

Organismenwanderhilfe Kraftwerk Jochenstein

DONAU-KRAFTWERK JOCHENSTEIN AKTIENGESELLSCHAFT

Planfeststellungsverfahren Gutachten



Institut für Ökologie

Reptilien: Auswirkung Erschütterungen – Biologie & Biophysik

Erstellt	IfÖ Institut für Ökologie, Prof. J. Leo van Hemmen	M. Kyek J.L. van Hemmen 	27.05.2018
Geprüft	IfÖ Institut für Ökologie, Prof. J. Leo van Hemmen	M. Kyek J.L. van Hemmen	27.05.2018
Freigegeben	DKJ / ES-R	D. Mayr	24.08.2018
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname	Datum

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
2.	Aufgabenstellung	8
3.	Projektgrundlagen und verwendete Unterlagen	8
	3.1. FFH Richtlinie der Europäischen Union	9
	3.2. Bundesnaturschutzgesetz	10
4.	Anlagenbeschreibung	11
5.	Reptilien: Das Gehör und Erschütterungen — Biophysik (Prof. J. Leo VAN HEMMEN)	13
	5.1. Das Gehör der Schlange	13
	5.2. Zum Gehör der Eidechse	15
6.	Untersuchungen zu Erschütterungen	16
	6.1. Untersuchung des Verhaltens von Terrariantieren bei Bauarbeiten ...	16
	6.1.1. Material und Methoden	17
	6.1.2. Ergebnisse	21
	6.1.3. Verhalten der Äskulapnatter und der Smaragdeidechse während der Rammung	23
	6.1.4. Zusammenfassung der Terrariumbeobachtung	24
	6.2. Simulation Steinschlag Donauleiten	24
	6.2.1. Die Versuchsanordnung	27
	6.2.2. Ergebnisse „Steinschlagsimulation“	28
	6.3. Weitere erschütterungsrelevante Beispiele	31
	6.4. Zusammenfassende Betrachtung der Erschütterungs- bzw. Schwingbeschleunigungen	32
7.	Abgrenzung der Populationen	33
8.	Beurteilung schwingungsrelevanter Eingriffe aus herpetologischer Sicht	34
	8.1. Bauphase	34
	8.1.1. Geplante Spundwandarbeiten	34
	8.1.2. Sonstige erschütterungsrelevante Eingriffe	36
	8.1.3. Auswirkungen der Erschütterungen	36
	8.2. Betriebsphase	38
9.	Eingriffsmindernde Maßnahmen	38
10.	Zu den Erschütterungen während der Bauphase und des Betriebs aus der Sicht der Biophysik (Prof. Leo VAN HEMMEN)	42
	10.1. Schwinggeschwindigkeit (Frequenz)	42
	10.2. Schwingungsstärke (Amplitude)	42
	10.3. Schlussfolgerungen	43
11.	Verbotstatbestände	44
12.	Kumulative Auswirkungen mit dem Vorhaben Energiespeicher Riedl	44
	12.1. Anlagenbeschreibung Energiespeicher Riedl	44
	12.2. Bauphase	47
	12.3. Betriebsphase	48
	12.4. Mögliche kumulative Auswirkungen bei Bau und Betrieb der OWH und des ES-R	49
13.	Zusammenfassung	50
	13.1. Aufgabenstellung	50
	13.2. Schwingungswahrnehmung bei Reptilien	50
	13.3. Untersuchungen	50
	13.4. Untersuchungsergebnisse	51
	13.5. Eingriffsmindernde Maßnahmen	52
	13.6. Zur Auslösung von Verbotstatbeständen	52
14.	Literaturverzeichnis	53
15.	Anhang	54
	15.1. Diverse Beispiele aus der Praxis	54
	15.1.1. Wacker-Chemie Alzwerke-Burghausen	54
	15.1.2. Klaffmühle bei Raitenhaslach	56
	15.1.3. Kraftwerk Urstein bei Salzburg an der Kraftwerksmauer	56

15.1.4. Pumpspeicherkraftwerk Reißeck II im Mölltal (Kärnten) an der Zufahrt zur Baustelle	57
15.2. Begriffsbestimmungen	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektübersicht Organismenwanderhilfe	7
Abbildung 2: Lage des Projektgebietes	11
Abbildung 3: Projektübersicht Organismenwanderhilfe	12
Abbildung 4: Trommelfelle fehlen bei Schlangen. Stattdessen „hört“ eine Schlange, wie das linke Bild zeigt, über die beiden klar getrennten Hälften des Unterkiefers, die wie Boote auf dem „See“ des Erdbodens liegen. Das rechte Bild verdeutlicht, dass es eine Hebelwirkung gibt, welche die Bewegung jeder Kieferhälfte über die Columella (und Gehörknöchelchen = Stapes) in die Cochlea transportiert (aus: FRIEDEL et al. 2008).....	13
Abbildung 5: Hörschwelle der Smaragdeidechse (links) und der Erdnatter (rechts) in dB als Funktion der Frequenz für zwei Tiere; beide Abbildungen aus WEVER (1978). Die Frequenz ist auf einer logarithmischen Skala (arbiträr) horizontal angegeben. Die vertikale Skala zeigt die Hörschwelle bei vorgegebener Frequenz auf einer faktisch ebenfalls logarithmischen Skala, da in dB. Die Dezibel-Skala ist in diesem Falle nicht arbiträr, weil sie von den Haarzellen naturbedingt ist, welche den Schall in der Cochlea wahrnehmen. Man beachte die eingezeichneten Plateaus. Der lebenswichtige Bereich ist im Plateau als minimalem Wert zwischen 0.4 – 2.6 kHz bzw. 180 - 430 Hz erfasst. Rammarbeiten liegen im niederfrequenten Bereich < 60 Hz, wo die horizontale Achse links schon bei 100 Hz aufhört, so dass die Tiere sie mittels des Hörsystems kaum wahrnehmen, da der lebenswichtige Plateau-Bereich die Aufmerksamkeit bekommt.....	14
Abbildung 6: Die Mehrheit der landlebenden Wirbeltiere besitzt innerlich gekoppelte Ohren (Internally Coupled Ears = ICE). A. Frosch, B. Eidechse und C. Vogel. TM bedeutet Tympanum oder Trommelfell, das rot angezeigt wird (aus VAN HEMMEN et al. 2016).	16
Abbildung 7: Lageplan mit Messorten, Terrariumstandort (Haus am Strom) und Standort des Rammgerätes (=Emissionsort)	18
Abbildung 8: Terrarium mit Äskulapnattermännchen im „Haus am Strom“	19
Abbildung 9: Geräteanordnung bei der Verhaltensdokumentation (unter dem Terrarium ist der rote Erschütterungssensor erkennbar)	20
Abbildung 10: Beschleunigungen (X-Achse); Rammbeginn 9:31:55 Uhr (roter Pfeil)	22
Abbildung 11: Beschleunigungen (Y-Achse); Rammbeginn 9:31:55 Uhr (roter Pfeil)	22
Abbildung 12: Beschleunigungen (Z-Achse); Rammbeginn 9:31:55 Uhr (roter Pfeil), höchster am Terrarium (MP5, rot) gemessener Wert (98 mm/s ² , grüner Pfeil)	23
Abbildung 13: Die örtliche Topographie ist durch Hangschutt geprägt, der sich hier durch herabfallende Steine angesammelt hat.	25
Abbildung 14: Immer wieder sind Steine an der Oberfläche zu finden, die offensichtlich erst in jüngerer Zeit hier liegen geblieben sind.	25
Abbildung 15: In diesem Ende April 2018 umgeschichteten Eiablagehaufen wurden ca. 300 Eier der Äskulapnatter und 50 Eier der Ringelnatter aus den letzten 3 Jahren gefunden	26
Abbildung 16: Anordnung des Versuchsaufbaus zur Schwingungsmessung auf der Wiese mit sandigem Untergrund am Waldrand (links: 0,2/1/2m; rechts: 0,2/2/4m)	27
Abbildung 17: Anordnung des Versuchsaufbaus zur Schwingungsmessung im Wald an den Donauleiten (mit Gneiszersatz als Untergrund) (links: 0,2/1/2m; rechts: 0,2/2/4m).....	27

Abbildung 18:	Mit dem 5,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen auf der Wiese nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)	29
Abbildung 19:	Mit dem 11,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen auf der Wiese nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)	29
Abbildung 20:	Mit dem 5,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen im Wald nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)	30
Abbildung 21:	Mit dem 11,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen im Wald nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)	30
Abbildung 22:	Überblick zu den im Eingriffsgebiet heimischen durch die Straße getrennten (Teil-) Populationen (Karte: KYEK, 2018). Die Verbreitungsdaten der Reptilienfauna stammen von DI ASSMANN aus der Kartierung 2010/2011 im Zuge der Umweltverträglichkeitsstudie für das Vorhaben „Energiespeicher Riedl“	33
Abbildung 23:	Lage der geplanten Organismenwanderhilfe am Kraftwerk Jochenstein (Karte: KYEK, 2018). Die Verbreitungsdaten der Reptilienfauna stammen von DI ASSMANN aus einer Kartierung 2010/2011.....	35
Abbildung 24:	Lage der geplanten Spundwand entlang des Waldrandes (Karte: KYEK, 2018). Die Verbreitungsdaten der Reptilienfauna stammen von DI ASSMANN aus einer Kartierung 2010/2011	35
Abbildung 25:	Prinzipskizze zur Lage der Zusatzstrukturen wie Eiablagehaufen, Holzstapel und Totholzwurzelstücke.....	40
Abbildung 26:	Beispiel für einen Totholzwurzelstockhaufen am Waldrand.....	40
Abbildung 27:	Beispiel für einen mit Folie abgedeckten (Holzstapel 8x2x1 m).....	41
Abbildung 28:	Derartige künstliche Eiablagehaufen aus ca. 2 m ³ Hackschnitzel und Ästen mit einer Grundfläche von 4 x4 Metern werden von Ringelnatter (<i>Natrix natrix</i>) und Äskulapnatter (<i>Zamenis longissimus</i>) zu Eiablage genutzt.	41
Abbildung 29:	Projektübersicht	45
Abbildung 30:	Systemlängsschnitt durch Triebwasserweg	45
Abbildung 31:	Äskulapnatter, am Kraftwerk an der Alz (Wacker Burghausen), im Hintergrund die Stützmauer der Druckrohre und das Turbinenhaus .	54
Abbildung 32:	Im direkten Umfeld des Turbinenhauses wurden mehrfach Äskulapnattern nachgewiesen.	55
Abbildung 33:	Eine subadulte Äskulapnatter in einem der Kabelschächte direkt im Umfeld des Turbinenhauses des Kraftwerkes der Alzwerke.	55
Abbildung 34:	Im privaten Kraftwerk an der Klaffmühle halten sich offensichtlich Äskulapnattern immer wieder im direkten Umfeld des Generators auf; siehe Natternhemd im Bereich des Stromkabels. Dieses Bild illustriert, dass der Hörbereich der Natter, die sich hier gehäutet hat, weit unterhalb der 50 Hz des Kraftwerks liegt, wie ebenfalls aus Abbildung 5 ersichtlich ist.	56
Abbildung 35:	In dieser Ufersicherung in unmittelbarer Nähe zum Kraftwerk Urstein konnten regelmäßig Äskulapnattern und Ringelnattern beobachtet werden (bis die Fugen zwischen den verlegten Steinen aus sicherheitstechnischen Gründen verschlossen wurden).....	57

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Messbericht: Schwingungsuntersuchungen an Pumpspeicherkraftwerken und Verkehrswegen (JES-A001-IFBE1-B30402-00-_FE)
- Anlage 2: Erschütterungsmessung Jochenstein - Spundung 110-kV Korridorkabel (JES-A001-IFBE1-B30383-00-_FE)
- Anlage 3: Messbericht: Simulation Steinschlag Donauleiten (JES-A001-IFBE1-B30401-00-_FE)

1. Einleitung

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 eine nutzbare Länge von ca. 3.350 Metern auf.

Auf den ersten ca. 800 m (zwischen Einlauf und dem Ende der Freiluftschaltanlage) 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 mündet die OWH in die Donau.

Die Anlage soll zum überwiegenden Teil auf deutschem Staatsgebiet liegen. Ein kleiner Teil der Mündung der Organismenwanderhilfe liegt innerhalb des Gewässerbereiches der Donau auf österreichischem Staatsgebiet.

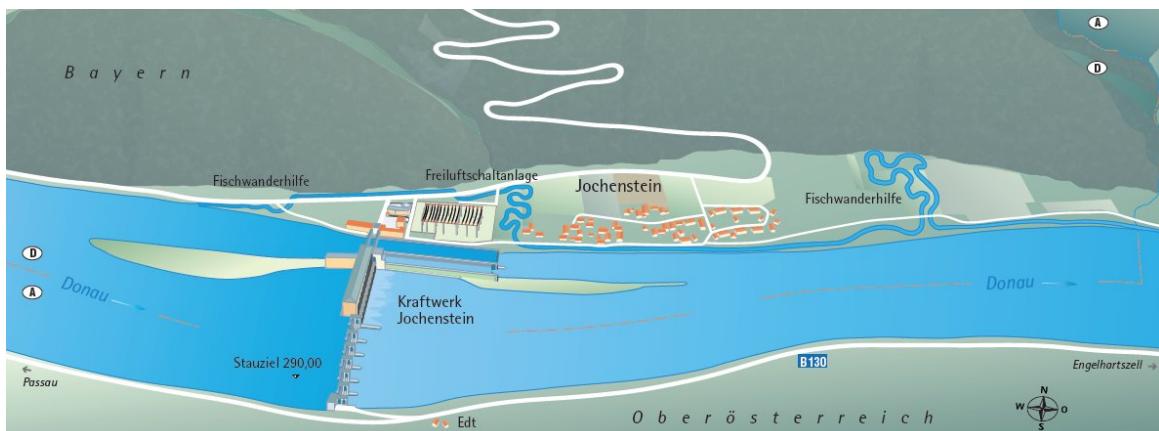


Abbildung 1: Projektübersicht Organismenwanderhilfe

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 vorraussichtliche Umsetzung der Zeitraum bis 2021 angesetzt.

Die Herstellung der OWH erfordert als Gewässerausbau grundsätzlich die Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens, § 68 Abs. 1 WHG. Anstelle eines Planfeststellungsbeschlusses kann eine Plangenehmigung erteilt werden, wenn der Gewässerausbau nicht der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung bedarf, § 68 Abs. 2 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.

Der Verfasser wurde von der Vorhabensträgerin beauftragt, ein Gutachten zu Auswirkungen von Erschütterungen zu Folge Bau und Betrieb der OWH auf Reptilien zu erstellen. Zudem werden kumulative Wirken mit dem Vorhaben Energiespeicher Riedl untersucht.

2. Aufgabenstellung

Das gegenständliche Gutachten beurteilt auf Basis technischer und immissionsseitiger Grundlagen und Untersuchungen (Erschütterungen) mögliche Auswirkungen von Erschütterungen durch Bau- und Betriebsphase der Organismenwanderhilfe Jochenstein auf die im Eingriffsgebiet lebenden Reptilienfauna unter besonderer Berücksichtigung der Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) und der Smaragdeidechse (*Lacerta viridis*).

3. Projektgrundlagen und verwendete Unterlagen

Plan- und Anlagenbezug:

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
ERLÄUTERUNGSBERICHT	A4	JES-A001-VHBH3-B30029-00	1	2
LBP BESTAND, BEWERTUNG, EINGRIFF	A4	JES-A001-SCHL1-B30021-00	2	3.1.1
LBP MASSNAHMEN	A4	JES-A001-SCHL1-B30022-00	2	3.1.2
NATURSCHUTZFACHLICHE ANGABEN ZUR SPEZIELLEN ARTENSCHUTZRECHTLICHEN PRÜFUNG (SAP) FÜR BAYERN UND OBERÖSTERREICH"	A4	JES-A001-ASSM1-B30012-00	3	3.2.1
FFH VERTRÄGLICHKEITSUNTERSUCHUNG "DONAULEITEN VON PASSAU BIS JOCHENSTEIN"	A4	JES-A001-LAPP1-B30015-00	4	3.3.1.1
UVS BIOTOPE, ÖKOSYSTEME, PFLANZEN UND TIERE	A4	JES-A001-LAPP1-B40029-00	16	UVS 14.4
ERSCHÜTTERUNGSMESSUNG JOCHENSTEIN – SPUNDUNG 110KV KORRIDORKABEL	A4	JES-A001-IFBE1-B30383-00_FE	19	6.3.2
SCHWINGUNGSMESSUNGEN AN PUMPSPEICHERKRAFTWERKEN UND VERKEHRSWEGEN	A4	JES-A001-IFBE1-B40365-00_FE	18	5.3.2

IMMISSIONSGUTACHTEN SPRENG-TECHNIK UND ERSCHÜTTERUNGEN	A4	JES-A001-ESSM1-B30386-00-_FE	19	6.3.1
SIMULATION STEINSCHLAG DONAU-LEITEN - MESSBERICHT	A4	JES-A001-IFBE1-B30401-00_FE	18	5.3.1
ERSCHÜTTERUNGSMESSUNG JOCHEN-STEIN – SPUNDUNG 110KV KORRI-DORKABEL	A4	JES-A001-IFBE1-B30383-00-_FE	19	6.3.2

Planinhalt	Maßstab	Plan Nr. / File Name	Ordner Nr.	Register
GESAMTANLAGE ÜBERSICHTSLAGEPLAN	1:5000	JES-A001-PERM1-A63001-00	5	TP 1
LAGEPLAN - OBERER ABSCHNITT	1:1000	JES-A001-PERM1-A63002-01	5	TP 1
LAGEPLAN - MITTLERER ABSCHNITT	1:1000	JES-A001-PERM1-A63002-02	5	TP 1
LAGEPLAN - UNTERER ABSCHNITT	1:1000	JES-A001-PERM1-A63002-03	5	TP 1
GESAMTANLAGE TERMINPROGRAMM	A3	JES-A001-PERM1-A63003-00	5	TP 3
LBP – BESTANDS- UND KONFLIKT-PLAN ÜBERSICHTSPLAN	1:5000	JES-A001-Schl1-A30041-02-_FE	2	3.1.3
LBP – MASSNAHMENPLAN ÜBERSICHTSPLAN	1:5000	JES-A001-Schl1-A30042-02-_FE	2	3.1.4
GESAMTLAGEPLAN IMMISSIONSORTE / ABSTÄNDE ERSCHÜTTERUNG BAUPHASE	1:5000	JES-A001-VHBH3-A30386-02-_FE	19	6.3.1
GESAMTLAGEPLAN IMMISSIONSORTE / ABSTÄNDE ERSCHÜTTERUNG BETRIEBSPHASE	1:5000	JES-A001-VHBH3-A30386-03-_FE	19	6.3.1
GESAMTLAGEPLAN IMMISSIONSORTE / ABSTÄNDE ERSCHÜTTERUNG KUMULATION BAUPHASE	1:5000	JES-A001-VHBH3-A30386-04-_FE	19	6.3.1
GESAMTLAGEPLAN IMMISSIONSORTE / ABSTÄNDE ERSCHÜTTERUNG KUMULATION BETRIEBSPHASE	1:5000	JES-A001-VHBH3-A30386-05-_FE	19	6.3.1

3.1. FFH Richtlinie der Europäischen Union

Die Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) und die Smaragdeidechse (*Lacerta viridis*) werden in der sogenannten FFH-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21.Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen) der europäischen Union geführt.

In dieser Richtlinie werden im Anhang 4 die Tierarten gelistet, die gemäß Artikel 12 einem besonderen Schutz unterliegen.

In Artikel 12 heißt es: „Die Mitgliedsstaaten treffen die notwendigen Maßnahmen, um ein strenges Schutzsystem für die im Anhang 4, Buchstabe a genannten Tierarten in deren natürlichen Verbreitungsgebiet einzuführen; dieses verbietet:

- a) alle absichtlichen Formen des Fangens oder der Tötung von aus der Natur entnommenen Exemplaren dieser Arten
- b) jede absichtliche Störung dieser Arten, insbesondere während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten
- c) jede absichtliche Störung oder Entnahme von Eiern aus der Natur
- d) jede Beschädigung oder Vernichtung der Fortpflanzungs- oder Ruhestätten.

Das Verbot jeder absichtlichen Störung dieser Arten insbesondere während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten macht Einschränkungen bei Bau- und Betriebsmaßnahmen, welche zu Störungen führen und dabei den Fortbestand einer Population gefährden könnten, notwendig.

Eine quantitative Einstufung der Störungen ist hier nicht vorgenommen, lediglich die Absichtlichkeit wird vorangestellt. Absichtlichkeit bedeutet in diesem Zusammenhang gemäß der Rechtsprechung der europäischen Union (Rechtssache C-103/00), dass „absichtlich“ im Sinne einer bewussten Inkaufnahme der Folgen zu interpretieren ist. Das bedeutet, die Folgen müssen mitbedacht und in die Entscheidung miteinbezogen werden.

Dazu ist eine Beziehung zwischen der Störung und den daraus resultierenden Folgen herzustellen. Die Aufgabenstellung besteht nun darin, die Störung bzw. Grenzwerte qualitativ und quantitativ zu fixieren. Eine derartige Fixierung ist lediglich über das Verhalten der Tiere zu dokumentieren und braucht konkrete Werte, ab wann eine durch eine Aktion gesetzte Reaktion als Störung zu interpretieren ist.

Störungen sind rechtlich erst dann als relevant einzustufen, wenn sie auf Populationsebene zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes führen, sprich die Störungen ein Ausmaß erreichen, das geeignet ist, die Fortpflanzung derart zu stören, dass die Population Schaden nimmt. Störungen, die lediglich einen kurzfristigen Ortswechsel der Schlangen und Eidechsen auslösen, stellen rechtlich gesehen noch kein Problem bzw. keinen Verbotstatbestand dar.

3.2. Bundesnaturschutzgesetz

Alle Reptilien sind gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG besonders geschützt, das bedeutet:

Es ist verboten,

1. wildlebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören,
2. wildlebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert,
3. Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören.

4. 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 (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Lage des Projektgebietes

Die Organismenwanderhilfe und Ihre Bauwerke liegen zum überwiegenden Teil auf deutschem Staatsgebiet im Markt Untergriesbach, dabei im Talboden der Ortschaft Jochenstein. Etwa 140 m 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.

Die Organismenwanderhilfe soll linksufrig als naturnahes Umgehungsgerinne errichtet werden. Die in Schleifen und Mäandern angelegte OWH weist eine nutzbare Länge von ca. 3.350 Metern auf (Abbildung 3).

Auf den ersten ca. 800 m (zwischen Einlauf und dem Ende der Freiluftschanlanlage) 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 mündet die OWH in die Donau.

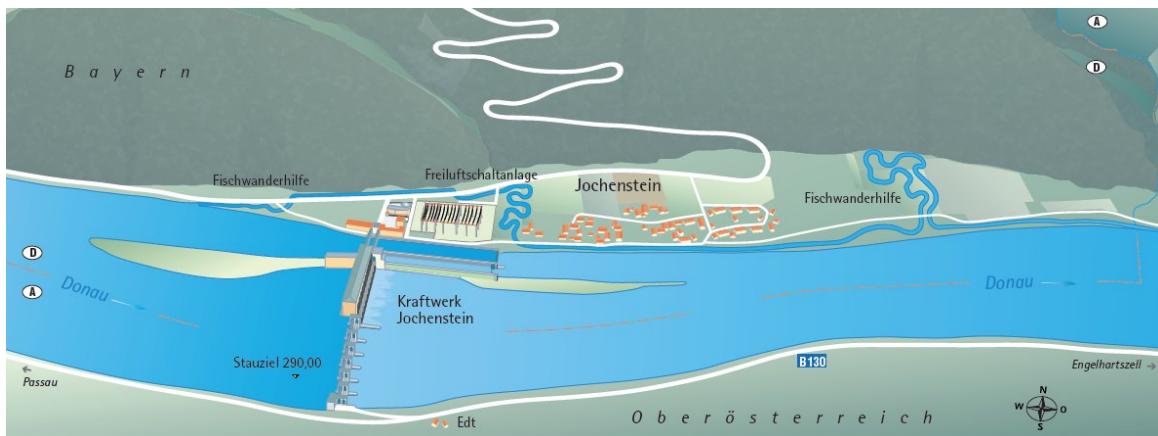


Abbildung 3: Projektübersicht Organismenwanderhilfe

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	$Q_{not} = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$

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 m^3/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.

5. Reptilien: Das Gehör und Erschütterungen — Biophysik (Prof. J. Leo VAN HEMMEN)

Dieses Kapitel wurde von Prof. Dr. J. Leo VAN HEMMEN (Physik Department der Technischen Universität München) verfasst.

Um die Frage zu beantworten, ob beim Bau und Betrieb der geplanten Organismenwanderhilfe geschützte Reptilien, die im Projektgebiet leben, durch Erschütterungen beeinträchtigt werden, ist es zunächst erforderlich, die Wahrnehmungsmechanismen von Erschütterungen von an den Donauleiten im Umfeld von Jochenstein lebenden Schlangen und Eidechsen zu erörtern.

Vor allem beim Bau der OWH sind Erschütterungen des Bodens zu erwarten. Maßgeblich für die Beurteilung sind das Gehör- und Vestibularsystem.

In der Schwingungswahrnehmung der Reptilien spielt das Vestibularsystem, das eigentlich ein Gleichgewichtsorgan ist, kaum eine Rolle. Die darin vorhandenen Otolithen sind als kleine Steinchen träge Massen, über die Reptilien feststellen, ob ihre Umgebung plötzlich bewegt wird. Schwingungen im Boden wirken sich hier aus, sind im jetzigen Kontext (vgl. unten) aber nicht dominant.

Das Gehörsystem jedoch spielt eine ganz andere und bei Schlangen und Echsen unterschiedliche Rolle, da sie in der Natur einzigartig ist.

5.1. Das Gehör der Schlange

Man hat lange gedacht, dass Schlangen taub seien. Das sind sie jedoch nicht, aber sie hören völlig anders als alle anderen landlebenden Wirbeltiere. Trommelfelle gibt es bei Schlangen nicht. Stattdessen nehmen die beiden getrennten Hälften des Unterkiefers die Rolle des Trommelfells wahr (vgl. Abbildung 4).

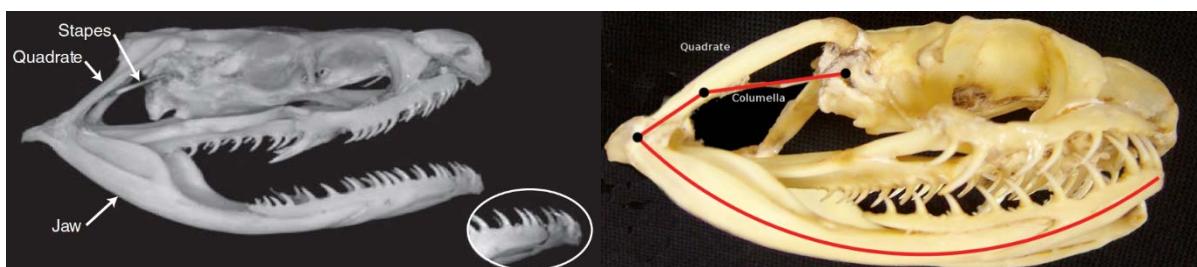


Abbildung 4: Trommelfelle fehlen bei Schlangen. Stattdessen „hört“ eine Schlange, wie das linke Bild zeigt, über die beiden klar getrennten Hälften des Unterkiefers, die wie Boote auf dem „See“ des Erdbodens liegen. Das rechte Bild verdeutlicht, dass es eine Hebelwirkung gibt, welche die Bewegung jeder Kieferhälfte über die Columella (und Gehörknöchelchen = Stapes) in die Cochlea transportiert (aus: FRIEDEL et al. 2008).

Schall orten alle Wirbeltiere mittels des Zeitunterschieds, mit dem der Schall am linken und rechten Trommelfell ankommt. Die eigentliche Auswertung ist neuronal und findet somit im Gehirn statt. Wie Abbildung 4 zeigt, sind Schlangen nicht taub, sondern sie „hören“ durch Wahrnehmung von Bodenschwingungen, meistens Oberflächenwellen, also Schall im Erdboden. Auf diese Art werden auch Beutetiere geortet und erfasst. Die Schlange besitzt eine Cochlea (Gehörschnecke), so dass sie eine Art Frequenzzerlegung durchführen und somit separate Hörobjekte wahrnehmen kann.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich keine konkreten Werte zum Schalldruck, den das Tier „unerträglich“ finden und flüchten würde. Deshalb wurden im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Gutachtens zusätzlich Experimente durchgeführt, welche dem natürlichen Kontext in Bezug auf das Auftreten von Erschütterungen entsprechen und diese quantifizieren. Ebenso werden Beobachtungen in der Natur, wo sich Schlangen nachweislich in der Nähe von Erschütterungsemittenten aufhalten, angeführt.

Zur Quantifizierung der Erschütterungen wird die Schwingbeschleunigung herangezogen, da die Beschleunigung – und nicht die Geschwindigkeit – einer Masse auf das Vestibular- und Hörsystem wirkt.

Die dazu gehörige Formel, das 2. Newton'sche Gesetz lautet: $\mathbf{F} = m \times \mathbf{a}$, wobei \mathbf{F} für die Kraft, m für eine, beliebige Masse und \mathbf{a} für die Beschleunigung steht. Ist die Beschleunigung bekannt, ist bei gegebener Masse m auch die Kraft bekannt. Bei Schwingung des Erdbodens infolge von Sprengungsexplorierungen oder anderer Erdarbeiten werden Reptilien, welche sich auf dem Boden befinden, beschleunigt und alle Körperteile empfinden dementsprechende Kräfte.

Wirkt eine Bodenbeschleunigung nur ganz kurz, ist der Effekt im Tier kaum oder gar nicht wahrnehmbar, was aus direkter Integration des Newton'schen Gesetzes ersichtlich ist.

Geschwindigkeit wird in der Einheit Meter pro Sekunde (m/s) und Beschleunigung Meter pro Sekunde Quadrat (m/s^2) gemessen, da letztere die Änderung der Geschwindigkeit (m/s) pro Zeiteinheit ($1/s$) darstellt.

Eine weitere Maßeinheit ist die Frequenz einer Schwingung; die Frequenz, die Zahl der Wiederholungen einer Schwingung pro Sekunde, wird in Einheiten $Hz = s^{-1}$ gemessen. Über die Frequenz von Schwingungen konnte WEVER (1978) unter Einbeziehung des äußeren Schalldrucks mittels Experimenten sowohl bei Echsen als auch bei Schlangen zeigen, bei welchen Frequenzen (Reinton) die minimale Wahrnehmungsschwelle liegt. Zudem konnte er zeigen, dass die Kurve des Wahrnehmungsbereichs ein gattungsspezifisches Plateau ausbildet; vgl. Abbildung 5. Mit anderen Worten, in welchem Frequenzbereich Eidechsen und Schlangen etwas hören.

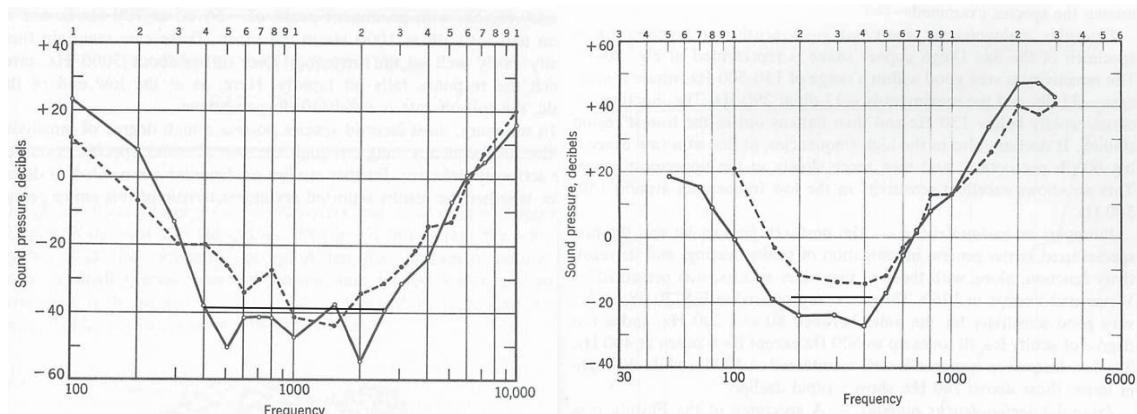


FIG. 13-26. Sensitivity functions for two specimens of *Lacerta viridis*.

FIG. 20-43. Aerial sensitivity functions for two specimens of the rat snake, *Elaphe o. obsoleta*.

Abbildung 5: Hörschwelle der Smaragdeidechse (links) und der Erdnatter (rechts) in dB als Funktion der Frequenz für zwei Tiere; beide Abbildungen aus WEVER (1978). Die Frequenz ist auf einer logarithmischen Skala (arbiträr) horizontal angegeben. Die vertikale Skala zeigt die Hörschwelle bei vorgegebener Frequenz auf einer faktisch ebenfalls logarithmischen Skala, da in dB. Die Dezibel-Skala ist in diesem Falle nicht arbiträr, weil sie von den Haarzellen naturbedingt ist, welche den Schall in der Cochlea wahrnehmen. Man beachte die eingezeichneten Plateaus. Der lebenswichtige Bereich ist im Plateau als minimalem Wert zwischen 0.4 – 2.6 kHz bzw. 180 – 430 Hz erfasst. Rammarbeiten liegen im niederfrequenten Bereich < 60 Hz, wo die horizontale Achse links schon bei 100 Hz aufhört, so dass die Tiere sie mittels des Hörsystems kaum wahrnehmen, da der lebenswichtige Plateau-Bereich die Aufmerksamkeit bekommt.

Zu beachten ist, dass die Frequenz (arbiträr) und die Lautstärke (wichtig, dB) beide logarithmisch aufgetragen worden sind. Bezüglich der Lautstärke, die in Dezibel (dB) ausgedrückt wird, bedeutet dies faktisch, nimmt die Energie um das 100fache zu, nimmt die Lautstärke nur um 20 dB zu. Mit anderen Worten, 10 x mehr Sprengstoff bedeutet nur 10 dB mehr Schalldruck im Boden. Das „nur“ unter der Prämisse, dass die Tiere die niederfrequenten Wellen der Sprengungen kaum bemerken, da der

Frequenzbereich der Sprengungen außerhalb ihrer Wahrnehmungsschwelle liegt, wie Abbildung 5 belegt.

Wenn die Lautstärke in Dezibel (dB) ausgedrückt wird, ist neben dem Logarithmus noch etwas Anderes zu beachten: die Referenzgröße. Das Argument des Logarithmus ist nämlich dimensionslos, was bedeutet, dass da immer ein Verhältnis/Bruch zwischen einer Größe, die man betrachtet, und einer Referenzgröße steht: $\log(\text{Größe}/\text{Referenzgröße})$. Bei Menschen ist die Bezugsgröße der Schalldruck mit der Kennzeichnung SPL (sound pressure level = 20 µPa), der international als die Druckamplitude festgelegt wurde, die mit der Hörschwelle korrespondiert. Bei Schlangen und Echsen nimmt man selbstverständlich eine dementsprechende Größe. Der Logarithmus, der sich aus vielen Experimenten ergeben hat, nimmt viel langsamer als linear zu und ist auf die physikalische Gegebenheit der Haarzellen zurückzuführen.

Die Schlangen nehmen unter den Reptilien wegen ihres speziellen Hörsystems eine spezielle Position ein, die durch folgende zwei Aspekte gekennzeichnet ist. Erstens, Schallaufnahme passiert über die beiden Hälften des Unterkiefers aber nur, solange sie auf dem Erdboden ruhen. Schlangen sind somit für den normalen Luftschall praktisch taub bzw. unempfindlich.

Zweitens, der Frequenzbereich, den Schlangen gut hören, hat die Form eines niedrfrequenten Plateaus. Das Hörvermögen hängt von der Zusammensetzung des Untergrunds ab. Nur bei lockarem Untergrund ist die Schallgeschwindigkeit „cs“ so niedrig (cs ist typischerweise 50-100 m/s), dass die Schlange die Richtung ihrer Beute aus dem Zeitunterschied zwischen beiden Kiefern und damit den Standort ihrer Beute bestimmen kann; trockener Sand ist hierfür ein ideales Medium. Auf Fels dagegen liegt die Schallgeschwindigkeit im Bereich von mehreren km/s (Marmor bspw. ca. 6 km/s). Daher funktioniert die Schallortung auf Basis von Bodenschwingungen auf Fels nicht.

Das Plateau-Verhalten der Hörschwelle zeigen Echsen auch; vgl. Abbildung 5. Man beachte die logarithmischen Skalen sowie die eingezeichneten Plateaus.

Der Bereich, den die Tiere zum Überleben brauchen, ist im Plateau zwischen 400 – 2.600 Hz bei der Smaragdeidechse (*Lacerta viridis*) bzw. 180 - 430 Hz bei der amerikanischen Erdnatter (*Elaphe o. obsoleta*), einer zur Äskulapnatter verwandten Art.

5.2. Zum Gehör der Eidechse

Eidechsen besitzen ein Hörsystem wie die Mehrheit der landlebenden Wirbeltiere, das von innerlich gekoppelten Ohren gekennzeichnet wird (Internally Coupled Ears = ICE) (VAN HEMMEN et al. 2016).

Eine luftgefüllte Röhre im Kopf verbindet die beiden seitlich am Kopf befindlichen Trommelfelle, wodurch das Tier nicht den äußeren Stimulus, sondern die Überlagerung des äußeren und inneren Drucks wahrnimmt. Diese Überlagerung des Innen- und des Außendrucks bestimmt die Auslenkung des Trommelfells, dessen Reizung an das Gehirn weitergeleitet wird.

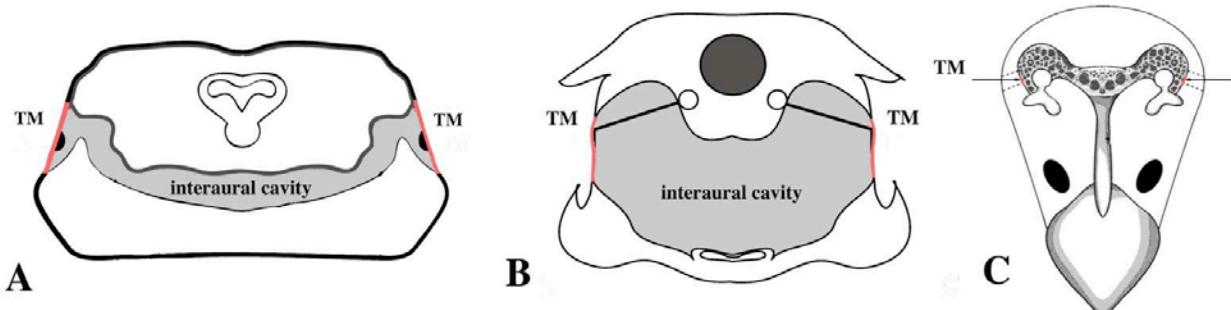


Abbildung 6: Die Mehrheit der landlebenden Wirbeltiere besitzt innerlich gekoppelte Ohren (Internally Coupled Ears = ICE). **A.** Frosch, **B.** Eidechse und **C.** Vogel. TM bedeutet Tympanum oder Trommelfell, das rot angezeigt wird (aus VAN HEMMEN et al. 2016).

Das ICE-System funktioniert im Gegensatz zum Hörsystem der Schlangen über Schallwellen in der Luft. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass ICE sich vom Hörsystem des Menschen und aller anderen Säugetiere deutlich unterscheidet, da letztere mit unabhängigen Ohren ausgestattet sind.

Dank ICE wird der Input im natürlichen Frequenzbereich (< 5 kHz) erheblich modifiziert. Die Zeitunterschiede zwischen linkem und rechtem Trommelfell werden größer (grob, um einen Faktor 3, vgl. Abbildung 6) und der Amplituden-Unterschied zwischen links und rechts kann 20 dB betragen. Da das natürliche ICE-System jedoch ohne Energiezufuhr auskommt, gibt es auch keine Verstärkung des auditorischen Input-Signals.

6. Untersuchungen zu Erschütterungen

Es gibt zwar wissenschaftliche Untersuchungen zum Mechanismus, wie Schlangen Schwingungen aufnehmen (FRIEDEL et al. 2008, VAN HEMMEN et al. 2016, WEVER 1978), allerdings liegen bislang keine Untersuchungen oder Grenzwerte zum Thema Erschütterungen und Reaktion von Reptilien vor (SCHORR, 2013).

Aus diesem Grund wurden im Planungsgebiet zwei Versuche durchgeführt, die Aussagen zum Verhalten von Reptilien bei Schwingungen bzw. zum Auftreten natürlicher Schwingungen im Lebensraum zulassen.

Zur Quantifizierung der Erschütterungen wird die Schwingbeschleunigung herangezogen, da gemäß des Newton'schen Gesetzes (siehe oben) die Beschleunigung einer Masse als Kraft auf das Vestibular- oder Hörsystem von Reptilien wirkt und nicht die Geschwindigkeit.

6.1. Untersuchung des Verhaltens von Terrarientieren bei Bauarbeiten

Um zu untersuchen, ob durch den Bau- bzw. Betrieb des geplanten Kraftwerkes Verbotstatbestände ausgelöst werden oder ausgelöst werden können, wurde in der vorliegenden Untersuchung am 9.10.2017 die Reaktion einer Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) auf das Einbringen bzw. Einrammen von Spundbohlen in einer Entfernung von ca. 190 m dokumentarisch erfasst. Zeitgleich wurde in verschiedenen Abständen die Schwingungsübertragung in das Gelände in den Bereichen gemessen, in denen in letzter Zeit immer wieder Äskulapnattern beobachtet wurden. Die Untersuchungen der Schwingungen wurden vom Büro IFB Eigenschenk (Deggendorf) durchgeführt (vgl. Messbericht „Erschütterungsmessung Jochenstein - Spundung 110-kV Korridorkabel“ JES-A001-IFBE1-B30383-00).

Die Festlegung der Standorte der Messung und die Beobachtung der Tiere im aufgestellten Terrarium im „Haus am Strom“ erfolgte durch DI ASSMANN (Verfasser „Artschutzrechtlichen Fachbeitrag“ der Antragsunterlagen) und Mag. KYEK.

6.1.1. Material und Methoden

6.1.1.1. Ramme und Spundwand

Zum Einsatz kam ein mobiles Rammgerät (ABI Mobilram) des Typs TM14/17SL mit einer Nutzlänge von 17 m und einem Gewicht von 48 Tonnen. Mehrere 11 m lange Spundbohlen wurden über einen Zeitraum von ca. 2 Stunden in den schottrigen Talboden gerammt (vgl. Messbericht, IFB Eigenschenk).

Die Rammarbeiten fanden in 193 m Entfernung vom Terrarium im „Haus am Strom“ statt, in dem ein Äskulapnattermännchen und eine adulte Smaragdeidechse gehalten werden.

6.1.1.2. Messung von Erschütterungen

Die Messung von Erschütterungen erfolgte mittels hochempfindlicher Messsensoren an fünf verschiedenen Stellen in unterschiedlicher Entfernung zur Ramme und auf unterschiedlichem Substrat (vgl. Tabelle 1). Die verwendeten Messgeräte zeichnen Erschütterungen in drei rechtwinkelig zueinander angeordneten (Raum-)Achsen auf (x, y, z). Bei ordnungsgemäßer Positionierung der Messgeräte entsprechen die x-y-Achse der horizontalen Richtung bzw. Ebene und die z-Achse der vertikalen Richtung/Ebene. D. h., es werden die Erschütterungskomponenten aller drei Raumachsen erfasst.

Das für die Beurteilung der Auswirkungen auf die Reptilien relevante Maß von Erschütterungen ist deren erzeugte Beschleunigung, die in m/s^2 angegeben wird. Unter Beschleunigung versteht man in der Physik die Änderung der Bewegungsgeschwindigkeit eines Körpers.

Alle folgenden Angaben zu den aufgezeichneten Messwerten werden als Beschleunigung angegeben.

Messpunkt	Beschreibung Messort	Entfernung zwischen Messgerät und Ramme (=Emissionsort)
1	am Waldrand auf Wurzelstock , ostexponierter Waldrand anschließend extensiv genutzte Wiese	63 m
2	auf Fels innerhalb der Laubwaldstrukturen, halboffene Situation, kleine Lichtung mit anstehendem Fels	100 m
3	Holzstoß am südexponierten Waldrand	150 m
4	Wiese vor dem Holzstoß (vgl. Messpunkt 3)	150 m
5	Im Gebäude „Haus am Strom“ (direkt unter dem Terrarium der Äskulapnatter)	193 m

Tabelle 1: Untergrundverhältnisse und Entfernung der Messpunkte (vgl. auch Abbildung 7).

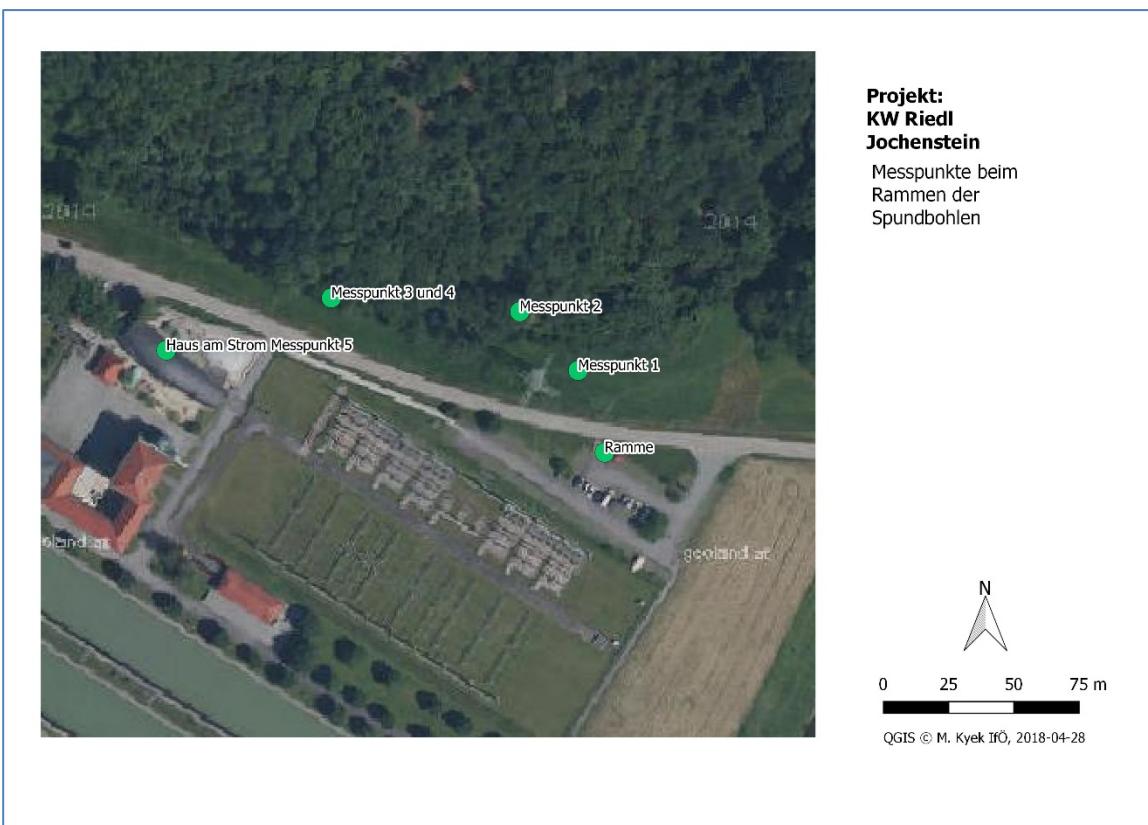


Abbildung 7: Lageplan mit Messorten, Terrariumstandort (Haus am Strom) und Standort des Rammgerätes (=Emissionsort)

6.1.1.3. Das Terrarium

Die Äskulapnatter wird in einem ca. 150x100x50 cm großen Terrarium gehalten, das einen Meter über dem Boden in die Wand eingelassen und an einem Eckpunkt auch zum Boden hin abgestützt wird. Es ist mit Kunstmänteln, Steinen, einem Baumstamm und einer Tränke ausgestattet (vgl. Abbildung 8). In diesem Terrarium wurde das Äskulapnattermännchen über einen Zeitraum von ca. 1,5 h beobachtet und abschnittsweise auch gefilmt.



Abbildung 8: Terrarium mit Äskulapnattermännchen im „Haus am Strom“

6.1.1.4. Beobachtungen von Äskulapnatter und Smaragdeidechse

Das Verhalten der Äskulapnatter während der laufenden Rammarbeiten wurde mit einer Kamera (Canon EOS 5, Mark III) auf einem Stativ filmisch dokumentiert (vgl. Abbildung 9). Parallel erfolgte auch eine beschreibende Dokumentation, die Beobachtungen bzw. Aufzeichnungen des Verhaltens fanden am 9.10.2017 in der Zeit von ca. 9:00 bis 10:30 statt.

Der Beginn der Rammarbeiten und die Beobachtungen wurden zeitlich koordiniert durchgeführt, wodurch sichergestellt wurde, dass eindeutig das Verhalten vor und während der Rammarbeiten erfasst und dokumentiert wird.



Abbildung 9: Geräteanordnung bei der Verhaltensdokumentation (unter dem Terrarium ist der rote Er-schütterungssensor erkennbar)

Parallel dazu wurde auch das Verhalten einer Smaragdeidechse im benachbarten Ter-rarium in entsprechender Art und Weise erfasst.

6.1.2. Ergebnisse

6.1.2.1. Schwingungen bzw. Beschleunigungen

Wie oben beschrieben wurden die Messungen in den Richtungen der X, Y und Z-Achse vorgenommen; vgl. Abbildung 10 bis Abbildung 12.

Die Messergebnisse der Erschütterungen werden in einem eigenen Bericht beschrieben und ausgewertet (vgl. Bericht „Erschütterungsmessung Jochenstein – Spundung 110-kV Korridorkabel“, IFB Eigenschenk, 2017).

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Erschütterungsbeschleunigungen mit dem Abstand zur Ramme bzw. dem Emissionsort überproportional abnehmen.

Die Interpretation der Daten erfolgt nur am Messpunkt Nr. 5 (Terrarium), da hier auch entsprechende Beobachtungen zum Verhalten der Äskulapnatter vorliegen. Die vertikalen Beschleunigungen (Z-Achse) zeigen den stärksten Ausschlag, daher beziehen sich die folgenden Aussagen auf die Werte der Z-Achse (vgl. Abbildung 12). Die Werte der X und Y-Achsen liegen niedriger (vgl. rote Linie in Abbildung 10 und Abbildung 11).

Die Rammarbeiten begannen exakt um 9:31:55. Die Messgeräte wurden vor Beginn der Rammarbeiten aufgestellt und in den aktiven Messmodus versetzt. Kleinere Ausschläge vor Beginn der Rammung (wie sie in den nachfolgenden Diagrammen erkennbar sind) sind auf Nutzungen im Gebäude in unmittelbarer Nähe des Terrariums zurückzuführen (bspw. Gehen und Reinigungsarbeiten). Während der Rammarbeiten wurde darauf geachtet, dass äußere Störeinflüsse (Erschütterungen im Gebäude) vermieden und die Messungen nicht beeinflusst werden.

Die höchste am Terrarium gemessene Beschleunigung während der Rammarbeiten (10:41 Uhr) wurde mit 98 mm/s^2 , also knapp $0,10 \text{ m/s}^2$ (in Richtung der Z-Achse, also vertikal) festgestellt. Der Maximalwert am nahegelegenen Messpunkt MP1 beträgt 278 mm/s^2 bzw. etwa $0,28 \text{ m/s}^2$ (ebenfalls in der Z-Achse).

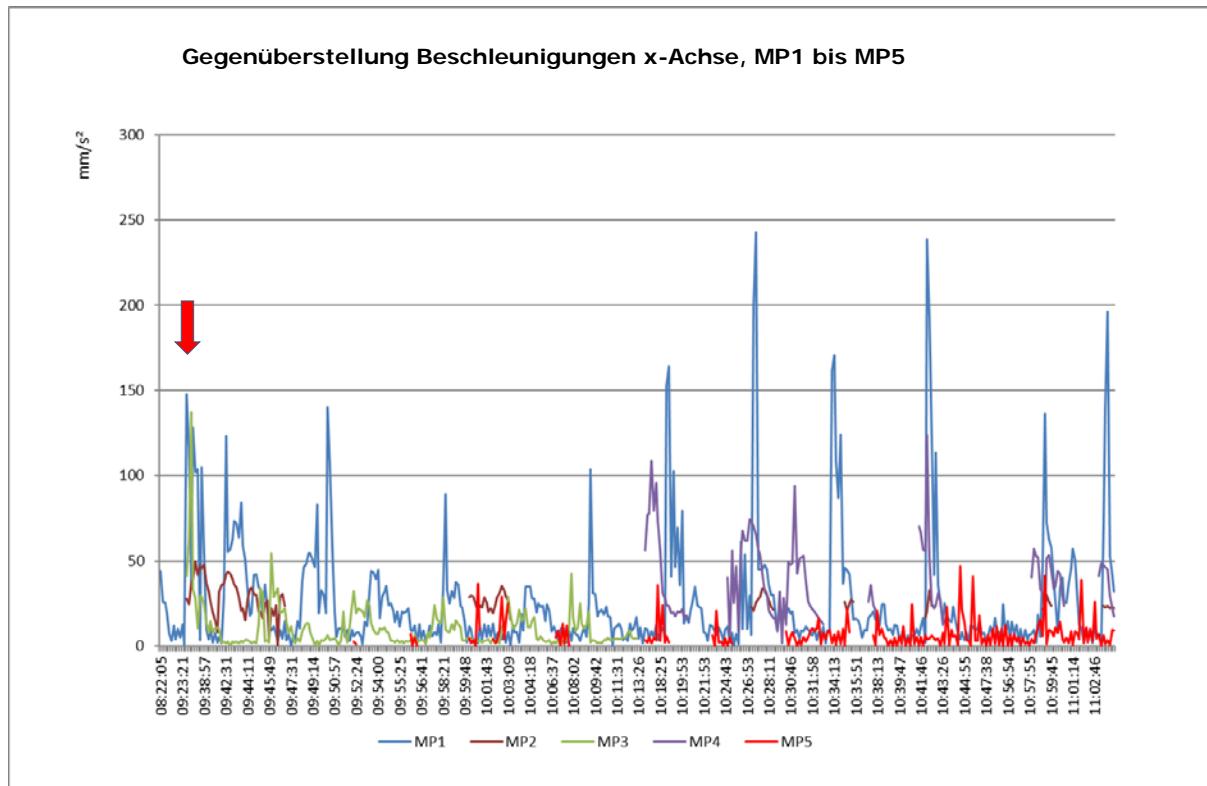


Abbildung 10: Beschleunigungen (X-Achse); Rammbeginn 9:31:55 Uhr (roter Pfeil)

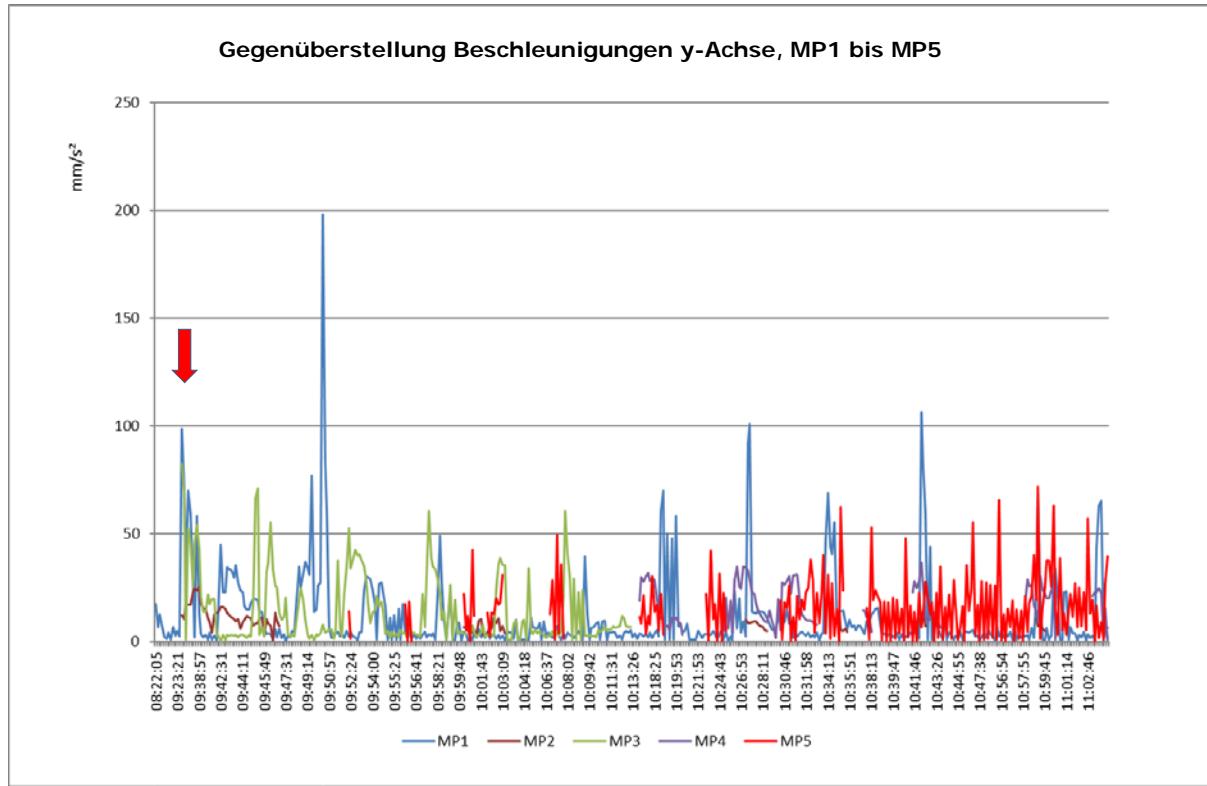


Abbildung 11: Beschleunigungen (Y-Achse); Rammbeginn 9:31:55 Uhr (roter Pfeil)

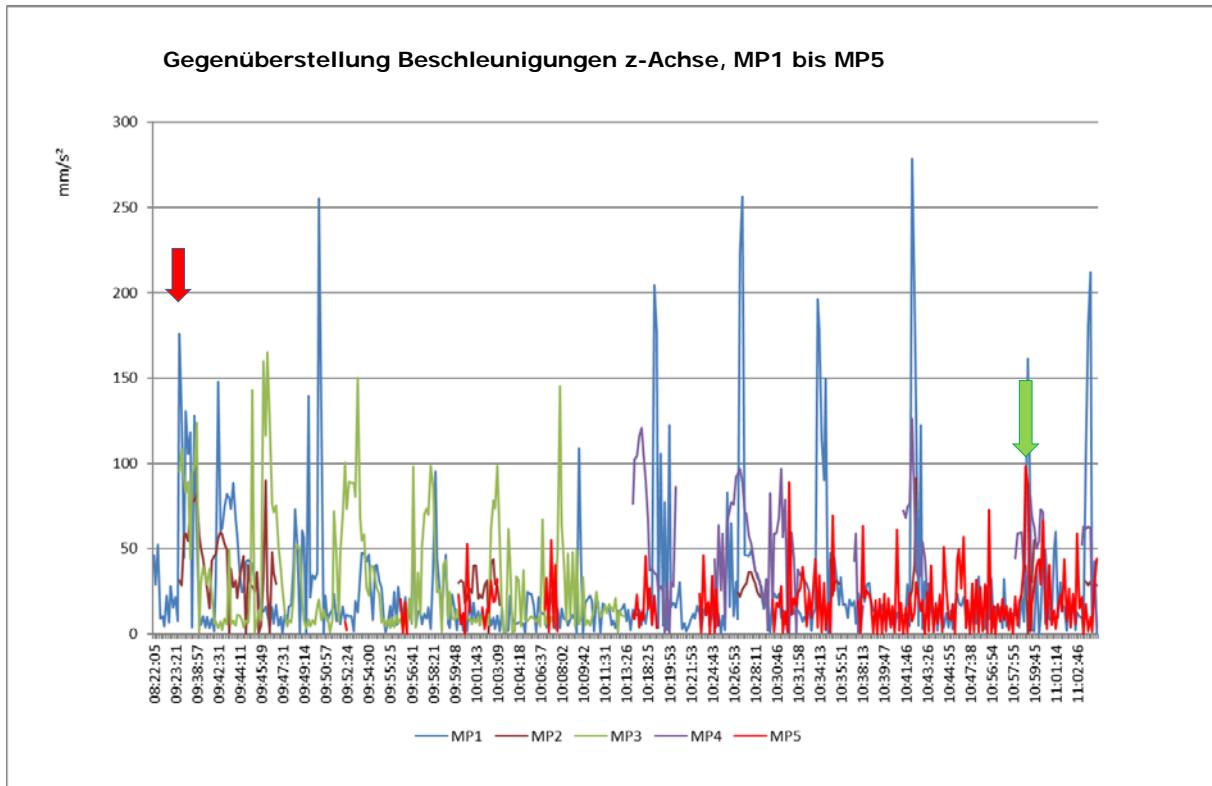


Abbildung 12: Beschleunigungen (Z-Achse); Rammbeginn 9:31:55 Uhr (roter Pfeil), höchster am Terrarium (MP5, rot) gemessener Wert (98 mm/s², grüner Pfeil)

6.1.3. Verhalten der Äskulapnatter und der Smaragdeidechse während der Rammung

Vor Beginn der Arbeiten lag die Schlange ohne jegliche Regung auf einem Podest im linken oberen Hälften des Terrariums. Zum Zeitpunkt des Rammbeginns hatte die Schlange bereits ihren Ruheplatz in der mittleren oberen Hälften des Terrariums verlassen und hat sehr ruhig im Terrarium herumgesucht.

Die Äskulapnatter hat bei Beginn der Rammarbeiten um 09.31.55 Uhr keinerlei erkennbare Verhaltensänderung auf die durch die Spundarbeiten ausgelösten Schwingungen gezeigt. Die Schwingungen waren im Gebäude spürbar (dabei handelt es sich um das persönliche Empfinden des Autors).

Die zweite Spundwandbohle wurde um 09.36.56 Uhr gerammt. Auch hier zeigt die Schlange keinerlei geändertes Verhalten. Sie sucht teilweise auf dem Holz, teilweise auf dem Terrariumboden herum, allerdings ohne jegliche panischen Bewegungen oder zusätzliches Züngeln.

Um 09.43 Uhr wird die dritte Spundwandbohle gerammt. Wiederum keine auffälligen Reaktionen. Die Äskulapnatter sucht sehr langsam und bedächtig im Terrarium herum.

Im Terrarium der Smaragdeidechse ergaben sich ebenfalls keinerlei Reaktionen. Die Eidechse hat sich schon vor Beginn der Rammarbeiten in ein Versteck zurückgezogen und bleibt den gesamten Beobachtungszeitraum in diesem Versteck. Es konnte kein nervöses Verhalten beobachtet werden.

Bezüglich des Verhaltens der Äskulapnatter ist damit festzuhalten, dass sie im Zuge der gegenständlichen Untersuchungen keine wie auch immer geartete Verhaltensänderungen gezeigt hat, die im Zusammenhang mit den am 9.10.2017 vorgenommenen Rammarbeiten (ca. 190 m Entfernung) steht.

6.1.4. Zusammenfassung der Terrariumbeobachtung

Die vorliegenden Ergebnisse der Beobachtungen im Terrarium haben gezeigt, dass bei einer Beschleunigung von bis zu $0,1 \text{ m/s}^2$ die Schlange keine wie immer geartete Fluchtreaktion oder Erregung zeigt.

Zum Zeitpunkt der Rammarbeiten am 9.10.2017 waren die Reptilien in der freien Natur sehr wahrscheinlich bereits im Winterquartier (vgl. SPEYBROECK, et al. (2016); GÜNTHER & WAITZMANN (1996)). Jedenfalls waren zu diesem Zeitpunkt keine Tiere im Nahbereich der Messorte zu beobachten bzw. zu finden.

Der Nachweis einer Äskulapnatter unter Folie am 5.4.2018 zeigt allerdings, dass der Lebensraum, in dem regelmäßig Tiere beobachtet wurden, weiterhin angenommen wird.

6.2. Simulation Steinschlag Donauleiten

Anlagenbezug:

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
MESSBERICHT - SIMULATION STEIN-SCHLAG DONAULEITEN - MESSBERICHT	A4	JES-A001-IFBE1-B30401-00-_FE	18	5.3.1

Im Zuge der Diskussionen zum Thema Erschütterungen und deren Auswirkungen auf Reptilien stellte sich die Frage, welche natürlichen Erschütterungen im Bereich der Lebensräume der Reptilien an den Donauleiten auftreten und wie man diese simulieren kann.

Als Referenz zu den in der Natur laufend auftretenden Schwingungen, wurde eine zusätzliche Versuchsanordnung und Messkampagne durchgeführt. Diese soll veranschaulichen, welche Schwingungen im Gebiet auftreten, wenn Steine die steilen Donauleiten hinunterfallen.

Derartige Ereignisse sind aufgrund der örtlichen Topographie als natürlich einzustufen, da die flächenhaft existierenden Geröllhalden der Donauleiten durch lose Felsbrocken und herunterfallende Steine entstanden sind bzw. immer noch entstehen (vgl. Abbildung 13 und Abbildung 14).

In dieser Umgebung sind die genannten Reptilienarten seit Jahrzehnten nachweislich bekannt und reproduzieren hier auch in stabilen Populationen. Im Eiablagehaufen am Waldrand (vgl. Abbildung 15) konnten im April 2018 ca. 300 Eier der Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) und 50 Eier der Ringelnatter (*Natrix natrix*) festgestellt werden (mündliche Mitteilung von Sebastian ZODER, Schutzgebietsbetreuer).

Das bedeutet, die Erschütterungen herunterfallender Steine können keine Störungen darstellen, die den Fortbestand der Populationen gefährden.

Mit dem Versuch soll veranschaulicht werden, in welcher Größenordnung die Schwingbeschleunigungen solcher Erschütterungereignisse liegen und wie schnell diese räumlich abklingen.



Abbildung 13: Die örtliche Topographie ist durch Hangschutt geprägt, der sich hier durch herabfallende Steine angesammelt hat.



Abbildung 14: Immer wieder sind Steine an der Oberfläche zu finden, die offensichtlich erst in jüngerer Zeit hier liegen geblieben sind.



Abbildung 15: In diesem Ende April 2018 umgeschichteten Eiablagehaufen wurden ca. 300 Eier der Äskulapnatter und 50 Eier der Ringelnatter aus den letzten 3 Jahren gefunden

6.2.1. Die Versuchsanordnung

Vorort wurden zwei Felsbrocken ausgewählt:

Stein 01: 5,9 kg
 Stein 02: 11,9 kg

Um die Beschleunigungen herunterfallender Steine beurteilen zu können, werden beide Steine jeweils 10-mal aus einer Höhe von 1 m an zwei unterschiedlichen Standorten (Wiesenboden mit sandigem Untergrund gegenüber „Haus am Strom“ und Waldboden mit steinigem Untergrund (Gneiszersatz) in der Donauleiten; vgl. Abbildung 16 und Abbildung 17) fallen gelassen. In jeweils 0,2 m (im Diagramm mit Abstand 0 bezeichnet), 1 m, 2 m und 4 m Entfernung werden die Schwingbeschleunigungen gemessen. Die entsprechenden Maximalwerte (achsunabhängig) werden statistisch aufbereitet und graphisch dargestellt.



Abbildung 16: Anordnung des Versuchsaufbaus zur Schwingungsmessung auf der Wiese mit sandigem Untergrund am Waldrand (links: 0,2/1/2m; rechts: 0,2/2/4m)



Abbildung 17: Anordnung des Versuchsaufbaus zur Schwingungsmessung im Wald an den Donauleiten (mit Gneiszersatz als Untergrund) (links: 0,2/1/2m; rechts: 0,2/2/4m)

6.2.2. Ergebnisse „Steinschlagsimulation“

6.2.2.1. Standort Wiese Donauleiten

Da die Steinwürfe (loses Fallenlassen des Steines ohne Krafteinwirkung) für jeden der beiden Untergründe und Versuchsaufbaue jeweils zehn Mal (also 4x10 Steinwürfe) identisch wiederholt wurden, ist eine Darstellung der Messwerte mittels box-plot-Diagramm zielführend. Einerseits wird so die Streuung der Messergebnisse je Versuch und Messort deutlich und leichter interpretierbar, andererseits ist das Abklingen der Messwerte mit der Entfernung deutlich erkennbar.

Zur Erläuterung und Interpretation des box-plot-Diagrammes:

Kennwert	Beschreibung	Lage im Boxplot
Minimum	Kleinster Datenwert des Datensatzes	Ende eines Whiskers oder entferntester Ausreißer
Unteres Quartil	Die kleinsten 25 % der Datenwerte sind kleiner als dieser oder gleich diesem Kennwert	Beginn der Box
Median	Die kleinsten 50 % der Datenwerte sind kleiner als dieser oder gleich diesem Kennwert	Strich innerhalb der Box
Oberes Quartil	Die kleinsten 75 % der Datenwerte sind kleiner als dieser oder gleich diesem Kennwert	Ende der Box
Maximum	Großter Datenwert des Datensatzes	Ende eines Whiskers oder entferntester Ausreißer

Der Strich innerhalb der Box gibt den Median- bzw. Zentralwert an. Das ist jener Wert, der genau in der Mitte einer Datenverteilung liegt. Die eine Hälfte aller Individualdaten ist immer kleiner, die andere größer als der Median. Bei einer geraden Anzahl von Individualdaten ist der Median die Hälfte der Summe der beiden in der Mitte liegenden Werte. Das Ende der vertikalen Striche symbolisiert die äußersten Wertegrenzen (Minimal- bzw. Maximalwert).

Da die Messung bei der Station „2 m“ in jeder 10er-Serie Steinwurf gemessen wurde (das Messgerät blieb unverändert), fließen hier bei der Ergebnisdarstellung in Summe 20 Messwerte ein. Das gleiche gilt auch für die Station „0“ direkt neben der Aufprallstelle des Steines.

Unmittelbar neben dem Aufprallpunkt werden beim Stein mit 5,9 kg auf der Wiese maximale Schwingbeschleunigungen von bis zu 14,2 m/s² gemessen (vgl. Abbildung 18), beim Stein mit 11,9 kg bis zu 21 m/s² (vgl. Abbildung 19).

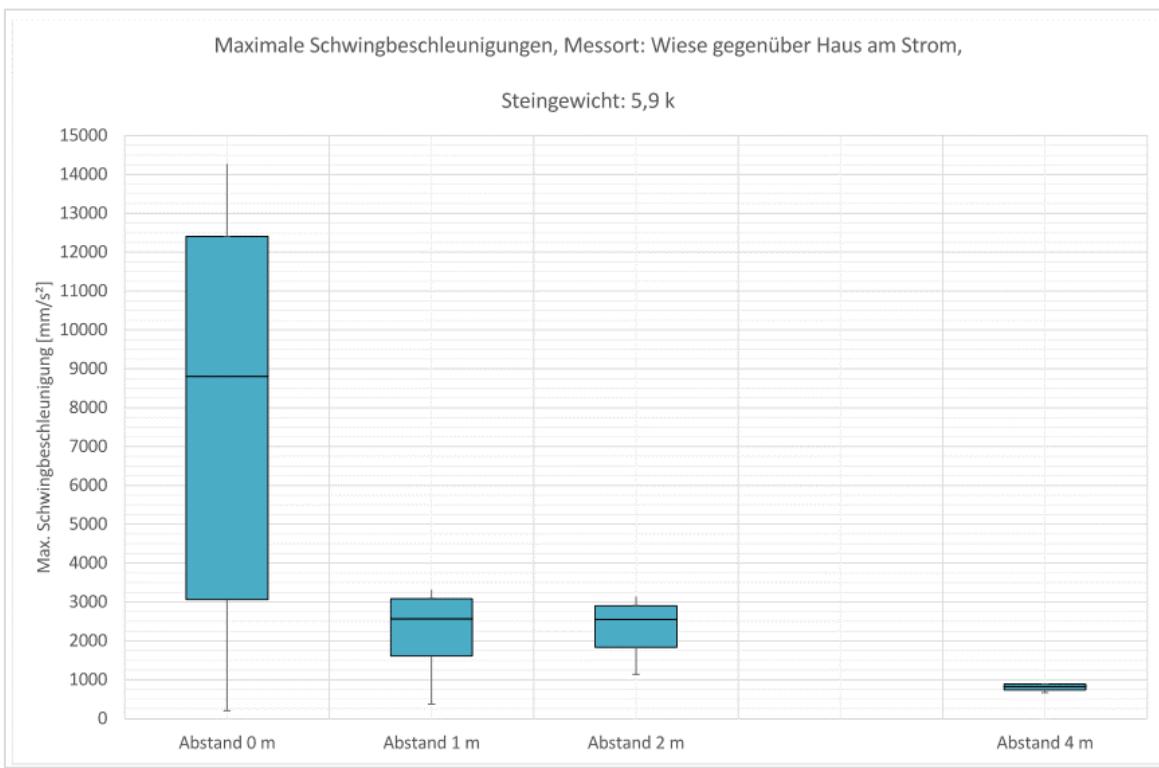


Abbildung 18: Mit dem 5,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen auf der Wiese nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)

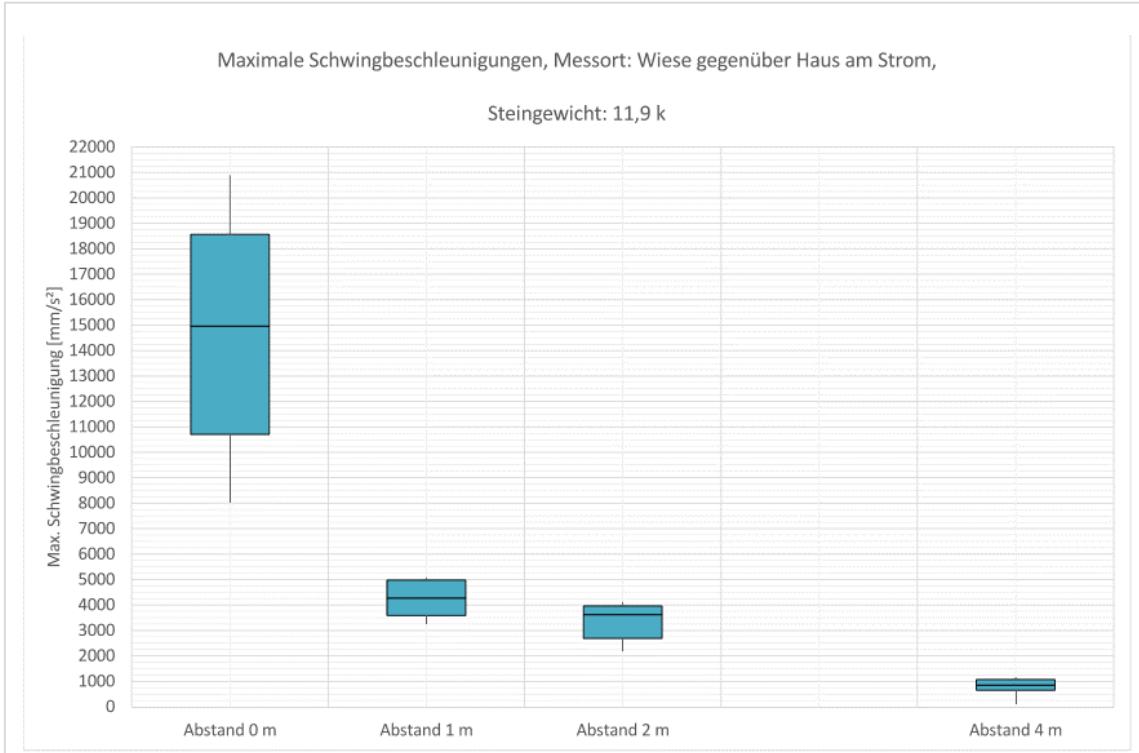


Abbildung 19: Mit dem 11,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen auf der Wiese nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)

6.2.2.2. Standort Wald Donauleiten

Am Aufprallpunkt im Wald werden beim Stein mit 5,9 kg Schwingbeschleunigungen von bis zu 11,6 m/s² gemessen (vgl. Abbildung 20), beim Stein mit 11,9 kg bis zu 12,8 m/s² (vgl. Abbildung 21).

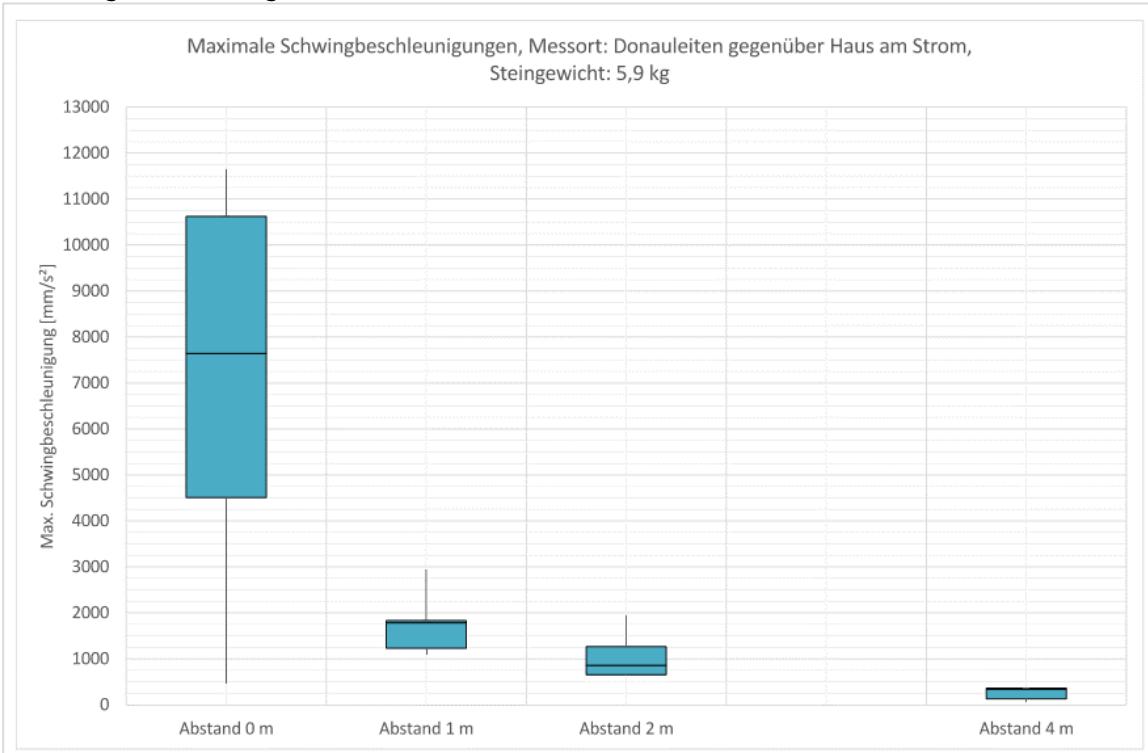


Abbildung 20: Mit dem 5,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen im Wald nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)

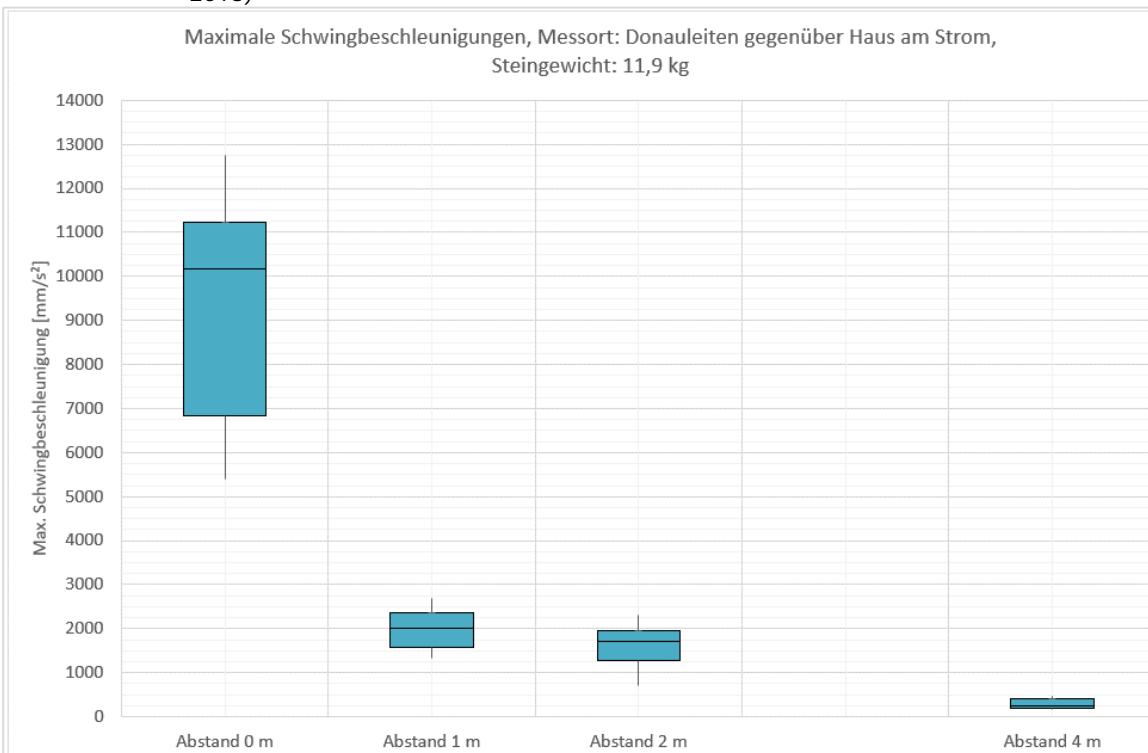


Abbildung 21: Mit dem 11,9 kg Stein gemessene Schwingbeschleunigungen im Wald nördlich vom „Haus am Strom“ (vgl. Simulation Steinschlag Donauleiten – Messbericht, IFB Eigenschenk, 2018)

Die Ergebnisse der aufgezeichneten Schwingbeschleunigung der Steine, die auf der Wiese und im Wald aus einem Meter Höhe fallen gelassen wurden, sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Werte stellen die maximal gemessenen Beschleunigungen im jeweils angegebenen Abstand dar.

Auf der Wiese	0,2m	1m	2m	4m	
5,9 kg:	14,2	3,1	3,0	0,9	m/s ²
11,9 kg:	20,9	5,1	4,1	1,1	m/s ²
Am Waldrand	0,2m	1m	2m	4m	
5,9 kg:	7,1	3,0	2,9	0,3	m/s ²
11,9 kg:	12,8	2,8	2,2	0,3	m/s ²

Tabelle 2: Bei der Steinschlagsimulation gemessene Maximalwerte der Schwingbeschleunigung an der Bodenoberfläche in verschiedenen Abständen vom Treffpunkt.

Die Steinwurfversuche auf der Wiese (nördlich vom „Haus am Strom“) und innerhalb des Waldes an den Donauleiten zeigen unterschiedliche Ergebnisse. Die auftretenden Beschleunigungswerte auf der Wiese sind zum Teil deutlich höher als die im Wald. Das ist wohl auf die stärker dämpfende Eigenschaft des Waldbodens mit einer Auflage aus losem Fels und Lockermaterial (Laub, Humus etc.) zurückzuführen und entspricht auch den Einschätzungen.

Die Beschleunigungswerte nehmen in beiden Fällen mit zunehmendem Abstand zum Aufschlagspunkt des Steins deutlich ab. Auf Wiesenuntergrund liegen die Werte bei beiden Steinen bereits bei einem Abstand von 4 m auf einem Niveau von 0,9 bzw. ca. 1,1 m/s²; auf Waldboden bei ca. 0,3 m/s².

6.3. Weitere erschütterungsrelevante Beispiele

Der vorliegende Messbericht („Schwingungsuntersuchungen an Pumpspeicheranlagen und Verkehrswegen“; JES-A001-IFBE1-B30402-00-_FE, Anlage 1) zeigt u.a. die emittierten Schwingungen (bzw. die Erschütterungsimmissionen) an Straßen im Bereich des Kraftwerks Jochenstein und einer Bahnlinie im Bayerischen Wald auf, deren Umfeld von Reptilien besiedelt ist.

In Tabelle 3 sind die im Messbericht umfassend beschriebenen Ergebnisse zu den Schwingungsmessungen zusammengefasst.

Standort	Typ	mm/s ²	m/s ²	Abstand der Messung (m)	Lebensraum
KW Roßhag (Parkplatz)	PSW	44,5	0,04	40	Kreuzotter
PA 51 Dolomitenstraße 1. Serpentine	Straße	50,2	0,05	1	Äskulapnatter, Smaragdeidechsen, Schlingnatter
PA 51 Dolomitenstraße Steinmauer	Straße	69,8	0,07	1	Äskulapnatter, Smaragdeidechsen, Schlingnatter
B388 Kreuzung Kellberg	Straße	123	0,12	1	Äskulapnatter, Smaragdeidechsen, Schlingnatter
Bahnstrecke Deggendorf - Zwiesel	Bahn	625	0,63	3	Schlingnatter

Tabelle 3: Maximal gemessene Schwingbeschleunigungen unter Angabe der Entfernung an Straßen, Bahn und Pumpspeicheranlagen

Der maximale – außerhalb der Kraftstation Roßhag am ca. 40 m von den Maschinenachsen entfernten Parkplatz – gemessene Wert für die Schwingbeschleunigung beträgt 44,5 mm/s², bei einer Standardabweichung von 20,2 mm/s². Der Parkplatz ist auf Lockermaterial errichtet.

Der maximale an den Straßenzügen PA 51 und B388 gemessene Wert für die Schwingbeschleunigung beträgt 123 mm/s², bei einer Standardabweichung von 4,85 mm/s². An beiden Standorten leben direkt an der Straße Äskulapnattern, Schlingnattern und Smaragdeidechsen.

Der maximale an der Bahnstrecke Deggendorf – Zwiesel gemessene Wert für die Schwingbeschleunigung beträgt 625 mm/s², bei einer Standardabweichung von 15,6 mm/s². Bei dieser Messung war das Messgerät aus Sicherheitsgründen ca. 3 m vom Bahngleis entfernt aufgestellt. Wegen der im Kapitel 6.2 dargestellten raschen Abnahme der Beschleunigungen ist davon auszugehen, dass im Bereich des Gleiskörpers die Beschleunigungen noch deutlich höhere Werte aufweisen.

6.4. Zusammenfassende Betrachtung der Erschütterungs- bzw. Schwingbeschleunigungen

Im Folgenden werden alle in den verschiedenen Versuchen und Messungen erfassten maximalen Erschütterungsbeschleunigungen zusammengefasst:

Standort	Emission	Entfernung in Metern	Max. Erschütterungsbeschleunigung (m/s ²)
Terrarium im "Haus am Strom" während der Rammarbeiten	Ramme	193	0,098
PA51 Dolomitenstraße (1. Serpentine)	Kreisstraße	1	0,05
PA51 Dolomitenstraße Steinmauer	Kreisstraße	1	0,06
B388 Kreuzung Kellberg	Bundesstraße	1	0,12
Bahnstrecke Deggendorf – Zwiesel	Bahn	3	0,62
Steinschlagsimulation	Stein (5,9 kg) aus 1 Meter Höhe auf Wiese	0,2 – 4	14,2 – 0,9
Steinschlagsimulation	Stein (11,9 kg) aus 1 Meter Höhe auf Wiese	0,2 – 4	20,9 – 1,1
Steinschlagsimulation	Stein (5,9 kg) aus 1 Meter Höhe auf Waldboden	0,2 – 4	7,7 – 0,3
Steinschlagsimulation	Stein (11,9 kg) aus 1 Meter Höhe auf Waldboden	0,2 – 4	12,8 – 0,3

Tabelle 4: Zusammenstellung aller im Zuge der Erstellung des vorliegenden Gutachtens gemessenen Erschütterungsbeschleunigungen

Alle in Tabelle 4 dargestellten Erschütterungsbeschleunigungen wurden in von Reptilien dauerhaft besiedelten Lebensräumen gemessen. Daraus lässt sich ableiten, dass periodisch auftretende Erschütterungen dieser Größenordnung keine dauerhafte Schädigung des Lebensraumes bzw. der Reptilienpopulationen auslösen.

7. Abgrenzung der Populationen

Als Populationen werden Fortpflanzungsgemeinschaften bezeichnet.

Von Herrn DI Otto ASSMANN – einem ausgesprochenen Kenner der Reptiliensituation in den Donauleiten im Projektgebiet – werden auf Anfrage per Email jeweils drei Populationen der Äskulapnatter und der Smaragdeidechse im Eingriffsgebiet und in den angrenzenden Landschaften unterschieden:

1. Rambach-Steinbruch; LBV- Steinbruch/Hangfuß Jochensteiner Leite (direkt nördlich vom „Haus am Strom“);
2. Dolomitenstraße; Felsbereiche und Halden östlich der Dolomitenstraße;
3. Uferhäusl/Frauensteig in Oberösterreich

Neben der Äskulapnatter und der Smaragdeidechse sind in den Donauleiten auch vereinzelt die Schlingnatter und vergleichsweise häufig die allochthone Mauereidechse vertreten (vgl. Abbildung 22). Zauneidechsen kommen an den Donauleiten nur vereinzelt vor.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Nachweise keinesfalls homogen verteilt sind, sondern sich auf offene, gut strukturierte und sonnige Strukturen in den Schutthalden, entlang der Straße und an den südexponierten Waldrändern konzentrieren.

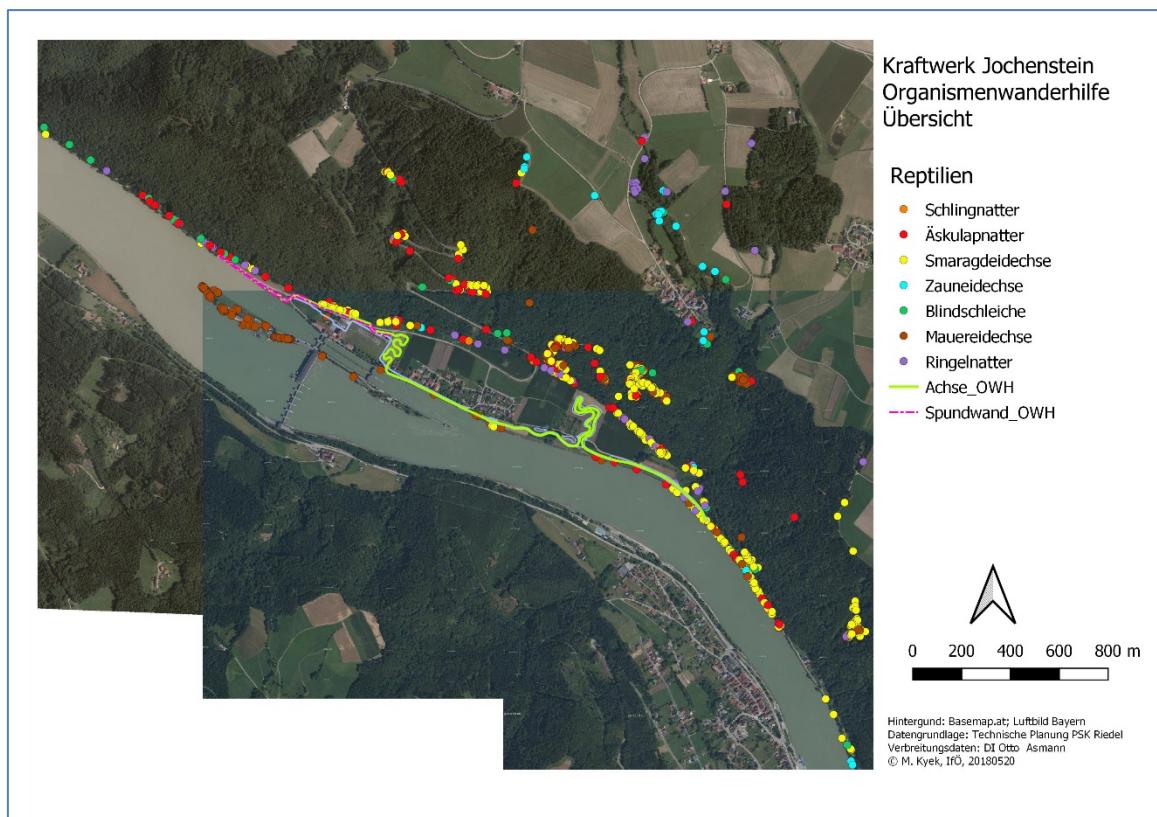


Abbildung 22: Überblick zu den im Eingriffsgebiet heimischen durch die Straße getrennten (Teil-) Populationen (Karte: KYEK, 2018). Die Verbreitungsdaten der Reptilienfauna stammen von DI ASSMANN aus der Kartierung 2010/2011 im Zuge der Umweltverträglichkeitsstudie für das Vorhaben „Energiespeicher Riedl“

8. Beurteilung schwingungsrelevanter Eingriffe aus herpetologischer Sicht

8.1. Bauphase

Die Bauarbeiten zur OWH verlaufen teilweise in unmittelbarer Nähe zum besiedelten Waldrand an den Donauleiten und zum Teil entlang des Donauufers unterhalb des Kraftwerks Jochenstein, das von Äskulapnattern besiedelt ist.

8.1.1. Geplante Spundwandarbeiten

Im Zuge der Errichtung der OWH werden am Oberlauf im Westen des ca. 3.350 m langen Bauwerks (vgl. Abbildung 23) auf einer Länge von 870 Metern insgesamt 1.285 lfm Spundwände unter Druck in den Untergrund gerammt (vgl. Abbildung 23). Im Bereich des Einlaufs südlich der Kreisstraße PA51 wird die OWH beidseitig gespundet. Die Spundwand südlich der Straße liegt hier 30 bzw. 35 m vom besiedelten Waldrand entfernt.

Nördlich der Straße wird die Straße orographisch rechts des geplanten Fließgewässers durch eine ca. 340m lange Spundwand gesichert. In diesem Abschnitt (nördlich vom „Haus am Strom“) liegt die geplante Spundwand ca. 15 m vom Waldrand der Donauleiten und den nachweislichen Reptilienfundorten entfernt. Ein nahe gelegener Eiablagehaufen in dem nach Angaben von Herrn Sebastian ZODER (Schutzgebietsbetreuer, mündliche Mitteilung) im April 2018 ca. 350 Eier gefunden wurden, die aus einem Zeitraum von 3 Jahren stammen, liegt in dem durch die Rammarbeiten betroffenen Waldrandabschnitt.

Orographisch links der OWH werden direkt am Waldrand (Abstand ca. 4 m) zusätzlich 60 m Spundwand geschlagen. Der betroffene Waldrandabschnitt ist zwar nach den vorliegenden Kartierungsdaten nicht besiedelt (vgl. Abbildung 24), stellt aber einen potentiellen Lebensraum und jedenfalls einen Ausbreitungskorridor für die Reptilienfauna dar.

Die Spundwandrammungen bei der Errichtung der Organismenwanderhilfe entlang der Straße erfolgen etwa mit einer Geschwindigkeit (abhängig von den lokalen Untergrundverhältnissen) von ca. 5 Meter pro Stunde, wobei die Erschütterungen während des Rammens einer Spundbohle immer ein bis zwei Minuten andauern und dann wieder 5 - 10 Minuten Ruhe herrscht. Die Rammungen nördlich der Straße zur Errichtung der Organismenwanderhilfe (insgesamt 400 m) dauern insgesamt ca. 8-10 Arbeitstage. Die Errichtung der gesamten Spundwand mit einer Länge von 1.258 m wird ca. 25 Arbeitstage in Anspruch nehmen.

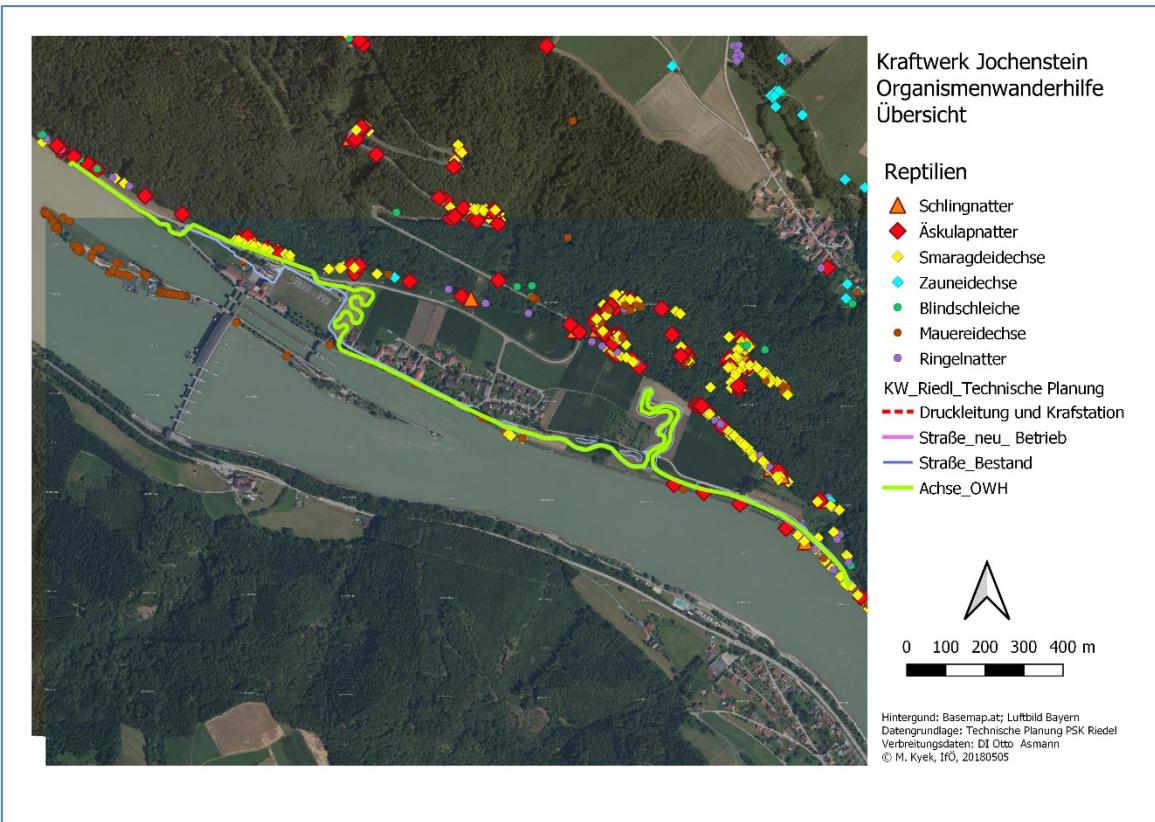


Abbildung 23: Lage der geplanten Organismenwanderhilfe am Kraftwerk Jochenstein (Karte: KYEK, 2018). Die Verbreitungsdaten der Reptilienfauna stammen von DI ASSMANN aus einer Kartierung 2010/2011

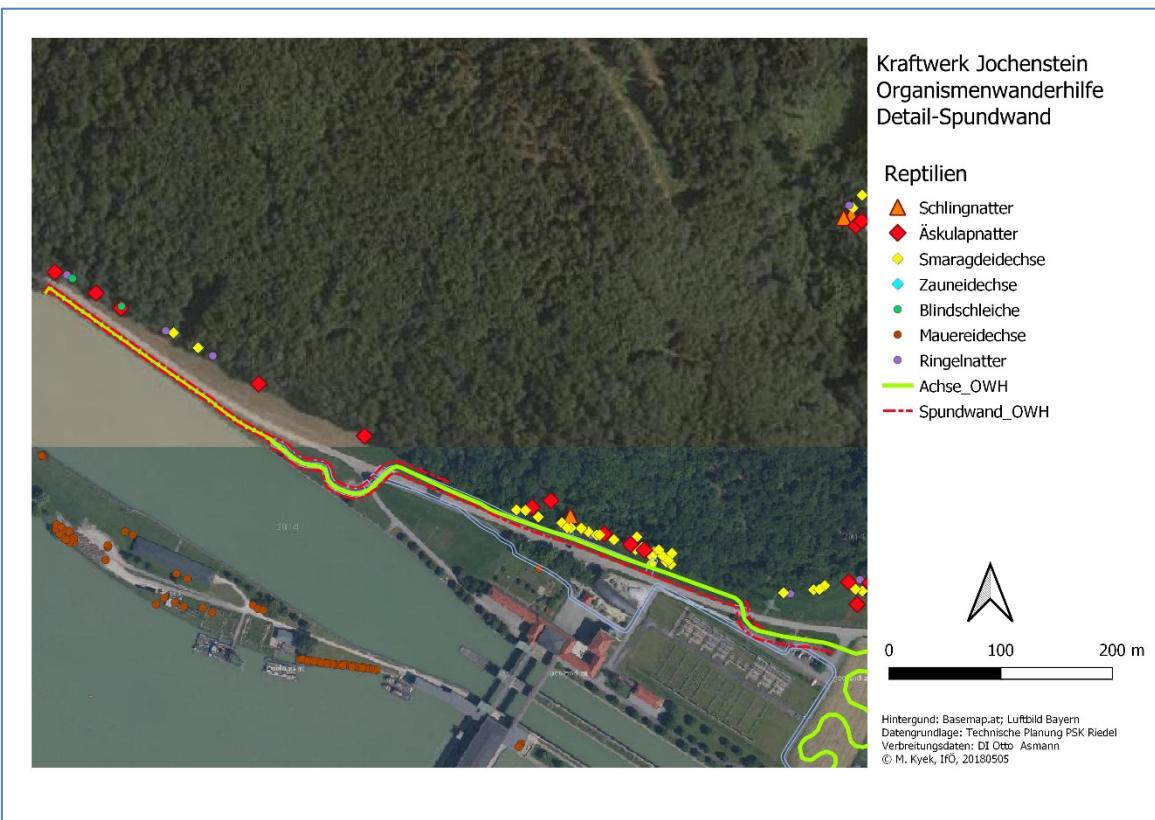


Abbildung 24: Lage der geplanten Spundwand entlang des Waldrandes (Karte: KYEK, 2018). Die Verbreitungsdaten der Reptilienfauna stammen von DI ASSMANN aus einer Kartierung 2010/2011

8.1.2. Sonstige erschütterungsrelevante Eingriffe

Neben den Rammarbeiten sind als weitere erschütterungsrelevante Eingriffe Baggerarbeiten und Massentransporte zu nennen.

Sprengungen und schwere Felsarbeiten sind für die Errichtung der OWH aufgrund des überwiegenden Verlaufs in Talbodensedimenten nicht notwendig. Temporär und lokal können kleinräumig allfällige Schrämm- und Meiβelarbeiten im bebauten Gebiet im Bereich der Straße am Donauufer stattfinden.

8.1.3. Auswirkungen der Erschütterungen

Die stärksten Erschütterungen im Umfeld besiedelter Lebensräume werden durch die Rammarbeiten für die Baugrubensicherung mittels Spundwände am nördlichen Ortsrand von Jochenstein ausgelöst.

Der Großteil der im Zusammenhang mit der Errichtung der geplanten Organismenwanderhilfe zu erwartenden Erschütterungen erreichen im Bereich der nachgewiesenen Reptilien bzw. in deren Lebensräumen keine über das natürliche Maß hinausgehende Intensität.

Die während des Rammens ermittelten Beschleunigungswerte im Lebensraum der Reptilien (an den ungünstigsten bzw. nächsten Punkten) bei der beschriebenen Terrarienbeobachtung liegen in einer Größenordnung, wie sie auch bei der Steinschlagsimulation in einem Abstand von etwa zwei bis vier Meter Entfernung gemessen wurden und liegen damit im Bereich der natürlicherweise auftretenden Erschütterungen.

Der Versuch gibt einen Hinweis darauf, dass am Aufprallpunkt von herabfallenden Steinen in der Natur laufend Schwingbeschleunigungen in der Größenordnung der Erdbeschleunigung ($9,8 \text{ m/s}^2$) und darüber auftreten. Diese nehmen jedoch innerhalb von 4 Metern Entfernung bereits auf $1,1 \text{ m/s}^2$ (Wiese) bis $0,3 \text{ m/s}^2$ (Wald) ab.

Da derartige Erschütterungen bzw. Beschleunigungen offensichtlich auch natürlicherweise auftreten ist davon auszugehen, dass sie die hier lebenden Reptilien in ihrem Lebensraum weder töten noch derart beunruhigen, dass die Populationen in ihrer Fortpflanzung und damit in ihrer Existenz gestört sind. Das heißt, auch die Entwicklung in den Eiern nimmt keinen Schaden. Dies vor allem deshalb, da die Eier der Äskulapnatter in organischem Material abgelegt werden, das die Erschütterungen zusätzlich abfedert. Auch die weiche, ledrige Eihaut schützt und dämpft.

Die erzeugten Erschütterungen sind bezüglich ihrer Intensität zeitlich und räumlich begrenzt. Die Erschütterungen durch Rammen von Spundwänden sind auf „wandernde Emittenten“ zurückzuführen, so dass die allfällig betroffenen linearen Lebensräume der Reptilien am Waldrand der Donauleiten nur stunden- bzw. tageweise und räumlich begrenzt projektbedingte Erschütterungen erfahren.

Allfällige, durch Erschütterungen ausgelöste Beeinträchtigungen betreffen jedenfalls immer nur einen kleinen Teil einer Population und aufgrund der räumlichen Verteilung der Einzelpersonen und geeigneten Lebensräume im Umfeld des Vorhabens niemals die gesamte Population. Der durch die Spundwandrammungen betroffene Waldrand ist 60 (Abstand 4 m) bzw. 340 m (Abstand 15m) lang, wobei 150 m der 340 m dichter besiedelt sind; für den Rest des Waldrandes liegen nur Einzelnachweise vor. Zum Vergleich, der gesamte besiedelte und vom Vorhaben unbeeinflusste Waldrand ist ca. 7 km lang (vgl. Abbildung 22).

Die Direktbeobachtungen im Terrarium zeigen, dass Beschleunigungen von $0,098 \text{ m/s}^2$ keinen negativen Einfluss auf die Reptilien haben. An der Waldbahn zwischen Degendorf und Zwiesel wurden $0,62 \text{ m/s}^2$ gemessen (vgl. Kap. 6.3), die offensichtlich auch keine Auswirkung auf die dort lebenden Schlingnattern haben.

Auch die Erschütterungsmessungen an der B388 und an der PA51 zeigen, dass das vom bestehenden Verkehr ausgehende Störungsrisiko offenbar ebenfalls gering ist, da die Tiere die geeigneten Lebensräume entlang der Straße in den Donauleiten seit Jahrzehnten besiedeln.

Die Messungen während der Rammarbeiten am 9.10.2017 haben gezeigt, dass die Schwingungsbeschleunigungen am nächstgelegenen Messpunkt MP1 in 60 m Entfernung maximal 278 mm/sec^2 bzw. etwa $0,27 \text{ m/sec}^2$ (Z-Achse) erreichen. Die untersuchten Rammarbeiten haben gezeigt, dass in einer Entfernung von 190 m keine Schwingbeschleunigungen mehr auftreten, die zur einer nervösen Reaktion der Äskulapnatter geführt haben.

Der Abstand der Rammarbeiten an der PA51 bzw. auf der orographisch linken Seite der OWH beträgt 15 bzw. entlang des Waldrandes ca. 4 Meter.

Die bei der Simulation Steinschlag gemessenen Schwingbeschleunigungen (vgl. Kap. 6.2) liegen zwischen $20,9 \text{ m/sec}^2$ (bei 0,2 m Entfernung) und $0,3 \text{ m/sec}^2$ (in 4 Meter Entfernung); vgl. Tabelle 5.

Auf der Wiese	0,2m	1m	2m	4m	
5,9 kg:	14,2	3,1	3,0	0,9	m/s^2
11,9 kg:	20,9	5,1	4,1	1,1	m/s^2
Am Waldrand	0,2m	1m	2m	4m	
5,9 kg:	7,1	3,0	2,9	0,3	m/s^2
11,9 kg:	12,8	2,8	2,2	0,3	m/s^2

Tabelle 5: Ergebnisse der Steinschlagsimulation

Es ist davon auszugehen, dass die Erschütterungsbeschleunigungen am Waldrand aufgrund der geringeren Abstände zunehmen. Auftretenden Erschütterungen durch das Rammen von Spundwänden, Baggerarbeiten und Massentransporte wirken in die Lebensräume hinein.

Die abschnittsweise sehr geringe Entfernung zum Waldrand und damit zum Lebensraum der Reptilien wird zu Erschütterungsbeschleunigungen führen, die kurzfristig das natürliche Ausmaß überschreiten und wahrscheinlich Fluchtreaktionen einzelner Tiere auslösen können.

Der ca. 60 m lange Waldrandabschnitt, an dem die Spundwand für die Organismenwanderhilfe in unmittelbarer Nähe zum Waldrand geschlagen wird, ist auf Grund fehlender Lebensraumstrukturen wie Totholz, Wurzelstöcken und Holzstapel oder Eiablageplätze kein Konzentrationspunkt. Für diesen Abschnitt liegen keine Nachweise von Reptilien vor.

Im Bereich unterhalb des Kraftwerkes Jochenstein wird es durch den Bau der OWH entlang des Donauufers zu keinen Beeinträchtigungen kommen, da als Projektmaßnahme bereits vorgesehen ist, die Reptilien vor Baubeginn abzusiedeln und die Bauarbeiten in erster Linie in der bestehenden Straße stattfinden.

Reptilien können niederfrequente Erschütterungen, wie sie beim Bau auftreten, auf Grund der Begrenzung der Wahrnehmung auf Erschütterungen für den Beutefang nur eingeschränkt wahrnehmen.

Da über weite Strecken nicht direkt in besiedelte Lebensraumstrukturen eingegriffen wird, ist davon auszugehen, dass diese durch die zeitweiligen Beeinträchtigungen durch Erschütterungen nicht nachhaltig in Mitleidenschaft gezogen werden. Da die Eingriffsbereiche und deren Umfeld – sei es aufgrund natürlicher Erschütterungen wie Steinschlag oder menschlicher Aktivitäten wie Straßenverkehr und Land- und Forstwirtschaft – seit geraumer Zeit beeinflusst sind, sind die Tiere in gewissem Ausmaß auch bereits an Erschütterungen gewöhnt.

Es ist daher davon auszugehen, dass durch Erschütterungen keiner der Verbotstatbestände Tötung auf Individualebene, Störung auf Populationsebene und Verlust oder Beeinträchtigung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten ausgelöst wird.

Der zusätzliche Baustellenverkehr stellt, wie Erfahrungen aus Bauprojekten belegen, keine Verbotstatbestände auslösende Mehrbelastung dar. Beobachtungen aus einem vergleichbaren Baustellenbetrieb beim Bau des Pumpspeicherkraftwerks Reißeck II, (vgl. Kap. 16.1.4 im Anhang) zeigen, dass dieser auf die Reptilienfauna keine nachhaltigen Auswirkungen hat. Beim Bau dieses Vorhabens konnten trotz des deutlich erhöhten Verkehrs entlang der Amphibienzäune an der Straße über drei Jahre immer wieder Äskulapnattern und Smaragdeidechsen beobachtet werden.

8.2. Betriebsphase

In der Betriebsphase geht von der Organismenwanderhilfe und ihrer laufenden Instandhaltung keine Gefahr für die Reptilien aus, wenn eine allfällige Beräumung der OWH von der Straße aus vorgenommen wird und allfällige Pflegemaßnahmen im Spätherbst erfolgen.

Erschütterungstechnisch sind keine Arbeiten geplant, die Auswirkungen auf die Reptilien haben können. Bei einer Beräumung der OWH werden u.a. submerse Vegetation und bachbegleitende Gras-, Kraut- oder Gehölzbestände entfernt, wodurch keine relevanten Erschütterungen ausgelöst werden.

9. Eingriffsmindernde Maßnahmen

Vom Unterfertigten werden verschiedene eingriffsmindernde Maßnahmen vorgeschlagen, die geeignet sind die Auswirkungen während der Bau- bzw. Betriebsphase zu minimieren und auf diese Weise jede Absichtlichkeit zu unterbinden und nicht vorhersehbare negative Folgen zu kompensieren.

- Die Erschütterungen durch das Einrammen der Spundwandbohlen werden in der Zeit von Anfang März bis Ende April mit Unterbrechungen über einen Zeitraum von etwa 24 Arbeitstage auftreten.
- Die Rammungen nördlich der Straße werden in der zweiten Aprilhälfte vorgenommen, da die Tiere zu diesem Zeitpunkt bereits aktiv sind, die Paarungszeit aber noch nicht begonnen hat (vgl. GÜNTHER & WAITZMANN, 1996) und auch noch keine juvenilen Tiere oder Eier im Gebiet sind. Auf diese Art und Weise können allfällig beunruhigte Tiere kurzfristig flüchten.
- Aus den Bereichen bei denen durch das Rammen nahe am Waldrand eingegriffen wird, sind die Reptilien dem Stand der Technik entsprechend abzusiedeln und in den Bereich des Waldrandes ca. 500 m weiter östlich zu verbringen. Dieser Waldrand liegt weit genug entfernt, so dass die Schwingbeschleunigungen unbedenklich sind.

- Der Waldrand entlang dem die Rammungen stattfinden wird derart abgeschirmt, dass keine Tiere in die Baustelle gelangen können und die Baustelle für die Tiere optisch nicht wahrnehmbar ist.
- Es ist vorgesehen, die Zustimmung der Grundeigentümer vorausgesetzt, außerhalb des Einflussbereiches ca. 200 m östlich der Rammarbeiten verschiedene Lebensraumstrukturen zu errichten (vgl. Abbildung 25), um den Waldrand als Reptilienlebensraum deutlich aufzuwerten und die Reptilien auf diesem Abschnitt zu konzentrieren und so aus den von Erschütterungen beeinflussten Bereichen abzuziehen:
 - Am Waldrand östlich des Eingriffes werden im Vorfeld in unregelmäßigen Abständen 6 Totholzwurzelstockhaufen zu je 10 Wurzelstöcken (Stamm durchmesser mindestens 60 cm) aufgeschichtet. Diese dienen dazu den Tieren Trittstein zu bitten, um sie zu den hier ebenfalls angelegten Holzstapeln und Eiablagehaufen hinzuführen (vgl. Abbildung 26).
 - Errichtung von 3 Holzstapeln (8x2x1m). Der Holzdurchmesser ist variabel und beträgt idealer Weise 10 – 30 cm. Die Holzstapel werden mit einer Kunststofffolie (maximal 200 g/m²) abgedeckt werden (vgl. Abbildung 28). Diese Holzstapel können alle drei Jahre im Oktober ausgetauscht werden, um das Holz als Brennholz verwerten zu können.
 - Errichtung von 3 Eiablagehaufen aus ca. 2 m³ Hackschnitzel und Ästen mit einer Grundfläche von 4 x4 Metern
- Allfällige Beräumungen der OWH nördlich der Straße sollten von der Straße aus und im Spätherbst erfolgen.

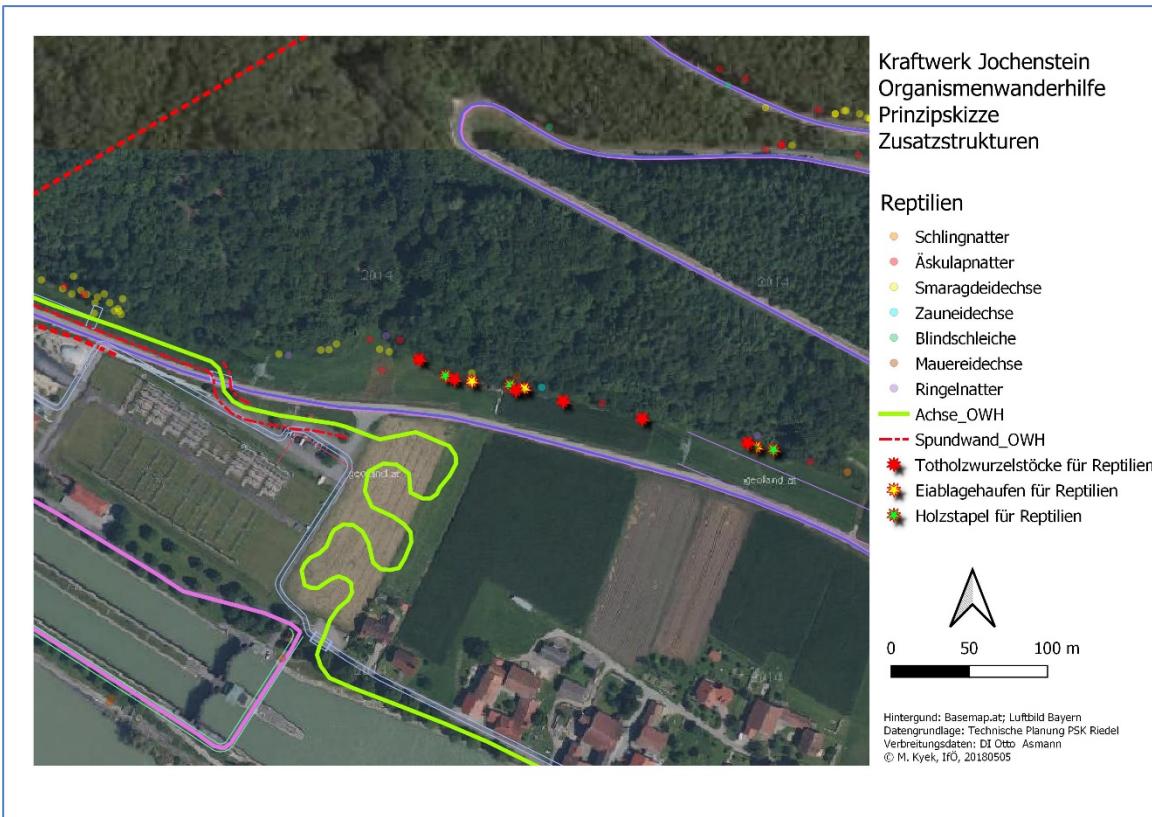


Abbildung 25: Prinzipskizze zur Lage der Zusatzstrukturen wie Eiablagehaufen, Holzstapel und Totholzwurzelstücke



Abbildung 26: Beispiel für einen Totholzwurzelstockhaufen am Waldrand



Abbildung 27: Beispiel für einen mit Folie abgedeckten (Holzstapel 8x2x1 m)



Abbildung 28: Derartige künstliche Eiablagehaufen aus ca. 2 m³ Hackschnitzel und Ästen mit einer Grundfläche von 4 x4 Metern werden von Ringelnatter (*Natrix natrix*) und Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) zu Eiablage genutzt.

Durch die naturnahe Ausgestaltung des Bachlaufes und der Ufer OWH, und durch den Wegfall der regelmäßigen Mahd der Wiese und erschwerete Erreichbarkeit des Waldrandes durch den geplanten Bach für den Menschen, wird die Situation durch die generelle Beruhigung der Situation für alle Arten nachhaltig verbessert.

10. Zu den Erschütterungen während der Bauphase und des Betriebs aus der Sicht der Biophysik (Prof. Leo VAN HEMMEN)

Im Folgenden werden die Hintergründe für die zur Beurteilung der Auswirkungen des Baus und Betriebs herangezogenen physikalischen Größen auch biophysikalische Sicht beschrieben.

10.1. Schwinggeschwindigkeit (Frequenz)

Die spezielle Beschaffenheit des Hörsystems der Reptilien hat Konsequenzen, welche den menschlichen auditorischen Erfahrungen kaum entsprechen. Während die Schwelle z.B. bei der Smaragdeidechse (*Lacerta viridis*) im Bereich von 400-2.000 Hz ein Plateau von Minimalwerten erreicht, ist die Empfindlichkeit im niederfrequenten Erschütterungsbereich infolge von Explosionen, also unterhalb von 200 Hz um 40-60 dB geringer. Das heißt, Sprengungen, wie sie beim Tunnelbau auftreten, liegen zum Großteil bei Frequenzen unterhalb von 10 Hz und sind für die Tiere kaum wahrnehmbar; vgl. Abbildung 5.

Abbildung 5 unterstreicht, dass Explosionen als Luftschall mit < 50 Hz von der Smaragdeidechse zumindest um 50 dB schlechter als die üblichen, natürlichen Geräusche wahrgenommen und somit kaum beachtet werden.

Schlangen verhalten sich analog, jedoch liegt die Hörschwelle viel niedriger als bei Echsen. Die Erdnatter hat einen recht vielfältigen Lebensraum, nicht nur den Erdboden, und gehört zur gleichen Gattung wie die Äskulapnatter. Die Beute der Äskulapnatter erzeugt auf dem Boden typischerweise Schwingungen im Bereich von 180 – 430 Hz, was mit dem eingezeichneten Plateau in Abbildung 5 korrespondiert.

Die Frequenz-Empfindlichkeit des Hörsystems von Echsen und Schlangen weist ein Plateau-Verhalten auf, das weit jenseits der Frequenzen liegt, die bei typischem Baubetrieb (z.B. Rammen, Meißeln) entstehen. Das heißt, die beim Bau auftretenden Frequenzen sind nicht relevant. Demgegenüber können extrem hohe Amplituden im Niederfrequenz-Bereich durchaus eine Rolle spielen.

10.2. Schwingungsstärke (Amplitude)

Weil Sprengungsschwingungen sich im Erdboden im Niederfrequenzbereich abspielen, die außerhalb der auditorischen Präferenzen und den damit einhergehenden niedrigen Schwellen liegen, müssen ihre Auswirkungen über die Schwingungsstärke (Amplitude) beurteilt werden.

Bei den Schlangen ist die Literatur in Bezug auf Amplituden sehr spärlich bis nicht existent. Deshalb waren Feld- und Verhaltens-Experimente notwendig. Dies gilt umso mehr, da sie auf die natürliche Situation ausgerichtet waren.

Die Amplituden der Beschleunigung, die bei der Steinschlagsimulation auf der Wiese und im Wald (vgl. Kap. 6.2) im Boden erzeugt werden, zeigen quantitativ natürliche Werte, die bei Weitem die zu erwartenden Betriebswerte (vgl. PSW Roßhag und PSW Häusling) übersteigen.

Die auditorische Aufmerksamkeit von Reptilien wie Eidechsen und Schlangen, insbesondere Smaragdeidechse und Äskulapnatter, basiert auf dem Plateau der Hörschwelle (vgl. Abbildung 5). Sprengungen und Spundwandrammen erzeugen im Boden und auch als

Schall eine niederfrequente Erregung, die das auf die natürliche Umgebung und mittels täglicher Ereignisse trainierte Hörsystem der Tiere kaum beeinflusst. Nur bei Amplituden, die beträchtlich über der Hörschwelle der jeweiligen Art liegen, ist eine Reaktion des Tieres zu erwarten. Derartige Amplituden treten im Zusammenhang mit Bau und Betrieb des Energiespeicher Riedl jedoch nicht auf.

Hier kommt noch ein wichtiger Aspekt dazu, der sich besonders bei Schlangen bemerkbar macht: die neuronale Verarbeitung im Gehirn auf der Grundlage einer Frequenzzerlegung in der Cochlea. Ein Beutetier wie typischerweise eine Maus, die in der Nähe auf dem Boden an der Schlange vorbeilaufen, erzeugt ein ganz anderes Muster als Spundwandrammen, Sprengen oder ein fallender Stein. Letztere sind im Niederfrequenzbereich und für das Überleben der Schlange unwichtig. Die vorbeilaufende Maus erzeugt dagegen ein Hörobjekt auf dem in Abbildung 5 gezeigten Plateau und die Schlange reagiert.

Die natürliche Hörumgebung der Schlange wie fallende Steine, Verkehr, Bahn und einer Vielfalt anderer Ereignisse, die sich auf dem Erdboden abspielen, nehmen Schlangen anders wahr als der Mensch. Diese „Geräusche“ bilden faktisch eine Flut, aus der die Schlange gelernt hat, die für sie wichtigen Inputs zu extrahieren und neuronal zu verarbeiten (FRIEDEL et al. 2008) und nur auf solche zu reagieren, die für sie überlebenswichtig sind.

10.3. Schlussfolgerungen

Die oben beschriebenen Erkenntnisse geben einen deutlichen Hinweis darauf, warum die im Zuge der Messkampagne an Pumpspeicherwerkwerken und Verkehrswegen (vgl. Bericht JES-A001-IFBE1-B40365-00_FE) prognostizierten Schwingungen keinen Einfluss auf Reptilien haben. Besonders deutlich wird das bei den Messungen und Wahrnehmungen am Rande der Kreisstraße PA51 und der Bundesstraße B388 sowie an der Bahnstrecke Deggendorf – Zwiesel (vgl. Kap. 6.3). Von der Frequenz her lösen diese Geräusche bei den Reptilien a priori keine Reaktion aus und die gemessenen Amplituden zeigen, dass sie sie nicht oder nur kaum wahrnehmen. Die gemessenen Schwingbeschleunigungswerte, welche oben genannter Messbericht im Bereich entlang der Straße und an der Bahn anführt, sind im Hinblick auf die im Kontext der Biophysik des Hörens verständliche Beschränkung der Wahrnehmung im Niederfrequenz-Bereich völlig unbedenklich. Die Ergebnisse der Steinschlagsimulation (Tabelle 2) und die fehlenden Reaktionen der Tiere bei der Verhaltensbeobachtung im Terrarium (Kap. 6.1) belegen, dass durch die beim Bau des geplanten Kraftwerks zu erwartenden Schwingungsemisionen keine nachhaltigen Störungen ausgelöst werden. Schall- und Erschütterungsexpositionen, welche Schlangen als nicht störend empfinden, sind für die weniger empfindlichen Eidechsen noch viel weniger relevant.

Das Spundwandrammen ist in den Abschnitten, in denen es im Nahebereich besiedelter Lebensräume vorgenommen wird, durchaus ein Störfaktor. Die zu erwartenden Amplituden liegen in der Größenordnung wie sei bei der Steinschlagsimulation gemessen wurden und sind nur von kurzer Dauer. Es wird wahrscheinlich bei Einzeltieren zu Fluchtreaktionen kommen.

Da das Schlagen der Spundwand sich räumlich laufend verändert und dabei nicht direkt in den Lebensraum eingegriffen wird, ist nicht mit einer nachhaltigen Störung zu rechnen. Anhand der oben beschriebenen Beobachtungen bei vergleichbaren Bauarbeiten (s. Kap. 6.1) konnte bereits gezeigt werden, dass die Erschütterungsimmissionen im Abstand von 190 m keine Verhaltensreaktion hervorrufen. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Schwingungen keineswegs geeignet sind, Tiere zu töten.

11. Verbotstatbestände

In Bezug auf die Erschütterungen und die damit verbundenen Beschleunigungen ist in Bezug auf die Verbotstatbestände Folgendes festzuhalten:

Tötungsverbot: Durch die im Bau und Betrieb der geplanten OWH auftretenden Erschütterungsbeschleunigungen werden keine Schlangen getötet.

Störungsverbot: Die im Bau und Betrieb der geplanten OWH kurzzeitig auftretenden Erschütterungsbeschleunigungen lösen auf einer Länge von ca. 200 m Störungen aus, die über dem natürlichen Maß liegen und damit am Waldrand auf Höhe vom „Haus am Strom“ lebende Teilpopulationen beeinträchtigen können. Um diesen Einfluss zu verringern, sind eingriffsmindernde Maßnahmen vorgesehen. Die gesamte Population ist beim Bau der Organismenwanderhilfe zu keinem Zeitpunkt gestört.

Fortpflanzungs- und Ruhestätten: Fortpflanzungs- und Ruhestätten sind durch die bauseitigen Erschütterungen nicht über das natürliche Maß hinaus belastet. Dadurch werden sie in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt.

12. Kumulative Auswirkungen mit dem Vorhaben Energiespeicher Riedl

12.1. Anlagenbeschreibung Energiespeicher Riedl

Das Vorhaben 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.

Das Wasser für den Betrieb des Energiespeicher Riedl als hydraulisches Pumpspeicher-kraftwerk wird der Grenzgewässerstrecke der Donau bei Strom-km 2.203,58 am rechten Ufer des Trenndamms des Laufwasserkraftwerkes Jochenstein entnommen bzw. wieder zurückgegeben. Der Speichersee ist in der „Riedler Mulde“ südwestlich der Ortschaft Gottsdorf bzw. nördlich der Ortschaft Riedl geplant. In der nachstehenden Abbildung ist die Lage des Projektgebietes in einer Übersichtsskizze dargestellt. Sämtliche technische Anlagenkomponenten des geplanten Energiespeicher Riedl befinden sich auf deutschem Staatsgebiet.

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 29). 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 30). 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.

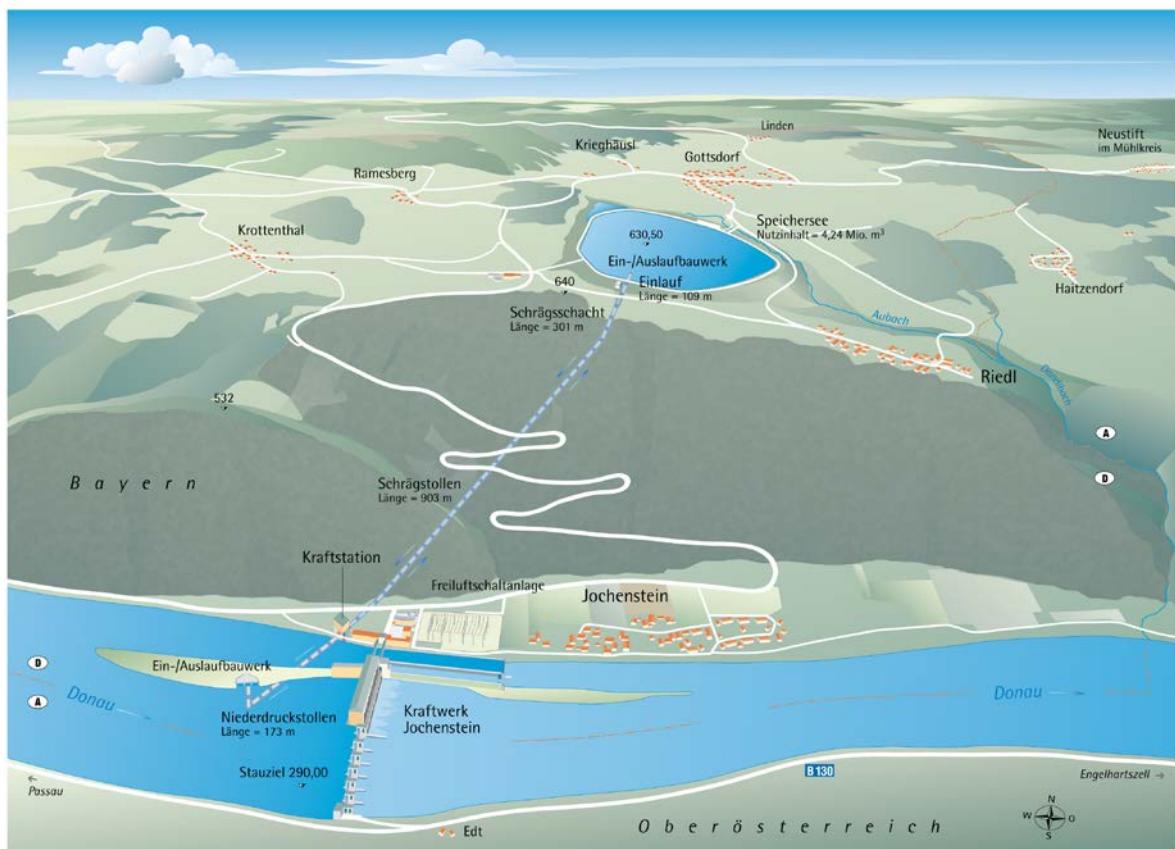


Abbildung 29: Projektübersicht

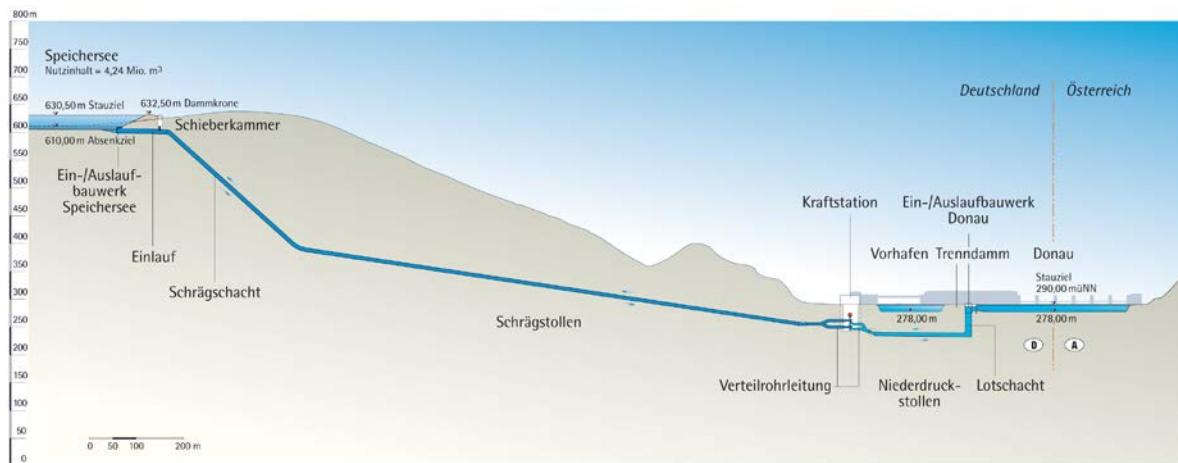


Abbildung 30: Systemlängsschnitt durch Triebwasserweg

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

Kenngrößen des Energiespeicher Riedl

▪ Anzahl Maschinensätze	2
▪ Engpassleistung	+/- 300 MW
▪ Nenn-Ausbau durchfluss Turbinenbetrieb:	108 m ³ /s
▪ Nenn-Ausbau durchfluss Pumpbetrieb:	83 m ³ /s
▪ Speichersee: nutzbarer Inhalt Spiegelfläche Stauziel Max. Spiegelschwankungen	4,24 Mio. m ³ 24,2 ha 20,5 m

Der Energiespeicher Riedl als hydraulisches Pumpspeicherkraftwerk mit einer Leistung von maximal 300 Megawatt in Turbinen- oder Pumpbetrieb ist mit seinem Speichernutzinhalt von 4,24 Mio m³ 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 Pumpspeicher- kraftwerk ermöglicht es mit den beiden Maschinensätzen, sowohl im Turbinen- als auch im Pumpbetrieb mit variabler Leistung auf kurzfristige Schwankungen des Leistungs- gleichgewichtes 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

zu 1): Ein-/Auslaufbauwerk Donau:

Zur Entnahme und Rückgabe des Triebwassers aus der Donau ist die Neuerrichtung eines Ein- und Auslaufbauwerkes am Trenndamm zwischen dem Vorhafen der Schleusenanlage und der Donau vorgesehen.

Durch den Betrieb des ES-Riedl treten in den beiden Stauräumen Aschach und Jochenstein Spiegelschwankungen auf. Die Wasserspiegellagen werden im Hochwasserfall durch den Betrieb des ES-R nicht nachteilig beeinflusst. Das Kraftwerk Aschach befindet sich bei Strom-km 2.162,67, das Kraftwerk Jochenstein bei Strom-km 2.203,33. Im Stauraum Jochenstein wirken sich die Schwankungen in den Inn bis in das Unterwasser des Flusskraftwerkes Passau-Ingling (Fluss-km 4,2), in der Donau bis in das Unterwasser des Kraftwerkes Kachlet (Donau Strom-km 2.230,7) und in die Ilz bis Fluss-km 3,4 aus.

zu 2): Energieableitung, Anschluss an das Übertragungsnetz (Netzzutritt):

Die Energieableitung erfolgt mit 220 kV Nennspannung von der Kraftstation mittels zweier Höchstspannungs-Kabelsysteme, welche zuerst in einem Kabelkanal, dann als eingegrabene Leitungen in einem Betonbett zur Freiluftschaltanlage des Kraftwerkes Jochenstein geführt werden. Die Einspeisung erfolgt in zwei Schaltfelder, die bereits in der Genehmigung aus dem Jahr 1955 für das Laufwasserkraftwerk als Reservefelder für ein Pumpspeicherkraftwerk vorgesehen sind.

Gewässerökologische Maßnahmen (GÖM):

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 werden in zwei Kategorien unterteilt:

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

12.2. Bauphase

Alle im Zusammenhang mit der Errichtung des geplanten Pumpspeicherkraftwerkes zu erwartenden Erschütterungen erreichen im Bereich der nachgewiesenen Reptilien bzw. in deren Lebensräumen keine über das natürliche Maß hinausgehende Intensität.

Die im Zusammenhang mit dem Bau ermittelten Beschleunigungswerte im Lebensraum der Reptilien (an den ungünstigsten bzw. nächstgelegenen Punkten) liegen in einer Größenordnung, wie sie bei der Steinschlagsimulation in einem Abstand von etwa zwei bis vier Meter Entfernung gemessen wurden und damit im Bereich der natürlicherweise auftretenden Erschütterungen. Der Versuch gibt einen Hinweis darauf, dass am Aufprallpunkt von herabfallenden Steinen in der Natur laufend Schwingbeschleunigungen in der Größenordnung der Erdbeschleunigung ($9,8 \text{ m/s}^2$) und darüber auftreten, diese jedoch innerhalb von 4 Metern Entfernung bereits auf $1,1 \text{ m/s}^2$ (Wiese) bis $0,3 \text{ m/s}^2$ (Wald) abnehmen.

Die Auswirkungen der Sprengungen im Schrägschacht und in der Kraftstation liegen bei Anwendung erschütterungsreduzierter Sprengtechnik im Bereich der Reptilienhabitaten in vergleichbarer Größenordnung. Da derartige Erschütterungen bzw. Beschleunigungen offensichtlich auch natürlicherweise auftreten, ist davon auszugehen, dass sie die hier lebenden Reptilien in ihrem Lebensraum weder töten noch derart beunruhigen, dass die Populationen in ihrer Fortpflanzung und damit in ihrer Existenz gestört sind. Das heißt, auch die Entwicklung in den Eiern nimmt keinen Schaden. Dies vor allem deshalb, da die Eier der Äskulapnatter in organischem Material abgelegt werden, das die Erschütterungen zusätzlich abfedert. Auch die weiche, ledrige Eihaut schützt und dämpft.

Die erzeugten Erschütterungen sind bezüglich ihrer Intensität zeitlich und räumlich begrenzt. Sprengungen sind auf „wandernde Emittenten“ zurückzuführen, so dass die allfällig betroffenen linearen Lebensräume der Reptilien am Waldrand der Donauleiten oder auch die punktuellen Hotspots an der Straße trotz der längeren Gesamtbauzeit –

wenn überhaupt – nur tageweise und räumlich begrenzt projektbedingte Erschütterungen erfahren.

Allfällige, durch Erschütterungen ausgelöste Beeinträchtigungen betreffen jedenfalls immer nur einen kleinen Teil einer Population und aufgrund der räumlichen Verteilung der Einzelindividuen und geeigneten Lebensräume im Umfeld des Vorhabens niemals die gesamte Population. Konkret quert der Druckstollen in ca. 40 bis 140 m Tiefe drei Bereiche, die von Reptilien besiedelt sind.

Die Direktbeobachtungen im Terrarium zeigen, dass Beschleunigungen von $0,098 \text{ m/s}^2$ keine Reaktion (z.B. Flucht) hervorrufen und somit keinen negativen Einfluss auf die Reptilien haben. An der Waldbahn zwischen Deggendorf und Zwiesel wurden $0,62 \text{ m/s}^2$ gemessen, die offensichtlich auch keine Auswirkung auf die dort lebenden Schlingnattern haben.

Dies gilt auch für den Bereich des geplanten Speichersees. Die am nordwestlichen Waldrand lebenden Eidechsen sind nur 18 m von den umgebenden Dammkrone entfernt. Schwingungsrelevante Maßnahmen wie Lockerungssprengungen sind im Bereich des Speichersees nur im Anlassfall geplant, also ist auch hier mit keiner länger dauernden Erschütterung zu rechnen.

Da nicht direkt in besiedelte Lebensraumstrukturen eingegriffen wird, ist davon auszugehen, dass diese durch die zeitweiligen Beeinträchtigungen durch Erschütterungen nicht nachhaltig in Mitleidenschaft gezogen werden. Dies vor allem deshalb, da die Eingriffsbereiche und deren Umfeld – sei es aufgrund natürlicher Erschütterungen wie Steinschlag oder menschlicher Aktivitäten wie Straßenverkehr oder den Bau und Betrieb des Kraftwerks Jochenstein – seit geraumer Zeit beeinflusst sind. Mit anderen Worten, an den Donauleiten bei Jochenstein sind die Tiere bereits an Erschütterungen gewöhnt.

Auch die Erschütterungsmessungen an der B388 und an der PA51 zeigen, dass das vom bestehenden Verkehr ausgehende Störungsrisiko offenbar ebenfalls gering ist, da die Tiere die geeigneten Lebensräume entlang der Straße in den Donauleiten seit Jahrzehnten besiedeln.

Der zusätzliche Baustellenverkehr stellt, wie Erfahrungen aus anderen Bauprojekten zeigen, keine Verbotstatbestände auslösende Mehrbelastung dar. Beobachtungen aus einem vergleichbaren Baustellenbetrieb beim Bau des Pumpspeicherkraftwerks Reißeck II, zeigen, dass dieser auf die Reptilienfauna keine nachhaltigen Auswirkungen hat. Beim Bau dieses Vorhabens konnten trotz des deutlich erhöhten Verkehrs entlang der Amphibienzäune an der Straße über drei Jahre immer wieder Äskulapnattern und Smaragdeidechsen beobachtet werden.

Darüber hinaus können Reptilien niederfrequente Erschütterungen, wie sie beim Bau infolge von Sprengungen und Rammarbeiten auftreten, auf Grund der Begrenzung der Wahrnehmung auf Erschütterungen für den Beutefang nur begrenzt wahrnehmen.

Es ist daher davon auszugehen, dass durch Erschütterungen keiner der Verbotstatbestände Tötung auf Individualebene, Störung auf Populationsebene und Verlust oder Beeinträchtigung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten ausgelöst wird.

12.3. Betriebsphase

Alle zu erwartenden Erschütterungen erreichen aufgrund der eingeschränkenden Maßnahmen, wie das Ummanteln der maschinellen Anlagen mit 65.000 Tonnen Stahlbeton und die Errichtung der Bohrpahlwand am Krafthausschacht, im Bereich der nachgewiesenen Reptilien bzw. in deren Lebensräumen keine über das natürliche Maß hinausgehende Intensität.

Verschiedene Beispiele aus der Praxis zeigen, dass Äskulapnattern als Kulturfolger, immer wieder im direkten Umfeld von Kraftwerken zu beobachten sind. Die Beispiele Alzkraftwerk in Burghausen, Salzachkraftwerk Urstein bei Salzburg und das Kleinkraftwerk Klaffmühle bei Raitenhaslach belegen das eindrucksvoll.

Auch die Messungen an den Pumpspeicherkraftwerken Roßhag und Häusling zeigen, dass in Entferungen von 40 bzw. 80 Metern von den Pumpen bzw. Turbinen deutlich geringere Beschleunigungen gemessen wurden, als an der von der Schlingnatter besiedelten Bahnstrecke Deggendorf - Zwiesel.

In der Betriebsphase sind somit keine Auswirkungen auf Reptilien zu erwarten, da keine nennenswerten Erschütterungen an der Geländeoberfläche ankommen.

Daher ist davon auszugehen, dass in der Betriebsphase aus Sicht der Erschütterungen keiner der Verbotstatbestände Tötung, Störung und Verlust von Fortpflanzungs- und Ruhestätten ausgelöst wird.

Zusammenfassend kann damit festgehalten werden, dass vom Betrieb keine nennenswerte Beeinflussung der in und um Jochenstein lebenden Reptilien zu erwarten ist. Eine negative Beeinträchtigung der lokalen Reptilienpopulationen ist auszuschließen.

12.4. Mögliche kumulative Auswirkungen bei Bau und Betrieb der OWH und des ES-R

Plan- und Anlagenbezug:

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
Verkehrsaufkommen - Kumulative Be- trachtung OWH und ES-R	A3	JES-A001-VHBH3- B30396-00	18	6.1.2
GESAMTANLAGE TERMINPROGRAMM		JES-A001-PERM1- B63003-00- BFE	5	TP 3
GESAMTANLAGE TERMINPROGRAMM		JES-A001-PERM1- A10006-00- LFE	6	TP 1.3

Die Vorhaben Organismenwanderhilfe KW Jochenstein und Energiespeicher Riedl überlagern sich punktuell räumlich. Kumulative Auswirkungen in Bezug auf die Erschütterungen in der Bauphase sind nur dann möglich, wenn während der erschütterungintensiven Bauarbeiten beim Vorhaben Organismenwanderhilfe gleichzeitig und im näheren Umfeld Sprengarbeiten beim Vorhaben Energiespeicher stattfinden.

Eine kumulative Wirkung in der Bauphase der Organismenwanderhilfe aufgrund der baubedingten Erschütterungen bei der Errichtung des Energiespeichers kann ausgeschlossen werden, da zum Zeitpunkt der Umsetzung der Organismenwanderhilfe (Baumonat 32) die immissionsrelevanten Hauptbautätigkeiten für den Energiespeicher im Bereich des Talbodens bereits abgeschlossen sind (Baumonat 28) und die Montagearbeiten in der Kraftstation stattfinden. Gleichzeitige Sprengarbeiten und baubedingte Erschütterungen der Organismenwanderhilfe treten somit nicht auf.

In der Betriebsphase der Organismenwanderhilfe ist auch der Energiespeicher Riedl bereits umgesetzt. Eine kumulative Wirkung durch Betrieb und Instandhaltung des ES-R in Bezug auf Erschütterungen ist auszuschließen.

13. Zusammenfassung

13.1. Aufgabenstellung

Das gegenständliche Gutachten behandelt mögliche Auswirkungen von Erschütterungen durch Bau- und Betriebsphase der Organismenwanderhilfe des Kraftwerks Jochenstein auf im Anhang IV der FFH Richtlinie geführten und gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 i. V. m. Abs. 5 BNatSchG besonders geschützte Reptilien und im Eingriffsbereich bzw. dessen Umfeld lebende Reptilienarten auf Basis technischer und immissionsseitiger Grundlagen und Untersuchungen (Erschütterungen). In erster Linie werden die Äskulapnatter und die Smaragdeidechse bearbeitet aber die Überlegungen zur Biophysik der Auditorik zeigen, dass sie für Echsen und Schlangen und darüber hinaus für Reptilien allgemein gültig sind.

13.2. Schwingungswahrnehmung bei Reptilien

Dieses Kapitel wird von Professor Dr. J. Leo VAN HEMMEN (Physik Department der Technischen Universität München) ausführlich behandelt.

Die Schwingungswahrnehmung bei Eidechsen und Schlangen erfolgt unterschiedlich. Eidechsen hören über ein Trommelfellsystem, Schlangen über die Schwingungsaufnahme über die beiden Hälften des Unterkiefers.

Niederfrequente Schwingungen nehmen Reptilien mit dem zum Beutefang optimierten Wahrnehmungssystem nicht oder kaum wahr.

13.3. Untersuchungen

Um die konkreten Auswirkungen auf Reptilien im Zusammenhang mit baubedingten Erschütterungen beurteilen zu können, wurde zusätzlich Herr Professor VAN HEMMEN beigezogen, der sich seit Jahrzehnten mit der Wahrnehmung von Schall und Schwingung bei Reptilien beschäftigt. Die Untersuchungen wurden von ihm wissenschaftlich begleitet und die Ergebnisse aus biophysikalischer Sicht begutachtet.

Aufgrund fehlender experimenteller Untersuchungen zum schwingungsabhängigen Verhalten von Reptilien, wurden im vorliegenden Fall vier Ansätze zur Einstufung der Auswirkungen des Baus und des Betriebs des geplanten Pumpspeicherkraftwerkes gewählt.

Im Planungsgebiet wurden zwei Versuche durchgeführt, die Aussagen zum Verhalten von Reptilien bei Schwingungen bzw. zum Auftreten natürlicher Schwingungen im Lebensraum zulassen (vgl. Kap.6) und eine Reihe bestehender Anlagen und Orte bezüglich der Erschütterungsbeschleunigungen untersucht.

Zum einen wurde das Verhalten von vor Ort im Terrarium gehaltenen Reptilien während Rammarbeiten am 9.10.2017 im Umfeld dokumentiert, wobei gleichzeitig die Erschütterungen gemessen wurden.

Zum anderen wurde ein Versuch mit herabfallenden Steinen durchgeführt, der die natürlicherweise im Planungsgebiet auftretenden Erschütterungen simuliert. Alle vorliegenden Erschütterungsbetrachtungen werden in Beschleunigungen umgerechnet, um biophysikalisch sinnvolle und vergleichbare Ergebnisse und Werte zu erhalten.

Vergleichsmessungen fanden in bzw. am PSW Roßhag, einem Pumpspeicherkraftwerk, das von einem mit der Vorhabensträgerin verbundenen Unternehmen betrieben

wird, statt. Zudem wurde an Verkehrswegen, an denen Reptilien leben, wie der Bundesstraße B388, der Kreisstraße PA51 und an der Waldbahn Deggendorf – Zwiesel, Erschütterungen gemessen und die entsprechende Beschleunigungen ausgewertet.

Des Weiteren werden Beispiele von Lebensräumen angeführt, in denen Äskulapnattern im direkten Umfeld von Kraftwerken oder Kleinturbinen leben.

13.4. Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse des Terrarienversuchs haben gezeigt, dass bis zu einer Erschütterungsbeschleunigung von $0,09 \text{ m/s}^2$ am Terrarium die Äskulapnatter keinerlei nervöse Reaktion zeigte. Die Smaragdeidechse hat sich bereits vor dem Beginn der Rammarbeiten im Terrarium versteckt. Es konnte keinerlei nervöses Verhalten der Smaragdeidechse beobachtet werden.

Die maximale bei den Rammarbeiten am 9.10.2017 in 60 m Entfernung gemessene Schwingbeschleunigung liegt bei $0,27 \text{ m/s}^2$. In einer Entfernung von 193 m wurden $0,09 \text{ m/s}^2$ gemessen. Diese Schwingbeschleunigungen haben bei der im 193 m entfernten Terrarium gehaltenen Äskulapnatter keinerlei erkennbare nervöses Verhalten ausgelöst.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Steinschlagsimulation, bei dem je ein 5,9 und 11,9 kg schwerer Stein aus 1 m Höhe fallengelassen wurde und in 0,2, 1,2, und 4 m Entfernung die Schwingbeschleunigung gemessen wurde, zusammengefasst:

Auf der Wiese	0,2m	1m	2m	4m	
5,9 kg:	14,2	3,1	3,0	0,9	m/s^2
11,9 kg:	20,9	5,1	4,1	1,1	m/s^2
Am Waldrand	0,2m	1m	2m	4m	
5,9 kg:	7,1	3,0	2,9	0,3	m/s^2
11,9 kg:	12,8	2,8	2,2	0,3	m/s^2

Tabelle 6: Bei der Steinschlagsimulation gemessene Maximalwerte der Schwingbeschleunigung an der Bodenoberfläche in verschiedenen Abständen vom Treffpunkt.

Derartige Erschütterungsbeschleunigungen treten bei Steinschlag in den Donauleiten natürlicherweise immer wieder auf. Diese hier gemessenen Beschleunigungen hindern die Reptilienfauna nicht daran, die Donauleiten zu besiedeln und hier auch über Jahre zu reproduzieren.

Der maximale - außerhalb der Kraftstation Roßhag am ca. 40 m von den Maschinenachsen entfernten Parkplatz - gemessene Wert für die Schwingbeschleunigung beträgt $0,044 \text{ m/s}^2$, bei einer Standardabweichung von $0,022 \text{ m/s}^2$. Der Parkplatz ist auf Lockermaterial errichtet.

Der maximale an den Straßenzügen PA 51 und B388 gemessene Wert für die Schwingbeschleunigung beträgt $0,012 \text{ m/s}^2$, bei einer Standardabweichung von $0,048 \text{ m/s}^2$. An beiden Standorten leben direkt an der Straße Äskulapnattern, Schlingnattern und Smaragdeidechsen.

Der maximale an der Bahnstrecke Deggendorf - Zwiesel gemessene Wert für die Schwingbeschleunigung beträgt $0,625 \text{ m/s}^2$, bei einer Standardabweichung von $0,015 \text{ mm/s}^2$. Bei diesen Werten ist anzumerken, dass das Messgerät aus Sicherheitsgründen ca. 3 m vom Bahngleis entfernt aufgestellt war. D. h. die Erschütterungen direkt neben den Gleisen und Schwellen ist deutlich höher. Am beobachteten Gleiskörper und in unmittelbarer Umgebung leben Schlingnattern.

13.5. Eingriffsmindernde Maßnahmen

Vom Unterfertigten werden verschiedene eingriffsmindernde Maßnahmen vorgeschlagen, die geeignet sind die Auswirkungen während der Bau- bzw. Betriebsphase zu minimieren. Es handelt sich dabei um zeitliche Einschränkungen, Absiedelungen von Reptilien, Abplankungen von Baufeldern sowie um die Errichtung von Reptilienshabitaten.

13.6. Zur Auslösung von Verbotstatbestände

Durch die zu erwartenden Erschütterungen bzw. deren impliziten Schwingbeschleunigungen werden während der Bauphase keine Tiere getötet.

Die zu erwartenden Erschütterungen liegen bezüglich ihrer Intensität meist im Bereich der natürlich auftretenden Erschütterungsintensitäten. Es sind nur kleine Teilbereiche des besiedelten Lebensraumes von zusätzlichen Erschütterungen betroffen. Daher sind die Erschütterungen nicht als Störung zu werten, die die Population in ihrem Fortbestand behindern kann. Der größte Teil der Lebensräume der Gesamtpopulation, die durch die Straße zwischen Jochenstein und Gottsdorf getrennt ist, liegt außerhalb des Einflussbereiches der geplanten Organismenwanderhilfe. Zu keinem Zeitpunkt ist die Gesamtpopulation betroffen. Damit lösen die ohnehin nicht relevanten Störungen auch rechtlich keinen Verbotstatbestand aus.

Dies gilt auch für die Betriebsphase, da vom Betrieb der Organismenwanderhilfe keine nennenswerten Schwingbeschleunigungen zu erwarteten sind.

14. Literaturverzeichnis

C-103/00; RECHTSPRECHUNG EuGH, 30.01.2002: Vertragsverletzung eines Mitgliedstaats - Richtlinie 92/43/EWG - Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen – Artenschutz: siehe auch Markus H. MÜLLER (2005): Das System des deutschen Artenschutzrechts und die Auswirkungen der Caretta-Entscheidung des EuGH auf den Absichtsbegriff des § 43 Abs.4 BNatSchG"; NuR 2005, Heft 3, 157 - 163. Fachbeitrag Artenschutz-Reptilien, erstellt im Auftrag von HÖGNER Landschaftsarchitektur, Weinbergstr. 14, 54518 Minheim; pp 33

P. FRIEDEL, B.A. YOUNG, J.L. VAN HEMMEN (2008): Auditory localization of ground-borne vibrations in snakes, Phys. Rev. Lett. 100, 048701; S. 1- 4

GÜNTHER, R. & M. WAITZMANN (1996): Äskulapnatter – *Elaphe longissima* - In Günther, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands, Gustav Fischer Verlag, Jena., S. 647 - 666.

SCHORR M. (2013): Gutachten, Ergänzung zum "Fachbeitrag Artenschutz–Reptilien": Schlingnatter und Smaragdeidechse", Ferienpark, Residenz Marina Weinergarten Zell-Briedel; Im Auftrag von HÖGNER Landschaftsarchitektur, Weinbergstr. 14, 54518 Minheim; S. 1-37

WEVER, E.G. (1978): The reptile ear: Its structure and function. Princeton Univ Press, pp 1024.

VAN HEMMEN J.L., J. CHRISTENSEN-DALSGAARD, C.E. CARR, P. NARINS (2016): Animals and ICE: meaning, origin, and diversity, Biol. Cybern. 110 (2016) 237–246

15. Anhang

15.1. Diverse Beispiele aus der Praxis

Dem Autor sind verschiedene Beispiele von Beobachtungen der Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) in unmittelbarer Nähe zu Schwingungsemittenten bekannt. Es handelt sich um Orte, an denen Äskulapnattern im direkten Umfeld von Turbinenhäusern oder Kraftwerken bzw. von stark belasteten Baustellenstraßen nachgewiesen und beobachtet wurden. Dies betrifft Vorkommen am Kraftwerk Urstein bei Salzburg (AT) und eine Großbaustelle zur Errichtung des Pumpspeicherkraftwerkes Reißeck II bei Kolbnitz im Mölltal (AT).

15.1.1. Wacker-Chemie Alzwerke-Burghausen

Im Zuge des FFH-Monitorings zur Äskulapnatter in Südbayern wurden 2017 im Bereich der Alzwerke auf dem Areal der Wacker-Chemie in Kabelschächten bzw. in den Boden eingelassenen Kanalschächten mehrfach Äskulapnattern unterschiedlichen Alters dokumentiert.

Diese Schächte liegen in unmittelbarer Nähe zum Turbinenhaus und ca. 20 m von den sehr mächtigen Zuleitungsrohren, über die das Wasser der Alz in die Turbinen und dann in die Salzach geleitet wird (vgl. Abbildung 31 bis Abbildung 32).



Abbildung 31: Äskulapnatter, am Kraftwerk an der Alz (Wacker Burghausen), im Hintergrund die Stützmauer der Druckrohre und das Turbinenhaus



Abbildung 32: Im direkten Umfeld des Turbinenhauses wurden mehrfach Äskulapnattern nachgewiesen.

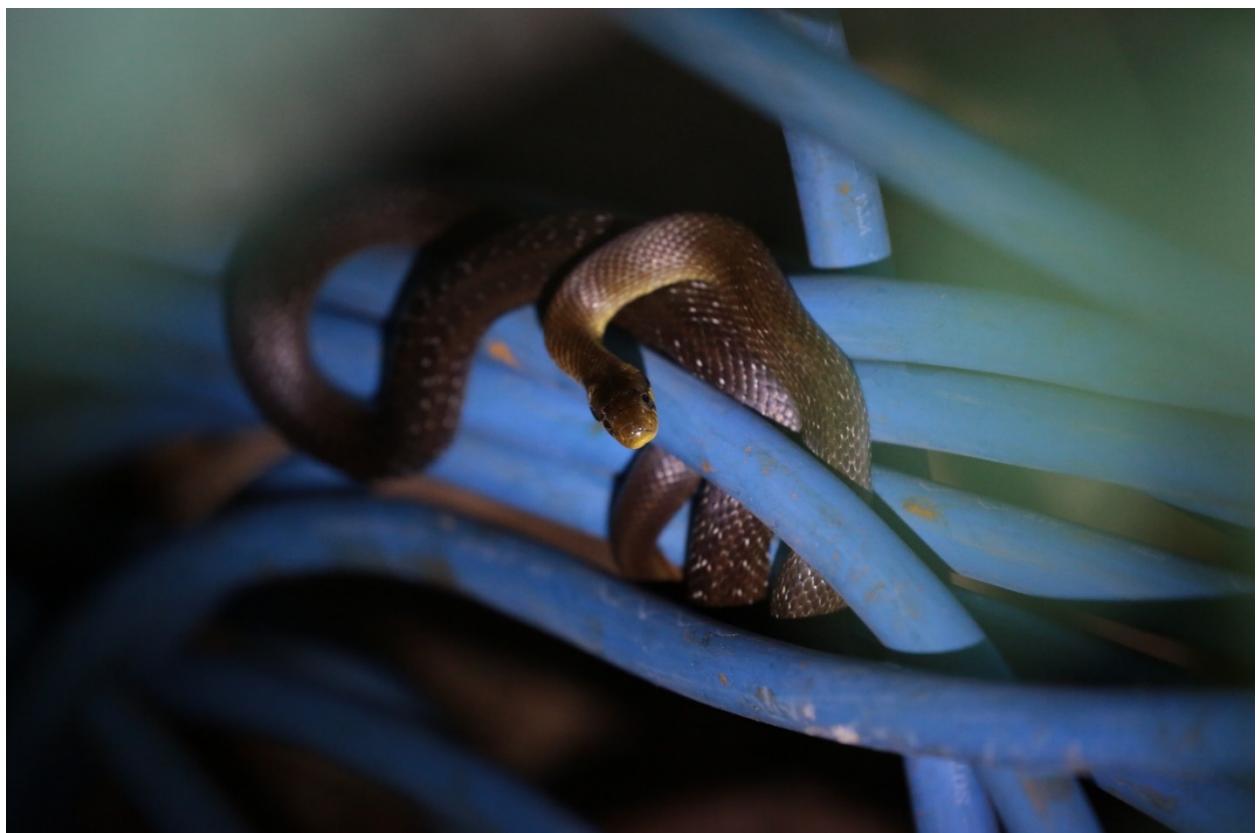


Abbildung 33: Eine subadulte Äskulapnatter in einem der Kabelschächte direkt im Umfeld des Turbinenhauses des Kraftwerkes der Alzwerke.

15.1.2. Klaffmühle bei Raitenhaslach

In einem privaten Kleinkraftwerk (Klaffmühle bei Raitenhaslach) wurden direkt im Umfeld des über ein Wasserrad angetriebenen Generators mehrfach Schlangenhäute gefunden (vgl. Abbildung 34). Nach Angaben des Besitzers können bei gewittrigen Wittringsverhältnissen immer wieder Äskulapnattern direkt im Bereich des Generators festgestellt werden. Der Generator hat eine Frequenz von 50 Hz.

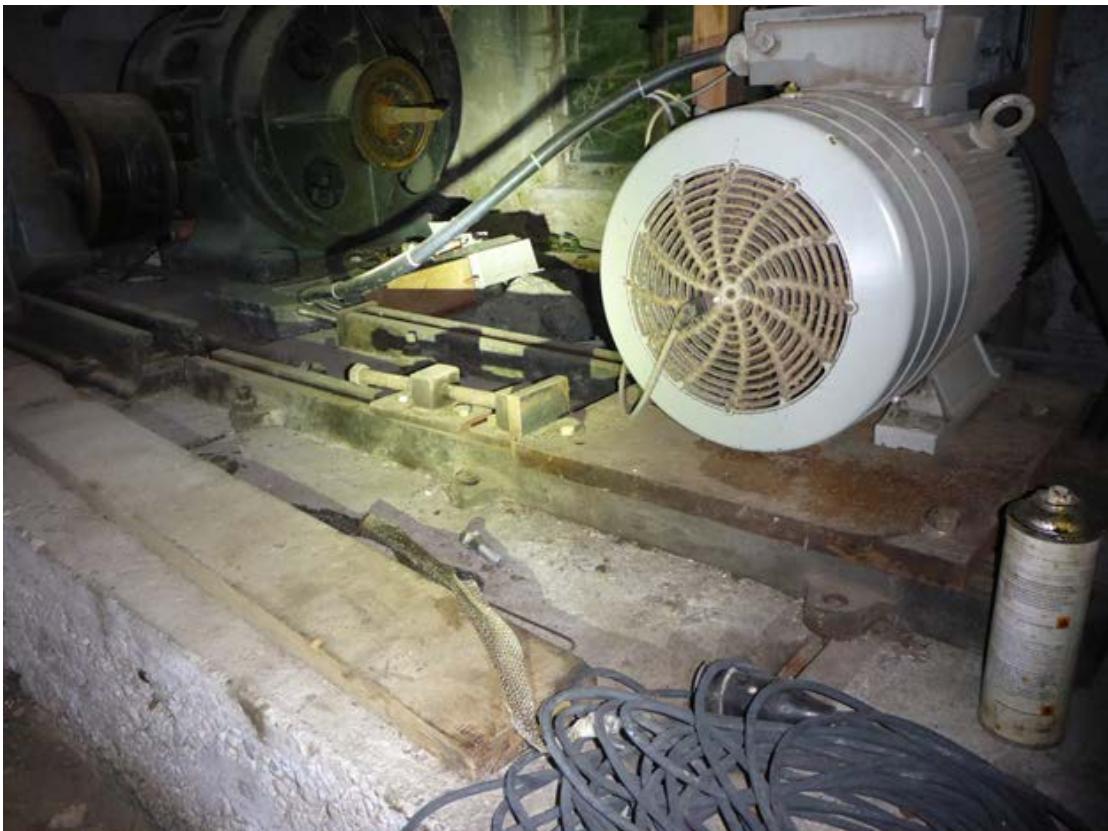


Abbildung 34: Im privaten Kraftwerk an der Klaffmühle halten sich offensichtlich Äskulapnattern immer wieder im direkten Umfeld des Generators auf; siehe Natternhemd im Bereich des Stromkabels. Dieses Bild illustriert, dass der Hörbereich der Natter, die sich hier gehäutet hat, weit unterhalb der 50 Hz des Kraftwerks liegt, wie ebenfalls aus Abbildung 5 ersichtlich ist.

15.1.3. Kraftwerk Urstein bei Salzburg an der Kraftwerksmauer

Im Bereich des Kraftwerk Urstein bei Salzburg werden direkt an der Kraftwerksmauer im Unterwasser bzw. in der Uferbefestigung des Tosbeckens immer wieder Äskulapnattern und Ringelnattern (*Natrix natrix*) beobachtet. Hier dürften die Tiere ebenfalls mit Erschütterungen durch die Wassermassen beim häufig auftretenden Wehrüberfall einerseits und durch den Kraftwerksbetrieb andererseits kein Problem haben (vgl. Abbildung 35).



Abbildung 35: In dieser Ufersicherung in unmittelbarer Nähe zum Kraftwerk Urstein konnten regelmäßig Äskulapnattern und Ringelnattern beobachtet werden (bis die Fugen zwischen den verlegten Steinen aus sicherheitstechnischen Gründen verschlossen wurden).

15.1.4. Pumpspeicherkraftwerk Reißeck II im Mölltal (Kärnten) an der Zufahrt zur Baustelle

Ein weiteres Beispiel stellt die Baustellenzufahrt zum Kraftwerk Reißeck II in den Jahren 2013 bis 2017 dar, in deren Umfeld im Zusammenhang mit der Baustelle umfangreiche Sicherungsmaßnahmen zum Schutz der Herpetofauna vorgenommen wurden.

Hier konnten im direkten Umfeld der Baustraße im Zeitraum von 2013 bis 2015 trotz des massiven Baustellenverkehrs insgesamt 11-mal Äskulapnattern nachgewiesen werden, 2016 und 2017 wurden die Zäune nur während der Frühjahrswanderung der Amphibien betreut, daher liegen hier keine weiteren Beobachtungen zur Äskulapnatter vor. Smaragdeidechsen konnte an den Amphibienzäunen im besagten Zeitraum zwischen 2013 bis 2015 ebenfalls 30-mal nachgewiesen werden.

Trotz des intensiven Baustellenverkehrs waren damit über Jahre im direkten Nahbereich der Straße die Tiere immer wieder anzutreffen und ist ein Indiz für die Anpassung bzw. Unempfindlichkeit der Tiere.

15.2. Begriffsbestimmungen

Da von den drei Begriffen Beschleunigung, Frequenz und Intensität des Öfteren die Rede ist, werden sie hier beschrieben. Sie haben direkt nichts miteinander zu tun.

Beschleunigung: Schall ist eine Dichte- und damit Druckschwankung der Luft oder, in diesem Kontext, im Erdboden. Bleiben wir beim Druck p der Luft, der i.A. eine Funktion der Zeit t sein wird: $p(t)$. Nehmen wir mal an, die Druckschwankung trifft das Trommelfell einer Echse, wie in Fig. 2B mit TM schematisch dargestellt. Druck mal Oberfläche des Trommelfells liefert die Kraft, die infolge der äußeren Druckschwankung $p(t)$ auf das Trommelfell wirkt. Falls dies die einzige Kraft wäre, könnten wir das Newton'sche Gesetz $\mathbf{F} = m \mathbf{a} = m dv/dt$ integrieren und bekämen die Änderung der Geschwindigkeit \mathbf{v} während eines Zeitintervalls Δt . Wenn die Kraft nur über eine kurze Zeit Δt klein wirken würde, ergäbe sich daraus auch nur eine kleine Änderung $\Delta \mathbf{v}$. Wenn ein Stein auf den Boden fällt, kann man \mathbf{a} im Boden messen aber die entsprechende Intensität dieses Inputs in der Cochlea bestimmen ist sehr langwierig.

Frequenz: Schall und die mit ihm assoziierte Druckschwankung $p(t)$ sind i.A. eine Überlagerung verschiedener Reintöne und damit verschiedener Frequenzen. Das Hörsystem zerlegt $p(t)$ in seine konstituierenden Reintöne. Aus der Technik und eng damit verbunden aus der Mathematik stammt eine Frequenzerlegung, die auf FOURIER zurückgeht, der in seiner Arbeit *Théorie analytique de la chaleur* (1822) die nun nach ihm benannte Zerlegung eingeführt hat. Dazu braucht man $p(t)$ für ein paar Sekunden Länge. Obwohl das von der Cochlea für ihre Frequenzerlegung verwendete Zeitfenster viel schmälerer ist (~ 15 ms), gibt es in der Technik praktisch nur die Fourier-Zerlegung, wie in Abbildung 5. Die Fourier-Zerlegung in der Technik ist zeitlich viel größer aufgelöst, liefert in der Akustik aber für technische Anwendungen ausreichende Präzision.

Intensität: Schall-Intensität ist, grob formuliert, Amplitude zum Quadrat ($\sim |A|^2$) und hat mit Frequenz in erster Instanz nichts zu tun. Die Haarzellen nicht nur des menschlichen Hörsystems, sondern ganz allgemein im Tierreich sind dennoch so beschaffen, dass sie sich logarithmisch verhalten. D.h., wenn $|A|^2$ zwei Mal so groß wird, erfährt das Hörsystem den Klang auch nicht zwei Mal lauter, sondern weniger ($\log 2 \approx 0,3$). Deshalb gibt es in Abbildung 5 eine vertikale Dezibel = dB-Skala, die logarithmisch ist und der natürlichen Klang- und bei Schlangen Bodenvibrations-Erfahrung entspricht.