen bei Baumaßnahmen) Folgendes erläutert:

Außer dem Schutzziel der Norm "Vermeidung erheblicher Belästigungen von Menschen in Gebäuden" musste bei der Behandlung von Erschütterungen durch Baumaßnahmen eine Abwägung vorgenommen werden zwischen der Zumutbarkeit für betroffene Anwohner einerseits und der Vermeidung unangemessener hoher Kosten andererseits.

Bei Baumaßnahmen gibt es daher immer wieder Situationen, bei denen die Einhaltung der zur Vermeidung erheblicher Belästigungen als angemessen angesehenen Schwellen/Anhaltswerte aus sachlichen Gründen in Frage gestellt ist.

Das ist dann gegeben, wenn aus zwingenden technischen Gründen (Stand der Technik) alternative Bauverfahren nicht zur Verfügung stehen oder aus anderen Schutzgründen nicht in Frage kommen. Wird zur Verringerung der Erschütterungsbelästigung z.B. eine erhebliche Bauzeitverlängerung und damit verlängerte Erschütterungsbelästigung auf niedrigerem Niveau eventuell in Verbindung mit erhöhter Lärm- und/oder Schmutzbelastung notwendig, dann ist die Zumutbarkeit zeitlich begrenzter Erschütterungseinwirkungen auch im Bereich erheblicher Belästigung bis zu einer Zumutbarkeitsschwelle (Stufe III) abzuwägen.

In solchen Fällen sollte den Betroffenen die Sorge wegen befürchteter Nachteile durch Schäden am Gebäude (z. B. neue Putzrisse) durch Beweissicherung und Zusagen bezüglich der Behebung möglicher Schäden genommen werden. (Ergänzung: da Beschwerden über Schäden meist denen über Belästigungen vorgelagert sind.) Dann zeigt die Erfahrung, dass viele Betroffene oft starke, aber nur wenige Tage einwirkende Erschütterungen lieber hinnehmen als lang andauernde mäßige starke."

Dies sollte bei der Beurteilung der Immissionseinwirkungen, insbesondere in einem schwierigen Immissionsumfeld, Berücksichtigung finden, sofern es in der Ausführungsphase zu derartigen Beschwerden kommen sollte. Individuelle Aufklärungsgespräche mit den Anliegern verbunden mit einem geeigneten Monitoring können dann im Regelfall Verständnis für die jeweilige Art der erschütterungssmittigierenden Maßnahme erzeugen. Dabei sollte der Zeitraum der für die Anlieger nicht vermeidbaren Erschütterungssummissionen aufgezeigt werden.

### 5.2.1 Bauphase

In der Bauphase kommen alle Arten der Erschütterungen (kurzzeitige Erschütterungen sowie Dauererschütterungen) vor, die jeweils gemäß dem 6.5.4 der DIN 4150 Teil 2 „Erschütterungen durch Baumaßnahmen“ zu beurteilen sind.

Die zur Bestimmung des  $A_o = IW_o$  – Wertes erforderlichen Erschütterungsmessungen werden im Obergeschoss in dem Raum mit der größten freitragenden Decke durchgeführt und zwar in dem Raum, in dem sich die Menschen während der Erschütterungsbelastungen maßgeblich aufhalten. In der Deckenmitte des Messortes ist die vertikale (z) Richtungskomponente maßgeblich zur Immissionswertbestimmung. In den meisten Fällen erfolgt diese über einen im Messgerät eingebauten Filter.

Die DIN 4150 Teil 2 (6.5.4.3) gibt generell nachfolgende Empfehlungen zur Minderung psychischer Auswirkungen von Erschütterungseinwirkungen, die besonders dort wichtig sind (wie bei dieser Baumaßnahme besonders im Bauabschnitt 2 im Ortsbereich Jochenstein), wo bisher Erschütterungen durch größere Baumaßnahmen nicht verursacht wurden:

- Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahme, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen der Bauarbeiten.
- Aufklärung der Betroffenen über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit unter Umständen verbundenen Belästigungen.
- Informationen der Betroffenen über zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle etc.).
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Betroffenen wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben.

- Informationen der Betroffenen über die Erschütterungseinwirkungen auf das Gebäude (z. B. schädlich / unschädlich).
- Nachweis durch Messungen über die tatsächlichen Erschütterungen an ausgewählten Referenzobjekten.

### Erschütterungen aus allgemeinem Baubetrieb

Für die beim Bauvorhaben auftretenden Erschütterungen (Sprengarbeiten werden nicht durchgeführt) gelten die Anhalts- bzw. Immissionswerte entsprechend der Tabelle 5 (vergl. Tabelle 2 der DIN 4150 Teil 2). Die Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen erfolgt in drei Stufen, wobei im Stadium der Planung, Prognose oder Erfahrungen die Grundlage der Einstufung sind:

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	1,0	5	0,6

\*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt  $A_o=6$

Tabelle 5: Anhalts- bzw. Immissionswerte für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen (außer Sprengungen)

Dabei bedeuten

$A_u$  unterer Anhaltswert

$A_o$  oberer Anhaltswert

$A_r$  zeitbewerteter Anhaltswert.

Grundsätzlich gilt die Norm als eingehalten, wenn gilt:

$$(KB_{Fmax} \leq A_u) \text{ oder } ((KB_{Fmax} \leq A_o) \text{ UND } (KB_{FTr} \leq A_r)) = \text{Wahr}$$

Sie ist demnach nicht eingehalten, wenn  $KB_{Fmax} \geq A_o$  ist.

Dabei ist für Baumaßnahmen die tatsächliche Einwirkzeit entscheidend.

Bei dem OWH Projekt ist nicht davon auszugehen, dass die Einwirkdauer einzelner Bauvorgänge über 78 Tagen für den jeweiligen betroffenen Immissionsort liegen wird, sondern im Zeitraum von > 26 und < 78 Tagen liegen wird.

Für die Bestimmung der Anzahl der Tage sind nur die Tage relevant, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten, nicht die Zeitdauer der Baumaßnahme an sich.

Trotzdem wird hier das Vorgehen im Falle einer Überschreitung der 78 Tage im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung behandelt, auch wenn für länger als 78 Tage einwirkende Erschütterungen die Norm keine Angaben macht.

Es ist demnach im Einzelfall die jeweilige Einwirkdauer festzustellen. Bei einer Einwirkdauer von bis zu 78 Tagen gelten die Anhalts- bzw. Immissionswerte nach der Tabelle 5, bei längerer Einwirkdauer diejenigen nach Tabelle 6 (Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 2). Diese Vorgehensweise ist von der LAI-Richtlinie gedeckt.

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

Tabelle 6: Anhalts- bzw. Immissionswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in vergleichbar genutzten Räumen

Besonders schutzwürdige Objekte (z.B. Krankenhäuser) sind im Einflussbereich der Bauarbeiten nicht vorhanden, so dass keine Erfordernis besteht, gesonderte Untersuchungen und Absprachen durchzuführen bzw. gegebenenfalls die Tabelle 6 grundsätzlich anzuwenden.

Wenn die maximalen Erschütterungsergebnisse ( $KB_{Fmax}$ ) unterhalb einer gewissen Wahrnehmungsschwelle sind ( $A_u$ ), liegt überhaupt kein Potential für eine mögliche belästigende Wirkung vor. Überschreiten die Erschütterungen eine festgelegte Obergrenze ( $A_o$ ), so sind diese per Definition als erheblich belästigend einzustufen.

In dem Zwischenbereich  $A_u < KB_{Fmax} < A_o$  sind die Einwirkungen nach Zeitdauer und Intensität zu gewichten ( $KB_{FTr}$ ) und müssen unterhalb des  $A_r$ -Kriteriums liegen.

Da jeweils derjenige Raum bei den Messungen zu betrachten ist, in dem sich die Menschen vermehrt zum Zeitpunkt der Tätigkeiten mit Erschütterungspotential aufzuhalten, sind derartige Beurteilungen sehr individuell.

Die hier von der Baumaßnahme betroffenen Anliegergebiete sind teilweise als Mischgebiete nach § 6 BauNVO, teilweise als Allgemeine Wohngebiete nach § 4 BauNVO (Straße Werkssiedlung) einzustufen, so dass die Zeilen 3 und 4 der Tabelle 6 anzuwenden sind.

Im Nachtzeitraum (20:00 bis 07:00 Uhr) sind keine erschütterungsemittierenden Bauarbeiten vorgesehen.

Zusätzlich zu den notwendigen Einzelüberprüfungen der Kriterien  $A_u$  und  $A_r$  gilt daher gemäß der Tabelle 6 für die hier zu betrachtenden Anliegergebiete („Allgemeines Wohngebiet“ und „Mischgebiet“) der Immissions- bzw. Anhaltswert von  **$IW_0 = A_o = 5$**  für jegliche Arten der Erschütterungserzeugungen (außer Sprengungen) im Tageszeitraum von 06:00 bis 22:00 Uhr für den Einflusszeitraum < 78 Tage.

Sofern sich die Einflusszeit – was bei den anstehenden allgemeinen Bauarbeiten nicht zu erwarten ist – auf > 78 Tage erstrecken sollte, gilt für die beiden Gebietseinstuifungen entsprechend der Empfehlung der LAI -Richtlinie Folgendes:

Für die „Mischgebiete“ mit einer Einordnung in die Tabelle 6 Zeile 3 gilt der Immissions- bzw. Anhaltswert von  **$IW_0 = A_o = 5$**  auch für eine Dauer von über 78 Tagen. Nach 78 Tagen Einflusszeit ändern sich lediglich die Kriterien  $A_u$  und  $A_r$ .

Für das „Allgemeine Wohngebiet“ mit einer Einordnung in die Tabelle 6 Zeile 4 gilt ein einzuhaltender Anhalts- bzw. Immissionswert von  **$IW_0 = A_o = 3$**  mit den entsprechenden Werten für die Kriterien  $A_u$  und  $A_r$ .

Aufgrund des durch diese Einstufung in die Zeile 4 zur Anwendung kommenden geringeren Anhalts- bzw. Immissionswertes, ist in der Bauphase gemäß dem bereits erwähnten Passus der DIN 4150 Teil 2 (Anhang D unter 6.5.4 Punkt 2. „Zumutbarkeit erheblicher Belästigungen bei Baumaßnahmen“, eine angemessene Abwägung zu treffen.

Diese muss die Zumutbarkeit für betroffene Anwohner einerseits und die Vermeidung unangemessen hoher Kosten andererseits berücksichtigen.

### 5.2.2 Betriebsphase

Bei dem Betrieb der OWH entstehen keine Erschütterungsemisionen. Insofern müssen keine Immissionen auf das Immissionsumfeld beurteilt werden.

## 5.3 Vorermittlung von Schwingungsgrößen (DIN 4150 Teil 1)

Schwingungen und Erschütterungen entstehen im allgemeinen Baubetrieb z.B. durch Verdichtungsarbeiten, dem Einbringen von Pfählen, Dicht- und Spundwänden (durch Ramm- und Vibrationsarbeiten), Bohr- und Baggerarbeiten sowie Schwerlastverkehr und Materialumschlag. Arbeitsvorgänge mit Hydraulikmeisseln als Löseform sind bei den Bauarbeiten zur OWH nicht geplant.

Zur Beurteilung dieser Arten von Emissionsquellen liegen umfangreiche Erfahrungen aufgrund von durchgeführten Messreihen vor, die hier zur Beurteilung der auftretenden Immissionen in der Bauphase der OWH herangezogen werden. Dabei spielt besonders die jeweilige Anregungsart, die Entfernung zwischen der Emissionsquelle und des Immissionsortes (sowie dessen Ausbildung) eine entscheidende Rolle.

Grundlage für die anzuwendenden Prognoseformeln bildet die DIN 4150 Teil 1 „Vorermittlung von Schwingungsgrößen“. Die Größe der durch den Boden weitergeleiteten Schwingungen nimmt mit zunehmender Entfernung von der Erschütterungsquelle ab. Diese Abnahme wird im Wesentlichen durch die geometrische Amplitudenabnahme und die Materialdämpfung des Bodens bestimmt. Während für bestimmte Erschütterungsquellen (wie z.B. Sprengerschüttungen) seit Jahren hinreichend genaue Prognoseformeln bestehen, ist die Prognose nach Art und Intensität von sonstigen Erschütterungen (sowohl kurzzeitige Erschütterungen als auch Dauererschütterungen) erfahrungsgemäß nur unzulänglich möglich. Die DIN 4150 Teil 1 gibt zwar für das Fernfeld eine allgemeine Formel zur Berechnung der Erschütterungsausbreitung im Baugrund vor, diese gilt jedoch nicht für den Nahbereich. Auch aufgrund der vielen Einflussfaktoren (besonders bzgl. der Erschütterungsquelle) ist es sinnvoller durch praktische Messungen oder anhand von Erfahrungen vergleichbarer Anwendung die Immissionsprognosen durchzuführen.

Dieses betrifft im Übrigen auch die Auswirkungen von Erschütterungen auf den Baugrund. Die Tatsache, dass auch eine Verdichtung des Bodens durch Schwingungen hervorgerufen werden kann (z.B. durch Vibrationsrammen und Tiefenrüttler) ist in der DIN 4150 Teil 3 nicht berücksichtigt und somit sind bisher trotz Untersuchungen (z.B. durch die Bundesanstalt für Wasserbau) keine genauen Prognoseverfahren für die praktische Anwendung verfügbar. Ein besonderes Monitoring muss in diesen Fällen zur Anwendung kommen.

### 5.3.1 Prognose der Erschütterungen aus allgemeinem Baubetrieb

Die aus dem allgemeinen Baubetrieb entstehenden Erschütterungen lassen sich erfahrungsgemäß nur mit sehr hohen Unsicherheiten bei Verwendung der in der DIN 4150 Teil 1 (4.2) genannten allgemeinen Formel für die Schwingungsausbreitung prognostizieren, da die Einflussfaktoren (wie z.B. die Art des Arbeitsgeräts als Emittent und verursachte Erschütterungsintensitäten) sehr vielfältig sind.

Deutlich geeigneter ist die Nutzung von Erfahrungswerten bzw. Rückschlüsse aus durchgeführten praktischen Messreihen vergleichbarer Tätigkeiten mit Erschütterungsemisionen. Dadurch kann eine Worst-Case Betrachtung durchgeführt werden. Diese Methode wird hier angewendet.

### 5.3.2 Prognose der Erschütterungen für die Betriebsphase

Entfällt für die OWH, da keine Emissionen durch den Betrieb der OWH entstehen.

### 5.3.3 Anmerkungen zum Umgang mit der DIN 4150 Teil 2

In der Immissionsprognose werden überwiegend zum besseren Verständnis und aufgrund von Messergebnissen die  $KB^{*_{F_{max}}}$ -Werte in Schwinggeschwindigkeiten umgerechnet.

Somit kann zum Beispiel der für Baustellen gültige Anhalts- bzw. Immissionswert von  $IW_0 = A_0 = 5$  zunächst auf einen Schwinggeschwindigkeitswert im Obergeschoss und anschließend auf einen Schwinggeschwindigkeitswert für das Gebäudefundament zurückgerechnet werden.

Hierzu verwendet man den allgemeinen Rechengang nach den Gleichungen 6 und 7 der DIN 4150, Teil 2:

Gleichung 6 der DIN

$$KB = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_{\max}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}}$$

Gleichung 7 der DIN

$$A_0 = KB^{*_{F_{\max}}} = KB \cdot C_F$$

Darin bedeuten:

$V_{\max}$  = höchste Schwinggeschwindigkeit auf der Deckenebene (mm/s)

$f_0$  = Bezugsfrequenz 5,6 Hz

$f$  = Schwingfrequenz (geschätzt mit ca. 10 Hz)

$C_F$  = Konstante

$A_0$  = Immissionswert (IW)

Das Berechnungsverfahren kann für alle Arten der Erschütterungen zur Umrechnung in Schwinggeschwindigkeiten verwendet werden.

Der  $C_F$  - Wert kann Zeile 4 der Tabelle 2 der DIN 4150, Teil 2 entnommen werden. Dieser Wert kann auch für Schwingungsereignisse verwendet werden, bei denen Resonanzen entstehen können (z.B. bei Dauererschütterungen durch Rammvorgänge). Dann sollte jedoch ein  $C_F$  - Wert von 0,8 verwendet werden. Liegt dieser unter diesem Wert, kann der jeweilige Schwinggeschwindigkeitswert höher sein.

Für die Immissionsprognose mit der Umrechnung der Anhalts- und Immissionswerte in Schwinggeschwindigkeiten kann zur Beurteilung der Erschütterungsergebnisse folgender Ansatz verwendet werden (Tabelle 7):

Geht man von typischen Eigenfrequenzen für Betondecken von ca. 30 Hz aus, so lässt sich für den zulässigen Anhalts- bzw. Immissionswert von  $A_0 = IW_0 = 5$  eine maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit von ca.  $V_{i\max} = 9,0$  mm/s als Äquivalentwert errechnen. Mit der Verwendung der Frequenz von 30 Hz wie in dem entsprechenden Passus der DIN erwähnt, erhöht sich die Sicherheit der Immissionsprognose. Bei 10 Hz wäre der Äquivalentwert z. B.  $V_{i\max} = 10,13$  mm/s.

In der Tabelle 7 werden die Anhalts- bzw. Immissionswerte in zulässige Schwinggeschwindigkeiten für die Geschossdecke (Deckenmitte) umgerechnet.

Beurteilung Baustellen (DIN 4150 Teil 2)		
	CF-Wert = 0,8 IW = 5 Deckenmitte OG	CF-Wert = 0,8 IW = 3 Deckenmitte OG
Frequenz Hz	$v_{max}$ zulässig mm/s	$v_{max}$ zulässig mm/s
10	10,13	6,08
15	9,43	5,66
20	9,18	5,51
25	9,06	5,43
<b>30</b>	<b>8,99</b>	<b>5,39</b>
35	8,95	5,37
40	8,93	5,36
45	8,91	5,34
50	8,89	5,34

Tabelle 7: Umrechnung des Anhalts- bzw. Immissionswertes in eine Schwinggeschwindigkeit in der zu beurteilenden Geschossdecke (Deckenmitte)

Wie bereits unter 5.1.1 ausgeführt, wird als Worst-Case-Betrachtung ein Überhöhungswert von  $\ddot{U} = 4$  für Wohngebäude und von  $\ddot{U} = 2$  für gewerblich genutzte Gebäude bzw. Industriebauten verwendet.

Aus der Tabelle 7 ist nunmehr ersichtlich, dass der Anhalts- bzw. Immissionswert von  $A_0=IW_0=5$  in etwa einer maximalen Schwinggeschwindigkeit von  $V_{imax} = 9$  mm/s in der Deckenmitte (Obergeschoss) entspricht. Das bedeutet für die Immissionsprognose zulässige maximale Schwinggeschwindigkeiten am Gebäudefundament

- in Wohngebäuden von ca.  $V_{imax} = 2,25$  mm/s und
- in gewerblich genutzten Gebäuden bzw. Industriegebäuden von ca.  $V_{imax} = 4,5$  mm/s.

Aus der Tabelle 7 geht ebenso der entsprechende Schwinggeschwindigkeitswert für einen Anhalts- bzw. Immissionswert von  $A_0=IW_0=3$  für das vorhandene „Allgemeine Wohngebiet“ hervor.

Die maximale Schwinggeschwindigkeit beträgt demnach ca.  $V_{imax} = 5,4$  mm/s in der Geschossdecke (Deckenmitte).

Demnach ergeben sich für diese Gebäude maximale Schwinggeschwindigkeiten am Gebäudefundament von

- ca.  $V_{imax} = 1,35$  mm/s in Wohngebäuden und
- ca.  $V_{imax} = 4,5$  mm/s in gewerblich genutzten Gebäuden bzw. Industriegebäuden,

die es in der Prognose einzuhalten gilt.

Mit diesen Schwinggeschwindigkeiten wären auch die Anhalts- bzw. Immissionswerte der DIN 4150 Teil 3 für die vertikalen Schwingungen im Obergeschoss sowohl für Dauererschütterungen als auch für kurzzeitige Erschütterungen eingehalten.

Im Regelfall – durch praktische Messungen belegbar – liegen die tatsächlichen Messwerte unterhalb der hier berechneten Prognoseansätze, da der im Obergeschoss durch Filterung und Berücksichtigung der Taktmaximalwerte ermittelte  $KB^*_{fmax}$ -Wert im Messgerät niedriger als der Rechenwert liegt.

## 6. Situation und örtliche Verhältnisse

Nachfolgend werden die örtliche Situation rund um das Vorhaben sowie die geologischen Bedingungen, die für die notwendigen Bauarbeiten bzw. die Erschütterungs-

ausbreitung von Relevanz sind, beschrieben. Zusätzlich werden die schutzwürdigen Objekte mit ihren minimalen Abständen zu den Erschütterungsquellen aufgeführt.

## 6.1. Untersuchungsraum

Plan- und Anlagenbezug:

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
GESAMTANLAGE ÜBERSICHTSLAGEPLAN	1:5000	JES-A001-PERM1-A63001-00-CFE	5	TP 1

Der Untersuchungsraum für die Erschütterungsimmissionen wird durch die Tatsache begrenzt, dass sowohl die erschütterungsemittierenden allgemeinen Bauarbeiten sowie der durch die Baumaßnahme verursachte zusätzliche Schwerlastverkehr Immissionen mit geringflächiger Ausbreitung verursachen.

Für das vorliegende Projekt der OWH ergibt sich somit ein Hauptuntersuchungsbereich der auf den Talraum von Jochenstein begrenzt ist (Abbildung 6).

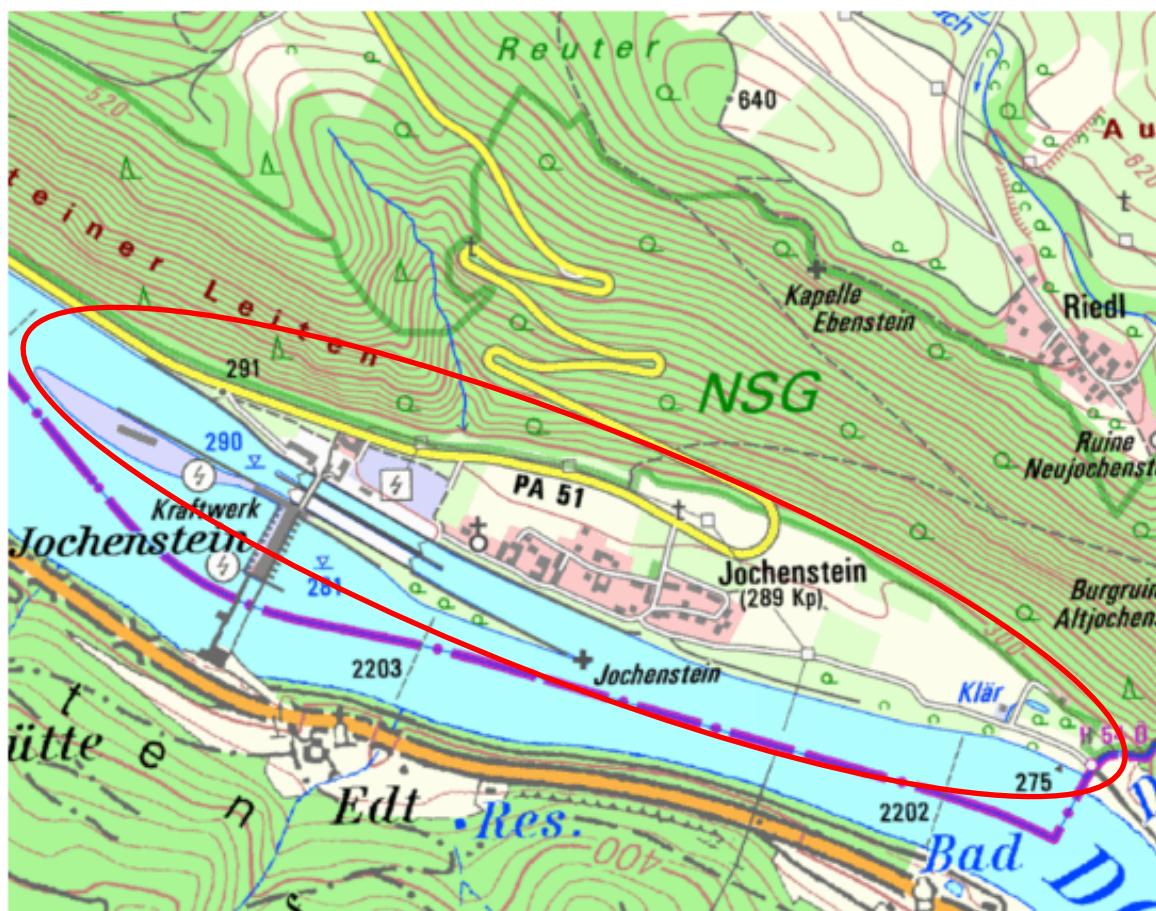


Abbildung 6: Untersuchungsgebiet OWH

## 6.2. Topographie

Das Projektgebiet der Organismenwanderhilfe befindet sich in der Gemeinde Untergriesbach im Landkreis Passau. Die OWH soll im Talboden von Jochenstein errichtet werden. Im Süden von Jochenstein befindet sich die Donau und im Norden die ca. 340 m hohe Donauleiten. Der Talboden von Jochenstein kann als relativ flach ohne nennenswerte Höhenschwankungen beschrieben werden.

### 6.3. Geologische Verhältnisse

Plan- und Anlagenbezug:

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
ERLÄUTERUNGSBERICHT	A4	JES-A001-VHBH3-B30029-00	1	2.1
UVS GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE	A4	JES-A001-IFBE1-B30001-00	11	UVS 2.1

Aus dem UVS-Fachgutachten „Geologie und Hydrologie“ werden nachfolgend einige wesentliche Auszüge aufgeführt, die für diesen Kontext von Bedeutung sind.

Das Projektgebiet liegt im geologischen und hydrogeologischen Großraum „Südostdeutsches Grundgebirge“ und umfasst den Teil der böhmischen Masse, der in die variszische Orogenese einbezogen wurde. Hier stehen magmatische und unterschiedlich stark metamorphe Einheiten an, die eine Mittelgebirgslandschaft bilden. In unterschiedlicher Mächtigkeit sind über den Graniten und Metamorphiten örtlich Verwitterungsdecken ausgebildet (Vergrusung des Gesteins).

Im Bereich des Talbodens in der Umgebung des Kraftwerkes Jochenstein wurde die Zersatzdecke von der vorbeifließenden Donau weitgehend ausgeräumt. An ihrer Stelle wurden bis zu ca. 16 m mächtige Ablagerungen von Flusssedimenten deponiert. Diese bestehen in ihrem oberen Bereich (in der Regel bis zu 4 m unter Gelände) aus feinsandigen und schluffigen, bisweilen auch tonigen Hochflutablagerungen bzw. eiszeitlichen äolischen Ablagerungen. Unter dieser Überdeckung stehen dann bis zu 12 m mächtige sandige Kiese bzw. kiesige Sande an. Im Bereich der Stauhaltung Jochenstein wurde ein Teil dieser Ablagerungen im Zuge der Baumaßnahmen von Kraftwerk und Schleuse Jochenstein abgetragen und durch sandig-schluffiges Auffüllmaterial ersetzt.

Die Donauschotter stehen dort allerdings nach wie vor mit Mächtigkeiten von bis zu 8 m an. An der Unterkante der kiesigen Ablagerungen beginnt in der Regel abrupt das Festgestein. Bisweilen ist im Übergangsbereich eine stark klüftige Feststeinsschicht von 0,5 – 1,0 m zu verzeichnen. Aus hydraulischer Sicht ist diese noch zum Grundwasserleiter der Donauschotter zu rechnen. Diese Zone ist in der Regel stark zerrüttet und Kluftvorzugsrichtungen sind nicht erkennbar. Das darunter liegende Festgestein ist in der Regel stark mylonitiert und mit hydrothermalen Lösungen imprägniert. Klüfte sind vielfach mit mehreren Millimeter starken Mineralbelägen aus Quarz, Chlorit und Epidot belegt. Im ungestörten Gesteinsverband kann davon ausgegangen werden, dass diese Klüfte hydrothermal verheilt, also verschlossen und kaum durchgängig sind. Dennoch wurden in den Bohrlochscanns vereinzelt offene Klüfte aufgezeichnet. Genauerer Aufschluss zur Durchgängigkeit der angefahrenen Klüfte geben die an den Erkundungsbohrungen durchgeführten hydraulischen Versuche. Die bisher ermittelten Werte ergaben für das Festgestein im Talboden Gebirgsdurchlässigkeiten von 10-6 bis 10-10 m/s, wobei der Großteil der Werte zwischen 10-7 und 10-9 m/s liegt.

Häufigkeitsverteilungsanalysen der Kluftdichten zeigen eine schwache tendenzielle Abnahme der Kluftdichten mit zunehmender Tiefe unter Geländeoberkante. Es wurden auch in größeren Tiefen immer wieder stärker geklüftete Bereiche angefahren.

Bezüglich der Kluftrichtungen zeigen die Untersuchungen an Bohrungen im Talboden eindeutigere Vorzugsrichtungen. Vor allem westnordwest-ostsüdost streichende, mittelsteil bis steil einfallende Klüfte dominieren die Verteilung. Diese Richtung verläuft sowohl parallel zur Donau als auch zur Pfahlstörung, in welche sich die Donau im Laufe ihrer Geschichte eingetieft hat. Nord-südlich bis nordost-südwestlich verlaufende Kluftscharen spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Ebenso sind horizontale bis flach einfallende Klüfte nur sehr schwach vertreten. Dies liegt zum einen darin begründet, dass die oberflächennahe Zone der Kleinzerklüftung, in der Druckentlastungseffekte zum Tragen kommen, weitgehend von der Donau ausgeräumt wurde,

zum anderen darin, dass die ursprüngliche metamorphe Schieferung durch die starke mylonitische Zerrüttung des Gesteins größtenteils stark überprägt wurde.

Alle Bauvorgänge, die hier von Relevanz sind, werden ausschließlich im Lockergestein stattfinden. Insofern ist davon auszugehen, dass keine Lösung bzw. Zerkleinerungen des Erdmaterials mit Hydraulikmeisseln stattfinden müssen.

#### 6.4. Vorbelastung aus Erschütterungseinwirkungen

Die OWH ist ein neues Projekt, das es an dieser Stelle noch nicht gab. Insofern sind verbunden mit diesem Projekt keine Vorbelastungen an Erschütterungen vorhanden.

#### 6.5. Relevante Immissionsorte (Bau- und Betriebsphase)

Plan- und Anlagenbezug:

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
GESAMTANLAGE EINBAUTEN (SPARTEN) LAGEPLAN 1/2	1:2000	JES-A001-PERM1-A63003-01	5	TP 2
GESAMTANLAGE EINBAUTEN (SPARTEN) LAGEPLAN 1/2	1:2000	JES-A001-PERM1-A63003-02	5	TP 2

In der Tabelle 8 werden die jeweils minimalen horizontalen Entfernungen der relevanten nächstgelegenen Immissionsorte (IO) sowohl zu den erschütterungsemittierenden Baustellen als auch zu dem zusätzlich durch die Baustelle verursachten Schwerlastverkehr aufgeführt.

Dabei werden nur diejenigen Entfernungen zu den jeweiligen Baustellen berücksichtigt, die geringer als 62 m sind. Diese Beschränkung trägt der Erschütterungsausbreitung der jeweiligen Emissionsquellen angemessen Rechnung. Die Entfernungen können auch dem entsprechenden Lageplan (Anlage 1) entnommen werden.

Zu erwähnen ist, dass das Haus „Am Jochenstein Nr. 12“ komplett abgebrochen wird und somit nicht zu berücksichtigen ist.

Beweissicherung Bauphase	Bezeich- nung	Immissions- objekt	Minimaler Abstand (m)	
			LKW Verkehr	allg. Baubetrieb
Bauvorgänge in den Bauabschnitten 1 bis 3	IO 01	Kläranlage		21
	IO 02	Werkssiedlung 27		24
	IO 03	Werkssiedlung 29 und 31		24
	IO 04	Werkssiedlung 33 und 35		22
	IO 05	Werkssiedlung 37 und 39		22
	IO 06	Werkssiedlung 4	2	
	IO 07	Am Jochenstein 4		6
	IO 08	Am Jochenstein 10		4
	IO 09	Am Jochenstein 16		2
	IO 10	Kirche, Am Jochenstein 20		35
	IO 11	Am Jochenstein 22		35
	IO 12	Haus am Strom	10	10
	IO 13	Betriebsgebäude DKJ mit Büros		61
	IO 14	Betriebsgebäude DKJ		61

Tabelle 8: Auflistung der zu den Bauarbeiten nächstgelegenen Immissionsobjekte.

Die Immissionsobjekte IO 02 bis IO 06 sind entsprechend der BauNVO als „Allgemeines Wohngebiet“, die anderen Immissionsorte als „Mischgebiet“ eingestuft.

Das Donaukraftwerk Jochenstein ist denkmalgeschützt. Diese Einstufung betrifft jedoch nicht die Bausubstanz, sondern ist aus historischen Gründen erfolgt. Das Kraftwerk selbst ist mit seinen Anlagen daher nicht in die Zeile 3 der Tabelle 2 und Tabelle 4 (für denkmalgeschützte Gebäude) einzuordnen.

Bezüglich baubedingter Erschütterungen müssen nur erdverlegte Rohrleitungen betrachtet werden. Die vorliegenden Spartenpläne (JES-A001-PERM1-A63003-01, JES-A001-PERM1-A63003-02) geben über die Lage Auskunft. Die laut DIN 4150 Teil 3 zulässigen Anhalts- bzw. Immissionswerte sowohl für kurzzeitige Erschütterungen (minimal  $V_{imax} = 50 \text{ mm/s}$ ) als auch für Dauererschütterungen (minimal  $V_{imax} = 25 \text{ mm/s}$ ) sind so hoch, dass auch im Nahbereich durchgeführte erschütterungsintensive Arbeiten (besonders Dauererschütterungen) keine Schäden an den Leitungen verursachen können. In den Bauabschnitten 2 und 3 ist trotzdem besonderes Augenmerk auf die in den genannten Planunterlagen blau markierte Trinkwasserleitung zu legen. Abstände zu den Leitungen von  $< 1 \text{ m}$  sollten im Hinblick auf resultierende Dauererschütterungen (das betrifft hier nur den Bauabschnitt 3 im Bereich der PA 51 durch Einbringen der Spundwände) grundsätzlich vermieden werden.

In der Anlage 3 (JES-A001-VHBH3-B30386-03) sind die Abstände für die Betriebsphase der OWH zu den nächstgelegenen Immissionsobjekten separat aufgeführt. Diese unterscheiden sich nicht von denen, die bereits in der Tabelle 8 aufgeführt wurden.

Zudem wird nochmals darauf verwiesen, dass in der Betriebsphase keine relevanten Erschütterungen durch die OWH entstehen.

## 7. Immissionsprognose Bauphase

### 7.1. Bauphase

Plan- und Anlagenbezug:

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
MESSBERICHT: SIMULATION STEINSCHLAG DONAULEITEN	A4	JES-A001-IFBE1-B30401-00	16b	15.4.1

Nachfolgend werden die in jedem Bauabschnitt entstehenden Erschütterungen in Bezug zu den nächstgelegenen Immissionsobjekten betrachtet.

In der Bauphase können in den einzelnen Bauabschnitten vielfältige Erschütterungen auftreten, die sich aus der Durchführung verschiedener Bauvorgänge und aus dem Einsatz verschiedener Baumaschinen bzw. aus dem baubedingten erhöhten Schwerlastverkehr ergeben.

Entsprechend den Erfahrungen des Unterzeichners und von Fachkollegen können für die verschiedenen Verursacherquellen in der Bauphase die maximal zu erwartenden Schwinggeschwindigkeiten gemäß Tabelle 9 angeführt werden. Diese Werte gelten auch als Beurteilungsmaßstab für eventuell erforderliche Maßnahmen wie z.B. bauliche Beweissicherung, erforderliche Erschütterungsmessungen oder Erschütterungsreduzierungen.

Diese Tabelle gibt je nach Einordnung der Erschütterungseinwirkung (Dauer- oder Kurzzeitererschütterungen) für die verschiedenen Verursacherquellen an, in welcher maximalen Entfernung (relativer Radius) welche Schwinggeschwindigkeiten maximal (inklusive Sicherheiten) auftreten können.

Das bedeutet zum Beispiel für Rammarbeiten (z.B. für Spundwände), dass bei einem relativen Radius von  $> 20 \text{ m}$  keine Erschütterungen von  $V_{imax} = 2,0 \text{ mm/s}$  am Gebäudefundament mehr auftreten können. Somit wird ein allgemeiner Betroffenheitsradius für die entsprechenden Erschütterungsquellen definiert.

Diese Erfahrungswerte dienen der weiteren Beurteilung der Immissionen im allgemeinen Baubetrieb.

Dauererschütterungen			
Erschütterungsquelle	Maximale Schwinggeschwindigkeiten Fundament [mm/s]	Frequenzbereich [Hz]	Relativer Radius [m]
Ramme (Spundwände)	2,00	5 - 100	20
Ramme (Einrütteln)	2,00	5 - 100	35

Kurzzeitererschütterungen			
Schwerlastverkehr	2,50	3 - 50	3
Sonstige baubetriebliche Erschütterungen	3,75	3 - 50	3

Tabelle 9: Übersicht zu erwartender Schwinggeschwindigkeiten (entfernungsabhängig) je nach Anregungsart

Für die Zuordnung der maximalen Schwinggeschwindigkeit am Fundament aus Tabelle 9 werden nachfolgend beispielhafte Erschütterungsmessungen zum Einfluss von Schwerlastverkehr aufgeführt. Die Angabe der Erschütterungsmaxima stützt sich auf verschiedene Messungen des Unterzeichners.

Unter anderem wurden im Zeitraum 05.07. bis 08.10.2013 im Auftrag der Hartsteinwerke Schicker OHG (Steinbruch Stadtsteinach) mit Messgeräten des Typs Syscom MR3000C die durch Schwerlastverkehr erzeugten Erschütterungen bei einem steinbruchnahen Anlieger am Gebäudefundament und im Obergeschoß messtechnisch erfasst. Der Abstand zu einer vornehmlich mit sowohl unbeladenem als auch beladenem Schwerlastverkehr und landwirtschaftlichen Fahrzeugen als Zu- und Abverkehr des Steinbruchs befahrenen Straße betrug dabei etwa 1,5 m (kein Bürgersteig vorhanden). Die Messungen ergaben, dass durch die verschiedenen Einzelereignisse (verursacht durch vorbeifahrende Schwerlastkraftwagen) niemals Schwinggeschwindigkeiten oberhalb von aufgerundet  $V_{imax} = 1,0$  mm/s am Gebäudefundament erreicht wurden. Typische Schwingungsereignisse lagen im Bereich von ca.  $V_{imax} = 0,5$  mm/s.

Die Abbildung 7 zeigt das Immissionsobjekt. Den Abbildungen 8 und Abbildung 9 können die Messergebnisse exemplarisch entnommen werden.



Abbildung 7: Immissionsobjekt in 95346 Stadtsteinach als Beispiel für Erschütterungsmessungen hinsichtlich Einfluss von Schwerlastverkehr auf Gebäude.

Infofern ist die angegebene Obergrenze von  $V_{imax} = 2,5$  mm/s bereits sehr hoch und beinhaltet deutliche Sicherheiten. Daher kann dieser Wert hier als Beurteilungsgrundlage verwendet werden.

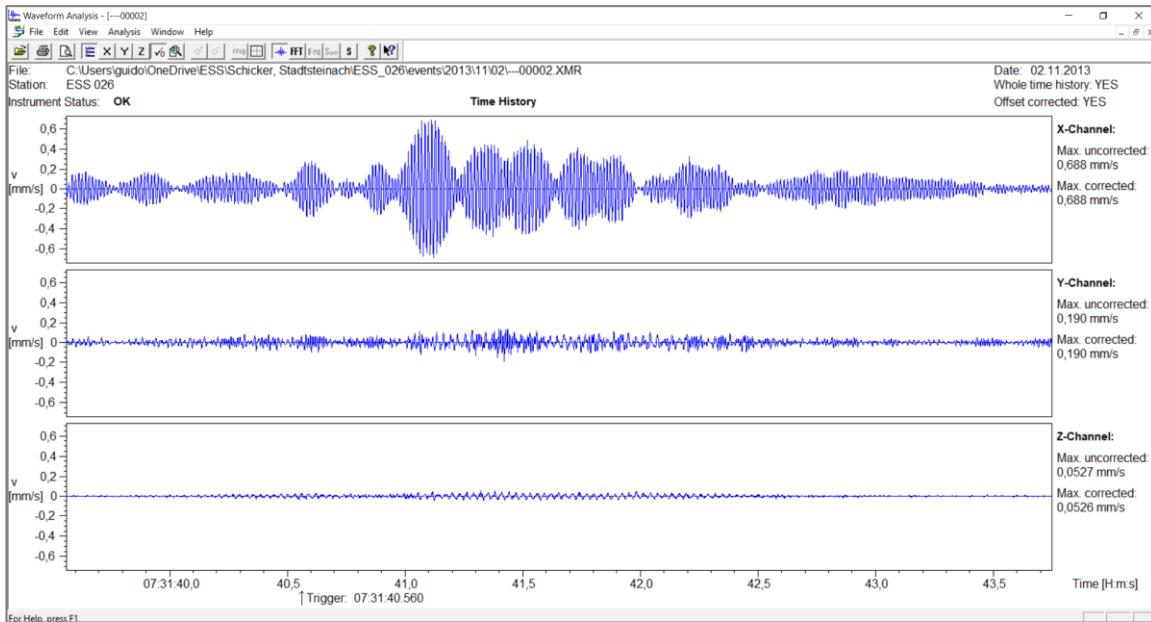


Abbildung 8: Immissionsobjekt in 95346 Stadtsteinach: Einzelereignis eines vorbeifahrenden 40 t LKW's.



Abbildung 9: Immissionsobjekt Bergleshof 3 in 95346 Stadtsteinach: Hintergrundaufzeichnung Messort Gebäudefundament zur Erfassung des Schwerlastverkehrs.

Bei den vom Schwerlastverkehr verursachten Erschütterungen handelt es sich um kurzzeitige Erschütterungen. Resonanzerscheinungen an den nächstgelegenen Immissionsobjekten auch aufgrund z.B. hoher LKW-Frequenz treten erfahrungsgemäß nicht auf.

Es kommt nur in Teilbereichen der drei Bauabschnitte zu einer zeitlichen Überlappung der jeweiligen Bauphasen. Die Abstände der Erschütterungsquellen in den unterschiedlichen Bauabschnitten zueinander sind jedoch so groß, dass Überlagerungen von Erschütterungseinflüssen auszuschließen sind.

Ebenso werden innerhalb der jeweiligen Bauabschnitte keine zeitlichen Überlagerungen von maßgeblichen erschütterungsverursachenden Arbeiten stattfinden, die hier berücksichtigt werden müssten.

### 7.1.1. Erschütterungen aus allgemeinen Baubetrieb

#### Bauabschnitt 1

Im Bauabschnitt 1 östlich der Schaltanlage wird die OWH als naturnahes Gerinne geführt. Zur Herstellung sind überwiegend reine Erdbauarbeiten (Aushub, Geländegestaltung etc.) notwendig. Die entstehenden Erschütterungen zum Beispiel durch Baggerarbeiten, Massenumschläge etc. werden aufgrund der Entfernung zum nächstgelegenen Gebäude IO 01 (Kläranlage) von  $\geq 21$  m nur in einem sehr geringen Ausmaß als kurzzeitige Erschütterungen auf die baulichen Anlagen einwirken. Dauererschütterungen werden durch die vorgesehenen Bauarbeiten nicht entstehen.

Die durchzuführenden allgemeinen Bauarbeiten werden in dieser Abstands situation deutlich unterhalb von  $V_{\text{max}} = 3,75$  mm/s am Gebäudefundament liegen und unterschreiten damit deutlich die Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3 von  $V_{\text{max}} = 20,0$  mm/s ( $< 10$  Hz), da die Kläranlage in die Zeile 1 der Tabelle 2 (entspricht der Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3) eingeordnet werden kann.

Ansonsten befinden sich im Bauabschnitt 1 im für Erschütterungseinwirkungen relevanten Entfernungsbereich keine weiteren schützenswerten Immissionsobjekte. Weitere Maßnahmen wie eine bauliche Beweissicherung von Gebäude- oder Anlagenteilen bzw. Erschütterungsmessungen sind am Immissionsobjekt IO 1 nicht erforderlich.

#### Bauabschnitt 2

Im diesen Bauabschnitt im Bereich der Ortschaft Jochenstein erfolgt der Übergang des naturnahen Gerinnes in eine Betontrogbauweise. Dazu wird die vorhandene Straße „Am Jochenstein“ mittels Baggerarbeiten aufgerissen und der Hohlraum für die Trogbauelemente ausgehoben. Die Trogbauelemente für die OWH selbst werden anschließend mit Ort beton hergestellt. Anschließend wird die Fahrbahn auf dem Troggerinne wieder hergestellt. Die Arbeiten werden abschnittsweise (auf ca. bis zu 50 m Länge) durchgeführt.

Infofern entstehen bis zur Erstellung der Straße nur kurzzeitige Erschütterungs immissionen, verursacht zum Beispiel durch den Einsatz von Radladern, Baggern und Massenumschlag (inklusive fallende Massen).

Lediglich beim Straßenaufbau werden auch Dauererschütterungen durch den Einsatz von zum Beispiel Planieraupen, Grader und Asphaltiergerät erzeugt.

Der Tabelle 10 sind nochmals die minimalen Abstände der nächstgelegenen Immissionsobjekte sowie deren Einordnung in die Tabelle 1 der DIN 4150 Teil 3 zu entnehmen. Die Immissionsprognose bezieht sich auf diese Werte.

Abstände Bauphase	Bezeichnung	Immissions-objekt	Minimaler Abstand (m)	Einordnung in die DIN 4150 Teil 3	kurzzeitige Ersch.		Dauererschütterungen
					LKW Verkehr	allg. Baubetrieb	
Bauvorgänge in den Bauabschnitten 1 bis 3	IO 01	Kläranlage	21	1	20,00	-	
	IO 02	Werkssiedlung 27	24	2	5,00	10,00	
	IO 03	Werkssiedlung 29 und 31	24	2	5,00	10,00	
	IO 04	Werkssiedlung 33 und 35	22	2	5,00	10,00	
	IO 05	Werkssiedlung 37 und 39	22	2	5,00	10,00	
	IO 06	Werkssiedlung 4	2		5,00	10,00	
	IO 07	Am Jochenstein 4	6	2	5,00	10,00	
	IO 08	Am Jochenstein 10	4	2	5,00	10,00	
	IO 09	Am Jochenstein 16	2	2	5,00	10,00	
	IO 10	Kirche, Am Jochenstein 20	35	2	5,00	10,00	
	IO 11	Am Jochenstein 22	35	2	5,00	10,00	
	IO 12	Haus am Strom	10	1	10,00	10,00	
	IO 13	Betriebsgebäude DKJ mit Büros	61	1	10,00	10,00	
	IO 14	Betriebsgebäude DKJ	61	1	5,00	10,00	
Allgemeines Wohngebiet				Schwinggeschwindigkeit heruntergesetzt wegen Obergeschoss			

Tabelle 10: Übersicht zu den Einordnungen der Immissionsobjekte gemäß der DIN 4150 Teil3.

Aufgrund der unterschiedlichen Abstandbedingungen ist es erforderlich, die Immissionsobjekte bezüglich ihrer Immissionssituation separiert zu betrachten.

## IO 02 bis IO 05

Die minimalen Abstände mit > 22 m zum Troggerinne sind sowohl für die entstehenden kurzzeitigen Erschütterungen als auch für die Dauererschütterungen, die in Folge des Straßenaufbaus entstehen, für diese Immissionsobjekte ausreichend groß. Positiv für das Erschütterungsniveau wirkt sich hierfür auch die Dämpfung der Erschütterungsausbreitung im vorhandenen Lockergestein des Untergrunds aus.

Die Anhalts- und Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3 werden aufgrund der Entfernung mit großen Sicherheiten sowohl am Gebäudefundament ( $V_{imax} = < 3,75 \text{ mm/s}$ ) als auch in den Geschossdecken vertikal  $< 20 \text{ mm/s}$  und horizontal  $< 15 \text{ mm/s}$  für kurzzeitige Erschütterungen betragen. Dies ergibt sich aus den Erfahrungswerten der Tabelle 9 und dem angesetzten Überhöhungswert für Wohngebäude von  $\ddot{U} = 4$ .

Die Erschütterungen, die von einem in Summe stundenweisen Einsatz von Planierraupen und Asphaltiergeräten ausgehen und die als Dauererschütterungen gewertet werden können, liegen erfahrungsgemäß noch unterhalb der Erschütterungen, die durch Rammarbeiten verursacht werden. Insofern ist aufgrund der für diese bestimmten Arbeitsvorgänge relativ großen Entfernung davon auszugehen, dass bei einem Überhöhungswert von  $\ddot{U} = 4$  (vertikal) die Anhalts- bzw. Immissionswerte aufgrund des Abstandes von > 22 m von  $V_{imax} = 10 \text{ mm/s}$  (vertikal) in der obersten Deckenebene eingehalten werden. Das schließt auch die Einhaltung des Anhalts- bzw. Immissionswertes von  $V_{imax} = 5 \text{ mm/s}$  (horizontal) mit ein.

Folglich können an diesen Gebäuden keine Schäden, die ursächlich mit den Erschütterungen der Baumaßnahme OWH in Zusammenhang stehen, auftreten.

Bezüglich der Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2 ist zunächst davon auszugehen, dass die Einwirkdauer von Erschütterungen auf jedes dieser Immissionsobjekte < 78 Tage sein wird. Somit ist die Einhaltung eines Anhalts- bzw. Immissionswertes nach DIN 4150 Teil 2 mit Maximalwerten von  $A_0 = IW_0 = 5$  unter Beachtung der entsprechenden  $A_r$ - und  $A_u$ -Kriterien erforderlich. Dieses entspricht im Obergeschoss (Deckenmitte) in etwa einem äquivalenten Schwinggeschwindigkeitswert von  $V_{imax} = 9,0 \text{ mm/s}$  und am Gebäudefundament von  $V_{imax} = 2,25 \text{ mm/s}$ . Entsprechend der Tabelle 9 werden auch diese Werte für die Immissionsobjekte eingehalten. Insofern sind auch eine bauliche Beweissicherung und zusätzliche Erschütterungsmessungen an diesen Gebäuden aus gutachterlicher Sicht nicht erforderlich.

Um auch für diese Gebäude eine geeignete Rückfallebene und Dokumentation zur sicheren Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte zu haben, sollten an dem Gebäude IO 02 so lange DIN-gerechte Erschütterungsmessungen durchgeführt werden. Ist der minimale Abstand von 22 m erreicht und wurden dabei alle erforderlichen Anhalts- bzw. Immissionswerte unterschritten, so ist auch von einer Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte an den anderen Immissionsobjekten entsprechend dieser Abstandssituation auszugehen. Auch für die anderen (vergleichbaren) Immissionsorte gilt die Tatsache, dass sich die Bauarbeiten auf diese Gebäude zu bewegen und somit entsprechend des Baufortschritts größer werden.

## IO 07 bis IO 11

Auch im Bereich von diesen Gebäuden werden die bereits beschriebenen allgemeinen Bauarbeiten durchgeführt, so dass sowohl kurzzeitige Erschütterungen als auch Dauererschütterungen in der Phase der Straßenerstellung entstehen können. Dauererschütterungen werden jedoch aufgrund der nur kurzzeitig durchzuführenden Bauarbeiten nur einige Stunden und keine Tage bzw. Wochen auftreten.

Im Vergleich zur Entfernung zu den Immissionsobjekten IO 02 bis IO 05 ist hier die Entfernung zu den Gebäuden IO 07 bis IO 09 mit höchstens 2 m sehr gering. Der

Anlage 2 (JES-A001-PERM1-A63017-01) ist die Detailsituation OWH im oberen Abschnitt von Jochenstein zu entnehmen.

An diesen drei Gebäuden (das Haus „Am Jochenstein 12“ wird abgerissen, daher ist dieses Gebäude nicht als Immissionsort zu berücksichtigen) ist entsprechend der Tabelle 9 und den Erfahrungen in vergleichbaren Situationen nicht garantiert, dass zu jeder Zeit alle Anhalts- bzw. Immissionswerte sowohl der DIN 4150 Teil 3 als der DIN 4150 Teil 2 eingehalten werden. Dies trifft besonders auf die Immissionsobjekte IO 08 und IO 09 mit Abständen von 4 m und 2 m zu und gegebenenfalls auch auf das Immissionsobjekt IO 07 mit 6 m Entfernung. Während für kurzzeitige Erschütterungen der Anhalts- und Immissionswert von  $V_{imax} = 5,00 \text{ mm/s}$  ( $< 10 \text{ Hz}$ ) am Gebäudefundament und die entsprechenden Anhalts- bzw. Immissionswerte in den Geschosdecken gegebenenfalls noch gerade eingehalten werden können, so sind Überschreitungen für Dauererschütterungen wahrscheinlich. Dies betrifft auch die notwendige Beurteilung nach DIN 4150 Teil 2. Schwinggeschwindigkeiten von mehr als  $V_{imax} = 2,25 \text{ mm/s}$  am Gebäudefundament und damit auch von mehr als  $V_{imax} = 9,00 \text{ mm/s}$  als Näherungswert für den Anhalts- und Immissionswert von  $A_0 = IW_0 = 5$  (bei Einhaltung der entsprechenden  $A_r$ - und  $A_u$ -Kriterien) sind bei diesen Abständen wahrscheinlich. Aufgrund der durchzuführenden allgemeinen Bauarbeiten und der dadurch entstehenden Erschütterungsimmissionen ist davon auszugehen, dass die Einwirkdauer je Gebäude  $< 78 \text{ Tage}$  sein wird. Insofern werden weitere Betrachtungen zur Anwendung der Tabelle 6 (Auszug der Anhalts- bzw. Immissionswerte aus der DIN 4150 Teil 2) nicht durchgeführt.

Aus der Möglichkeit von Immissionswertüberschreitungen folgt, dass zu Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme (Vergleich vorher / nachher) an diesen drei Gebäuden bauliche Beweissicherungen und zusätzlich DIN-gerechte Erschütterungsmessungen durchgeführt werden müssen, um im Eventualfall das Erschütterungsniveau der Bauarbeiten durch Einsatz immissionsreduzierender Maßnahmen senken und Schäden an den Gebäuden verursacht durch die Baumaßnahme vermeiden zu können.

Sofern die Erschütterungsbeeinflussungen entsprechend den Vorgaben der DIN 4150 Teil 2 oberhalb der entsprechenden Anhalts- bzw. Immissionswerte liegen, sollten die erschütterungsintensiven Arbeiten wenn möglich in Zeiten erfolgen, in denen sich die Anwohner nicht in den Gebäuden aufhalten.

Zur Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3 sind bei Überschreitungen umgehend Maßnahmen zur Erschütterungsreduzierung zu treffen, die unter Kapitel 9 beispielhaft erläutert werden. Vorteilhaft für die Immissionsbeurteilung in der Bauphase ist die Tatsache, dass sich die Bauarbeiten diesen Gebäuden annähern und somit der entfernungsbedingte Anstieg des Erschütterungsniveaus genau beobachtet und beurteilt werden sowie ggf. entsprechende Maßnahmen vorbereitet werden können.

Die Immissionsobjekte IO 10 und IO 11 sind mit Abständen  $\geq 35 \text{ m}$  ausreichend weit von der Baumaßnahme entfernt, so dass die Anhalts- bzw. Immissionswerte entsprechend der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sicher eingehalten werden können. Es sind aus gutachterlicher Sicht keine weiteren Maßnahmen im Sinne einer Beweissicherung erforderlich.

### **Bauabschnitt 3**

In diesem Bauabschnitt werden allgemeine Bauarbeiten zur Herstellung des Gerinnes sowie Spundwandrammungen zur Sicherung der Böschungen durchgeführt. Das Immissionsobjekt IO 12 („Haus am Strom“) hat zu den Bauarbeiten einen minimalen Abstand von ca. 10 m. Somit können sowohl kurzzeitige Erschütterungen durch den allgemeinen Baubetrieb als auch Dauererschütterungen, verursacht durch das Spundwandrammen, als Immissionen an diesem Objekt auftreten.

Die Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3 und entsprechend der Tabelle 2 mit Einstufung in die Zeile 1) werden eingehalten, da der Abstand des Gebäudes zu den Bereichen, in denen kurzzeitige Erschütterungsimmissionen u.a. durch Bagger-

arbeiten oder fallende Massen hervorgerufen werden, ausreichend groß ist. Gemäß den Erfahrungen bzw. den Werten der Tabelle 9 sinken die durch die Bautätigkeit erzeugten kurzzeitigen Erschütterungen nach ca. 3 m Abstand auf einen Wert unterhalb von  $V_{imax} = 3,75 \text{ mm/s}$  am Gebäudefundament ab. Insofern wird der zulässige Anhalts- bzw. Immissionswert von  $V_{imax} = 20 \text{ mm/s}$  ( $< 10 \text{ Hz}$ ) am Gebäudefundament deutlich unterschritten.

Geht man von einem Überhöhungswert von  $\ddot{U} = 2$  für dieses massiv gebaute Gebäude aus, so wird ein Schwinggeschwindigkeitswert von  $V_{imax} = 10 \text{ mm/s}$  am Gebäudefundament unterschritten. Auch die zulässigen Werte in den Geschossdecken von  $V_{imax} = 40 \text{ mm/s}$  (horizontal) und  $V_{imax} = 20 \text{ mm/s}$  (vertikal) können deutlich eingehalten werden.

Der Abstand zu den Arbeiten zum Spundwandrammen werden in einem minimalen Abstand durchgeführt, bei dem Überschreitungen der Anhalts- bzw. Immissionswerte für Dauererschütterungen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Es erscheint möglich, dass am Gebäudefundament eine maximale Schwingungsanregung von ca.  $V_{imax} = 5 \text{ mm/s}$  in das Gebäude eingetragen wird und somit die obersten Deckenebenen mit Schwinggeschwindigkeiten von mehr als  $V_{imax} = 10 \text{ mm/s}$  (bezogen auf alle drei Raumebenen) angeregt werden. Exemplarische Messungen zu Spundwandrammungen (vgl. Bericht „Erschütterungsmessungen Jochenstein – Spundung 110 kV Korridorkabel“, JES-A001-IFBE1-B30383-00) im Bereich des Talbodens Jochenstein haben in ca. 63 m Entfernung vom Emissionsort (Rammgerät) eine maximale Schwinggeschwindigkeit von  $V_{imax} = 2,231 \text{ mm/s}$  ergeben, allerdings auf einem Wurzelstock und nicht an einem Gebäudefundament. Bei den durchgeführten Messungen wurde zudem auf Fels in ca. 100 m Entfernung vom Rammgerät eine maximale Schwinggeschwindigkeit von  $V_{imax} = 0,3 \text{ mm/s}$  gemessen. Betrachtet man die erwähnten Kennwerte mit dem „relativen Radius“ der Tabelle 9, so wird deren Plausibilität (hier für die Emissionsart „Ramme Einrütteln“) deutlich.

Diese Ergebnisse zeigen, dass am Immissionsort IO 12

- eine bauliche Beweissicherung vor Aufnahme der Spundwandarbeiten und nach Abschluss aller Bauarbeiten mit einem Vergleich vorher / nachher,
- für die Spundwandrammungen im Nahbereich ( $< 20 \text{ m}$ ) zudem ein DIN-gerechtes Erschütterungsmonitoring und
- die Umsetzung eines Maßnahmenkatalogs zur Erschütterungsminimierung im Worst-Case-Fall

erforderlich sind.

Durch das erwähnte Erschütterungsmonitoring lässt sich auch eine Beurteilung der Messwerte in Bezug zu den Anhalts- bzw. Immissionswerten der DIN 4150 Teil 2 durchführen. Es ist zu erwarten, dass im Nahbereich der Spundwandrammungen und bei Erreichen von Schwinggeschwindigkeiten im Bereich von  $V_{imax} = 10 \text{ mm/s}$  in der Deckenebene der Anhalts- und Immissionswert von  $A_0=IW_0=5$ , nach DIN 4150 Teil 2 gültig für Baustellen, überschritten wird. Bei den Messungen liegt eine Überschreitung nur dann vor, wenn auch die Einhaltung der entsprechenden  $A_r$ - und  $A_u$ -Kriterien nicht erfolgt. Die Einwirkdauer auf den Immissionsort wird wiederum  $< 78 \text{ Tage}$  sein, so dass sich weitergehende Betrachtungen erübrigen.

Im Fall von Überschreitungen der Anhalts- bzw. Immissionswerte bei Dauererschütterungen (DIN 4150 Teil 3) können Änderungen der Schlagfrequenz am Rammgerät zu Erschütterungsreduzierungen führen.

Sollten die Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 2 nach dieser Maßnahme zur Reduzierung der Erschütterungen immer noch nicht eingehalten werden, so sollten die Rammarbeiten in Zeiträumen durchgeführt werden, in denen sich keine Menschen dauerhaft im Gebäude aufhalten. Die Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3 zur Vermeidung von Gebäudeschäden muss weiterhin in den gewählten Zeiträumen ( $<$  und  $> 78 \text{ Tagen}$ ) gegeben sein.

### 7.1.2. Erschütterungen durch Schwerlastverkehr

Aufgrund der Massentransporte während der Bauphase werden vorhandene Straßen (wie die PA 51 – Straße am Kraftwerk Jochenstein – und teilweise die Straße „Am Jochenstein“) häufiger vom Schwerlastverkehr frequentiert. Die in der Anlage 1 blau dargestellten Entfernungen zu den nächstgelegenen Immissionsobjekten gehen auch aus der Tabelle 10 (vgl. Punkt 7) hervor.

So ist auf Grundlage des in Tabelle 9 angegebenen „relativen Radius“ von  $< 3$  m für vom Schwerlastverkehr verursachte kurzzeitige Erschütterungen (mit maximaler Schwinggeschwindigkeit  $V_{imax} = 2,5$  mm/s) bei allen Immissionsobjekten  $> 3$  m Abstand von der Einhaltung der Anhalts- und Immissionswerte auszugehen.

Außer IO 06 sind alle Objekte weiter als 3 m von den Transportstrecken entfernt. Somit kann für diese von einer gesicherten Einhaltung der geltenden Anhalts- und Immissionswerte ausgegangen werden.

Für den IO 06 ist dies nicht mit Sicherheit zu prognostizieren. Somit wird empfohlen, am Immissionsobjekt IO 06 (Werksiedlung 4) exemplarische DIN-gerechte Erschütterungsmessungen durchzuführen. Das Wohngebäude hat zur Straße einen minimalen Abstand von ca. 2 m. Eine Vorbelastung durch Schwerlastverkehr (wie zum Beispiel an der PA 51) ist dort nicht vorhanden.

Der Nachweis hierzu sollte anhand entsprechender Messdaten erfolgen, wobei die Überprüfung des Immissions- bzw. Anhaltswertes von  $A_0=IW_0=5$  mit den  $A_r$  bzw.  $A_u$  – Kriterien für Baustellen für die jeweils anzuwendende Einwirkungsdauer ( $< 78$  Tage;  $> 78$  Tage) mit berücksichtigt werden muss.

Es wird für ausreichend erachtet, repräsentative Messungen während eines Tages durchzuführen.

## 7.2. Betriebsphase

Durch den Regelbetrieb der Organismenwanderhilfe werden keine technischen Erschütterungsemisionen erzeugt (vgl. Kapitel 4.3). Aufgrund des natürlichen Abflusses des durchströmenden Wassers werden ebenso keine relevanten Erschütterungen hervorgerufen.

Bei gegebenenfalls nötigen Wartungsarbeiten (nach z.B. größeren Hochwassereignissen) kann kurzzeitig und lokal der Einsatz von Baumaschinen wie z.B. Bagger erforderlich sein, um das Gerinne von Verlegungen zu befreien. Hier können gegebenenfalls vereinzelte lokal begrenzte kurzzeitige Erschütterungen emittiert werden. Da diese Wartungs- und auch Reparaturarbeiten nicht planbar sind und diese auf einen sehr kurzen Zeitraum begrenzt sind, müssen hierzu keine weiteren Bewertungen durchgeführt werden.

Aufgrund der beschriebenen möglichen Emissionen während des Betriebs der OWH sind keine dauerhaft relevanten Immissionen im Umfeld zu erwarten und damit keine negativen Auswirkungen erschütterungstechnischer Art abzuleiten. Die Abstands-situation geht aus der Anlage 3 hervor.

## 8. Kumulationswirkungen

### 8.1. Kumulationswirkung mit dem Vorhaben Energiespeicher Riedl (ES-R)

Im geplanten Umsetzungszeitraum des Vorhabens „Organismenwanderhilfe Kraftwerk Jochenstein“ (OWH) ist im selben Gebiet das unabhängige Vorhaben „Energiespeicher Riedl“ (ES-R) geplant. Aufgrund der teilweise zeitlichen und räumlichen Überschneidung der Vorhaben wird bei der Auswirkungsbeurteilung der OWH eine mögliche kumulative Wirkung durch das Vorhaben ES-R und die erzeugten Erschütterungsemisionen/-immissionen betrachtet.

### **8.1.1. Anlagenbeschreibung Energiespeicher Riedl (ES-R)**

Im 1952 vereinbarten Regierungsabkommen der Regierungen der Bundesrepublik Deutschland, des Freistaates Bayern und der Republik Österreich zur Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) wurde der Bau und die möglichst wirtschaftliche Nutzung der Kraftwerksanlage Jochenstein an der Grenzstrecke der Donau vereinbart. Zu den im Regierungsübereinkommen genannten Kraftwerksanlagen zählt auch ein Pumpspeicherwerk, dessen Errichtung bis heute nicht erfolgte.

Durch die derzeit herrschenden Rahmenbedingungen in der Europäischen Energiewirtschaft mit dem Willen, erneuerbare Energieträger nachhaltig in die Energieaufbringung mit einzubeziehen und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit, die erzeugte Energie aus volatilen Energieträgern (Wind, Photovoltaik) zu speichern, bedingen eine steigende Nachfrage nach Energiespeichern. Dabei stellen Pumpspeicherkraftwerke die mit Abstand effizienteste und nachhaltigste Möglichkeit zur Speicherung von Energie dar.

Das Vorhaben ES-R der Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) umfasst die Errichtung und den Betrieb des Energiespeicher Riedl (ES-R). Vorhabensbestandteile sind alle notwendigen Einrichtungen, welche zusätzlich zu den bestehenden Anlagen des Laufwasserkraftwerkes für den Bau und den Betrieb erforderlich sind.

Geografisch liegt das Vorhaben nahe der bestehenden Wasserkraftwerksanlage Jochenstein, rd. 24 km stromabwärts von Passau im Markt Untergriesbach im Landkreis Passau/Bayern.

Das Wasser für die neue Anlage wird der Donau aus dem Stauraum Jochenstein am rechten Ufer des Trenndamms der bestehenden Laufwasserstufe über ein Ein-/Auslaufbauwerk sowohl entnommen als auch zurückgegeben, Abbildung . Ein neu errichteter Speichersee, welcher in der "Riedler Mulde" südwestlich der Ortschaft Gottsdorf und nördlich der Ortschaft Riedl vorgesehen ist, wird als Oberbecken verwendet. Die beiden Wasserkörper werden durch Stollen zu einer Kraftstation, die als Schachtbauwerk im Talbodenbereich von Jochenstein ausgeführt wird, verbunden. Dort befinden sich die beiden Pumpen und Turbinen (Abbildung ). Die erzeugte elektrische Energie wird in einem unterirdischen Kabelkanal in die bestehende Schaltanlage des Kraftwerkes Jochenstein eingespeist. Alle Anlagenteile des Energiespeicher Riedl befinden sich auf deutschem Staatsgebiet.

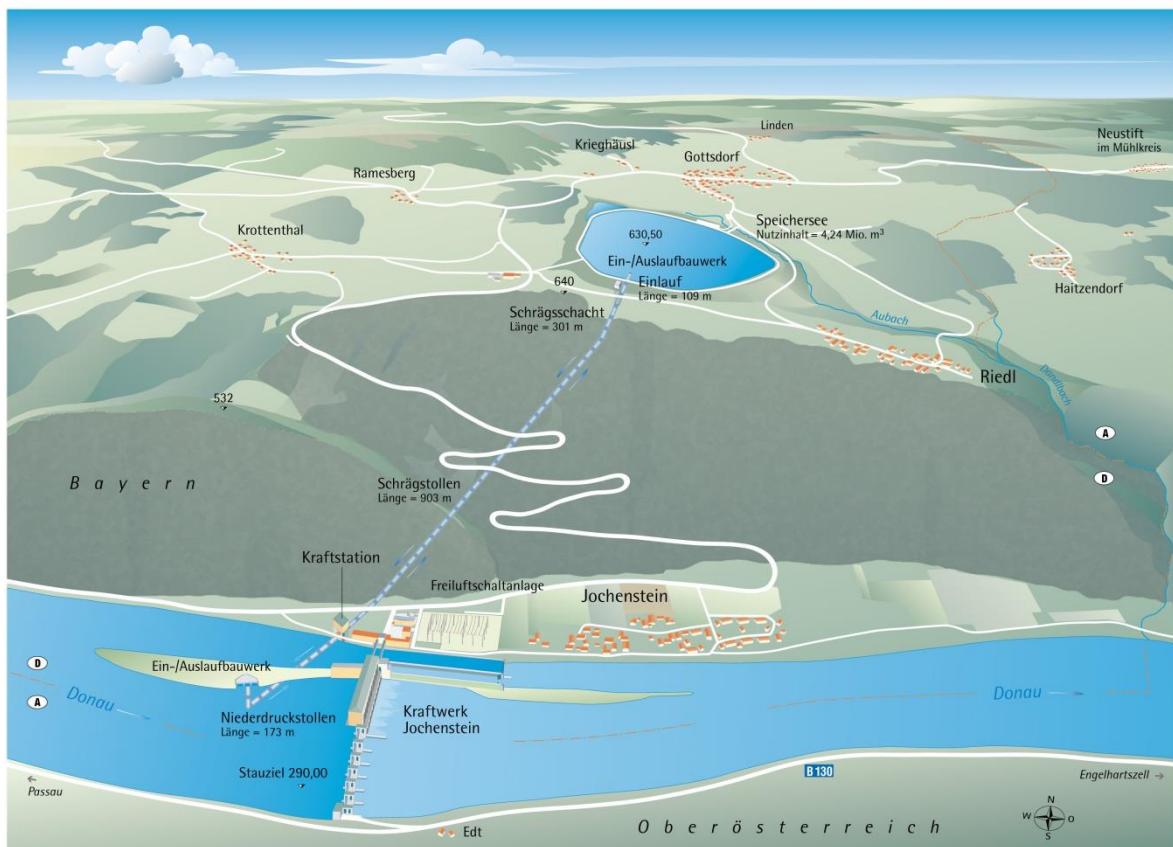


Abbildung 10: Projektübersicht

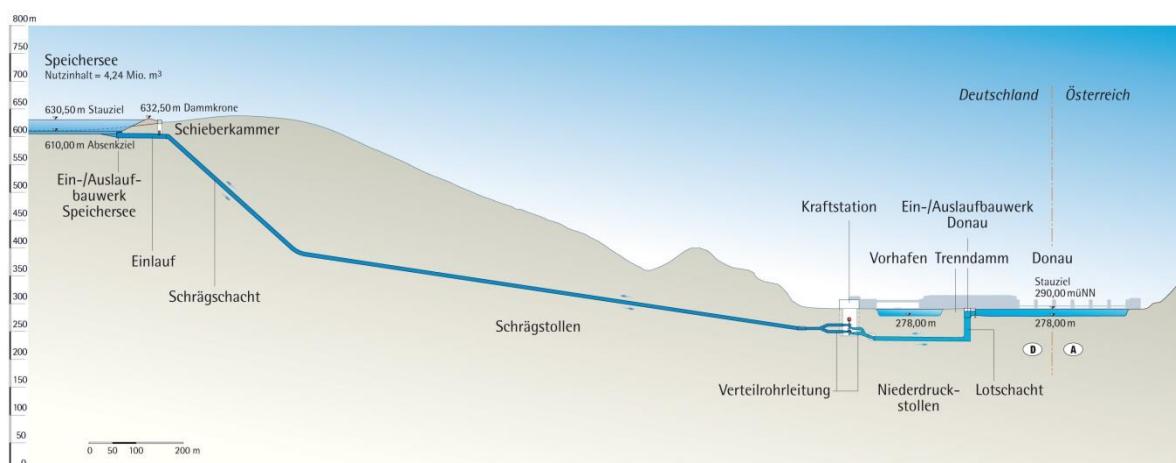


Abbildung 11: Systemlängsschnitt durch Triebwasserweg

Das Projekt Energiespeicher Riedl besteht im Wesentlichen aus folgenden Neuanlagen:

- Speichersee (Oberbecken)
- Hochdruckseitige Triebwasserführung bestehend aus
  - Ein- und Auslaufbauwerk Speichersee
  - Schrägschacht und Schrägstollen
  - Verteilrohrleitungen
- Kraftstation bestehend aus
  - Maschinenschacht
  - Krafthausgebäude
  - Kabelkanal und Energieableitung
  - Zufahrt

- Niederdruckseitige Triebwasserführung bestehend aus
  - Verteilrohrleitungen
  - Niederdruckstollen
  - Übergangsbauwerk (Lotschacht)
  - Verbindungsstollen
  - Ein- und Auslaufbauwerk Donau
- Brücke über die Schleusenunterhäupter
- Zwischenlagerflächen
- Vorübergehende Einrichtungen zur Baustromversorgung und Bauabwicklung

Der Energiespeicher Riedl als hydraulisches Pumpspeicherkraftwerk mit einer Leistung von maximal 300 Megawatt in Turbinen- oder Pumpbetrieb ist mit seinem Speicher- nutzinhalt von 4,24 Mio. m<sup>3</sup> in der Lage, über längere Perioden überschüssige Energie aus dem Netz zu speichern und diese bei Bedarf über längere Zeiträume hinweg bereitzustellen.

Das maschinelle Konzept des Energiespeicher Riedl als voll regelbares Pump- speicherkraftwerk ermöglicht es mit den beiden Maschinensätzen, sowohl im Turbinen- als auch im Pumpbetrieb mit variabler Leistung auf kurzfristige Schwankungen des Leistungsgleichgewichtes im Stromnetz zu reagieren und flexibel Regelleistung bereitzustellen.

Wesentliche, für den Betrieb des Energiespeicher Riedl erforderliche Anlagen, sind bereits vorhanden und werden im Rahmen bestehender Genehmigungen mitbenutzt. Das ist vor allem die Freiluftschaltanlage Jochenstein, wo die Energieeinleitung erfolgt.

Der Betrieb des Energiespeicher Riedl erfolgt vollautomatisch, ferngesteuert und fernüberwacht. Die Neuanlage ist für den unbesetzten Betrieb konzipiert und wird in das bestehende Fernsteuerungs- und Fernüberwachungssystem der Donaukraftwerk Jochenstein AG eingebunden. Die Betriebsführung und Überwachung erfolgt von der übergeordneten Zentralwarte der mit dem Betrieb beauftragten Grenzkraftwerke GmbH (GKW). Die Zentralwarte ist rund um die Uhr besetzt. Sämtliche Aufgaben des täglichen Betriebes werden von qualifiziertem Betriebspersonal vor Ort wahrgenommen. Außerhalb der Normalarbeitszeit stehen lokale Bereitschaftsdienste für die Entstörung zur Verfügung.

Für das Vorhaben Energiespeicher Riedl sind im Wesentlichen zwei Hauptabgrenzungen zu bestehenden Kraftwerksanlagen bzw. zum Übertragungsnetz gegeben:

- 1) Ein-/Auslaufbauwerk Donau <> Donau
- 2) Energieableitung <> Netzanbindung in Freiluftschaltanlage Jochenstein

Um die durch das Projekt Energiespeicher Riedl auftretenden, kurzfristigen Wasserspiegelschwankungen im Stauraum Jochenstein hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen zu vermeiden, werden gewässerökologische Maßnahmen umgesetzt. Die gewässerökologischen Maßnahmen (GÖM) werden in zwei Kategorien unterteilt:

- Gewässerökologische Maßnahmen - Schaffung hochwertiger Uferstrukturen
- Gewässerökologische Maßnahmen - Adaptierung bestehender Biotope

#### **8.1.1.1. Bauphase ES-R**

In der Bauphase zum ES-R entstehen Immissionen infolge allgemeiner Bauarbeiten, Sprengarbeiten und zusätzlich zur Grundbelastung auf einigen wenigen Straßen durch vermehrten Schwerlastverkehr. Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen erfolgt auch bei diesem Projekt nach den Beurteilungskriterien der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sowie der LAI-Richtlinie. Da es keinerlei Überschneidungen im zeitlichen Bauablauf für relevante erschütterungsverursachende Arbeiten der beiden unabhängigen Projekte gibt, wird auf die Bauphase des ES-R im Detail nicht weiter eingegangen.

### 8.1.1.2. Betriebsphase ES-R

In der Betriebsphase des ES-R werden nur geringe (entfernungsabhängige) Erschütterungsimmissionen im Umfeld der Kraftstation erzeugt werden. Dies kann anhand von verschiedenen Messungen unterschiedlicher Betriebsszenarien an vergleichbaren Kraftwerken (an Stelle von rechnerischen Prognosen, die sich wegen hoher Unsicherheiten nicht anbieten) nachgewiesen werden. Somit können Überschreitungen der Anhalts- bzw. Immissionswerte der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sowohl für die Dauererschütterungen des stationären Kraftwerkbetriebs als auch für kurzzeitige Erschütterungen der Anfahr- und Übergangsbetriebszustände für die nächstgelegenen Objekte und auch für weiter entferne Wohngebäude wie z. B. das IO 09 in ca. 360 m Entfernung) ausgeschlossen werden.

Im Bereich Speichersee werden hinsichtlich Erschütterungen keine relevanten Emissionen bzw. Immissionen durch den Betrieb erzeugt.

Aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens in der Betriebsphase (Wartungs- und Kontrollfahrten) ist von keiner relevanten Änderung der Bestandssituation bezüglich des Verkehrsaufkommens auszugehen. Die Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 (Teil 2 und Teil 3) an den jeweils nächstgelegenen Immissionsobjekten ist sichergestellt.

### 8.1.2. Kumulation Bauphase

Anlagenbezug:

Anlage	Kapitel	File Name	Ordner Nr.	Register
VERKEHRSAUFGKOMMEN - KUMULATIVE BETRACHTUNG		JES-A001-VHBH3-B30396-00	7	TA 2.4

Die Abstandssituation geht aus der Anlage 4 hervor.

Aufgrund der teilweise zeitlichen und räumlichen Überschneidung der Vorhaben wird bei der Auswirkungsbeurteilung der OWH eine mögliche kumulative Wirkung durch das Vorhaben ES-R und die erzeugten Erschütterungsemissionen/-immissionen betrachtet. Die Arbeiten zur OWH können sich mit den Arbeiten zum ES-R frühestens ab dem 32. Baumanat überschneiden (Beginn der Bauarbeiten für die OWH im östlichen Bauabschnitt 1).

Baubedingte Kumulationswirkungen hinsichtlich Erschütterungen durch Bauaktivitäten beim Vorhaben ES-R im Bereich „Speichersee“ können mit der Baumaßnahme OWH am Talboden von Jochenstein aufgrund aufgrund der räumlichen Trennung ausgeschlossen werden.

Im Bereich Talboden werden zu Beginn der Arbeiten an der OWH die erschütterungsrelevanten Arbeiten zum ES-R (z.B. Aushub- / Ausbrucharbeiten zur Kraftstation bzw. für die Stollen inklusive Sprengarbeiten) bereits abgeschlossen sein. Der Betonbau der Kraftstation, die Verlegung von hochdruck- und niederdruckseitigen Verteilrohrleitungen und dessen Hinterbetonierung finden bis zu dem Baumanat 31 statt. Ab Baumanat 32 finden als wesentliche Arbeiten im Talboden nur mehr der Innenausbau der Kraftstation, Montage der hydroelektrischen Anlagen sowie der Betonbau des Einlaufbauwerks Donau statt.

Erschütterungsrelevante Arbeiten beim Projekt OWH finden erst in den folgenden Baumanaten statt:

1. Bauabschnitt: BJ 3 BM 7 – BJ 4 BM 4, Bereich Auslauf bis Jochenstein
2. Bauabschnitt: BJ 3 BM 10 – BJ 4 BM 5, Bereich Jochenstein
3. Bauabschnitt: BJ 4 BM 2 - BJ 4 BM 12, Bereich Jochenstein bis Einlauf

Zusätzlich können aufgrund einer Mindestentfernung von ca. 1,25 km der in diesem Zeitraum relevanten Baubereiche von ES-R und OWH zueinander und des Terminprogramms keine Überschneidungen erschütterungsrelevanter Arbeiten auftreten.

Folglich sind erschütterungstechnische Überlagerungen jeglicher Art zwischen den beiden Vorhaben definitiv auszuschließen.

Aus dem im Anlagenbezug angeführten Dokument zum Verkehrsaufkommen ist ersichtlich, dass der interne Baustellenverkehr für den ES-R im Baufeld Donau (Abschnitt F des ES-R) sich mit dem internen Baustellenverkehr für die OWH (Abschnitt C der OWH) überschneiden kann. Es kann somit eine geringfügige Erhöhung der internen Transportfahrten auf der PA 51 im Bereich Jochenstein nicht ausgeschlossen werden. Eine relevante Überlagerung der Verkehrsströme ist aufgrund des geplanten Bauablaufes jedoch nicht zu erwarten, zumal die überwiegenden Erdmassenbewegungen mittels Schubleichter über die Donau erfolgen. Nennenswerter Schwerlastverkehr auf der PA 51 ist nur im Rahmen des Projekts OWH und nicht im Rahmen des Projekts ES-R zu erwarten.

Zu einer möglichen baubezogenen Verkehrsüberlagerung der Vorhaben ES-R und OWH kann es auf der PA 51 im Bereich von Jochenstein ab dem Baumanat 31 kommen. Dem Vorhaben ES-R sind maximal 1 LKW und dem Vorhaben OWH maximal 11 LKW je Tag zuzurechnen. Das durchschnittliche Verkehrsaufkommen während der Bauphase ES-R liegt somit bei 1095 Kfz/24h und während der Bauphase OWH bei 1097 Kfz/24h. Aufgrund des geringen baubezogenen LKW-Verkehrs von maximal 12 LKW je Tag und der Tatsache, dass es sich beim Schwerlastverkehr um Einzelereignisse kurzer Dauer handelt, ist mit keiner relevanten Zunahme der Erschütterungsimmissionen zu rechnen.

Somit ist in der kumulativen Betrachtung der jeweiligen Bauphasen von OWH und ES-R eine Überlagerung und folglich eine Verstärkung von baubedingten Erschütterungen auszuschließen. Die gültigen Anhalts- bzw. Immissionswerte für Erschütterungen der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sowie die Ausführungen der LAI-Richtlinie werden weiterhin eingehalten.

### 8.1.3. Kumulationen Betriebsphase

Die Abstandssituation geht aus der Anlage 5 hervor.

In der Betriebsphase der OWH werden grundsätzlich keinerlei relevante Erschütterungen emittiert. Zudem sind auch aufgrund der überwiegenden örtlichen Trennung der Vorhaben sowie der vernachlässigbaren Größenordnung der betrieblichen Erschütterungen des ES-R kumulative Auswirkungen vernachlässigbar.

## 8.2. Kumulationswirkungen mit der Freiluftschaltanlage

Anlage	Kapitel	File Name	Ordner Nr.	Register
Technische Beschreibung Freiluftschaltanlage	-	JES-A001-ILFC1- B60424-00	-	-

Die bestehende Freiluftschaltanlage soll während des laufenden Betriebs um zwei Schaltfelder erweitert werden. Die Arbeiten sollen parallel während der Bauphase zur OWH erfolgen. Die Erweiterung bedarf eines separaten immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens. Lage und Zuwegung können der Abbildung 10 entnommen werden.



Abbildung 10: Schaltanlage Baufeld mit Erschließung, Lageplanausschnitt

### 8.2.1. Kumulation Bauphase

In der Bauphase sind folgende Arbeiten vorgesehen:

- Abtrag und Zwischenlagerung Oberboden
- Abbau Stahlbau und elektrische Ausrüstung
- Aushub und Zwischenlagerung Oberboden
- Abbruch und Entsorgung Betonfundamente
- Lieferung und Einbau der Fertigteilfundamente
- Lieferung und Einbau von unbewehrtem Beton / Magerbeton
- Einbau Boden, Wiederverfüllung
- Neubau Stahlbau und elektrische Ausrüstung
- Installation E- und Leittechnik
- Einbau Oberboden

Als Baugeräte kommen im Wesentlichen Asphaltiergerät, Glattradwalze, LKW bzw. LKW mit Kran, Klein- und Hydraulikbagger, Radlader/Stapler und Abbauhammer zum Einsatz. Der Baustellenverlehr wird über die KR PA 51 erfolgen.

Aufgrund der räumlichen Distanzen und der gegenüber den Emissionen durch die Baustelle OWH und ES-R geringen Intensitäten der Arbeiten an der Freiluftschaltanlage können Überlagerung von Erschütterungsemissionen durch die Parallelität der Vorhaben ausgeschlossen werden.

Somit ist in der kumulativen Betrachtung der jeweiligen Bauphasen des ES-R und der OWH eine Überlagerung und folgliche Verstärkung von Erschütterungen und deren Auswirkungen auszuschließen. Die gültigen Anhalts- bzw. Immissionswerte für Erschütterungen der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sowie die Ausführungen der LAI-Richtlinie werden weiterhin eingehalten.

### **8.2.2. Kumulation Betriebsphase**

Vom Betrieb der Freiluftschanlage werden keine Erschütterungen emittiert, es entstehen keine kumulativen Wirkungen.

## **9. Schutzkonzept**

### **9.1. Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen**

Zum Schutzkonzept gehört eine qualifizierte Vorbereitung des Baubetriebs, gekennzeichnet durch

- eine geeignete Auswahl der Arbeitskomponenten (z.B. der eingesetzten Gerätschaften) mit Fokus auf die Vermeidung von hohen Erschütterungen bzw. mit Freiheitsgraden zur Verminderung von Erschütterungen,
- eine geeignete Schulung des Personals zum für die jeweiligen Situationen angemessenen Umgang mit den Gerätschaften bzw. den jeweiligen Arbeitsprozessen,
- eine geeignete Sensibilisierung des Personals zur Vermeidung von Erschütterungen im allgemeinen Baubetrieb (z.B. Herunterknallen der Radladerschaufel etc.) bzw. zur Vermeidung von erschütterungsstarken Arbeiten zu Tageszeiten, die als besonders sensibel für Anlieger gelten können (z.B. die Mittagszeit).

Entscheidend ist zudem, dass in Situationen, in denen hohe Erschütterungssimmissionen zu erwarten sind, auch geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Erschütterungen vorgesehen sind und kurzfristig umgesetzt werden können.

Bei dem Einsatz von Vibrationsrammen können Erschütterungssimmissionen zum Beispiel durch die Verwendung einer geeigneteren Vibrationsfrequenz und bei Schwerlastverkehr im Nahbereich von Gebäuden zum Beispiel durch die Verringerung der Fahrgeschwindigkeit reduziert werden.

Das nachfolgend erläuterte Beweissicherungs- und Monitoringkonzept dient zunächst auch zur Ermittlung des Ist-Zustandes der Erschütterungssimmissionen bzw. der Bausubstanz der jeweiligen Objekte. Bei Annäherung an die Anhalts- bzw. Immissionswerte zu > 75 % sollten Maßnahmen, wie vorab beispielhaft beschrieben, zur Erschütterungsminimierung erfolgen, die eine gesicherte Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte gewährleisten.

### **9.2. Beweissicherung und Monitoring**

Verschiedene Beweissicherungen sind nur für die Stadien vor und während der Bauphase zu empfehlen und müssen nach dem Stand der Technik umgesetzt werden.

Bauliche Beweissicherungen und Erschütterungsmessungen sollten an folgenden Gebäuden durchgeführt werden, die jeweils die nächstgelegenen zu den Erschütterungsemisionen darstellen:

Beweissicherung Bauphase	Bezeich- nung	Immissions- objekt	Minimaler Abstand (m)		Beweis- sicherung erforderlich	Erschütterungs- messungen erforderlich
			LKW Verkehr	allg. Baubetrieb		
Bauvorgänge in den Bauabschnitten 1 bis 3	IO 01	Kläranlage		21	nein	nein
	IO 02	Werkssiedlung 27		24	nein	nein
	IO 03	Werkssiedlung 29 und 31		24	nein	nein
	IO 04	Werkssiedlung 33 und 35		22	nein	nein
	IO 05	Werkssiedlung 37 und 39		22	nein	nein
	IO 06	Werkssiedlung 4	2		nein	ja, exemplarisch
	IO 07	Am Jochenstein 4		6	ja	ja
	IO 08	Am Jochenstein 10		4	ja	ja
	IO 09	Am Jochenstein 16		2	ja	ja
	IO 10	Kirche, Am Jochenstein 20		35		
	IO 11	Am Jochenstein 22		35		
	IO 12	Haus am Strom	10	10	ja	ja
	IO 13	Betriebsgebäude DKJ mit Büros		61		
	IO 14	Betriebsgebäude DKJ		61		

Tabelle 11: Übersichtstabelle zur Beweissicherung und Erschütterungsmessungen

In der Tabelle 11 wurden nochmals beispielhaft die Entfernungen zu den nächstgelegenen Immissionsorten für die Bauphase aufgeführt. Die auftretenden Erschütterungen werden bei der Umsetzung des Vorhabens sowohl durch allgemeinen Baubetrieb als auch durch Schwerlastverkehr verursacht.

Da die Vorbelastung an Schwerlastverkehr für das Immissionsobjekt IO 06 (Werksiedlung 4) nicht vorhanden bis gering ist, sollten dort wegen des geringen Abstandes zu der Straße „Am Jochenstein“ und des in der Bauphase aufkommenden Schwerlastverkehrs exemplarische DIN-gerechte Erschütterungsmessungen durchgeführt werden. Es wird fürausreichend erachtet, repräsentative Messungen während eines Tages mit hohem Transportaufkommen durchzuführen, um die Einhaltung des entsprechenden Immissions- bzw. Anhaltswertes nachzuweisen bzw. zu überprüfen. Erreichen die Messwerte annähernd die geltenden Anhalts- und Immissionswerte, ist die Messdauer geeignet zu verlängern. Da eine Überschreitung der Anhaltswerte gemäß der DIN 4150 Teil 3 nicht zu erwarten ist, besteht auch keine Notwendigkeit einer baulichen Beweissicherung für dieses oder weiter entfernte Gebäude.

Einen Teil der Beweissicherung stellen Erschütterungsmessungen nach DIN 4150 (Teil 2 und Teil 3) sowie nach DIN 45669 (Teil 2) dar, um die Ausführungen der jeweiligen Immissionsprognose in der Bauphase bestätigen zu können. Dabei ist es empfehlenswert, an den jeweils zu den Verursacherquellen nächstgelegenen schützenswerten Objekten DIN-gerechte Erschütterungsmessungen als Zusatz zu den baulichen Beweissicherungen durchzuführen. Durch die Erschütterungsmessungen soll die Einhaltung der jeweiligen Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 3 sowie gegebenenfalls (sofern sich dauerhaft Menschen in Gebäuden aufhalten) auch nach DIN 4150 Teil 2 dokumentiert werden.

Sofern sich die entsprechenden Anhalts- bzw. Immissionswerte nicht einhalten lassen (wovon im gegenständlichen Gutachten aufgrund der Erläuterungen bzw. bei Anwendung der verschiedenen Empfehlungen nicht ausgegangen wird), müssen geeignete Maßnahmen zur Immissionsreduzierung und zur Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte getroffen werden. Einzig die Spundwandrammungen im Nahbereich zum Immissionsort IO 12 („Haus am Strom“) können aus gutachterlicher Sicht in dem Gebäude zu Erschütterungen führen, die im oberen Wertebereich der zulässigen Anhalts- bzw. Immissionswerte, so dass leichte Überschreitungen nicht ganz auszuschließen sind.

Die Erschütterungsmessungen selbst müssen nach DIN 45669 (Teil 2, Messverfahren) zur Beurteilung der jeweiligen Anhalts- und Immissionswerte sorgfältig durchgeführt werden. Die Instrumentierungen sollten aus Beweissicherungsgründen entsprechend dokumentiert werden

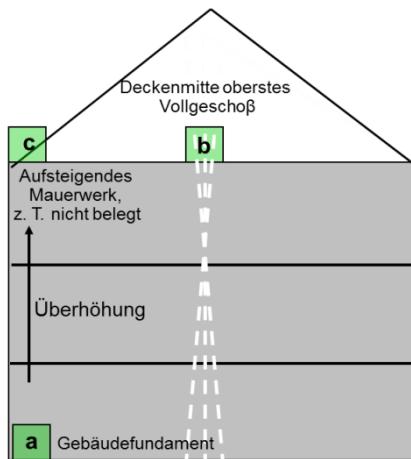


Abbildung 11: Beispiel für eine Instrumentierung eines Wohngebäude nach DIN 45669

Die DIN-konformen Messorte zur Ermittlung der Anhalts- bzw. Immissionswerte nach DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sind exemplarisch in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, hier für ein Wohnhaus, dargestellt. Zur Beurteilung der Erschütterungen an den Geschossdecken sind zumindest zwei Messgeräte an den Messorten b und c erforderlich. Die Fundamentmessungen sollten zusätzlich auch am Messort a durchgeführt werden, damit ein Gesamtbild zur Beurteilung der Gebäudeanregung entsteht.

Dabei sollten die digitalen Erschütterungsmessgeräte mit adäquaten Warn- und Alarmwerten in Bezug zu den jeweiligen Anhalts- bzw. Immissionswerten eingestellt werden. Bei Überschreitungen (zunächst der Warnschwellen, z.B. 50 % bzw. 75 % des jeweiligen Anhalts- bzw. Immissionswertes) sollten die jeweiligen Verantwortlichen informiert werden, um gegebenenfalls Maßnahmen treffen zu können. Zusätzlich kann es hilfreich sein, eine dauerhafte Hintergrundaufzeichnung (Background Recording) durchzuführen, damit die dynamischen Anregungen des Gebäudes (inkl. Fremdeignisse) jederzeit nachvollzogen werden können.

In der Betriebsphase sind keine Erschütterungen aus dem Betrieb der OWH bzw. den Kontrollfahrten oder Wartungs- und Reparaturarbeiten zu erwarten. Daher sind keine zusätzlichen baulichen Beweissicherungsmaßnahmen sowie Erschütterungsmessungen durchzuführen.

### 9.3. Empfehlungen

- Erschütterungen aus allgemeinen Bauverfahren

Die Abstände der Bautätigkeiten zu den nächstgelegenen Immissionsobjekten im Bereich des Bauabschnitts 2 (Wohngebäude IO 07 bis IO 09) sind mit  $\leq 6$  m relativ gering. Dieses gilt ebenso für den Bauabschnitt 3 für die erforderlichen Rammarbeiten für die Spundwände mit einem Abstand  $\leq 10$  m zum Immissionsobjekt IO 12 („Haus am Strom“).

Grundsätzlich sollten im Sinne des BImSchG so wenig Immissionen wie technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar erzeugt werden. Besonders dauerhafte Belastungen werden von Anliegern als besonders störend empfunden. Insofern ist die Auswahl des Bauverfahrens und der Gerätschaften von besonderer Bedeutung. Überall dort, wo Erschütterungen vornehmlich als störend empfunden werden, sollte die Sensibilität des Personals zur Verringerung bzw. falls möglich zur Vermeidung von Erschütterungen besonders geschult sein. Gegebenenfalls sind „Goodwill-Absprachen“ mit Anliegern hilfreich, besonders erschütterungsintensive und als unangenehm empfundene Arbeiten in Zeitfenstern durchzuführen, die für Anwohner erträglich sind (z.B. während deren Abwesenheit).

- Erschütterungen verursacht durch Schwerlastverkehr

Wie bereits unter 7.1.2 erwähnt, sollten in dem Immissionsobjekt IO 06, in dem sich höchstwahrscheinlich tagsüber Menschen aufhalten, die durch den Schwerlastverkehr der Baustelle verursachten Erschütterungsbelastungen während der Bauphase durch exemplarische Erschütterungsmessungen messtechnisch erfasst werden. Auch wenn die Anhalts- und Immissionswerte der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sowie die gleichlautenden Werte der LAI-Erschütterungsrichtlinie nach den durchgeführten Berechnungen und Einschätzungen deutlich eingehalten werden, so können sich die Anwohner trotzdem belästigt fühlen. Die Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen (z.B. geringere Durchfahrtsgeschwindigkeit, geringere LKW-Beladung, andere Zeiträume für die Ortsdurchfahrten etc.) können im Anlassfall untersucht und gegebenenfalls auf freiwilliger Basis umgesetzt werden.

## 10. Zusammenfassung

Im vorliegenden Gutachten werden einerseits die Grundlagen zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen dargestellt und andererseits die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen (kurzzeitige Erschütterungen und Dauererschütterungen) in der Bau- sowie Betriebsphase der Organismenwanderhilfe KW Jochenstein (OWH) prognostiziert und beurteilt.

Dabei werden im Wesentlichen die Immissionen resultierend aus

- allgemeinem Baubetrieb (Baumaschinen und Bauverkehr) und
- Betrieb der OWH

nach dem Stand der Technik betrachtet, beschrieben und bewertet.

Kumulative Auswirkungen in Verbindung mit dem Vorhaben Energiespeicher Riedl (ES-R) werden ebenso mit berücksichtigt.

Für die Beurteilung der Auswirkungen von Erschütterungen auf Gebäude sowie auf Menschen in Gebäuden werden die geltenden fachlichen Richtlinien wie die DIN 4150 Teil 2 (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden) und Teil 3 (Einwirkungen auf bauliche Anlagen) sowie die LAI-Richtlinie herangezogen.

Als Untersuchungsraum wird der Bereich Talboden mit der Ortschaft Jochenstein rund um die Vorhabensbestandteile inklusive der öffentlichen Verkehrswege zur Beurteilung des durch das Vorhaben zusätzlich verursachten Verkehrsaufkommens festgelegt und die repräsentativen Immissionsorte (= nächstgelegene Gebäude und Objekte) betrachtet.

### Allgemeiner Baubetrieb und Schwerlastverkehr

Im allgemeinen Baubetrieb können sowohl kurzzeitige Erschütterungen (wie z.B. Baggereinsatz, fallende Massen etc.) als auch Dauererschütterungen (z.B. durch Rammen, Verdichten, Asphaltiergerät, Planierraupe oder Einsatz von Hydraulikmeißeln) entstehen. Die Immissionsauswirkungen dieser Verursacherquellen wurden in Bezug auf die jeweils nächstgelegenen Immissionsorte betrachtet, wobei auch der durch das Bauvorhaben zusätzliche Schwerlastverkehr berücksichtigt wurde.

Die Immissionsauswirkungen durch Erschütterungen auf die unmittelbare Anliegerschaft verursacht durch den allgemeinen Baubetrieb und den Schwerlastverkehr werden in den Bauphasen/-abschnitten 1 bis 3 unterschiedlich hoch sein, da die minimalen Abstände zu den Anliegern (Immissionsorte) unterschiedlich groß sind.

In der Bauphase 1 (östlich von Jochenstein) sind keine relevanten Immissionsorte für eine Erschütterungsbetrachtung vorhanden und daher keine Erschütterungsbetrachtungen notwendig. Zudem finden vorwiegend Erdabauarbeiten statt, welche nur geringe Erschütterungen emittieren.

In der Bauphase 2 nähern sich die Bauarbeiten den Anliegern in Jochenstein (Ost) sukzessive an, so dass jederzeit über das vorgesehene Monitoring der Erschütterungsimmissionen in der Bauphase eine abstandsabhängige Bewertung des Erschütterungsniveaus erfolgen kann. Die Immissionsobjekte IO 07 bis IO 09 (Am Jochenstein Nr. 4, 10 und 16) liegen nach anfänglichen Abständen zu der Wohnbebauung von  $\geq 22$  m (Gebäude in der Straße „Werkssiedlung“) im unmittelbaren Nahbereich zu den Bauarbeiten. Die Gebäude sowie die Bewohner in den Gebäuden können daher unter Umständen durch die Bauarbeiten relativ stark beeinträchtigt sein. Diese Beeinträchtigungen betreffen voraussichtlich weniger die kurzzeitigen Erschütterungen (zum Beispiel der Bagger- und Ausbauarbeiten der Trogrinne) sondern jene durch Dauererschütterungen beim späteren Straßenaufbau, die jedoch in einem kurzen Zeitraum umgesetzt werden. Es ist davon auszugehen, dass durch die Art der erschütterungsrelevanten Arbeiten die Anhalts- bzw. Immissionswerte noch unterhalb der zulässigen Werte liegen, leichte Überschreitungen können jedoch an diesen

Immissionsobjekten nicht ausgeschlossen werden. Bei auftretenden Überschreitungen müssen umgehend erschütterungsreduzierende Maßnahmen umgesetzt werden.

In der Bauphase 3 ist zu erwarten, dass die Rammarbeiten zum Einbringen der Spundwände am nächstgelegenen Immissionsobjekt IO 12 („Haus am Strom“) Erschütterungen verursachen werden, die, entsprechend der Beurteilung als Dauererschütterungen, überwiegend zu Unterschreitungen der zulässigen Anhalts- bzw. Immissionswerte führen werden. Lediglich im Abstandsbereich von ca. < 20 m zu den Rammarbeiten sind Überschreitungen nicht zur Gänze auszuschließen. In Verbindung mit der kontinuierlichen Annäherung der Bauarbeiten an das Gebäude und dem vorgesehenen Monitoringsystem ist ausreichend Gelegenheit vorhanden, durch erschütterungsreduzierende Maßnahmen frühzeitig das Erschütterungsniveau zu reduzieren und somit die Einhaltung der Anhalts- bzw. Immissionswerte (auch diejenigen nach DIN 4150 Teil 2) sicherzustellen. Es ist davon auszugehen, dass die Anhalts- bzw. Immissionswerte bei den übrigen allgemeinen Bauarbeiten (kurzzeitige Erschütterungen) eingehalten werden. An den nächstgelegenen Wohnobjekten ist aufgrund der großen Entfernung mit keinen relevanten Auswirkungen zu rechnen.

Erhöhte Belastungen durch den zusätzlichen Schwerlastverkehr in der Bauphase sind für einige wenige Anlieger (zum Beispiel entlang der PA 51) und einem Teilstück der Straße „Am Jochenstein“ zu erwarten. Jedoch ist davon auszugehen, dass die Anhalts- bzw. Immissionswerte der DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 an diesen Stellen nicht überschritten werden. Dieses gilt auch für das Immissionsobjekt IO 06, welches einen minimalen Abstand von ca. 2 m zur Straße aufweist. Im Zuge des Schutzkonzeptes werden an diesem Ort jedoch repräsentative Erschütterungsmessungen durchgeführt. Dadurch kann das Erschütterungsniveau festgestellt werden und gegebenenfalls geeignete erschütterungsreduzierende Maßnahmen umgesetzt werden.

Generell ist der Abstand der nächstgelegenen Immissionsorte zu den Bauarbeiten so bemessen, dass in Verbindung mit dem Schutzkonzept Schäden – verursacht durch die verschiedensten Erschütterungsanregungen – vermieden werden. Die an den Immissionsorten IO 07 bis IO 09 sowie IO 12 durchzuführenden baulichen Beweissicherungen und repräsentative Erschütterungsmessungen dienen in der Bauphase als geeignete Grundlage, die im gegenständlichen Gutachten getätigten Aussagen zu den Erschütterungseinwirkungen an den einzelnen Immissionsobjekten zu überprüfen und gegebenenfalls zu erwartenden Überschreitungen der Anhalts- bzw. Immissionswerte entgegen zu wirken.

### Betriebsphase

Durch den Betrieb der OWH werden keine Erschütterungen emittiert. Bei eventuell nötigen Wartungsarbeiten kann kurzzeitig und lokal der Einsatz von Baumaschinen wie z.B. Bagger erforderlich sein, um das Gerinne von Verlegungen zu befreien.

Aufgrund der beschriebenen möglichen Emissionen während des Betriebs der OWH (inklusive der Wartungs- und Reparaturarbeiten) sind keine relevanten Immissionen im Umfeld zu erwarten und damit keine negativen Auswirkungen erschütterungs-technischer Art abzuleiten.

### Kumulation

Aufgrund der zeitlichen und räumlichen Überlagerung des Vorhabens „Organismenwanderhilfe KW Jochenstein“ (OWH) mit dem Projekt „Energiespeicher Riedl“ (ES-R) wurde überprüft, ob es zu einer Kumulation der Auswirkungen durch Erschütterungen kommen kann. Da im relevanten Zeitfenster im Baubereich ES-R am Talboden Jochenstein keine erschütterungsrelevanten Arbeiten mehr stattfinden und die Bauarbeiten der OWH räumlich weit genug entfernt sind (ca. 1,25 km), können kumulative Auswirkungen im Hinblick auf Erschütterungen während Bauphase der OWH ausgeschlossen werden. Das Gleiche gilt für die Betriebsphase der OWH, da

einerseits vom Betrieb der OWH keine Erschütterungen ausgehen und zudem auch der Betrieb des ES-R keine relevanten Erschütterungen erzeugt.

#### Schutzkonzept

Im Rahmen eines umfassenden Monitoringprogramms an maßgeblichen Immissionsobjekten werden, je nach Stand der Bauarbeiten, die auftretenden Immissionen dokumentiert. Ergänzend wird an ausgewählten Objekten eine bauliche Beweissicherung durchgeführt.

Durch die Erschütterungsmessungen werden die Annahmen der Immissionssprognosen sowie Bewertungen überprüft und die Einhaltung der gültigen Anhalts- bzw. Emissionswerte sichergestellt. Sollte es Abweichungen zu den Prognosen und Bewertungen geben bzw. sollte eine Überschreitung von festgelegten Schwellwerten absehbar sein, werden entsprechende technische oder organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen umgesetzt.

Der zeitliche und örtliche Umfang des Monitorings wird mit der zuständigen Behörde vor Ort (Landratsamt) vor und während der Durchführung abgestimmt.

Abschließend kann die Immissionssituation für die Bau- und Betriebsphase der OWH so beurteilt werden, dass bei Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen (allgemeiner Baubetrieb und Schwerlastverkehr) im Immissionsumfeld des Projektes entstehen und die Anhalts- bzw. Immissionswerte gültiger Regelwerke zur Beurteilung von Erschütterungen (DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 sowie die LAI-Richtlinie) eingehalten werden. Im Nahbereich  $\leq 10\text{m}$  zu den Immissionsobjekten ist mit einem erhöhten technischen Aufwand für den Einsatz der allgemeinen Bauverfahren und für das Erschütterungsmonitoring zu rechnen.

Das Vorhaben wurde so geplant, dass sich Planung und Umsetzung nach dem Stand der Technik richten und unvermeidbare Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Das Gutachten für die OWH wurde im Rahmen der Aufgabenstellung auftragsgemäß erstellt.

Dieses Gutachten habe ich entsprechend meines Eides als unabhängiger, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger nach bestem Wissen und Gewissen und nach dem mir bekannten Stand der Technik sowie den vorhandenen Informationen zu dem Projekt verfasst.

Dipl.-Ing. Guido A. Schmücker



Bergheim, 06. Juli 2021