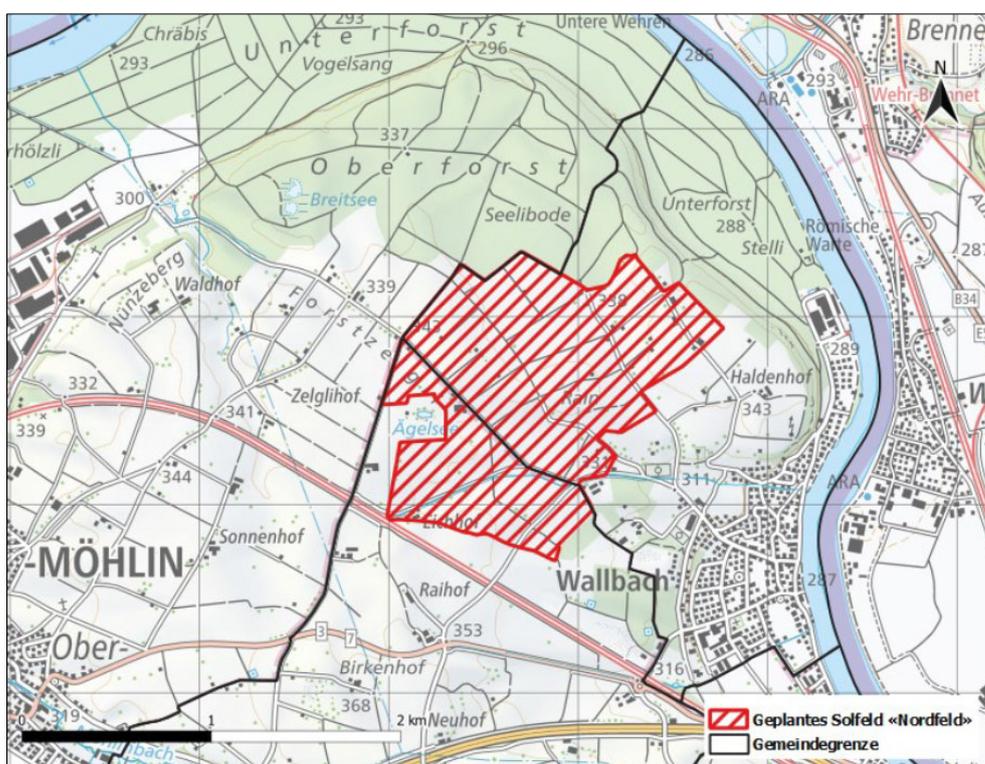


Kantonaler Nutzungsplan Salzabbau «Nordfeld»

Umweltverträglichkeitsbericht



Auftraggeber: **Schweizer Salinen AG**
Rheinstrasse 52, 4133 Pratteln

Bericht von: Ecosens AG
Hammerweg 1, CH-8304 Wallisellen
Tel. +41 (0)44 537 09 09
ecosens@ecosens.ch, www.ecosens.ch

Projektleitung: Lars Schudel, Dipl. Geograph
Daniel Sabathy, Dip. natw. ETH (Biologe)

Erstellt am: 11. Oktober 2024 (Version 0.3 Mitwirkung / Auflage)

Verfassung

Autoren	Firma	Fachbereiche / Kapitel
Lars Schudel	Ecosens AG, Wallisellen	Projektleitung UVB, Alle Fachkapitel, wo nicht anders vermerkt
Daniel Sabathy	Ecosens AG, Wallisellen	Stv. Projektleitung UVB, QS Ecosens-intern
Felix Bussmann Florentin Ladner	Geotest AG, Münchenstein	3.1 Geologie 3.3 Bohrplätze 4.2.1 Beschreibung der Planungs- und Erkundungsphasen 7.1 Bau und technischer Betrieb Soleförderung 7.2 Induzierte Seismizität 7.3 Lösungsbergbauinduzierte Senkungen

Änderungsverzeichnis

Version	Anpassung/Änderung	Kürzel	Datum
0.1	Version Entwurf Vorprüfung VIK	SHU	28.06.2021
0.2	Version VIK	SHU	01.03.2023
0.3	Version Mitwirkung / öffentliche Auflage (Anpassung Abb. 11 und Anhang 1)	SHU	11.10.2024

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung und Beschreibung des Vorhabens

Die Schweizer Salinen AG beabsichtigen im Raum Möhlinerfeld vier neue Solfelder zu erschliessen, um den künftigen Salzabbau für die nächsten rund 50 Jahre sicherstellen zu können. Der vorliegende Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) bezieht sich auf das Solfeld «Nordfeld» in den Gemeinden Wallbach und Zeiningen sowie die dafür erforderliche Transportleitung zwischen der Saline «Riburg» und dem genannten Solfeld.

Im Solfeld «Nordfeld» sollen mit insgesamt ca. 65 Bohrungen in fünf Bau- und Nutzungsetappen (Zonen) im Zeitraum 2025 bis ca. 2045 jährlich zwischen 250'000 und 750'000 Tonnen Salz durch Soleausbeutung gewonnen werden. Nach Abschluss des Salzabbaus werden die Bohrplätze wieder vollständig rückgebaut. Somit umfasst das Vorhaben fünf Bau- und Bohrphasen mit einer Dauer von jeweils etwa anderthalb Jahren sowie fünf Betriebsphasen an rund 4 - 5 Jahre Dauer. Die Bauphase der nächstfolgenden Etappe überschneidet sich dabei mit der Betriebsphase der vorangehenden Etappe.

Im Folgenden werden die erwarteten Umweltauswirkungen des Vorhabens zusammengefasst.

Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt

Luftreinhaltung / Klima

Das Vorhaben umfasst in den Bauphasen insbesondere für den Bau der Transportleitung relevante Bautransporte. Diese erstrecken sich jedoch über einen absehbaren Zeitraum und sind durch die Linienbaustelle örtlich verteilt. Die Baustelle wird aufgrund der vorgegebenen Kriterien der Massnahmenstufe B gemäss Baurichtlinie Luft zugeordnet. In der Betriebsphase sind keine relevanten Luftschadstoffemissionen zu erwarten. Ebenso finden keine grossflächigen Versiegelungen oder andere bauliche Eingriffe statt, die die Luftqualität oder das Lokalklima beeinträchtigen. Mit der Umsetzung der Massnahmen der Stufe B nach Baurichtlinie Luft kann das Vorhaben umweltverträglich realisiert werden.

Lärm

Die durch die Bauarbeiten für die Erstellung der Bohrplätze und der Transportleitung verursachten Lärmemissionen finden grundsätzlich tagsüber statt und sind generell als unproblematisch zu beurteilen. Dies insbesondere auch, weil weite Teile des Gebietes sowohl am Tag als auch in der Nacht durch die Lärmemissionen aus Strassen- und Bahnverkehr erheblich vorbelastet sind.

Das Gebiet des Solfelds «Nordfeld» liegt vollständig in der Landwirtschaftszone, wo analog der Gewerbezone die Empfindlichkeitsstufe III (ES III) gilt. Somit kommt für diese Arbeiten generell die **Massnahmenstufe B** zur Anwendung, wobei **nachts** eine Verschärfung auf die **Massnahmenstufe C** erfolgt. Die **lärmintensiven Arbeiten**

dauern voraussichtlich weniger lang als ein Jahr, sodass für diese Tätigkeiten **tags** die **Massnahmenstufe B** und **nachts** die **Massnahmenstufe C** gilt.

Der in den Bau- und Bohrphasen erzeugte, projektbedingte Mehrverkehr ist gering und liegt bei wenigen Bautransporten pro Tag. Zudem werden die Bautransporte fast ausschliesslich tagsüber ausgeführt. Für die **Bautransporte** im Zusammenhang mit dem Bau der Bohrplätze sowie den Bohrarbeiten kommt somit die **Massnahmenstufe A** zur Anwendung. Für den Bau der Transportleitung kommt somit sowohl für lärmige als auch für lärmintensive Arbeiten die **Massnahmenstufe B** zum Tragen. Für die **Bautransporte** gilt die **Massnahmenstufe A**.

Die Bohrarbeiten in allen Bohretappen stellen die Hauptursache für die Lärmemissionen des Vorhabens dar, insbesondere da sie auch nachts und an den Wochenenden erfolgen. Der Gesuchsteller verfügt jedoch durch den bisherigen Betrieb über langjährige Erfahrung diese Arbeiten möglichst lärmindernd auszuführen. Mit geeigneten baulichen und organisatorischen Massnahmen können die Lärmemissionen auf ein verträgliches Mass beschränkt werden.

In der Betriebsphase sind hingegen keine relevanten Lärmemissionen zu erwarten.

Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall

Bei den Bauarbeiten für die Erstellung der Bohrplätze sowie der Transportleitung sind keine relevanten Erschütterungen zu erwarten. Bei den in der Bauphase ausgeführten Bohrungen ist hingegen mit wahrnehmbaren Erschütterungen zu rechnen.

Eine Untersuchung bei einer 2018 ausgeführten Produktionsbohrung ergab, dass die im Abstand von 2 m erzeugten Schwingungen lediglich ca. 0.5 mm/s betragen, die durch die Bohrarbeiten verursachten Hintergrundschwingungen jedoch in einem Umkreis von rund 150 m wahrnehmbar sind. Da im Nahbereich der Bohrplätze praktisch keine Bauten vorliegen, sind somit keine durch Erschütterungen verursachte Schäden an Hoch- und Tiefbauten gemäss SN 640 312 [28] zu erwarten. Die projektbedingten Auswirkungen auf die Umwelt durch Erschütterungen sind somit als gering zu beurteilen.

Nichtionisierende elektromagnetische Strahlung

Im Rahmen des Vorhabens werden weder in der Bau- noch in der Betriebsphase relevante Emissionen an nichtionisierender Strahlung erzeugt. Das Vorhaben kann somit ohne Massnahmen zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung umweltrechtlich konform realisiert werden.

Lichtemissionen

Im Korridor der Transportleitung werden in der Bau- und der Betriebsphase grundsätzlich keine Lichtemissionen erzeugt. Im Bereich des Solfelds «Nordfeld» beschränken sich die Lichtemissionen auf die Bau- bzw. Bohrphasen. Im Ausgangszustand besteht im «Nordfeld» nur eine geringe Vorbelastung durch Lichtemissionen. Durch die geringe Siedlungsdichte sind durch die Lichtemissionen in den Bau-/Bohrphasen damit aber auch nur einzelne Haushalte betroffen.

Von den nächtlichen Lichtemissionen betroffen sind hingegen Tiere. Aufgrund des nahen Wildtierkorridors WTK AG 1 kann dabei insbesondere das Wild in seinem Verhalten beeinflusst werden. Mit der Beschränkung der Bohrplatzbeleuchtung auf das Notwendigste sowie eine gezielte Ausrichtung und Abschirmung der Lichtquellen können die Lichtemissionen auf ein verträgliches Mass reduziert werden. Zudem werden im Sinne der Lebensraumvernetzung östlich des Solfelds Deckungs- und Leitstrukturen für den Wildtierzug geschaffen. Da die Lichtemissionen nur temporär und sehr lokal (Punktquelle) sind, kann das Vorhaben mit den im vorliegenden Umweltverträglichkeitsbericht beschriebenen Massnahmen dennoch umweltverträglich realisiert werden.

Grundwasser / Hydrogeologie

Das Grundwasser stellt im vorliegenden Vorhaben das wohl wichtigste Schutzgut bzw. Umweltthema dar und ist in allen Projektphasen in relevanter Weise betroffen. Aus diesem Grund werden auch umfassende und spezifische Massnahmen vorgeschlagen. In der weiteren Planungsphase wird ein Grundwasserüberwachungskonzept erarbeitet und bereits frühzeitig vor Baubeginn mit den Überwachungsmassnahmen begonnen. So kann der Ausgangszustand vor Beginn des Vorhabens dokumentiert werden. Vor der Erschliessung des Solfeldes wird zudem ein generelles (generisches) Nachsorgekonzept erstellt, welches die geplanten Kavernen in ihrem allgemeinen Design sowie ihrer Lage berücksichtigt.

Wesentlich für den Schutz des Grundwassers ist dabei, dass alle unterirdischen Bauwerke (insb. Bohrungen und Solkavernen) technisch dicht sind und mit der erforderlichen Sorgfalt und nach dem Stand der Technik geplant und ausgeführt werden. Zudem müssen die über den Solkavernen liegenden Schichten (Sicherheits-Salzscheibe und Basis Obere Sulfatzone) mechanisch integer und dicht bleiben. Dazu werden in den Sondierbohrungen geologische, bohrlochgeophysikalische, geomechanische sowie hydraulische Messungen gemacht und darauf basierend gebirgsmechanische Modellierungen ausgeführt. Als weiteres Beurteilungsinstrument dienen Untersuchungen mittels 3D-Reflexionsseismik.

Am Ende der Solung wird ergänzend zum generischen Nachsorgekonzept für jede Kaverne ein individuelles Nachsorgekonzept mit lokationsspezifischen Nachweisen erstellt. Die bereits erwähnte Grundwasserüberwachung wird zudem auch in der Nachsorgephase weitergeführt, um allfällige Langzeitauswirkungen feststellen zu können.

Mit den vorgeschlagenen und umfangreichen spezifischen Massnahmen kann das Grundwasser aus heutiger Sicht wirkungsvoll vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen geschützt werden.

Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

Mögliche Auswirkungen des Vorhabens auf Oberflächengewässer sind örtlich kleinräumig und zeitlich auf die Bau-/Bohrphasen beschränkt. Im Solfeld «Nordfeld» werden nur einzelne der insgesamt 65 Bohrungen im Nahbereich des temporär wasser-

führenden «Heidigrabens» ausgeführt. Die Bohrplätze werden dabei auf der dem Gewässer abgewandten Nordseite einer asphaltierten Feldstrasse erstellt und so eingerichtet, dass sie vollständig ausserhalb des Gewässerraums zu liegen kommen. Das Gewässer und Naturschutzgebiet «Ägelsee» liegt mit gebührendem Abstand ausserhalb des Solfelds und wird somit geschützt. Ansonsten sind durch das Solfeld «Nordfeld» keine oberirdischen Gewässer betroffen.

Der Korridor der Transportleitung zwischen der Saline «Riburg» und dem Solfeld «Nordfeld» verläuft auf Gemeindegebiet von Rheinfeldern auf einer Länge von rund 700 m parallel zum zeitweise wasserführenden «Chleigrütgraben». Die Leitungen werden unterirdisch im Trasse eines unversiegelten Feldwegs verlegt, kommen dabei aber im Randbereich innerhalb des Gewässerraums zu liegen. Der bauliche Eingriff beschränkt sich dabei auf einen Zeitraum von wenigen Wochen. Durch die gute Erschliessung des Trassees sind keine negativen Auswirkungen auf das Gewässer zu erwarten. Zudem wird mit dieser Leitungsführung auch der angrenzende Wald (Naturwaldreservat) nicht tangiert sowie umfangreiche Eingriffe in den Boden vermieden (Wald- und Bodenschutz).

Im Raum «Brüel» südöstlich von Möhlin unterquerten die Transportleitung den «Sagikanal» und den «Möhlinbach», wobei auch diese Eingriffe nur örtlich punktuell und zeitlich stark beschränkt sind (wenige Wochen). Das Verlegen der Transportleitung im bestehenden Hochwasserschutzdamm wurde geprüft, wurde aber aus Sicherheitsgründen von amtlicher Seite verwehrt. Die Bauarbeiten im Gewässerraum werden auf das Notwendigste beschränkt und ausschliesslich ausserhalb der Laichschonzeiten (Oktober – Mai) ausgeführt. Zudem gelten bei diesen Arbeiten erhöhte gewässerschutzrechtliche Anforderungen und Massnahmen.

In der Betriebs- sowie der Nachsorgephase sind durch das Vorhaben keine negativen Auswirkungen auf Oberflächengewässer zu erwarten. Mit der Umsetzung der projektintegrierenden Massnahmen kann das Vorhaben umweltverträglich und gewässerschutzrechtlich konform realisiert werden.

Entwässerung

In der Bauphase fällt nur bei den Bohrarbeiten Abwasser an, welches jedoch in einem Kreislaufsystem wiederverwendet wird. Die Baustellenentwässerung wird nach den gewässerschutzrechtlichen Vorgaben sowie nach SIA-Empfehlung 431 «Entwässerung von Baustellen» ausgeführt. In der Betriebsphase fällt ausserhalb des Betriebsareals der Saline «Riburg» kein Abwasser an. Auf den unversiegelten Bohrplätzen kann Meteorwasser auch weiterhin lokal versickern. Entsprechend verursacht das Vorhaben keine relevanten Umweltauswirkungen durch Abwässer.

Boden und Fruchtfolgeflächen

Der Boden bzw. der Schutz des Bodens stellt für dieses Vorhaben eines der zentralen Umweltthemen dar. Dies aufgrund der grossflächigen Bodeneingriffe, insbesondere im Trasse der rund 9.5 km langen Transportleitung. Obwohl mittelfristig die Fruchtfolgeflächen (FFF) in ihrer Qualität und Fläche erhalten bleiben, wird sich in der rund 20 jährigen Bau- und Betriebsphase eine vorübergehende Reduktion der FFF um rund

13'500 m² ergeben. Generell ist beabsichtigt, dass der gesamte überschüssige Ober- und Unterboden vor Ort oder extern als Boden verwertet wird.

Zum Schutz des Bodens wurden umfangreiche Massnahmen definiert (siehe Kapitel 6.9.5). Die Bodenarbeiten und Bodenschutzmassnahmen werden bereits in der Projektierung durch eine bodenkundliche Fachperson geplant und in einem Bodenschutzkonzept festgehalten. Dieses kann in die Unternehmerrauschreibung integriert werden. Während der Bauphase und auch beim späteren Rückbau der Bohrplätze werden die Bodenarbeiten zudem durch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) überwacht und begleitet und damit die Umsetzung der Bodenschutzmassnahmen bestmöglich gewährleistet.

Gesamthaft kann mit dem vorgeschlagenen Vorgehen sowie den aufgezeigten Massnahmen dem Bodenschutz gebührend Rechnung getragen und die Auswirkungen des Vorhabens auf den Boden bestmöglich minimiert werden.

Altlasten / belastete Standorte

Durch das Vorhaben werden keine belasteten Standorte im Sinne der Altlasten-Verordnung tangiert. Entsprechend ist diese Umweltthematik für das Vorhaben nicht relevant.

Abfälle, umweltgefährdende Stoffe

Die Thematik Materialbewirtschaftung und Abfälle ist im vorliegenden Projekt insbesondere in den Bauphasen von Bedeutung, da in der Betriebsphase weitgehend in geschlossenen Stoffkreisläufen (z. B. Frischwasser) gearbeitet wird. Die grössten Materialströme werden dabei durch den Neubau der Transportleitung sowie der Bohrschächte und Bohrplätze erzeugt. Bei den wichtigsten Materialfraktionen handelt es sich um Ober- und Unterboden sowie Aushubmaterial. Generell handelt es sich dabei um unbelastete bzw. unverschmutzte Materialien und Abfälle. Lokale Belastungsverdachte werden zu gegebener Zeit mit entsprechenden Untersuchungen geklärt (z. B. mit Bodenbeprobungen).

Ein Grossteil der umgeschlagenen Materialien kann direkt vor Ort wiederverwendet und somit verwertet werden. Insbesondere durch den Leitungsbau entstehen aber auch Materialüberschüsse, die nach Möglichkeit für die Verfüllung und Rekultivierung von Materialentnahmestellen (Kiesgruben) oder andere Bauvorhaben verwertet werden. Nur wenn eine Verwertung nicht möglich ist, werden die Abfälle gesetzeskonform entsorgt.

Da sich die verschiedenen Bau- und Rückbauphasen über einen längeren Zeitraum verteilen (ca. 25 Jahre), fallen die Abfälle nach dem anfänglichen Leitungsbau nach und nach an, was die Verwertungsmöglichkeiten erhöht und auch bezüglich Bautransporten zu einer günstigen Verteilung führt. Zudem bestehen im Möhlinerfeld innerhalb von kurzen Distanzen verschiedene Verwertungsstellen (z.B. Kiesgruben, aufzuhebende Solfelder/Bohrplätze, etc.), die lokale und geschlossene Materialkreisläufe ermöglichen.

Umweltgefährdende Organismen / Neobiota

Der Aspekt der umweltgefährdenden Organismen beschränkt sich im vorliegenden Vorhaben auf Neophyten. Aufgrund der umfangreichen temporären Erdbewegungen hat das Thema Neophyten für das Vorhaben jedoch eine gewisse Relevanz. Durch eine gezielte Erhebung und Kartierung von Neophyten zeitnah vor Baubeginn werden gute Grundlagen für einen sachgemässen Umgang mit Neophyten geschaffen. Oberirdische Pflanzenteile von Neophyten sowie biologisch bzw. mit Neophytenteilen (Samen, Rhizome) belastetes Erdreich werden fachgerecht gehandhabt und gemäss den gesetzlichen Vorgaben verwertet oder entsorgt. Neu angelegte Grünflächen (z. B. Rekultivierungen Leitungsgräben) sowie allfällige Bodendepots werden rasch begrünt, damit sich keine neuen Neophytenvorkommen etablieren können. Durch die regelmässige Kontrolle und Pflege von betroffenen Grün- und Ruderalflächen (z. B. Bohrplätze), wird in den Bau- und Betriebsphasen eine unkontrollierte Ausbreitung von Neophyten verhindert bzw. gezielt bekämpft. Mit der korrekten Umsetzung der aufgezeigten Massnahmen kann das Vorhaben bezüglich der Eindämmung der Neophytenverbreitung einen aktiven Beitrag leisten.

Störfallvorsorge, Unfälle und Betriebsstörungen

Die grundsätzlichen Störfall- und Unfallrisiken sind aus heutiger Sicht gering und mit den vorgeschlagenen Massnahmen kontrollierbar. In den Bau- und Bohrphasen werden die Arbeiten im Konsultationsbereich in engem Kontakt mit dem Rohrleitungsinspektorat und der Betreiberin der Erdgasleitungen ausgeführt. Die Bohrverfahren (austretende Bohrspülung) in der Bauphase sowie die Solelaugung in der Betriebsphase sind Standardverfahren, die von den Schweizer Salinen seit Jahrzehnten erfolgreich umgesetzt und zudem laufend weiterentwickelt und optimiert wurden (auch bezüglich Sicherheit). Eine Gefährdung von oberirdischen Gewässern durch austretende Bohrspülung oder Sole ist mit Ausnahme von drei (der insgesamt 65) Bohrplätze nirgends gegeben. Das vom Solfeld «Nordfeld» ausgehende Risiko hinsichtlich Personenschäden kann in allen Projektphasen als hinreichend klein und tragbar eingestuft werden.

Wald

Im Perimeter des Solfelds «Nordfeld» befinden sich keine Waldareale. Im Norden von Möhlin und Wallbach liegt das Waldgebiet «Oberforst». Hier könnte beim Bau von einzelnen Bohrplätzen möglicherweise der minimale Waldabstand von 8 m kurzzeitig unterschritten werden. Auch im Südosten liegt in der Nähe der Zone für Salzabbau «Nordfeld» das Waldgebiet «Chisholz». Die Entfernung der nächstgelegenen Bohrplätze zum Waldareal beträgt hier aber rund 200 m. Generell werden im Solfeld jedoch keine relevanten Beeinträchtigungen des Waldes erwartet.

Für den Bau der Transportleitung von der Saline «Riburg» zum Solfeld «Nordfeld» werden auf Gemeindegebiet von Rheinfelden temporär Waldflächen beansprucht und Mindestabstände zum Wald unterschritten. Die bestehende Transportleitung verläuft auf einer Länge von rund 1.5 km durch das Waldgebiet «Rüchi» in Rheinfelden. Bei einem Ersatzneubau im selben Trasse müsstens die Leitungen neben den bestehenden Leitungen erstellt werden und würden dadurch grossflächige Rodungen zur Folge

haben und einen massiven Eingriff in das geschützte Naturwaldreservat bedeuten. Um dies zu vermeiden, wurde das neue Leitungstrasse weiter östlich weitgehend ausserhalb des Waldareals (aber innerhalb der Waldabstandslinie) und im Bereich eines Feldweges geplant. Obwohl der östliche Waldrand des Waldgebiets «Rüchi» als naturnah und gestuft geschützt ist, würden sich durch das Einlegen der Leitungen im bestehenden Feldweg keine relevanten Auswirkungen auf die Bestockung ergeben. Mit dieser Lösung könnte die neue Leitung ohne Holzschlag und unter bestmöglicher Schonung des Waldes und mit sehr geringen Eingriffen in den gewachsenen Boden erfolgen. Aus diesen Gründen wird die vorgeschlagene Leitungsführung als gesamtlich umweltverträglichste Lösung beurteilt.

Flora, Fauna, Lebensräume

Das Solfeld «Nordfeld» liegt in einer strukturarmen und landwirtschaftlich intensiv genutzten Agrarlandschaft sowie im Perimeter des Wildtierkorridors WTK AG 1 von nationaler Bedeutung. Das Naturschutzgebiet «Ägelsee», ein Amphibienlaichgebiet von ebenfalls nationaler Bedeutung, wurde mit einem grosszügigen Pufferstreifen aus dem Solfeld ausgeschlossen. Die Transportleitung zwischen der Saline «Riburg» und dem Solfeld «Nordfeld» verläuft weitestgehend in oder entlang von bestehenden Verkehrswegen (Strassen, Feldwegen, etc.), wodurch die Auswirkungen auf die Natur so gering wie möglich gehalten werden.

Die Auswirkungen des Vorhabens auf Flora, Fauna und Lebensräume beschränken sich räumlich auf sehr lokale und kleinräumige temporäre Eingriffe (z. B. bei Bachquerungen) und zeitlich auf die Bauphasen. Im Solfeld «Nordfeld» werden die (nächtlichen) Lärm- und Lichtemissionen mit gezielten Massnahmen reduziert, um störende Auswirkungen auf Tiere zu minimieren. Durch die Schaffung von neuen Deckungs- und Leitstrukturen zur Vernetzung des Waldgebiets «Oberforst» im Norden mit dem Waldstück «Chisholz» in Wallbach im Südosten, werden bezüglich der Lebensraumvernetzung des Wildtierkorridors WTK AG 1 Rahmenbedingungen geschaffen, die trotz der temporären Beeinträchtigungen langfristig eine wesentliche Verbesserung darstellen. Für die Wiederherstellungs-, Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen wurde von der Gesuchstellerin ein Basiskonzept erstellt, welches dem Auflosedossier beiliegt. Bezüglich der zu leistenden Wiederherstellungs-, Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen steht die Schweizer Salinen AG bereits seit mehreren Jahren in Kontakt mit den zuständigen kantonalen Fachstellen.

In und nach der Betriebsphase hat das Vorhaben grundsätzlich keine negativen Auswirkungen auf Flora, Fauna und Lebensräume. Mittelfristig bietet das Vorhaben für diesen Umweltbereich sogar grosse Chancen und Synergien. Dies insbesondere in Bezug auf die ökologische Aufwertung des aktuell landwirtschaftlich sehr intensiv genutzten und strukturarmen Möhlinerfelds, beispielsweise mit der Schaffung von ökologischen Kleinstrukturen sowie Leit- und Deckungsstrukturen für den Wildtierkorridor.

Landschaft und Ortsbild

Das Möhlinerfeld ist im kantonalen Richtplan als Landschaft von kantonaler Bedeutung (LkB) ausgewiesen. In den kommunalen Nutzungsplanungen wurde die LkB grösstenteils als Landschaftsschutzzone festgesetzt. Der sich auf Gemeindebann Zeiningen befindende Teil des Solfelds «Nordfeld» befindet sich zudem im Perimeter des regionalen Naturparks «Jurapark». Im Solfeld selbst und dessen näheren Umgebung befinden sich jedoch keine schützenswerten Ortsbilder, kantonalen Denkmalschutz- und Bauinventarobjekte. Die nächstgelegenen schützenswerten Ortsbilder sind die Kernzonen der Dörfer Wallbach im Osten und Möhlin im Westen. Diese werden durch das Vorhaben jedoch weder in der Bau- noch in der Betriebsphase beeinträchtigt.

Das Landschaftsbild wird vorwiegend in den Bauphasen temporär und sehr punktuell tangiert. Die meisten Bauwerke (Bohrschächte, Leitungen, Solebecken, etc.) werden unterirdisch erstellt und sind somit nach deren Bau im Landschaftsbild nicht mehr wahrnehmbar. Oberirdische Bauwerke werden wenn immer möglich mit entsprechender Farbgebung, Sichtschutzbepflanzungen und anderen Massnahmen kaschiert oder ins Landschaftsbild integriert.

Im Rahmen der Projektierung wurde mit einem Vertreter der Sektion Natur und Landschaft im Januar 2021 eine Begehung durchgeführt und entsprechende Massnahmenvorschläge in die Planung respektive den vorliegenden Umweltverträglichkeitsbericht aufgenommen.

Nach Abschluss der Betriebsphase werden sämtliche oberirdischen Bauwerke und auch die unterirdischen Bohrschächte vollständig rückgebaut. Somit sind sämtliche Landschaftsbeeinträchtigungen nur temporär. Im Endzustand bzw. langfristig wird somit wieder der ursprüngliche Zustand hergestellt. Durch bleibende ökologische Aufwertungsmassnahmen im Solfeld «Nordfeld» wird langfristig gar eine leichte Verbesserung erzielt.

Die Belange des Langsamverkehrs (Wanderwege, Radwege) können in den Bauphasen mit lokalen, temporären Standardmassnahmen (Signalisation, allenfalls Umleitung) gelöst werden.

Kulturdenkmäler, archäologische Stätten

In den Bauphasen (Leitungsbau, Bohrplätze) können einzelne archäologische Fundstellen sowie historische Verkehrswege nach IVS lokal und kleinräumig tangiert werden. Die entsprechenden Objekte können durch den frühzeitigen Einbezug der Kantonsarchäologie sowie mit den im vorliegenden Umweltverträglichkeitsbericht beschriebenen Massnahmen (Kapitel 6.17.5) wirkungsvoll geschützt werden. Bei Bedarf können vorgezogene Prospektionen oder eine Begleitung der Erdarbeiten durch Fachleute der Kantonsarchäologie ausgeführt werden. Gesamtheitlich sind somit in den Bauphasen grundsätzlich keine relevanten Beeinträchtigungen von archäologischen Fundstellen und historischen Verkehrswegen zu erwarten. In der Betriebsphase hat das Vorhaben keine Auswirkungen auf archäologische Stätten und historische Ver-

kehrswegen. Mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen und unter Einhaltung der allgemeinen Sorgfaltspflicht kann das Vorhaben vorschriftsgemäss realisiert werden.

Bau und technischer Betrieb Soleförderung

Mögliche schädliche Auswirkungen durch die Soleförderung beschränken sich hauptsächlich auf die Betriebsphase. Das geplante Vorgehen der Schweizer Salinen AG entspricht dabei weitestgehend dem internationalen Stand der Technik. Relevante Abweichungen zeigen sich lediglich in folgenden Bereichen:

- Solkomplettierung
- Dichtheitstest
- Nachsorge

Für diese (und weitere) Aspekte werden im vorliegenden Umweltverträglichkeitsbericht entsprechende Handlungsempfehlungen und Massnahmen beschrieben. Diese sind in der weiteren Planung und Erkundung, während des Betriebs sowie bei der Stilllegung und in der Nachsorgephase umzusetzen. Damit kann das Vorhaben umweltverträglich realisiert werden.

Induzierte Seismizität

Alle im Betrachtungsperimeter detektierten Erdbeben (Messbeginn 1975) stehen nicht im Zusammenhang mit Aktivitäten der Schweizer Salinen AG und sind natürlichen Ursprungs. Da es weltweit nur wenige dokumentierte Fälle mit starker Seismizität im Lösungsbergbau gibt, welche sich zudem grundlegend in Bezug auf Tiefenlage und Lösungsbergbaumethode von der geplanten Erschliessung des Solfelds «Nordfeld» unterscheiden, wird die Gefahr ausgehend von induzierter Seismizität als sehr gering beurteilt. Im Sinne der Transparenz, der Beweissicherung und der besseren Unterscheidung von natürlichen und induzierten Beben wird es als sinnvoll erachtet, dass während der Bohr- und Betriebsphase ein seismisches Monitoring durchgeführt wird.

Für die Stilllegung und die Nachsorgephase wird empfohlen, die in der Zwischenzeit neu gewonnenen geologischen, strukturgeologischen und (mikro-)seismischen Daten zu analysieren und zu prüfen, ob für die Verwahrung eine Neubeurteilung der Seismizität angezeigt ist. Die Stabilität der Kavernen unter Einwirkung von Erdbeben ist für alle Phasen gegeben, so dass diesbezüglich keine weiteren Abklärungen notwendig sind.

Lösungsbergbauinduzierte Senkungen

Geländedeformationen über Salzkavernen sind normal und entsprechend für das geplante Solfeld «Nordfeld» zu erwarten. Im Rahmen der Projektierung des Solfelds «Rütihard» (im Raum Muttenz, Münchenstein, Pratteln) wurden Vorausberechnungen der Geländedeformationen (Prognosen) durchgeführt. Für den Zeitraum von 100 Jah-

ren resultierte eine flache Senkungsmulde mit einer prognostizierten maximalen Senkung im Zentrum von 45 cm. Aufgrund der vergleichbaren Geologie ist auch im Bereich des geplanten Solfelds «Nordfeld» mit ähnlichen Senkungen zu rechnen.

Die Untersuchungen im Rahmen dieses Berichtes haben gezeigt, dass die Anforderungen der Umweltschutzgesetzgebung auf Stufe Richt- und Nutzungsplan in allen Teilen eingehalten werden können. Mit den vorgesehenen Massnahmen kann das Vorhaben umweltverträglich realisiert werden.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	XVIII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XXII
1 EINLEITUNG	1
2 VERFAHREN	2
2.1 Massgebliches Verfahren	2
2.2 Erforderliche Spezialbewilligungen	2
3 STANDORT UND UMGEBUNG	3
3.1 Konzessionsgebiet	3
3.2 Geologie	4
3.2.1 Grundlagen	4
3.2.2 Lithostratigraphie	5
3.2.3 Tektonische Verhältnisse	8
3.2.4 Salzlager	13
3.2.5 Grundwasser	13
3.2.6 Lokale geologische Kenntnisse «Nordfeld»	13
3.3 Solfeld «Nordfeld»	16
3.4 Bohrplätze	17
3.5 Korridor Transportleitung	17
4 VORHABEN	20
4.1 Grundlagen	20
4.2 Beschreibung des Vorhabens	20
4.2.1 Beschreibung der Planungs- und Erkundungsphasen	20
4.2.2 Beschreibung der Bauphasen	21
4.2.3 Beschreibung der Betriebsphase	23
4.2.4 Beschreibung der Nachsorgephase	24
4.3 Übereinstimmung mit der Raumplanung	24
4.4 Verkehrsgrundlagen	25
4.5 Rationelle Energienutzung	27
4.6 Systemgrenzen	28
4.6.1 Zeitliche Systemgrenzen	28
4.6.2 Räumliche Systemgrenzen	28

5	RELEVANZMATRIX	29
6	UMWELTAUSWIRKUNGEN	30
6.1	Luftreinhaltung, Klima	30
6.1.1	Grundlagen	30
6.1.2	Ausgangszustand	30
6.1.3	Auswirkungen in den Bauphasen	31
6.1.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	32
6.1.5	Massnahmen	32
6.1.6	Beurteilung	33
6.2	Lärm	33
6.2.1	Grundlagen	33
6.2.2	Ausgangszustand	34
6.2.3	Auswirkungen in den Bauphasen	37
6.2.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	38
6.2.5	Massnahmen	39
6.2.6	Beurteilung	39
6.3	Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	40
6.3.1	Grundlagen	40
6.3.2	Ausgangszustand	40
6.3.3	Auswirkungen in den Bauphasen	40
6.3.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	41
6.3.5	Auswirkungen in der Nachsorgephase	41
6.3.6	Massnahmen	41
6.3.7	Beurteilung	41
6.4	Nichtionisierende elektromagnetische Strahlung (NIS)	42
6.4.1	Grundlagen	42
6.4.2	Ausgangszustand	42
6.4.3	Auswirkungen in den Bauphasen	42
6.4.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	43
6.4.5	Massnahmen	43
6.4.6	Beurteilung	43
6.5	Lichtemissionen	43
6.5.1	Grundlagen	43
6.5.2	Ausgangszustand	44
6.5.3	Auswirkungen in den Bauphasen	44
6.5.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	45
6.5.5	Massnahmen	45

6.5.6	Beurteilung	46
6.6	Grundwasser / Hydrogeologie	46
6.6.1	Problemstellung	46
6.6.2	Grundlagen	47
6.6.3	Ausgangszustand	48
6.6.4	Auswirkungen in den Bauphasen	54
6.6.5	Auswirkungen in der Betriebsphase	57
6.6.6	Auswirkungen in der Nachsorgephase	58
6.6.7	Massnahmen	59
6.6.8	Beurteilung	62
6.7	Oberflächengewässer und aquatische Lebensräume	62
6.7.1	Grundlagen	62
6.7.2	Ausgangszustand	63
6.7.3	Auswirkungen in den Bauphasen	65
6.7.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	67
6.7.5	Massnahmen	67
6.7.6	Beurteilung	68
6.8	Entwässerung	68
6.8.1	Grundlagen	68
6.8.2	Ausgangszustand	68
6.8.3	Auswirkungen in den Bauphasen	68
6.8.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	69
6.8.5	Massnahmen	69
6.8.6	Beurteilung	69
6.9	Boden / Fruchtfolgeflächen	69
6.9.1	Grundlagen	69
6.9.2	Ausgangszustand	70
6.9.3	Auswirkungen in den Bauphasen	75
6.9.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	78
6.9.5	Massnahmen	78
6.9.6	Beurteilung	81
6.10	Altlasten, belastete Standorte	82
6.10.1	Grundlagen	82
6.10.2	Ausgangszustand	82
6.10.3	Auswirkungen in den Bauphasen	83
6.10.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	84
6.10.5	Massnahmen	84
6.10.6	Beurteilung	84

6.11	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	84
6.11.1	Grundlagen	84
6.11.2	Ausgangszustand	84
6.11.3	Auswirkungen in den Bauphasen	85
6.11.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	88
6.11.5	Massnahmen	88
6.11.6	Beurteilung	88
6.12	Umweltgefährdende Organismen / Neobiota	89
6.12.1	Grundlagen	89
6.12.2	Ausgangszustand	89
6.12.3	Auswirkungen in den Bauphasen	90
6.12.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	91
6.12.5	Massnahmen	91
6.12.6	Beurteilung	91
6.13	Störfallvorsorge, Unfälle und Betriebsstörungen	92
6.13.1	Grundlagen	92
6.13.2	Ausgangszustand	92
6.13.3	Auswirkungen in den Bauphasen	94
6.13.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	95
6.13.5	Massnahmen	96
6.13.6	Beurteilung	97
6.14	Wald	97
6.14.1	Grundlagen	97
6.14.2	Ausgangszustand	97
6.14.3	Auswirkungen in den Bauphasen	99
6.14.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	101
6.14.5	Massnahmen	101
6.14.6	Beurteilung	102
6.15	Flora, Fauna, Lebensräume	103
6.15.1	Grundlagen	103
6.15.2	Ausgangszustand	104
6.15.3	Auswirkungen in den Bauphasen	110
6.15.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	111
6.15.5	Massnahmen	112
6.15.6	Beurteilung	115
6.16	Landschaft und Ortsbild	116
6.16.1	Grundlagen	116
6.16.2	Ausgangszustand	116

6.16.3	Auswirkungen in den Bauphasen	119
6.16.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	120
6.16.5	Massnahmen	121
6.16.6	Beurteilung	121
6.17	Kulturdenkmäler, archäologische Stätten	122
6.17.1	Grundlagen	122
6.17.2	Ausgangszustand	122
6.17.3	Auswirkungen in den Bauphasen	124
6.17.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	125
6.17.5	Massnahmen	125
6.17.6	Beurteilung	126
7	PROJEKTSPEZIFISCH RELEVANTE UMWELTBEREICHE	128
7.1	Bau und technischer Betrieb Soleförderung	128
7.1.1	Grundlagen	128
7.1.2	Ausgangszustand	129
7.1.3	Auswirkungen in der Erkundungsphase	150
7.1.4	Auswirkungen in der Bauphase	150
7.1.5	Auswirkungen in der Betriebsphase	151
7.1.6	Auswirkungen in der Nachsorgephase	151
7.1.7	Massnahmen	152
7.1.8	Beurteilung	152
7.2	Induzierte Seismizität	152
7.2.1	Grundlagen	153
7.2.2	Ausgangszustand	154
7.2.3	Auswirkungen in der Bauphase	161
7.2.4	Auswirkungen in der Betriebsphase	161
7.2.5	Auswirkungen in der Nachsorgephase	162
7.2.6	Massnahmen	164
7.2.7	Schlussfolgerung	164
7.3	Lösungsbergbauinduzierte Senkungen	165
7.3.1	Problemstellung	165
7.3.2	Grundlagen	168
7.3.3	Ausgangszustand	168
7.3.4	Auswirkungen	169
7.3.5	Massnahmen	174
7.3.6	Beurteilung	174

8	MASSNAHMENÜBERSICHT	175
8.1	Massnahmentabelle	175
8.1.1	Massnahmen während der Projektierung und Submission	175
8.1.2	Massnahmen während den Bauphasen	177
8.1.3	Massnahmen während der Betriebsphase	181
8.1.4	Massnahmen während der Nachsorgephase	183
9	UMWELTBAUBEGLEITUNG (UBB)	184
9.1	Grundlagen	184
9.2	Einsatz und Umfang Umweltbaubegleitung	184
10	SCHLUSSFOLGERUNGEN	185
	ANHANGVERZEICHNIS	187

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht geplante Salzabbaugebiete im Konzessionsgebiet (Quelle: Koch + Partner AG)	4
Abbildung 2: Litho- und Hydrostratigraphie auf dem Gebiet der Saline Riburg (basierend auf [1]; angegebene Mächtigkeiten basierend auf der Bohrdatenbank der Saline Riburg).	5
Abbildung 3: Tektonische Übersichtskarte zur Illustration der Lage der tektonischen Strukturen sowie der Felsoberfläche-bildenden Gruppe im Bereich der Rheinschlaufe Wallbach-Rheinfelden. Aus: [1].	7
Abbildung 4: Tektonische Karte des südlichsten Oberrheingrabens («Upper Rhine Graben» URG) und der angrenzenden Gebiete (RBTZ = Rhein-Bresse-Transferzone, BG = Bresse-Graben). Die Rheinschlaufe zwischen Wallbach und Rheinfelden ist grün markiert. Weiss = känozoische Ablagerungen, dunkelgrau = Faltenjura, hellgrau = Tafeljura, grau gepunktet = Perm, schwarze Kreuzchen = Karbon und älter. Rechts unten sind zusätzlich die drei strukturellen Hauptstreichrichtungen angedeutet. Karte modifiziert aus [7].	9
Abbildung 5: Ausschnitt aus der tektonischen Übersichtskarte als Teil der Erläuterungen des Geologischen Atlasblattes [1].	10
Abbildung 6: Ausschnitt aus Profil 3 in [1] durch das Gebiet südlich der Saline Riburg, mit Legende. Orientierung WNW-ESE.	11
Abbildung 7: Ausschnitt aus Profil 4 in [1] durch das Gebiet der Saline Riburg. Orientierung WNW-ESE. Für Legende siehe Abbildung 6	11
Abbildung 8: Geplantes Solfeld «Nordfeld» (nicht massstäblich) mit Lage der drei 1984 ausgeführten Sondierbohrungen R075, R077 und R078 (rote Punkte). Die Bohransatzpunkte der Grundwasser-Sondierbohrungen sind mit türkisen Punkten markiert.	14
Abbildung 9: Übersicht Solfeld «Nordfeld» (Quelle: Koch + Partner AG).....	16
Abbildung 10: Übersicht über mögliche Bohrstandorte im Solfeld «Nordfeld» (Quelle: Schweizer Salinen AG)	18
Abbildung 11: Übersicht Korridor Transportleitungen	19
Abbildung 12: Bauzonenplan (Geoportal des Kantons Aargau, [19])	34
Abbildung 13: Strassen- und Bahnverkehrslärm Tag (Geoviewer des Bundes, [25])	35
Abbildung 14: Strassen- und Bahnverkehrslärm Nacht (Geoviewer des Bundes, [25])	36
Abbildung 15: Gewässerschutzkarte (nicht massstäblich) [38].	48
Abbildung 16: Hydrogeologische Profile durch das Möhliner Feld ([1] Tafel III)..	49
Abbildung 17: Grundwasserkarte (nicht massstäblich) mit Trink- und Brauchwasserfassungen [40]. Die Profile (gestrichelte rote Linien) sind auf dem Geoportal des Kantons Aargau einsehbar. Innerhalb (südlich) des grünen Bereiches trennt die undurchlässige Bänkerjoch-Formation den Lockergesteinsgrundwasserleiter und den Muschelkalk-Aquifer in zwei Grundwasserstockwerke. Die dunkelroten Linien im Osten und Westen zeigen die tektonischen Störungen, welche das Salzlager begrenzen; im Süden ist der Verlauf unklar.	50
Abbildung 18: Geplantes Bohrschema für die Produktionsbohrungen im Nordfeld.	55
Abbildung 19: Gewässerkarte / Bachkataster (Geoportal des Kantons Aargau, [54])	63
Abbildung 20: Gewässerkarte / Bachkataster (Geoportal des Kantons Aargau, [54])	64
Abbildung 21: Bodenkarte Bereich Solfeld «Nordfeld» (Geoportal des Kantons Aargau, [71]).....	71

Abbildung 22: Kulturlandplan Fruchtfolgeflächen (Geoportal des Kantons Aargau, [71])	72
Abbildung 23: Prüfperimeter Bodenaushub (Geoportal des Kantons Aargau, [71])	72
Abbildung 24: Bodenkarte Bereich Transportleitung (Geoportal des Kantons Aargau, [71]).....	73
Abbildung 25: Prüfperimeter Bodenaushub (Geoportal des Kantons Aargau, [71])	74
Abbildung 26: Prinzip Aushub Leitungsgraben (Quelle: Boden und Bauen, BAFU, 2015, [67])	77
Abbildung 27: Kataster der belasteten Standorte (Geoportal des Kantons Aargau, [74])	82
Abbildung 28: Kataster der belasteten Standorte (Geoportal des Kantons Aargau, [74])	83
Abbildung 29: Karte Chemierisikokataster (Geoportal des Kantons Aargau, [88])	93
Abbildung 30: Karte Chemierisikokataster (Geoportal des Kantons Aargau, [88])	94
Abbildung 31: Karte Waldareal (Geoportal des Kantons Aargau, [93]).....	98
Abbildung 32: Karte Waldareal (Geoportal des Kantons Aargau, [93]).....	99
Abbildung 33: Karte Schutzgebiete (Geoportal des Kantons Aargau, [102])	104
Abbildung 34: Wildtierkorridor WTK AG 1 (Quelle: [102]).....	106
Abbildung 35: Luftbild mit Naturschutzgebiet Ägelsee (Geoportal des Kantons Aargau, [102]).....	107
Abbildung 36: Biodiversitätsförderflächen im Kulturland (Geoportal des Kantons Aargau,.....)	108
Abbildung 37: Landschaftsschutzzonen (Geoportal des Kantons Aargau, [107])	116
Abbildung 38: Perimeter Jurapark (www.jurapark-aargau.ch, [109]).....	117
Abbildung 39: Schützenswerte Ortsbilder (Geoportal des Kantons Aargau, [107])	118
Abbildung 40: Archäologische Fundstellen (Geoportal des Kantons Aargau, [113])	122
Abbildung 41: IVS-Inventar historischer Verkehrswege (Geoportal des Kantons Aargau, [113]).....	124
Abbildung 42: Schematische Darstellung der einzelnen Phasen im Bau und technischen Betrieb der Soleförderung.....	129
Abbildung 43: Darstellung der iterativen Kreislaufbeziehung zwischen den einzelnen Erkundungsschritten. Das geologische Modell stellt kein statisches Element dar, welches einmalig erstellt wird, sondern unterliegt einer kontinuierlichen Anpassung.....	131
Abbildung 44: Diagramm über das Zusammenspiel der unterschiedlichen Fachdisziplinen sowie den Austausch von Daten und Ergebnissen, die zu einer Überarbeitung und Anpassung der Planungen im Zuge der Solfeldentwicklung führen. Aus: [114].....	132
Abbildung 45: Aufbauplan des Bohrplatzes für die Erstellung einer Produktionsbohrung für die Schweizer Salinen AG.	132
Abbildung 46: Foto eines Bohrplatzes im Gebiet der Saline «Riburg» während der Bauphase einer Produktionsbohrung der Schweizer Salinen AG.	133
Abbildung 47: Aufbauplan des Bohrplatzes während der Betriebsphase einer Produktionsbohrung für die Schweizer Salinen AG.	134
Abbildung 48: Generisches Bohrschema einer typischen Produktionsbohrung der Schweizer Salinen AG mit Anhydrit-Zwischenlage im Salzlager.....	136
Abbildung 49: Schematische Darstellung der Solkomplettierung für direktes und indirektes Solverfahren mit allen wichtigen Rohrtouren sowie äusserem und innerem Solstrang. Bildquelle: DEEP.KBB.....	140

Abbildung 50: Zeichnerische Darstellung des inneren Solstrangs (links) und Kavernenkopf / äusserer Solstrang (rechts). Aus: [114].	141
Abbildung 51: Foto einer typischen fertig ausgebauten Produktionsbohrung. An der Oberfläche sind nur eine Betonplatte mit zwei Schachtdeckeln, zwei Betonfundamentplatten für die Abstützung des Bohrgeräts und ein Elektrokasten zu erkennen.	142
Abbildung 52: Schematische Darstellung des Bohrlochschachts mit dem Ausbau des Bohrlochkopfs.	143
Abbildung 53: Aufbau eines konventionellen Gasdichtheitstests (ISB-Test) mit installierten Solsträngen (RS LZRT = Rohrschuh der letzten zementierten Rohrtour). Aus: [114].	144
Abbildung 54: Darstellung des direkten und indirekten Solverfahrens. Aus: [114].	146
Abbildung 55: Prinzip der Blanket-Überwachung mittels Blanket-Röhrchen. Aus: [114].	148
Abbildung 56: Schematischer Zeitplan zur Kavernenüberwachung. Aus: [114].	150
Abbildung 57: Betrachtungsperimeter für die Abfrage instrumentell registrierter Erdbeben 1975 – 2020.	153
Abbildung 58: Erdbebengefährdungskarte: Maximale Bodenbeschleunigung (PGA), die auf felsigem Untergrund mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% innerhalb von 50 Jahren (500 Jahren) erfährt [127].	156
Abbildung 59: Erdbebengefährdungskarte: Maximale Bodenbeschleunigung (PGA), die auf felsigem Untergrund mit einer Wahrscheinlichkeit von 2% innerhalb von 50 Jahren (2'500 Jahre) erfährt [127].	156
Abbildung 60: Erdbebenzonen in der Schweiz nach SIA 261:2020 [129]. Die Saline «Riburg» liegt in der Erdbebenzone Z2.	157
Abbildung 61: Beziehung zwischen Schäden an Untertagebauten und verschiedenen charakteristischen Grössen (PGA, Magnitude und MM-Intensität) eines Erdbebens [134].	157
Abbildung 62: Verteilung der Magnituden der Erdbeben zwischen 1975 – 2020 im Betrachtungsperimeter (Abbildung 64).	158
Abbildung 63: Verteilung der Herdtiefen der Erdbeben zwischen 1975 – 2020 im Betrachtungsperimeter (Abbildung 64).	159
Abbildung 64: Geographische Verteilung der Erdbeben zwischen 1975 – 2020 im Betrachtungsperimeter. Die tektonischen Störungen wurden übertragen von [132].	159
Abbildung 65: Induzierte Seismizität im Lösungsbergbau (weltweit). Grundsätzlich sind relativ wenig dokumentierte Fälle bekannt im Zusammenhang mit Lösungsbergbau (10 aus 1'156). Die Fälle mit starker induzierter Seismizität unterscheiden sich grundlegend vom geplanten Solfeld in «Riburg» bezüglich Tiefenlage und Lösungsbergbaumethode (Quelle: www.inducedearthquakes.org).	160
Abbildung 66: Schematische Darstellung des Lösungsbergbaus mit Nomenklatur wichtiger Haupttragelemente des die Kavernen umgebenden Gebirges. Abbildung aus [135].	165
Abbildung 67: Grafische Darstellung der Bewegungskomponenten über einer konvergierenden Salzkaverne (links: vertikale Bewegungskomponenten; rechts: horizontale Bewegungskomponenten). Abbildung aus [135].	166
Abbildung 68: Überlagerte Bewegungsvorgänge über einem Solkavernenfeld. Aus [135].	167
Abbildung 69: Senkungsvorausberechnung für einen Zeitraum von 100 Jahren für das geplante Solfeld «Rütihard» in Muttentz (Konzessionsgebiet Schweizerhalle) [135]. Der prognostizierte Senkungsnullrand ist grün gepunktet dargestellt, die Senkungs-Isolinien (Äquidistanz 20 mm resp. 50 mm) sind grün ausgezogen dargestellt. Für das «Nordfeld» sind vergleichbare Senkungsbeträge zu erwarten.	171

Abbildung 70: Vorausberechnung der resultierenden Schiefelage für einen Zeitraum von 100 Jahren [135]. Der prognostizierte Schieflagen-Einwirkungsbereich (= Senkungsnullrand) ist grün gepunktet dargestellt, die Schieflagen-Isolinien (Äquidistanz 0.25 mm/m) sind grün aus-gezogen dargestellt. Die beiden Schieflagen-Maxima (jeweils ca. 2.2 mm/m) sind mit roten Kreuzen markiert. Für das «Nordfeld» sind vergleichbare Schieflagen zu erwarten. 172

Abbildung 71: Vorausberechnung der resultierenden Pressungen und Zerrungen für einen Zeitraum von 100 Jahren [135]. Der prognostizierte Einwirkungsbereich (= Senkungsnullrand) ist grün gepunktet dargestellt. Die resultierenden Deformationen sind anhand von zwei orthogonal zueinanderstehenden Vektoren dargestellt (rot = Pressungen, blau = Zerrungen). Die maximalen Pressungen resp. Zerrungen betragen nach 100 Jahren 0.76 resp. 0.55 mm/m..... 173

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

API	American Petroleum Institute
AfU	Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau
AltIV	Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung)
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt (ehemals Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL)
BBB	Bodenkundliche Baubegleitung
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
dB	Dezibel
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr (Jahresmittel)
ERI	Eidgenössisches Rohrleitungsinspektorat
FrSV	Freisetzungsverordnung (Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt)
GNB	Gesetz über die Nutzung des tiefen Untergrunds und die Gewinnung von Bodenschätzen
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz)
GSchV	Gewässerschutzverordnung
InSAR	Interferometric Synthetic Aperture Radar (Radarinterferometrie)
ISOS	Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung
IVS	Inventar historischer Verkehrswege
Karch	Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz
KbS	Kataster der belasteten Standorte
KSO	Inventar der kommunalen Natur- und Landschaftsschutzobjekte
Labiola	«Landwirtschaft – Biodiversität - Landschaft», Programm des Kantons Aargau zur Förderung der Biodiversität und Landschaftsqualität im Kulturland
LkB	Landschaft von kantonaler Bedeutung
LKW	Last(kraft)wagen
LRV	Luftreinhalte-Verordnung
LSV	Lärmschutz-Verordnung
LW	Lieferwagen
L _w A	Schallleistungspegel

LZRT	Letzte zementierte Rohrtour
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz
NHV	Verordnung über den Natur- und Heimatschutz
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickoxide
O ₃	Ozon
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBA	Prüfperimeter Bodenaushub
PGA	Peak ground acceleration, maximalen Bodenbeschleunigungen
PM10	Feinstaub mit Partikelgrösse <10 µm
PP	Parkplätze
PW	Personenwagen
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlage
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SO ₂	Schwefeldioxid
SO _x	Schwefeloxide
StFV	Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfall-Verordnung)
UBB	Umweltbaubegleitung
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz)
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPV	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VBo	Verordnung über Belastungen des Bodens
VSS	Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen

1 EINLEITUNG

Die Schweizer Salinen AG bauen im Raum Rheinfelden-Möhlin seit Jahrzehnten Salz ab, wobei die Konzession Nr. 74 vom 1. Oktober 1975 zur Salz- und Soleausbeutung Ende 2025 ausläuft. Für den künftigen Solebetrieb beantragt die Schweizer Salinen AG eine Verlängerung der entsprechenden Konzession um weitere 50 Jahre. Da es sich dabei nicht um eine Konzessionserneuerung handelt, kommt das Gesetz über die Nutzung des tiefen Untergrunds und die Gewinnung von Bodenschätzen (GNB) nicht zur Anwendung. Die Schweizer Salinen AG hat sich in Zusammenarbeit mit dem Kanton Aargau entschieden, auf freiwilliger Basis einen Eintrag in den Richtplan vorzunehmen. Für jedes der geplanten Solfelder «Nordfeld», «Zelgli», «Asp» und «Russacher» wird zudem ein kantonaler Nutzungsplan erarbeitet und in diesem Rahmen die verschiedenen Interessen im Raum abgewogen sowie eine einstufige Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ausgeführt. Für die einzelnen Bohretappen der jeweiligen Solfelder wird anschliessend jeweils ein separates Baubewilligungsverfahren gegebenenfalls mit einer Zonenplananpassung erfolgen.

Der vorliegende Umweltverträglichkeitsbericht bezieht sich auf das Solfeld «Nordfeld» in der Gemeinde Wallbach sowie den Perimeter der Transportleitungen von der Saline Riburg bis zum Solfeld «Nordfeld». Letzterer erstreckt sich über eine Gesamtlänge von ca. 9.5 km auf Gemeindebann von Rheinfelden, Möhlin, Zeiningen und Wallbach. Mit insgesamt ca. 65 Bohrungen sollen im Solfeld «Nordfeld» im Zeitraum 2025 bis ca. 2045 jährlich zwischen 250'000 und 750'000 Tonnen Salz abgebaut werden. Die mit dem Vorhaben verbundenen oder zu erwartenden Umweltauswirkungen werden im Folgenden detailliert erläutert und beurteilt. Zudem werden Massnahmen aufgezeigt, mit welchen die Auswirkungen auf ein umweltverträgliches Mass beschränkt werden können.

2 VERFAHREN

2.1 Massgebliches Verfahren

Die Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 19. Oktober 1988 (UVPV) bezeichnet im Anhang die UVP-pflichtigen Anlagen sowie das jeweils massgebliche Verfahren. Gemäss Anhang Ziff. 80.3 UVPV unterliegen «Kies- und Sandgruben, Steinbrüche und andere nicht der Energiegewinnung dienende Materialentnahmen aus dem Boden mit einem abbaubaren Gesamtvolumen von mehr als 300'000 m³» der UVP-Pflicht. Das Solfeld «Nordfeld» ergibt schätzungsweise rund 6'000'000 Tonnen Salz, womit das Kriterium für eine UVP-Pflicht klar erfüllt wird. Gemäss Anhang Ziff. 80.3 UVPV wird für solche Anlagen das massgebliche Verfahren durch das kantonale Recht bestimmt. Im vorliegenden Fall und in Absprache mit der Abteilung für Umwelt (AfU) ist das massgebliche Verfahren das Nutzungsplanverfahren, in dessen Rahmen die Umweltverträglichkeit des Vorhabens nachgewiesen werden muss.

2.2 Erforderliche Spezialbewilligungen

Im vorliegenden Umweltverträglichkeitsbericht sind die Untersuchungen soweit detailliert, dass alle im Zusammenhang mit dem Vorhaben erforderlichen Spezialbewilligungen aufgrund der im UVB enthaltenen Angaben erteilt werden können. Die erforderlichen Spezialbewilligungen werden durch die zuständige Bewilligungsbehörde im Rahmen des Verfahrens gesamthaft erteilt. Voraussichtlich sind folgende Spezialbewilligungen notwendig:

- Rodungsbewilligung nach Art. 5 und Art. 6 Waldgesetz (WaG) für Neubau der Transportleitungen im Raum Rheinfelden
- Forstrechtliche Bewilligung nach Art. 17 Waldgesetz (WaG) für die Unterschreitung des Waldabstands
- Gewässerschutzrechtliche Bewilligung nach Art. 41c Gewässerschutzverordnung (GSchV) für die räumliche Inanspruchnahme eines Oberflächengewässers beim Büntertöbelibach sowie bei der Querung des Sagikanals und des Möhlinbachs mit den Transportleitungen
- Fischereirechtliche Bewilligung nach Art. 8 Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) für die Querung des Sagikanals und des Möhlinbachs mit den Transportleitungen
- Allenfalls Bewilligung zur Beseitigung der Ufervegetation nach Art. 21f des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) bei der Querung des Sagikanals und des Möhlinbachs mit den Transportleitungen

3 STANDORT UND UMGEBUNG

Der Salzabbau durch die Saline Riburg der Schweizer Salinen AG kann räumlich in verschiedene Ebenen gegliedert werden. Zum einen wird im Rahmen der Konzessionsverlängerung in einem Konzessionsvertrag mit dem Kanton Aargau ein Konzessionsgebiet festgelegt. Dieses umfasst das östliche Einzugsgebiet der Saline Riburg mit den gesamten Territorien der Gemeinden Möhlin, Zeiningen und Wallbach. Das Konzessionsgebiet wird im kantonalen Richtplan festgesetzt.

Innerhalb des Konzessionsgebietes werden wiederum einzelne Solfelder festgelegt, in welchen die für den Salzabbau erforderlichen Bohrungen und später die Solung in Kavernen ausgeführt werden. Im vorliegenden Konzessionsgebiet sind dies die Solfelder «Nordfeld», «Zelgli» und «Asp». Für die erwähnten Solfelder wird im kantonalen Nutzungsplan je eine Schutzzone ausgedehnt. Daneben wird für den Bau der Transportleitungen von der Saline Riburg zu den verschiedenen Solfeldern ein Korridor ausgedehnt, in welchem die Leitungen zu liegen kommen werden.

Der Salzabbau in den einzelnen Solfeldern wird jeweils in mehreren Etappen realisiert, wobei jede Etappe (Zone) mehrere Bohrungen und Solbrunnen umfasst. Für jede Bohrung bzw. jeden Solbrunnen wird jeweils ein eigener Bohrplatz mit einem Bohrkeller errichtet.

Im Folgenden werden die einzelnen räumlichen Einheiten erläutert.

3.1 Konzessionsgebiet

Die aktuelle Konzession verleiht der Schweizer Salinen AG das Recht, im gesamten Bezirk Rheinfelden das Steinsalzvorkommen abzubauen. Die bestehende Konzession läuft 2025 aus und kann durch die Schweizer Salinen AG einseitig um weitere 50 Jahre verlängert werden. Mit der Verlängerung der Konzession wird der Salzabbau auf dem Gemeindegebiet von Möhlin, Zeiningen und Wallbach festgelegt und soll im kantonalen Richtplan mit den geplanten Salzabbaugebieten festgesetzt werden (siehe **Abbildung 1**).

Das Konzessionsgebiet wird massgeblich durch die geologischen und hydrogeologischen Begebenheiten mit den lokalen Steinsalzvorkommen definiert, welche in diesem Gebiet auch günstige Voraussetzungen für den Salzabbau durch Solung aufweisen (vgl. Kapitel 3.2). Weite Teile des Konzessionsgebietes umfassen Landschaften von kantonaler Bedeutung (LkB) und ausgedehnte Landwirtschaftsgebiete mit Fruchtfolgeflächen. Das Gemeindegebiet Zeiningen liegt zudem im regionalen Naturpark «Jurapark». Im Osten ist auf Gemeindegebiet von Wallbach und Zeiningen ausserdem der Wildtierkorridor AG 01 ausgedehnt, welcher von nationaler Bedeutung ist.

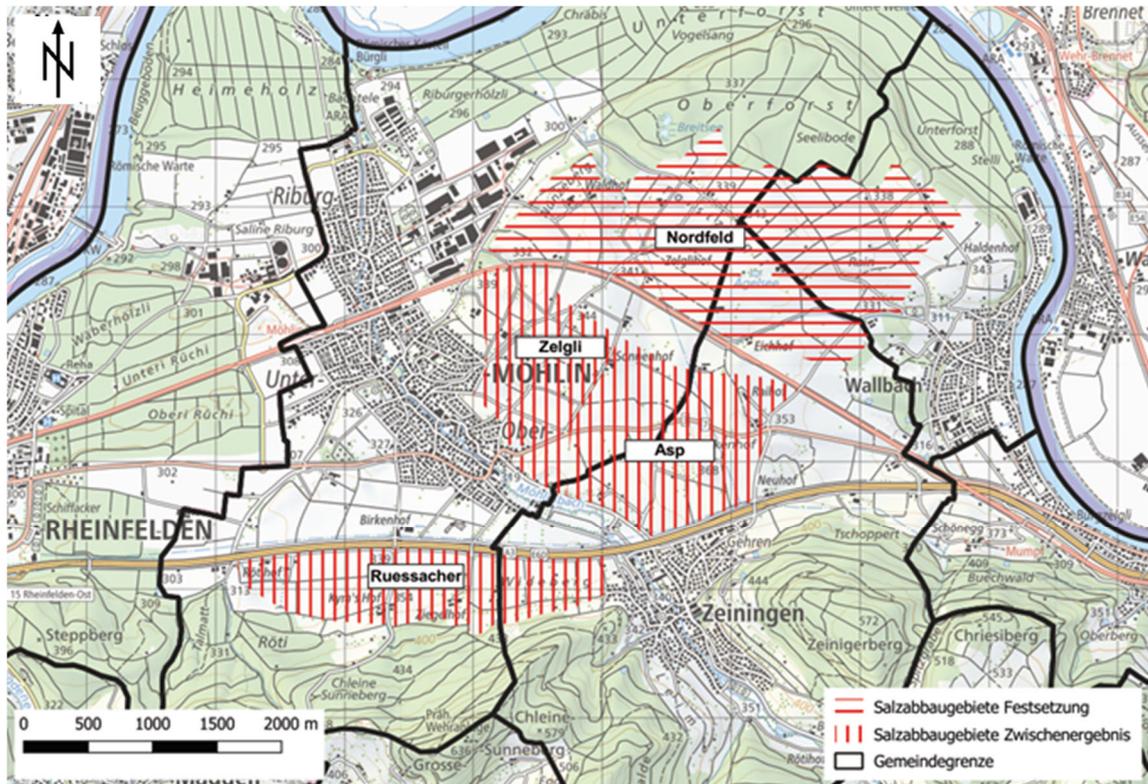


Abbildung 1: Übersicht geplante Salzabbaugebiete im Konzessionsgebiet (Quelle: Koch + Partner AG)

3.2 Geologie

Diese Einführung in die Geologie in der Umgebung der Saline Riburg soll einen kompakten Abriss des tektonischen Rahmens, der Schichtabfolge inklusive der Lage des Salzlagers sowie der Grundwasserverhältnisse geben. Die folgenden Ausführungen basieren mehrheitlich auf dem Blatt 1068 Sissach mit Südteil von Blatt 1048 Rheinfelden des Geologischen Atlas 1:25000 [1].

3.2.1 Grundlagen

- [1] Pfirter, U. et al. (2019). Geologischer Atlas 1:25'000, Blatt 161, 1068 Sissach mit Südteil von 1048 Rheinfelden inkl. Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie swisstopo.
- [2] Hauber L. (1980). Geology of the Salt Field Rheinfelden-Riburg, Switzerland. 5th Symposium on Salt Proceedings, 1, 83-90.
- [3] Hauber L. (1993). Der Mittlere Muschelkalk am Hochrhein. N. Jb. Geol. Paläont. Abb., 189, 147-170.
- [4] NAGRA (1993). Hydrochemische Synthese Nordschweiz: Dogger-, Lias-, Keuper- und Muschelkalk-Aquifere, NTB 92-08.

- [5] Dr. Heinrich Jäckli AG (1981). Geologische Untersuchungen, Chloridbelastung des Grundwassers Rheinfelden/AG. 15.12.1981.
- [6] Widmer, T. (1991). Zur Stratigraphie und Sedimentologie der Anhydritgruppe (Mittlere Trias) in der Region Liestal-Arisdorf (Baselland, Nordwestschweiz). Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie, Lieferung 79.
- [7] Ustaszewski, K. (2004). Reactivation of pre-existing crustal discontinuities: the southern Upper Rhine Graben and the northern Jura Mountains – a natural laboratory. Dissertation Universität Basel.

3.2.2 Lithostratigraphie

Die Lithostratigraphie (**Abbildung 2**) ist durch die grosse Anzahl an verschiedenen Bohrungen, welche innerhalb der Rheinschlaufe bereits abgeteuft wurden, gut bekannt. Dies obwohl ausser entlang des Rheinuferes keine Aufschlüsse des Festgesteins vorhanden sind. Insbesondere Hauber [2][3] hat die lithostratigraphische Abfolge im Festgestein anhand verschiedener Publikationen eingehend beschrieben.

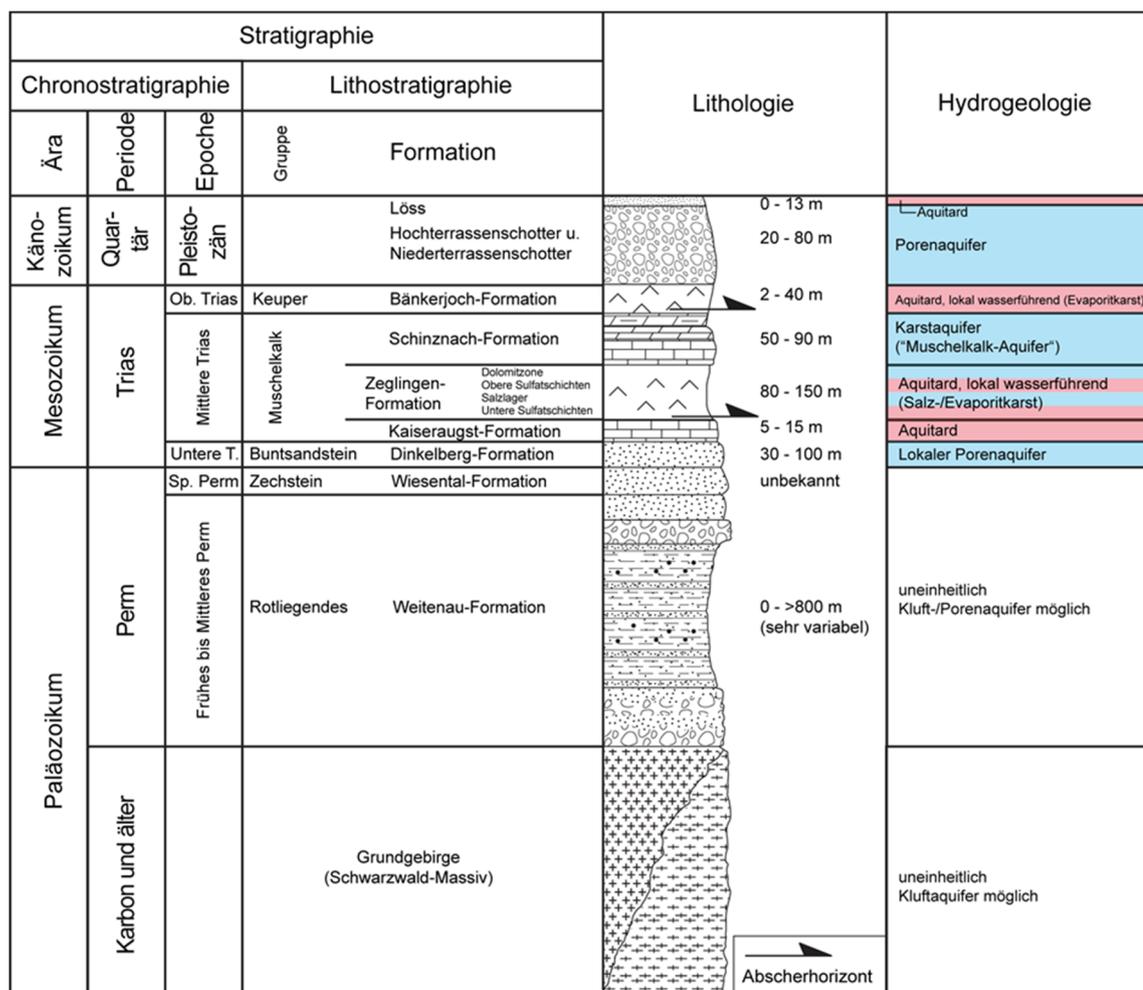


Abbildung 2: Litho- und Hydrostratigraphie auf dem Gebiet der Saline Riburg (basierend auf [1]; angegebene Mächtigkeiten basierend auf der Bohrdatenbank der Saline Riburg).

Die Lockergesteinsbedeckung in der Rheinschlaufe von Möhlin besteht aus pleistozänen bis holozänen Lockergesteinen von bis zu 80 m Mächtigkeit. Diese bestehen hauptsächlich aus Schottern der Hochterrasse (Bünten-, Wallbach- und Möhlinerfeld-Schotter, mittleres Pleistozän). Überdeckt werden die Hochterrassenschotter im Bereich des Möhlinerfelds von bis zu 10 m mächtigen Lössablagerungen (mittleres bis spätes Pleistozän). Auf einem tieferen Terrassenniveau stehen insbesondere entlang des Rheins sowie im Bereich des Saline Areal und der bisherigen Solfelder jüngere Schotter der Niederterrasse an (spätes Pleistozän bis Holozän) [1].

Die Gesteine der evaporitischen Bänkerjoch-Formation bestehen aus Mergel- und Tonstein mit reichlich bis viel Gips oder Anhydrit. Aufgrund der geringen Tiefenlage dürfte primärer Anhydrit weitgehend zu Gips umgewandelt vorliegen. Gemäss Profilen von Bohrungen, welche auf dem Gebiet der bestehenden Solfelder der Saline Riburg abgeteuft wurden, variiert die Mächtigkeit der Bänkerjoch-Formation zwischen 2 und 40 m.

Unter der Bänkerjoch-Formation folgt die flachmeerische Schinznach-Formation, welche von oben her mit dem geringmächtigen Asp-Member (ehemals «Lettenkohle» resp. «Unterer Keuper») beginnt (Mächtigkeit 2 – 17 m). Es folgt das Stamberg-Member (ehemals «Trigonodus-Dolomit») mit einer variablen Mächtigkeit von 1 bis 40 m. Das Stamberg-Member zeigt sich gut gebankt und mit Chert-Knollen durchsetzt. In Bohrungen innerhalb der Rheinschlaufe sind die Gesteine des Stamberg-Members stark verkarstet und im Nahbereich von Störungen und Brüchen auch zerklüftet. Die Liedertswil-, Kienberg- und Leutschenberg-Member entsprechen dem «Platten-» und dem «Trochitenkalk» in der älteren Literatur und bestehen aus gut gebanktem, geklüftetem, bräunlich-grauem mikritischem, teilweise dolomitischem Kalk mit auffällig fossilienreichen Bänken (insbesondere Muschel- und Trochitenbruchstücke) und besonders im unteren Teil mergeligen Bankfugen. Auch hier ist aus Bohrungen bekannt, dass das Gestein stark verkarstet und zerklüftet ist. Die Mächtigkeit beträgt 40 – 60 m.

Das ganze Gebiet wird von mehrheitlich rheinisch (NNE) und herzynisch (WNW) streichenden Brüchen in Horst- und Grabenstrukturen verworfen. Im Bereich der Rheinschlaufe bilden, je nach Lage der einzelnen Schollen in Horst- oder Grabenposition, Gesteine der Bänkerjoch-Formation (Keuper-Gruppe, ehemals «Gipskeuper») resp. der Schinznach-Formation (Muschelkalk-Gruppe, ehemals «Hauptmuschelkalk» und «Lettenkohle») die Felsoberfläche (**Abbildung 3**).

Im Hangenden der Schinznach-Formation folgt die evaporitische Zeglingen-Formation (ehemals «Anhydritgruppe» resp. «Mittlerer Muschelkalk»), welche das Salzlager beinhaltet. Eine offizielle Gliederung der Zeglingen-Formation auf Member-Ebene liegt bis dato nicht vor, weshalb im vorliegenden Fall die in der Regel verwendete informelle Gliederung gemäss der Arbeit von Widmer [6] zur Anwendung kommt. Die Zeglingen-Formation wird von oben nach unten unterteilt in die «Dolomitzone» (2 –

30 m), in die «Obere Sulfatzone» (20 – 60 m), das «Salzlager» (6– 90 m, durchschnittlich 50 m) und in die «Untere Sulfatzone» (1 – 14 m). Natürliche Aufschlüsse der Zeglingen-Formation gibt es ausser einer Lokation am Ufer des Rheins nicht.

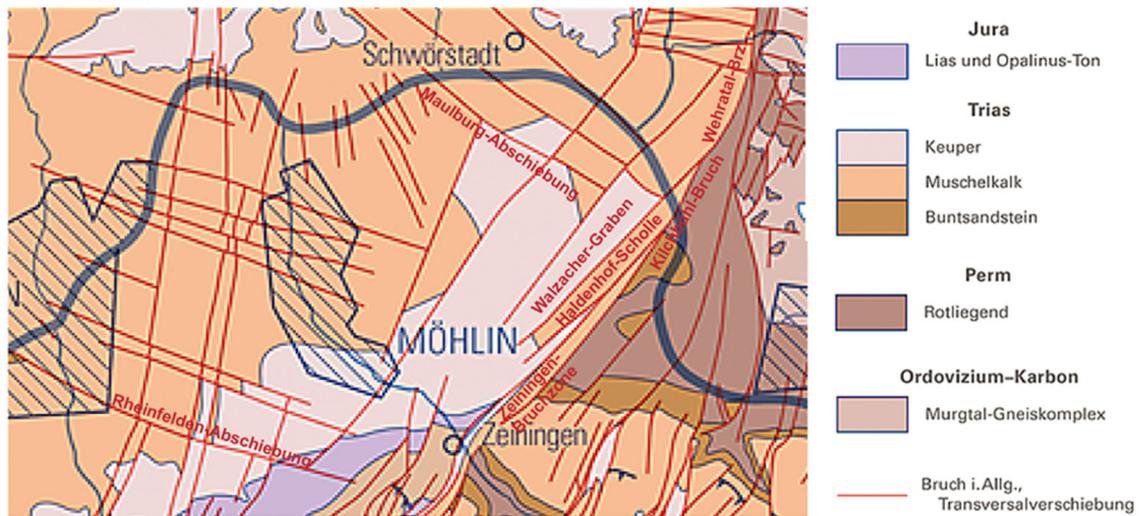


Abbildung 3: Tektonische Übersichtskarte zur Illustration der Lage der tektonischen Strukturen sowie der Felsoberfläche-bildenden Gruppe im Bereich der Rheinschleife Wallbach-Rheinfelden. Aus: [1].

Die «Dolomitzone» zeigt sich als gut gebankter gelblich-beiger, teils zellig-rauwackeartiger Dolomit. Die «Obere Sulfatzone» setzt sich zusammen aus einer Wechsellaagerung von Tonstein-, Gips- und Anhydritlagen mit zunehmender Präsenz von Dolomitlegen gegen oben. Das «Salzlager» besteht aus meist grauem, auch klarem Halit mit variablen Beimengungen von Ton sowie Dolomit- und Anhydritlagen. In zahlreichen Bohrungen auf dem Gebiet der Saline Riburg wurde eine Zweiteilung des Salzlagers beobachtet mit einer tonigen, bis zu 10 m mächtigen Anhydritschicht als Zwischenschicht [2]. Eine Mächtigkeit des Salzlagers von <30 m deutet auf Subrosion hin und auch bei einer Überdeckung von weniger als ca. 100 – 120 m fehlt das Salzlager meist völlig infolge von Subrosion. Ähnlich wie die «Obere Sulfatzone» besteht die Untere Sulfatzone aus einer Abfolge von Gips und Anhydrit, welche teilweise von mergeligen Dolomitlegen unterbrochen wird. Kommt der Anhydrit in Kontakt mit Wasser, welches aus benachbarten wasserführenden Zonen wie der Schinznach-Formation oder der Dolomitzone beigeführt wird, wandelt er sich zu Gips um. Dieser Prozess wird auch als Gipsquellen bezeichnet, da damit eine beträchtliche Volumenzunahme verbunden ist. Dies führt zu erhöhtem Druck im Untergrund und kann Hebungen an der Oberfläche verursachen.

Die unter den Evaporiten der Zeglingen-Formation liegende flachmeerische Kaiseraugst-Formation (ehemals «Wellengebirge» resp. «Unterer Muschelkalk») (5 – 15 m) besteht hauptsächlich aus grauem Mergelkalk und Kalkmergel («Orbicularis-Mergel» und «Wellenkalk») im oberen Teil sowie einer Dolomit-Kalk-Wechsellaagerung («Wellendolomit») im unteren Teil.

Als unterste/älteste Formation der Trias folgt die Dinkelberg-Formation (ehemals «Oberer» und «Mittlerer Buntsandstein»), welche aus einer Abfolge verschiedener Sand- und Tonsteinen besteht, und östlich von Kaiseraugst eine totale Mächtigkeit von über 100 m aufweist.

Die paläozoische Abfolge besteht aus Sedimentgesteinen des Perms (Wiesental-Formation (ehemals «Zechstein») und Weitenau-Formation (ehemals «Rotliegendes»)) und dem kristallinen Grundgebirge (Schwarzwald-Massiv). Die Permsedimente sind detritischen Ursprungs und zeigen variable Korngrößen von Tongesteinen (z.B. Playa-Serie) bis Grobarkose (z.B. Oberer Schuttfächer). Dementsprechend ist die Durchlässigkeit variabel, es sind aber Kluft- und Porenaquifere bekannt, welche vor allem aus dem kristallinen Grundgebirge aufsteigende Wässer aufnehmen.

3.2.3 Tektonische Verhältnisse

Das Gebiet des Hochrheins östlich von Basel liegt im Bereich der Dinkelberg-Tafeljurascholle. Im Gegensatz zum Faltenjura im Süden sind die mesozoischen Schichten im Tafeljura nicht wesentlich durch den Fernschub der alpinen Orogenese beeinflusst worden und liegen (para-)autochthon auf prämesozoischen Gesteinen (permokarbonische Sedimente und kristallines Grundgebirge). Aufgrund der grosstektonischen Konstellation resultiert im Tafeljura lokal ein komplexes strukturgeologisches Muster, das im Wesentlichen drei strukturelle Hauptstreichrichtungen beinhaltet: (1) ENE-streichende, permokarbonische Strukturen, (2) NNE-streichende, rheinische Strukturen und (3) NW-streichende, herzynische Strukturen (**Abbildung 4**).

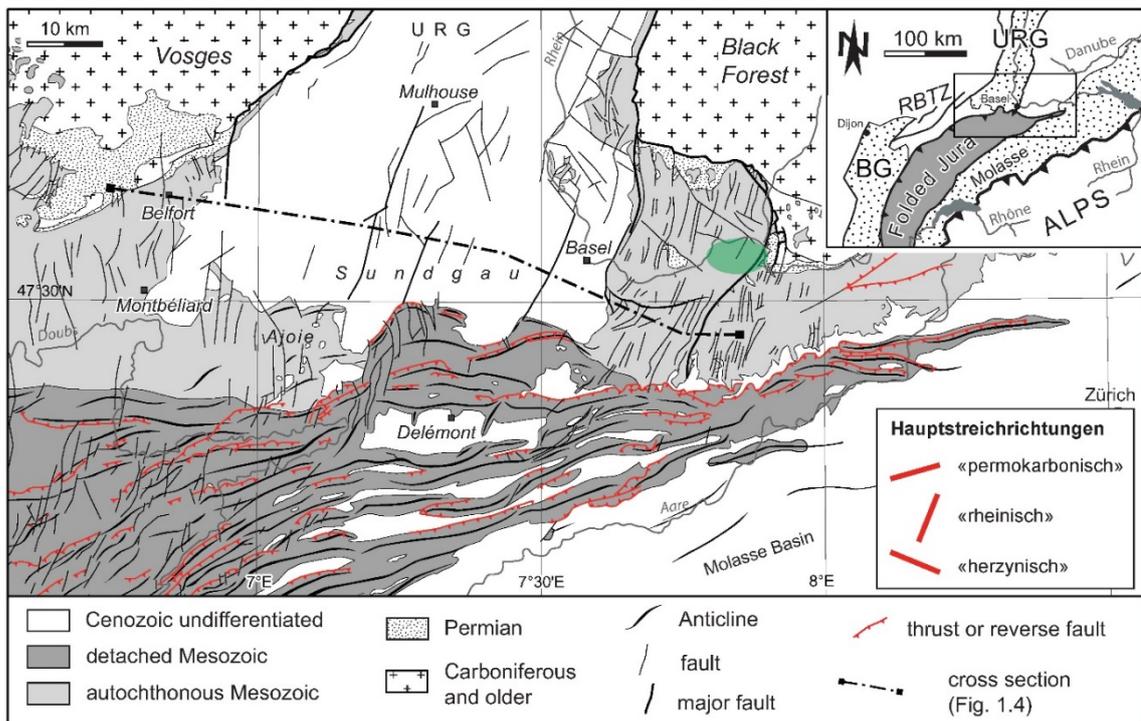


Abbildung 4: Tektonische Karte des südlichsten Oberrheingrabens («Upper Rhine Graben» URG) und der angrenzenden Gebiete (RBTZ = Rhein-Bresse-Transferzone, BG = Bresse-Graben). Die Rheinschleife zwischen Wallbach und Rheinfelden ist grün markiert. Weiss = känozoische Ablagerungen, dunkelgrau = Faltenjura, hellgrau = Tafeljura, grau gepunktet = Perm, schwarze Kreuzchen = Karbon und älter. Rechts unten sind zusätzlich die drei strukturellen Hauptstreichrichtungen angedeutet. Karte modifiziert aus [7].

Die Rheinschleife zwischen Wallbach und Rheinfelden, innerhalb derer sich die geplanten Solfelder der Saline Riburg befinden, ist Teil des Dinkelberg-Grabens (**Abbildung 5**). Der Dinkelberg-Graben wird gegen SE durch die Wehratal-Zeiningen-Bruchzone, gegen NE durch die Maulburg-Abschiebung und gegen SSW durch die Rheinfelden-Abschiebung begrenzt. Innerhalb des Dinkelberg-Grabens werden basierend auf Aufnahmen am Rheinufer vor dem Bau des Flusskraftwerks (tieferer Wasserspiegel) sowie durch die Bohrbefunde der Saline Riburg weitere Teilgräben und Horste vermutet, welche NNE streichen und zusammen mit WNW streichenden Brüchen ein relativ dichtes Gitter von Störzonen bilden.

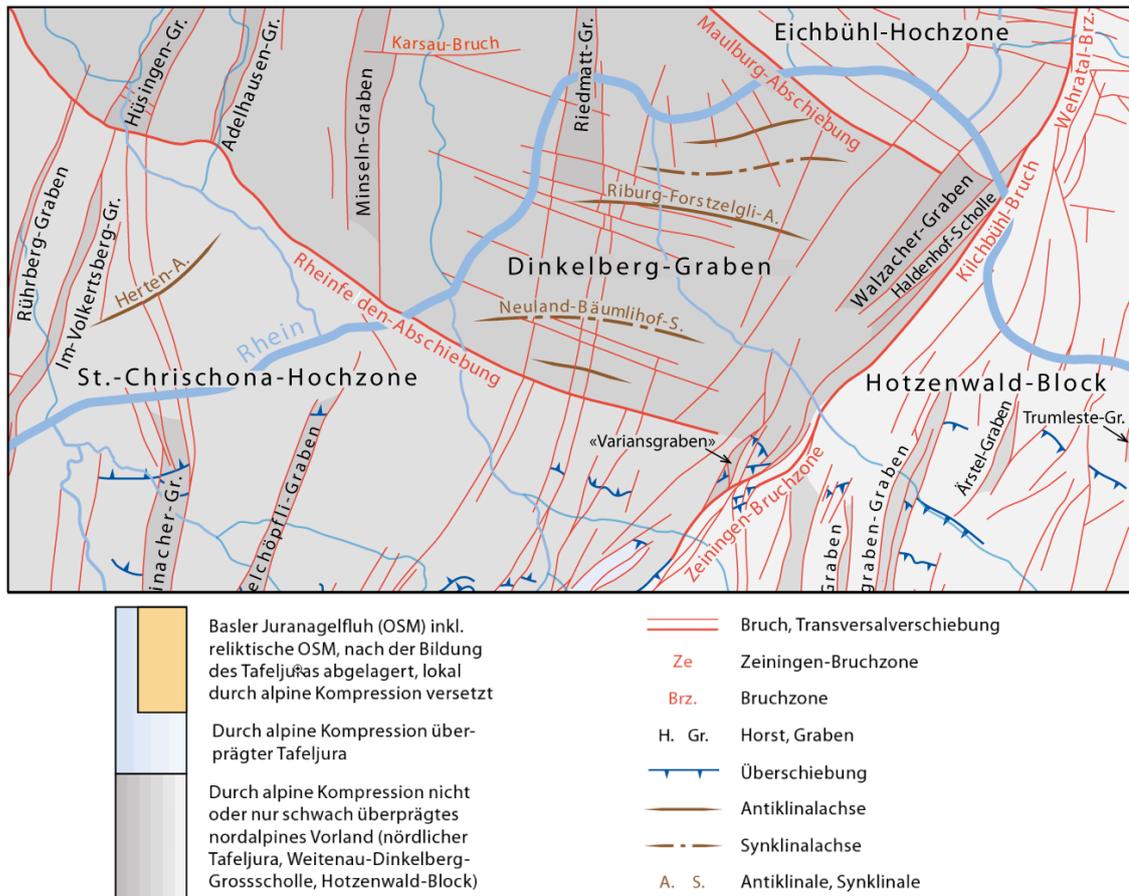


Abbildung 5: Ausschnitt aus der tektonischen Übersichtskarte als Teil der Erläuterungen des Geologischen Atlasblattes [1].

Die Wehratal-Zeiningen-Bruchzone stellt nördlich des Rheins eine bedeutende westvergente Abschiebung dar und ist verantwortlich für den vertikalen Versatz zwischen dem tiefer liegenden Dinkelberg-Graben im Westen und dem im Osten höher aufragenden kristallinen Grundgebirge. Der Versatz wurde anhand des Kilchbühl-Bruches geschätzt (bei Kilchbühl, 1.5 km südlich von Öflingen), seine Dimension wird in der Literatur jedoch unterschiedlich diskutiert, die Angaben reichen von 250 bis 810 m. Der Kilchbühl-Bruch vereinigt sich mit dem Zeiningen-Bruch, welcher damit die bedeutende NE-SW laufende Störzone gegen Süden hin fortsetzt und zur Wehratal-

Zeiningen-Bruchzone vereinigt (**Abbildung 5**). Bei Zeiningen weist die Bruchzone einen vertikalen Versatz von 600 m auf [4]. Dementsprechend ist die Schinznach-Formation südlich der Bruchzone die oberste Fels-Formation und teilweise an der Oberfläche aufgeschlossen (**Abbildung 6**).

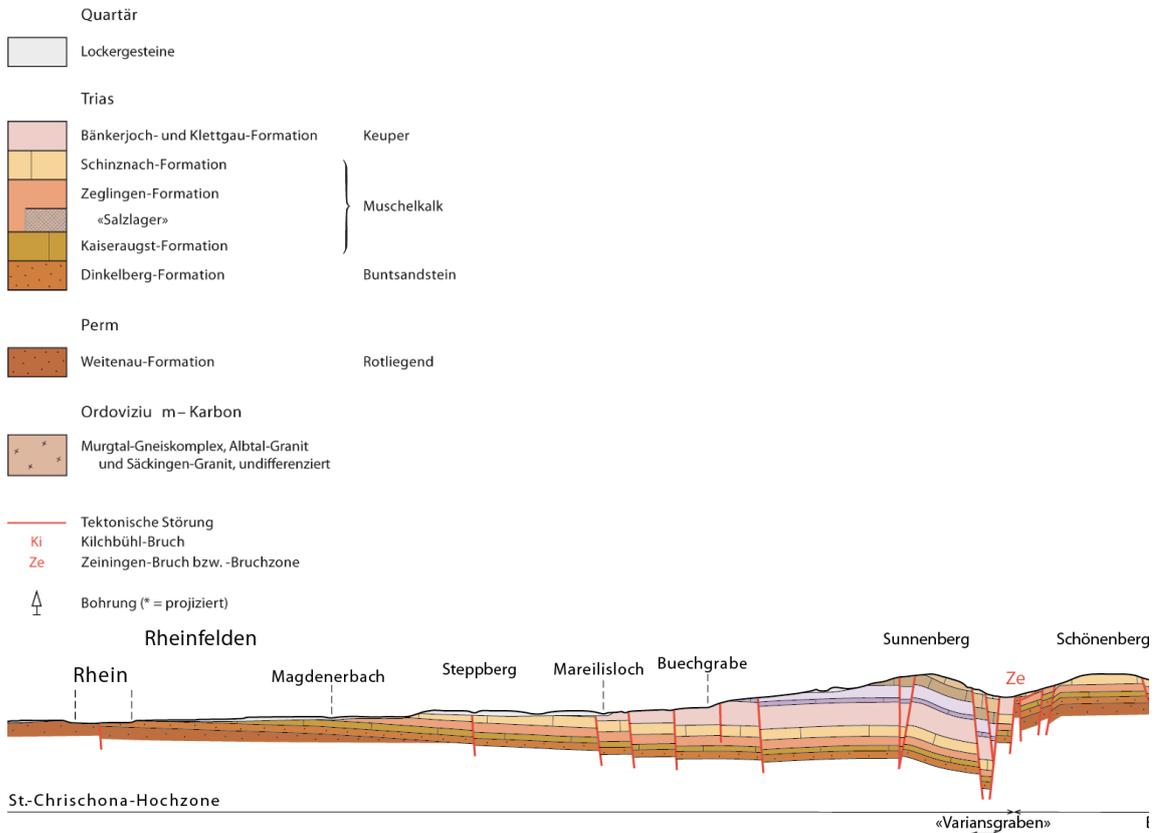


Abbildung 6: Ausschnitt aus Profil 3 in [1] durch das Gebiet südlich der Saline Riburg, mit Legende. Orientierung WNW-ESE.

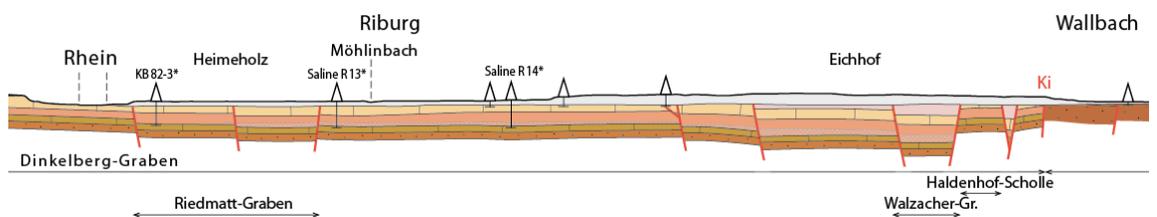


Abbildung 7: Ausschnitt aus Profil 4 in [1] durch das Gebiet der Saline Riburg. Orientierung WNW-ESE. Für Legende siehe **Abbildung 6**.

Innerhalb der Rheinschleife sind südlich des Kilchbühl-Bruches ausser einigen heute noch zugänglichen Aufschlüssen entlang des Rheins, welche Abschiebungen in der Dinkelberg-Formation und in der Weitenau-Formation anzeigen, Informationen über die tektonischen Verhältnisse nur noch anhand von Bohrungen oder im Rahmen geophysikalischer Untersuchungen zu gewinnen. Mithilfe von Bohrprofilen wurde westlich

von Wallbach eine Schollenstruktur interpretiert (Haldenhof-Scholle; **Abbildung 3** und **Abbildung 7**). Diese Scholle hat zur Folge, dass die Zeglingen-Formation, welche auch das Salzlager umfasst, nahe an der Oberfläche liegt. In einigen Bohrungen wurde sie sogar als erste Festgesteinsformation unter der Lockergesteinsbedeckung angetroffen. An die Haldenhof-Scholle schliesst sich im NW eine Grabenstruktur an (Walzacher-Graben; **Abbildung 3**). Dies bewirkt eine mächtige Überdeckung des Salzlagers auf diesem Gebiet (**Abbildung 7**).

Die Rheinfeldenschiebung, welche den Dinkelberg-Graben gegen SSW abgrenzt, lässt sich von Deutschland bis ans Rheinufer anhand von Bohrungen gut verfolgen. Am Ufer des Rheins bei Rheinfeldens sind Aufschlüsse vorhanden, welche einen Versatz von subhorizontaler Dinkelberg-Formation im Südwesten gegen steilgestellte, ungefähr nach Nordosten einfallende Zeglingen- und Schinznach-Formation im Nordosten zeigen. Der vertikale Versatz beträgt etwa 100 m. Östlich des Magdenerbachs wurde die Rheinfeldenschiebung nur noch einmal in einer Bohrung nachgewiesen. Südlich der Autobahn A3 verliert sich die Spur der Rheinfeldenschiebung, eine Fortsetzung bis zur Zeiningen-Bruchzone konnte bis jetzt nicht bestätigt werden.

Im NE der Rheinschlaufe begrenzt die Maulburg-Abschiebung den Dinkelberg-Graben sowie die darin enthaltene Haldenhof-Scholle und stellt deshalb die nördliche Begrenzung der Ausdehnung des Gipskeupers als oberste Festgesteinsformation dar (**Abbildung 3**).

In der Rheinschlaufe zwischen Wallbach und Rheinfeldens sind abgesehen von den heute nur noch in wenigen Fällen zugänglichen Lokalitäten entlang des Rheinufer keine Aufschlüsse des Festgesteins vorhanden. Die Informationen über die tektonischen Strukturen konnten deshalb nur anhand von Prospektionsbohrungen nach Steinsalz, Trink- und Thermalwasser gewonnen werden. Aufgrund dieser nur indirekten Beobachtung wurden die Störzonen auf dem geologischen Atlasblatt [1] nicht mit einer durchgezogenen Linie sondern gestrichelt und somit vermutet eingezeichnet. Die nahe beisammen liegenden Produktionsbohrungen deuten auf eine kleinräumige Vergitterung von ESE-WNW und NNE-SSW streichenden Brüchen hin (**Abbildung 5**). Grundsätzlich kann jedoch aufgrund der relativ weit gestreuten Befunde weder über den exakten Verlauf der Störungen noch über ihren lateralen Abstand ein abschließendes Bild entworfen werden. Die im Kartenbild gezeigte Versatzlogik wird deshalb als weitgehend hypothetisch bezeichnet [1].

Zudem bestehen betreffend die vertikale Kontinuität der Brüche verschiedene Auffassungen. Hauber [3] beschrieb, dass die Brüche nur das Liegende des Salzlagers betreffen, dass aber das Dach des Salzlagers weitgehend ungestört sei. Es ist jedoch auch möglich, dass sich die Störungen bis in stratigraphisch jüngere Formationen fortsetzen und dass es sich beim von Hauber beobachteten ungestörten Salzdach in Wirklichkeit um die Basis der Subrosion des Steinsalzes handelt [1]. Diese würde demnach 120 m unter dem aktuellen Rhein- und Grundwasserspiegel liegen.

3.2.4 Salzlager

Die Lagerungsverhältnisse im Salzlager sind durch ein generell vorherrschendes Einfallen der sedimentären Schichten nach Süden ($5 - 10^\circ$) sowie durch zahlreiche Verwerfungen geprägt [2][5]. Die meisten dieser Störzonen sind jünger als das Salzlager und stehen im Zusammenhang mit der Bildung des Rheingrabens. Die Haupttrichtungen der Störzonen sind ESE-WNW (herzynisch) und NNE-SSW (rheinisch). Die Rheinfeldens-Verwerfung, welche das Salzlager gegen S und W abgrenzt, ist hingegen alt und war während der Bildung des Steinsalzes aktiv. Gegen E wird das Salzlager von der Wehratal-Zeiningen-Bruchzone abgeschnitten. Gegen N ist die Begrenzung nicht tektonischen Ursprungs, sondern ist durch einen Subrosionsrand gegeben. Es ist anzunehmen, dass das Salzlager Richtung Norden einst mächtiger war, jedoch aufgrund der immer geringmächtiger werdenden sedimentären Bedeckung mit vordringendem Grundwasser in Kontakt kam und ausgelaugt wurde. Dies ist eine Folge des erosiven Einschneidens in den Felsuntergrund durch den Rhein. Dieser Subrosionsrand wird als heute noch aktiv beschrieben [2][5].

3.2.5 Grundwasser

Die pleistozänen bis holozänen Schotter der Hoch- und Niederterrasse stellen einen bedeutenden Lockergesteinsgrundwasserleiter innerhalb der Rheinschlaufe Wallbach-Rheinfeldens dar. Das Grundwasser wird intensiv für Trink- und Brauchwasserfassungen genutzt. Der Lockergesteinsaquifer steht im westlichen und nördlichen Bereich der Rheinschlaufe in direktem hydraulischem Kontakt mit dem Muschelkalk-Aquifer (Schinznach-Formation und «Dolomitzone» der Zeglingen-Formation). Der Muschelkalk-Aquifer zeigt sich stark verkarstet und zerklüftet und ist dementsprechend ein wichtiger Festgesteinsaquifer. Im NE und S der Rheinschlaufe liegt zwischen dem Niederterrassenschotter und der Schinznach-Formation die wenig durchlässige Bänkerjoch-Formation (Aquitard); der direkte hydraulische Kontakt mit den quartären Schottern besteht in diesem Bereich also nicht. Detailliertere Informationen zur hydrogeologischen Situation sind in Kapitel 6.6 aufgeführt.

3.2.6 Lokale geologische Kenntnisse «Nordfeld»

Im Bereich des geplanten Solfeldes «Nordfeld» wurde bislang eine Sondierbohrung (R075) ausgeführt. Zudem wurde in derselben Sondierbohrerkampagne im Jahr 1984 eine Sondierbohrung (R077) unmittelbar nördlich angrenzend und eine Sondierbohrung (R078) unmittelbar östlich angrenzend an das geplante Solfeld ausgeführt. Zudem existieren im Projektperimeter mehrere ältere Grundwasser-Sondierbohrungen, die jedoch das Bohrziel im Lockergesteinsgrundwasserleiter hatten und somit in der Regel einige Meter nach Erreichen der Felsoberfläche gestoppt wurden (**Abbildung 8**). Einen Überblick (Schichtverzeichnis) der drei bislang ausgeführten Sondierbohrungen liefert Tabelle 1. Auffällig ist, dass in der Sondierbohrung R075 die Klettgau-Formation (Keuper-Gruppe) als oberste Festgesteinseinheit erbohrt wurde, während dem in der Sondierbohrung R077 die Klettgau-Formation fehlt und von der Bänkerjoch-Formation (Keuper-Gruppe) nur gut 22 m erhalten sind. Somit lässt sich auf

einen Bruch zwischen den beiden Sondierbohrungen schliessen mit einem vertikalen Versatz von ca. 40 m.

In den beiden Sondierbohrungen R075 und R077 wurde ein vergleichsweise mächtiges Salzlager nachgewiesen (total ca. 78 m in R075 resp. ca. 65 m in R077). Das Salzlager weist zudem in beiden Bohrungen eine Zweiteilung auf, d.h. eine ca. 7.5 m mächtige Anhydritschicht separiert ein etwas mächtigeres unteres Salzlager (43.4 m in R075 resp. 43.1 m in R077) von dem oberen, etwas geringmächtigeren Salzlager (26.8 m in R075 resp. 13.9 m in R077).

In der Sondierbohrung R078 wurde kein Salzlager erbohrt. Es sind lediglich sogenannte «Residualbildungen» vorhanden. Die Sondierbohrung R078 dürfte aufgrund ihrer Nähe zur Wehratal-Zeiningen-Bruchzone stark tektonisch beansprucht sein. Darauf lassen Hinweise in der Beschreibung des Bohrguts schliessen.

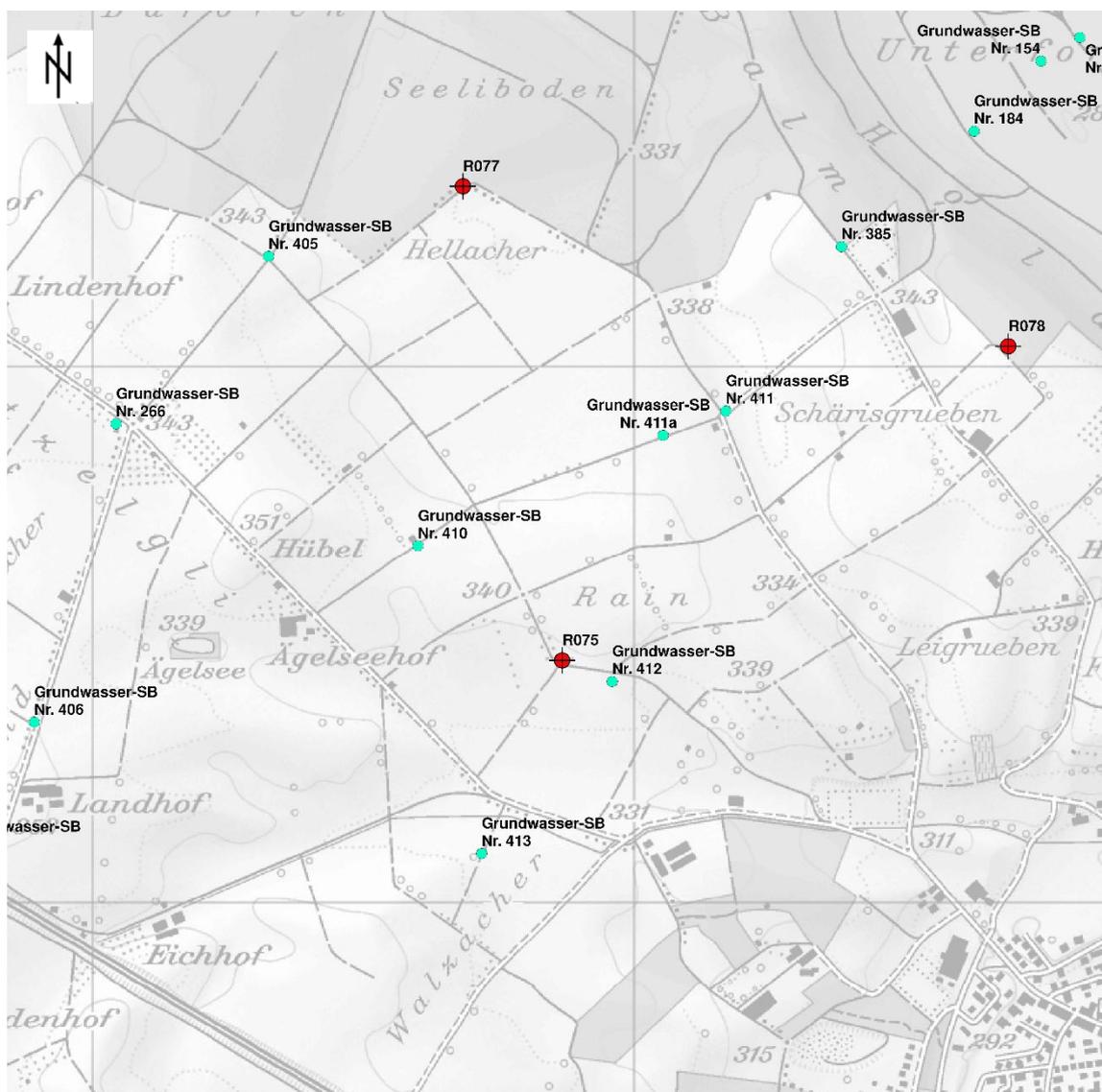


Abbildung 8: Geplantes Solfeld «Nordfeld» (nicht massstäblich) mit Lage der drei 1984 ausgeführten Sondierbohrungen R075, R077 und R078 (rote Punkte). Die Bohransatzpunkte der Grundwasser-Sondierbohrungen sind mit türkisen Punkten markiert.

Tabelle 1: Formations- und Memberverzeichnis der bislang im Bereich des «Nordfelds» ausgeführten Sondierbohrungen der Schweizer Salinen AG. Angegeben sind die jeweiligen Schichtmächtigkeiten [m] gemäss Bohrprofilen sowie die Basiskoten der Formationen und Member [m ü.M.].

	R075 338.45 m ü.M.		R077 334.76 m ü.M.		R078 344.17 m ü.M.	
	Mäch- tigkeit [m]	Kote Basis [m ü.M.]	Mäch- tigkeit [m]	Kote Basis [m ü.M.]	Mäch- tigkeit [m]	Kote Basis [m ü.M.]
Quartär	54.50	283.95	62.00	272.76	67.50	276.67
Löss	5.60	332.85	6.00	328.76	7.50	336.67
Schotter	48.90	283.95	56.00	272.76	60.00	276.67
Klettgau-Formation	11.50	272.45	-	-	-	-
Bänkerjoch-Formation	64.55	207.90	≥ 22.20	250.56	≥ 16.80	259.87
Schinznach-Formation	75.00	132.90	78.40	172.16	69.50	190.37
Asp-Mb. (Lettenkohle)	8.10	199.80	8.45	242.11	6.90	252.97
Stamberg-Mb. (Trigonodusdol.)	18.95	180.85	18.25	223.86	17.80	235.17
Liedertswil-Mb. (Plattenkalk)	¹ 40.00	¹ 140.85	¹ 39.70	¹ 184.16	44.80 ²	190.37
Kienberg-Mb. (Trochitenkalk) Leutschenberg-Mb. (Trochitenkalk)	¹ 7.95	¹ 132.90	¹ 12.00	¹ 172.16		
Zeglingen-Formation	124.55	8.35	117.00	55.16	69.70	120.67
«Dolomitzone»	8.15	124.75	7.90	164.26	7.90	182.47
«Obere Sulfatzone»	33.45	91.30	39.20	125.06	56.45 ³	126.02
«Salzlager»	77.55	13.75	64.80	60.26		
«Untere Sulfatzone»	5.40	8.35	5.10	55.16	5.35	120.67
Kaiseraugst-Formation	≥ 1.20	7.15	≥ 2.25	52.91	≥ 3.65	117.02
«Orbicularismergel»	≥ 1.20	7.15	≥ 2.25	52.91	≥ 3.65	117.02

≥ Top Formation / Member nicht erhalten (erodiert) resp. Basis Formation / Member nicht erbohrt

¹ Plattenkalk und Trochitenkalk in Bohrprofilen zusammengefasst; Einteilung gem. Erstauftreten von Trochiten in Bohrprofil

² Gestein stark zerklüftet, Bohrgut von schlechter Qualität, keine Unterscheidung auf Member-Ebene möglich

³ Kein Salzlager vorhanden, lediglich «Residualbildungen», die hier zu der «Oberen Sulfatzone» gezählt werden

Zur Vertiefung des lokalen geologischen Wissenstands hat die Schweizer Salinen AG im Herbst/Winter 2020 im Bereich des «Nordfelds» eine 3D-Seismik ausführen lassen. Diese Daten werden insbesondere das strukturgeologische Verständnis entscheidend verbessern und so zu einer optimalen Solfeldplanung beitragen. Die Resultate der 3D-Seismik lagen für den vorliegenden Bericht noch nicht vor.

Ergänzend plant die Schweizerische Salinen AG zusätzliche Sondierbohrungen im Bereich des geplanten «Nordfelds». Die Bohrlokalitäten werden anhand der Resultate der 3D-Seismik bestimmt. Geplant ist, die Sondierbohrungen bis in das Top der Kaiseraugst-Formation abzuteufen (Bohrtiefe ca. 270 – 340 m). Die Resultate der Sondierbohrungen sowie der noch festzulegenden geophysikalischen und hydrogeologischen Bohrlochversuche werden das Verständnis der lokalen Geologie weiterführend verfeinern und eine gute Basis für einen sicheren zukünftigen Salzabbau bilden.

3.3 Solfeld «Nordfeld»

Der vorliegende Umweltverträglichkeitsbericht bezieht sich ausschliesslich auf das Solfeld «Nordfeld» sowie den «Korridor Transportleitungen» (vgl. Kapitel 3.5). Ein Situationsplan des Solfelds «Nordfeld» mit den einzelnen Bohrstandorten findet sich in Anhang 1 und eine Übersicht gibt die Abbildung 9.

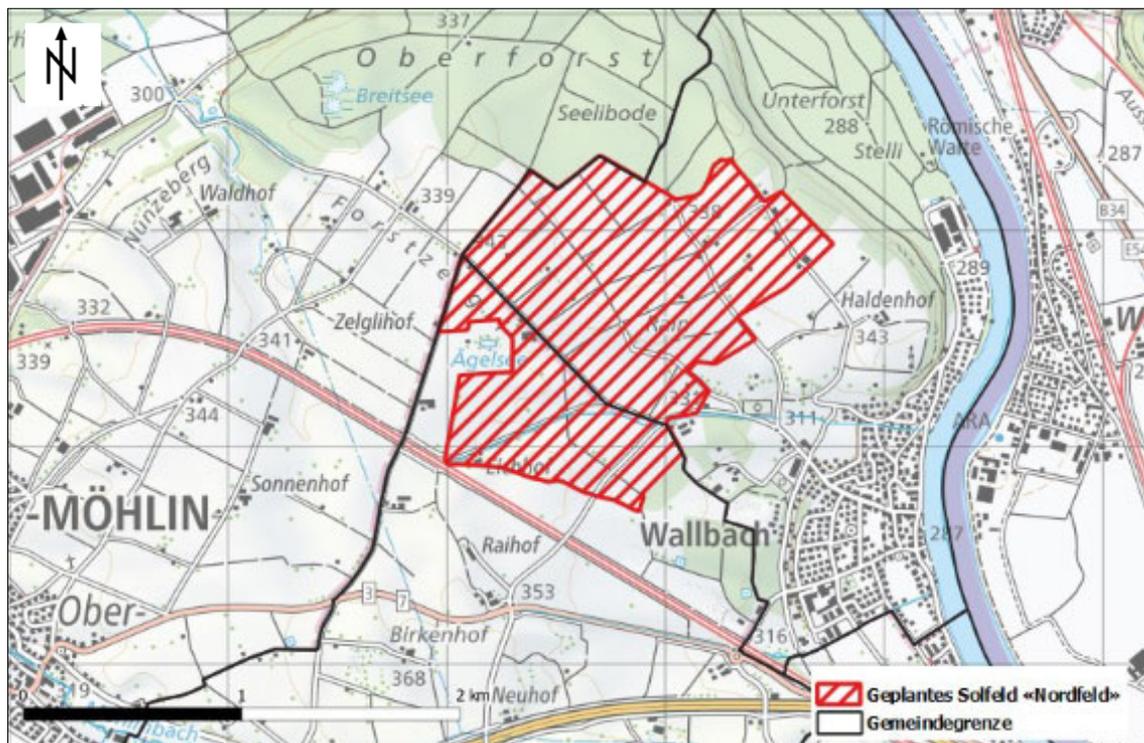


Abbildung 9: Übersicht Solfeld «Nordfeld» (Quelle: Koch + Partner AG)

Das Solfeld «Nordfeld» umfasst eine Gesamtfläche von rund 170 ha und liegt vollständig in der Landwirtschaftszone im Osten des Möhlinerfelds. Der nordwestliche Teil liegt auf Gemeindegebiet von Wallbach, der südwestliche Teil liegt auf Zeiningen

Grund. Mit Ausnahme von wenigen Bauernhöfen (Eichhof, Landhof, Egelseehof, Kiesholzhof) liegen im oder nahe angrenzend an den Perimeter des Solfelds keine Wohnnutzungen. Der südwestliche Teil auf Zeininger Boden liegt in einer Landschaft von kantonaler Bedeutung (LkB) und zudem im Randbereich des regionalen Naturparks «Jurapark». Das Naturschutzgebiet «Ägelsee», ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung, wurde bewusst durch den Perimeter des Solfelds «Nordfeld» nicht tangiert. Das «Nordfeld» liegt fast vollständig im Perimeter des Wildtierkorridors AG 1, wobei Vernetzungsmassnahmen vorwiegend am Ostrand und östlich des Solfelds, in der Verbindung zum Wallbacher-Wäldli geplant sind.

Der Salzabbau im Solfeld «Nordfeld» erfolgt voraussichtlich in fünf Etappen mit insgesamt ca. 65 Bohrungen. In jeder Etappe (Zonen) werden zwischen neun und siebenzehn Bohrungen bis in die Salzlagerstätten in rund 300 m abgeteuft und zu Solbrunnen ausgebaut. Nebst den Bohrplätzen wird im Solfeld zentral eine Pump- und Trafostation mit unterirdischem Solebecken und Versorgungseinrichtungen sowie einer oberirdischen Baute erstellt, die während der gesamten Betriebsphase bestehen bleiben.

3.4 Bohrplätze

Eine Übersicht über das Solfeld «Nordfeld» mit der provisorischen Lage und Anordnung der einzelnen Bohrstandorte gibt die **Abbildung 10**. Die verschiedenen Zonen entsprechen den voraussichtlich verschiedenen Etappen.

Ein Bohrplatz wird in der Regel als befestigte Fläche von 12 x 33 m (396 m²) ausgebaut. Darauf befinden sich das Bohrgerät, das Rohrlager, Mulden, Spülbecken sowie ein Werkstatt- und Bürocontainer des Bohrmeisters (

Abbildung 45, Abbildung 46). In der Betriebsphase wird der Bohrplatz auf eine Fläche von 8 x 26 m (208 m²) reduziert (**Abbildung 47**).

Detaillierte Informationen über den Bau der Bohrplätze sowie die in der Bau- und Betriebsphase erforderlichen Einrichtungen und betroffenen Flächen sind dem speziellen Kapitel 7.1.2 zum Bau und technischen Betrieb der Soleförderung zu entnehmen.

3.5 Korridor Transportleitung

Das Vorhaben beinhaltet den Neubau von Transportleitungen von der Saline Riburg bis zum Solfeld «Nordfeld». Im Sinne einer gesamtheitlichen Planung wurde der Leitungsverlauf so gestaltet, dass auch die späteren Solfelder «Zelgli» und «Asp» mit denselben Leitungen erschlossen werden können. Da im aktuellen Planungsstand der effektive Leitungsverlauf noch nicht restlos verbindlich geklärt ist, wurde für den Nutzungsplan bzw. den Umweltverträglichkeitsbericht ein möglichst schmaler Korridor festgelegt, in welchem die Transportleitungen zu liegen kommen sollen. Dieser Korridor ist in der **Abbildung 11** sowie in einem Plan in Anhang 1 ersichtlich.

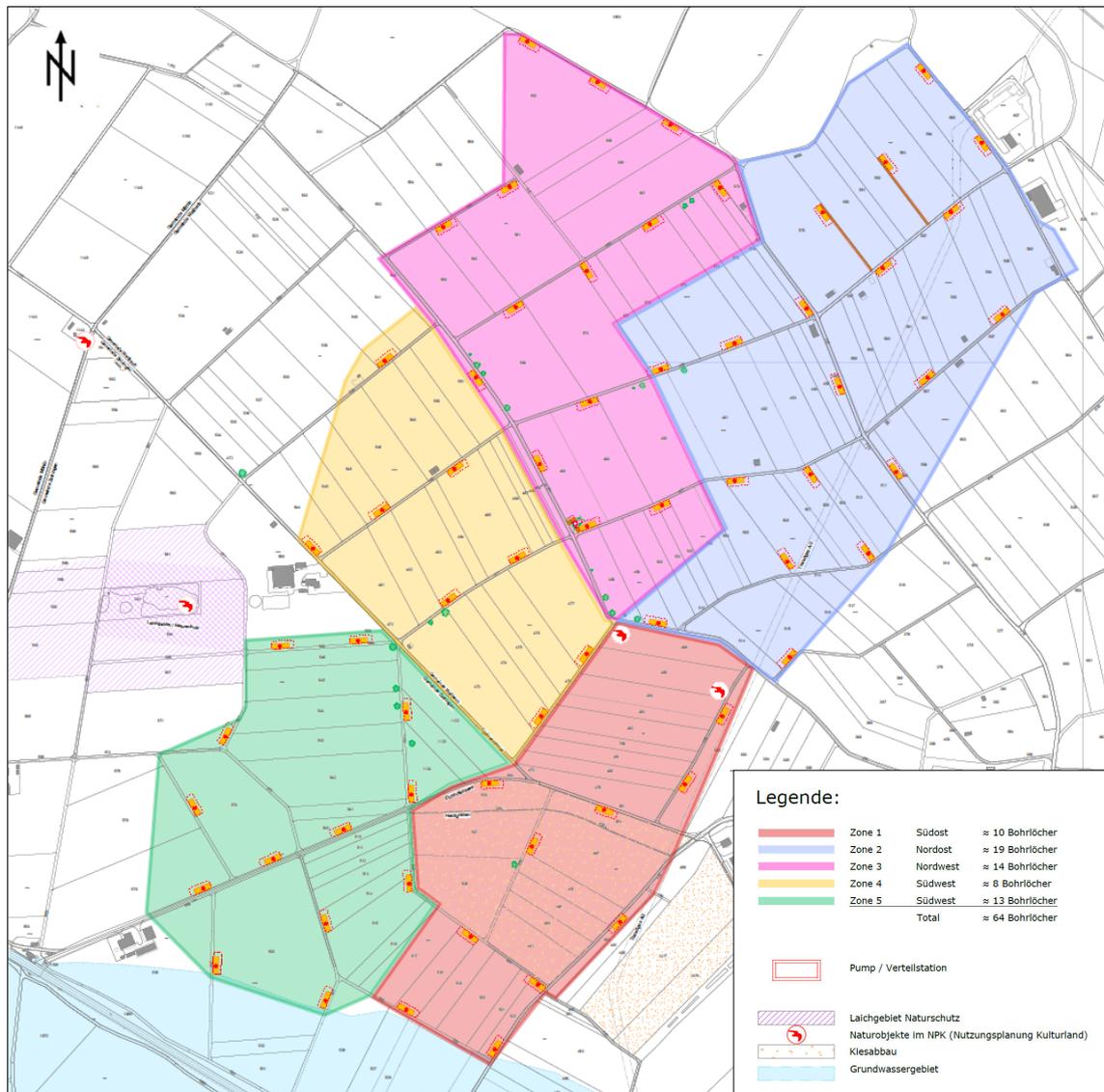


Abbildung 10: Übersicht über mögliche Bohrstandorte im Solfeld «Nordfeld»
(Quelle: Schweizer Salinen AG)

Von der Saline Riburg verläuft der Korridor der Transportleitung zunächst Richtung Süden weitgehend parallel zur Industriestrasse, quert die Kantonsstrasse K292 und entlang der Haldenstrasse bis zur Haldenstrasse. Ab hier verläuft der Korridor nach Osten durch das bestehende Solfeld «Bäumlihof» und südwärts bis zur Nationalstrasse N3 und folgt anschliessend rund 1.6 km nördlich entlang derselben Richtung Osten. Von dort verläuft der Korridor Richtung Norden, quert den Sagikanal und den Möhlinbach und das Landwirtschaftsgebiet Asp östlich von Möhlin bis zur Kantonsstrasse K292. Aufgrund der guten Erschliessung ist hier der Neubau einer Pumpstation Asp mit einer Stickstoffanlage vorgesehen, welche sowohl für das Solfeld «Nordfeld» als auch die geplanten späteren Solfelder «Zelgli» und «Asp» genutzt werden könnte.

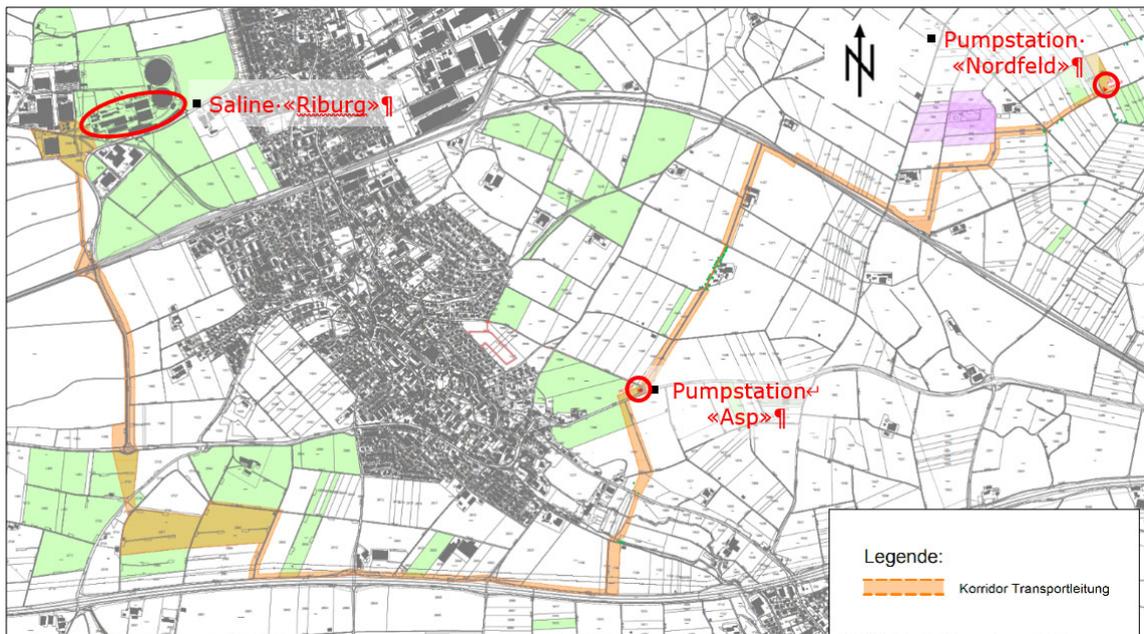


Abbildung 11: Übersicht Korridor Transportleitungen

Von der Pumpstation «Asp» folgt der Korridor entlang eines bestehenden Feldweges Richtung Nordosten durch das Möhlinerfeld (bzw. das spätere Solfeld «Zelgli») bis zur Bahnlinie nördlich des Rosenhofs. Nach einer Unterquerung des Bahntrassees verläuft der Perimeter zunächst nördlich entlang der Bahnlinie und wird anschliessend entlang bestehender Feldwege Richtung Nordosten bis ins Solfeld «Nordfeld» geführt. Dabei wird zum Naturschutzgebiet «Ägelsee» sowie zum Egelseehof ein gebührender Abstand eingehalten. Insgesamt weist der Korridor der Transportleitung eine Länge von rund 9.5 km auf.

4 VORHABEN

4.1 Grundlagen

- [8] UVP-Handbuch, Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2009
- [9] Schweizer Salinen AG, Technisches Begleitdokument zu Konzessionsgesuch 2026 – 2085, Salzabbau Kanton Aargau, Ausgabe: 4. August 2016
- [10] Schweizer Salinen AG / Koch + Partner AG, Anpassung kantonaler Richtplan Salzabbau (Richtplankapitel V 2.2), Erläuterungsbericht nach Art. 4 RPG, 1. März 2023
- [11] Schweizer Salinen AG / Koch + Partner AG, Kantonaler Nutzungsplan Salzabbau «Nordfeld», 1. März 2023
- [12] Schweizer Salinen AG / Koch + Partner AG, Kantonaler Nutzungsplan Salzabbau «Nordfeld», Planungsbericht nach Art. 47 RPV, 1. März 2023
- [13] Schweizer Salinen AG / Koch + Partner AG, Kantonaler Nutzungsplan Salzabbau «Nordfeld», Projektbeschrieb, 1. März 2023

4.2 Beschreibung des Vorhabens

Der Standort und die Umgebung des geplanten Vorhabens werden in Kapitel 3 des vorliegenden Umweltverträglichkeitsberichts ausführlich beschrieben. Die Grundlagen der bisherigen und künftig geplanten Salzgewinnung der Saline Riburg werden im Projektbeschrieb [13] des Nutzungsplandossiers «Nordfeld» erläutert. Ebenso wird in diesem Bericht auch das Vorhaben und seine Phasen eingehend beschrieben. Der Salzabbau im Solfeld «Nordfeld» erfolgt in insgesamt fünf Etappen mit jeweils 8 bis 17 Bohrungen. Eine Bohretappe (Bauphase) umfasst das Einrichten des Bohrplatzes, sämtliche Bohrarbeiten inkl. Vorbohren, den Bau des Bohrschachts mit Bohrkopf sowie den entsprechenden Transportleitungen. Diese Arbeiten dauern pro Etappe rund anderthalb Jahre. Bei einem Jahresbedarf zwischen 250'000 und 750'000 Tonnen Salz und einer Kapazität von durchschnittlich ca. 120'000 Tonnen pro Bohrloch ist alle fünf Jahre eine neue Etappe notwendig.

Im Folgenden werden die verschiedenen Phasen zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit zusammengefasst.

4.2.1 Beschreibung der Planungs- und Erkundungsphasen

Die Erkundungsphase wird in Kapitel 7.1.2 im Detail erläutert, weshalb an dieser Stelle nur ein kurzer Überblick vermittelt wird. Ziel der Erkundungsphase ist die Erfassung aller relevanten geologischen und geotechnischen Eigenschaften sowie die Einschätzung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit, aber auch die Ge-

währleistung eines sicheren Kavernenbetriebs und einer langzeitsicheren Nachbetriebsphase. Dazu werden alle neuen Erkenntnisse aus Bohrungen und weiteren Abklärungen laufend ausgewertet und in die bestehenden Modelle integriert (**Abbildung 43**). Wesentliche Grundlagen wurden dabei schon mit den ausgeführten geologischen und geophysikalischen Untersuchungen (Testbohrungen, 3D-Seismik, etc.) erarbeitet. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung ist die Erkundungsphase aber dynamisch und erstreckt sich durchgehend durch bzw. parallel zu allen Projektphasen weiter bis in die Nachsorgephase (**Abbildung 42**).

4.2.2 Beschreibung der Bauphasen

Bohrungen

Im Solfeld «Nordfeld» werden über die gesamte Nutzungsdauer insgesamt rund 65 Bohrungen abgeteuft. Eine Bohrung wird aufgrund der geologischen Verhältnisse sowie zur Vermeidung von Umweltrisiken in verschiedenen Etappen abgeteuft und dauert rund 1 bis 2 Monate und weist einen Enddurchmesser von 9 5/8" (Verrohrung) auf.

Generell wird mit dem Lufthebeverfahren gebohrt. Dabei befindet sich die Bohrspülung in einem geschlossenen Kreislauf und gelangt vom Bohrkeller über den Ringraum zum Meissel. Im Bohrgestänge wird über Luftstangen im Bereich des Meissels Luft eingeblasen. Damit entsteht durch die spezifisch schwerere Bohrspülung aussen (im Ringraum) eine Aufwärtsbewegung im Innern des Bohrgestänges, wodurch ein Gemisch aus Spülung, Bohrgut und Luft nach oben steigt. Anschliessend wird dieses Gemisch über ein Schüttelsieb ins Spülungsbecken (Absetzbecken) geleitet, bevor die Spülung dann erneut in der Bohrung verwendet wird.

Für jede Bohrung wird ein **Bohrplatz** eingerichtet. Dabei handelt es sich um eine ebene, befestigte Fläche auf der während der Bauphase die eigentliche Bohrung mit einem Bohrgerät erstellt wird. Für die Herrichtung des Bohrplatzes wird der Ober- und Unterboden abgetragen und auf dem C-Horizont (Untergrund) ein Kiesplatz mit einer Fläche von ca. 12 x 33 m geschüttet. Darauf werden der Bohrturm und die zugehörigen Hilfsanlagen (Spülbecken mit Spülpumpen, Gestängelager und Mulden für das Bohrgut) eingerichtet. Die Container für Mannschaft, Bohrmeister, Werkstatt, Werkzeug und Materiallager können für die ganze Bauphase zusammengefasst an einem zentralen Ort aufgestellt werden und brauchen nicht von Bohrung zu Bohrung umgestellt zu werden.

Sämtliche Anschlüsse (Sole, Wasser und Stickstoff) am **Bohrlochkopf** werden unterirdisch im **Bohrschacht** installiert. Oberflächlich sind auf dem Bohrplatz lediglich zwei Schachtdeckel sowie ein Elektrokasten (Frischluftzufuhr, Stickstoffsteuerung, Probenahme Sole) vorhanden. Die zur Erschliessung der einzelnen Bohrungen notwendigen Leitungen werden in der Regel in oder entlang bestehender Flurwege erdverlegt.

Solfelderschliessung und Transportleitung

Für die Erschliessung des Solfelds «Nordfeld» werden von der Saline Riburg bis zum Solfeld «Nordfeld» durchgehend eine neue Transportleitung gebaut (vgl. Kapitel 3.5). Die Transportleitung umfasst Sol- und Bohrfeldwasserleitungen sowie Strom-, Elektro-, Druckluft-, Stickstoff- und Bypassleitungen. Entlang des Leitungstrassees werden zudem verschiedene Schächte erstellt. Dabei handelt es sich um Hoch- und Tiefpunktschächte sowie Schächte zur Anbindung der späteren Solfelder «Zelgli» und «Asp».

Generell erfolgt die Führung der Leitungen entlang oder innerhalb von Wegen und Strassen. Für den vorgeschlagenen Trassenverlauf der Transportleitung wurden fast ausnahmslos öffentliche, verkehrlich untergeordnete Strassen resp. Fussgänger-, Feld- und Waldwege gewählt, damit eine wetterunabhängige Bauweise eingesetzt werden kann und keine Durchleitungen auf nicht betriebseigenen Grundstücken erforderlich ist. Querungen von Hauptverkehrsstrassen, Gleisanlagen der SBB und der Schweizer Salinen AG bei Riburg sowie der Gewässer Sagikanal und Möhlinbach mit einem entsprechend höheren Bauaufwand können jedoch nicht vollständig umgangen werden.

Innerhalb des Solfelds «Nordfeld» werden die für die Erschliessung der einzelnen Bohrungen notwendigen Leitungen in der Regel entlang von Wegen und Strassen verlegt. Die Versorgungsleitungen umfassen Leitungsstränge für Bohrwasser, Sole, By-Pass, Abpump- und Druckluft, Stickstoff sowie Stromversorgung. Sowohl für die Beförderung der Sole als auch für die Zufuhr des Bohrfeldwassers und des Gases müssen mindestens 1.50 m tiefe Gräben ausgehoben werden. In Abhängigkeit zur Verästelung der einzelnen Versorgungspunkte kann das Leitungstrasse eine Breite von ca. 1.5 m bis ca. 2.4 m aufweisen.

Pumpstationen

Der Betrieb der Transportleitung erfolgt in zwei Druckzonen:

- Pumpstation «Riburg» bis Pumpstation «Asp»
- Pumpstation «Asp» bis Pumpstation «Nordfeld»

Um auf der Transportleitung möglichst lange eine Druckerhöhung zu verhindern, soll der Vordruck bei der Pumpstation «Riburg» für Kondensat/Kühlwasser und Grundwasser so hoch wie möglich sein. Damit wird bis zur Pumpstation «Asp» keine weitere Druckerhöhung benötigt. Für die Bohrfelder «Zelgli», «Asp» und «Nordfeld» wird eine zusätzliche Druckerhöhung benötigt. Für die Bohrfelder «Asp» und «Zelgli» erfolgt die Druckerhöhung direkt durch die Pumpstation «Asp» (welche auch den Vordruck für das «Nordfeld» bestimmt). Für das Solfeld «Nordfeld» wird eine zusätzliche Pumpstation benötigt. Für alle drei Solfelder wird bei den beiden Pumpstationen ein Becken für teilgesättigte Sole erstellt, bei der Pumpstation «Asp» wird zudem ein Solebecken errichtet.

Verteilstation «Nordfeld»

Die hohe Anzahl von 65 Bohrstellen für die Solung im «Nordfeld» erfordert ein komplex verzweigtes Leitungsnetz zu deren Erschliessung. Entsprechend wird in der Pump-, Stickstoff- und Trafostation auch eine oberirdische Verteilstation integriert. Eine Verzweigung der Leitungen in die verschiedenen Richtungen wäre in diesem Bereich ohne bauliche Umhüllung kaum machbar. Ebenso können in der Verteilstation eine Trafoanlage sowie ein Druckluft-Kompressor untergebracht werden. Das optische Erscheinungsbild der ganzen Anlage ist mit der bestehenden Station «Bäumli 2» vergleichbar und ist auch in [13] dargestellt.

4.2.3 Beschreibung der Betriebsphase

Eine detaillierte Beschreibung der Betriebsphase des Salzabbaus findet sich im Projektbeschrieb [13] des vorliegenden Nutzungsplandossiers. Ausführliche Erläuterungen zum Betrieb der Soleförderung sind auch dem Kapitel 7.1 zu entnehmen. Im Folgenden werden die wichtigsten Belange der Betriebsphase zusammengefasst.

Beim Salzabbau durch Solung/Laugung wird mittels Bohrungen ein Zugang zum Salzlager geschaffen und durch Beigabe von Frischwasser das Salz aufgelöst. Diese Methode wird seit bald 180 Jahren in der Schweiz angewendet und hat über diesen Zeitraum eine stetige Weiterentwicklung und Optimierung erfahren.

Heutzutage wird eine Druckwasserförderung mit Stickstoff-Blanket angewendet. Dabei wird Frischwasser mit Druck ins Bohrloch gepresst. Der angewendete Druck ist hoch genug, um in einer inneren, tieferen Rohrtour die gesättigte Sole wieder an die Oberfläche zu bringen. Zusätzlich wird über ein drittes Rohr eine dünne Schicht gasförmigen Stickstoffs eingebracht. Dieses sogenannte Blanket befindet sich am Kavernendach und trennt das Frischwasser vom Salz wodurch eine Laugung nach oben verhindert wird. Demzufolge wird zur Seite gelaugt. Nach dem Erreichen einer bestimmten Menge und dem damit verbundenen Kavernen-Volumen wird das Blanket nach oben verschoben. So wird zuerst nach oben bis zum Blanket und dann erneut in die Breite gelaugt. Dieses Verfahren ermöglicht eine kontrollierte Hohlraumbildung und erlaubt mit verschiedenen Laugungsschritten eine bestmögliche Ausbeute innerhalb der gebirgsmechanischen Vorgaben. Bei der Herstellung von einer Tonne Salz fallen rund 20 Liter Schlamm an. Dieser wird heute in ausgelaugte Kavernen von nicht mehr benutzten Bohrlöchern zurück gepresst.

Für die ca. 10 bis 20-jährige Betriebsphase wird der ursprünglich Bohrplatz für Überwachungs- und Unterhaltsarbeiten auf eine Grösse von 8 x 26 m zurückgebaut (**Abbildung 47**). Äusserlich sichtbar ist nur noch der Mergelplatz mit dem Bohrschacht sowie einem Elektrokosten (**Abbildung 51**). Während der Betriebsphase wird der Bohrplatz ca. zwei Mal pro Jahr für rund eine Woche für Service- und Unterhaltsarbeiten beansprucht.

4.2.4 Beschreibung der Nachsorgephase

Nach Abschluss des Solbetriebs jedes Bohrlochs geht es nahtlos in die Nachsorgephase über. Ziel der Nachsorgephase ist es, allfällige Folgewirkungen (Senkungen, etc.) zu überwachen und die Stabilisierung der Verhältnisse zu dokumentieren, damit bei Einhaltung der Anforderungen die Bohrlöcher verschlossen und die Bohrplätze rückgebaut und rekultiviert werden können.

Nach mehreren Jahren Ruhe stellt sich in einer stillgelegten Kaverne ein Gleichgewicht mit den Umgebungsbedingungen ein. Als Indikator dient die Überwachung des Solespiegels. Gleichzeitig werden die Nivellementmessungen im Jahresrhythmus fortgeführt. Vor dem Verschliessen einer Kaverne wird eine abschliessende Hohlraumvermessung (Sonar-Messung) durchgeführt und die Dichtheit der letzten zementierten Rohrtour geprüft (CBL-Messung) und bei Bedarf nachgebessert. Das Bohrloch wird nach neuestem Stand der Technik bis 2 Meter unter Terrain verschlossen. Danach erfolgen der Abbruch des Bohrschachtes und die vollständige Rekultivierung des Bohrplatzes für die landwirtschaftliche Nachnutzung analog dem Ausgangszustand.

Vor der Rekultivierung werden die betroffenen Flächen auf allfällige lokale Verschmutzungen im Untergrund überprüft. Zudem wird ein allfällig verdichteter Untergrund (Fahrbahnen, Lagerplätze, etc.) aufgelockert und eine funktionsfähige Entwässerung sichergestellt (Rohplanie), um spätere Vernässungen zu vermeiden. Anschliessend werden auf der Rohplanie flächenhaft Unter- und Oberboden gemäss den ursprünglichen Mächtigkeiten aufgebracht. Die Rekultivierungsarbeiten werden ausschliesslich bei trockener Witterung und über Kopf (rückschreitend) ausgeführt.

Bei sorgfältiger Ausführung der oben beschriebenen Rekultivierungsmassnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit stellt sich für die landwirtschaftlich genutzten Flächen keine dauernde Beeinträchtigung ein, sofern die Anforderungen an die Folgebewirtschaftung eingehalten werden. Im Endzustand sind die Bohrplätze im Gelände nicht mehr erkennbar und die Landwirtschaftsfläche bzw. die Fruchtfolgeflächen bleiben vollumfänglich erhalten.

Die rund 1.20 Meter tief liegenden Transportleitungen werden in der Regel im Boden belassen, um erneute Eingriffe in den Boden und eine damit verbundene physikalische Beanspruchung/Beeinträchtigung der Böden zu vermeiden. Aufgrund der Tiefenlage der Leitungen ist eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung aber sowohl in der Betriebs- als auch der Nachsorgephase jederzeit uneingeschränkt möglich.

4.3 Übereinstimmung mit der Raumplanung

Der Salzabbau der Saline Riburg wird in einem Konzessionsvertrag mit dem Kanton Aargau geregelt. Mit der Festsetzung des Konzessionsgebiets für den Salzabbau in den Gemeinden Möhlin, Zeiningen und Wallbach im kantonalen Richtplan ist diese Nutzung nach Art. 9 Abs. 1 des Raumplanungsgesetzes (RPG) auch behördenverbindlich geregelt und erhält gegenüber anderen Nutzungen Vorrang. Dies bedeutet,

dass allfällige andere Nutzungen (z. B. Kiesabbau) auf den Salzabbau abgestimmt werden müssen.

Mit den drei kantonalen Nutzungsplänen für die drei geplanten Solfelder «Nordfeld», «Zelgli» und «Asp» werden schliesslich auch die planungs- und baurechtlichen Rahmenbedingungen für den Salzabbau geschaffen und entsprechende verbindliche Schutzzonen ausgedehnt. Ebenso werden im Nutzungsplantext Nutzungsbestimmungen für den Salzabbau erlassen.

Da der Salzabbau im Möhlinerfeld grundsätzlich nur eine temporäre (wenn auch langjährige) Nutzung darstellt, ist er auch langfristig gut mit den anderen raumplanerischen Interessen wie dem Schutz der Landschaft, dem Wildtierkorridor AG 01 und dem Erhalt der Fruchtfolgefleichen vereinbar.

4.4 Verkehrsgrundlagen

Verkehrs- und Transportwege

Generell erfolgt die Zu- und Wegfahrt über den jeweils kürzesten Weg von bzw. zu der nächsten übergeordneten Verkehrsachse. Dies entspricht für das Solfeld «Nordfeld» der Kantonsstrasse K292 (Landstrasse), welche sich von Ost nach West durch das gesamte Konzessionsgebiet erstreckt und im Westen mit dem Anschluss Rheinfelden in kurzer Distanz die Anbindung an die Nationalstrasse erschliesst. Die auf den Gemeindestrassen gewählte Verbindung hängt primär ab von den jeweiligen Quell- und Zielpunkten (z. B. Bohrplatz, Entsorgungsanlage, etc.). Der projektbedingte Verkehr sowie die erforderlichen Transportdistanzen werden grundsätzlich so gering wie möglich gehalten. Da die Bohrplätze des Solfelds «Nordfeld» fast vollständig angrenzend an bestehende Feld- und Landwirtschaftsstrassen erstellt werden, ist eine sehr gute Grunderschliessung vorhanden. Einige Verkehrsachsen werden voraussichtlich vor Baubeginn verbessert.

Bautransporte Solfeld «Nordfeld»

Detaillierte Schätzungen der Materialbilanzen werden im Kapitel 6.11 Abfälle beschrieben, sind dort jedoch als Festausmasse ausgewiesen. Für die Berechnung der Bautransporte wird im vorliegenden UVB ein Auflockerungsfaktor von 1.25 verwendet.

Das Solfeld «Nordfeld» umfasst insgesamt 65 Bohrplätze. Diese werden in fünf Etappen mit jeweils 9 - 17 Bohrplätzen realisiert, wobei jede Bauphase etwa anderthalb Jahre dauert.

Für den Bau der Bohrplätze und die Bohrungen selbst fallen durchschnittlich voraussichtlich rund 30 Bautransporte an. Dies beinhaltet den An- und Abtransport von Baustoffen und Erdreich (Anlieferung Kies für Bohrplätze, Abfuhr von überschüssigem Erdreich) sowie die Bautransporte für Bohrgerät, Bohrgestänge, Baustellencontainer, etc.). Letztere werden nach einmaliger Anlieferung anschliessend nur noch von Bohrplatz zu Bohrplatz weiter transportiert (was jeweils einer Entfernung von rund 100 m

entspricht. Weiter wird versucht die Anzahl Fahrten zu beschränken indem Leerfahrten durch Gegenfahren vermieden werden (z. B. Antransport Kies, Abfuhr Erdreich).

Innerhalb des Solfelds «Nordfeld» werden zudem rund 5 km Transportleitungen erstellt, was pro Bohrplatz einer durchschnittlichen Leitungslänge von etwa 80 m entspricht. Wie in Kapitel 6.11 erläutert, fällt pro Laufmeter Leitung rund $1 \text{ m}^3_{\text{lose}}$ an überschüssigem Erdreich an. Dies entspricht je Bohrplatz 6 Lastwagenfahrten, die nach Möglichkeit ebenfalls als Gegenfahren zum angelieferten Leitungskies ausgeführt werden. Somit sind pro Bohrplatz inkl. Transportleitungen etwa 36 Bautransporte erforderlich.

Unter Berücksichtigung der variierenden Bohrplatzzahl pro Etappe entspricht dies je Etappe (Zone) zwischen ca. 320 bis 610 Fahrten, welche sich über einen Zeitraum von rund anderthalb Jahren verteilen. Dies entspricht im Durchschnitt ein bis zwei Lastwagenfahrt pro Arbeitstag. In den rund 8 Jahre dauernden Bauphasen entspricht dies insgesamt etwa 2'340 Lastwagenfahrten.

Bautransporte Transportleitung

Nebst den Verteilungsleitungen innerhalb des Solfelds «Nordfeld» wird im Rahmen der ersten Bau-/Bohretappe auch eine neue Transportleitung von der Saline «Riburg» bis ins Solfeld «Nordfeld» erstellt (**Abbildung 1**). Ein Grossteil des Leitungstrassees (ca. 7 km von 9.5 km) wird auch für die geplanten späteren Solfelder «Zelgli» und «Asp» verwendet. Die Gesamtlänge des Leitungstrassees beträgt rund 9.5 km. Pro Laufmeter Leitung ergibt sich gemäss Kapitel 6.11 ein Materialüberschuss von rund $1 \text{ m}^3_{\text{lose}}$ und somit pro 15 m Leitung etwa eine Lastwagenfahrt. Auch hier werden für die Lieferung von Leitungskies wenn immer möglich Gegenfahren mit überschüssigem Erdreich ausgeführt, um die Anzahl Fahrten zu minimieren. Der Bau der Pumpstationen «Asp» und «Nordfeld» ist aufgrund der unterirdischen Solebecken sowie der unter- und oberirdischen Anlagen mit insgesamt rund 800 Lastwagenfahrten verbunden.

Da es im Möhlinerfeld verschiedene Kiesgruben gibt, die sowohl Leitungskies liefern als auch Aushubmaterial und Unterboden zur Verfüllung der Materialentnahmestelle verwerten können, sind die entsprechenden An- und Abfahren grundsätzlich mit sehr kurzen Fahrten von wenigen Kilometern möglich. Hochgerechnet auf die erwartete Bauzeit von sechs Monaten für die gesamte Transportleitung ergeben sich pro Arbeitstag rund acht bis neun Fahrten. Durch die Linienbaustelle verschiebt sich der Baubereich laufend, sodass sich die mit den Bautransporten anfallenden Emissionen nicht an einem Ziel-/Quellpunkt kumulieren, sondern über die 9.5 km lange Strecke gleichmässig verteilen.

Transporte Betriebsphase

Während der Betriebsphase beschränken sich die Fahrten im Solfeld «Nordfeld» auf die Unterhaltsarbeiten des Bohrfeldbetreuers, welcher mit einem Personenwagen oder Kleinbus unterwegs ist. Grundsätzlich ist mit einer Fahrt an jedem zweiten Arbeitstag zu rechnen, was etwa 125 Fahrten pro Jahr entspricht.

Am Ende der Betriebsphase werden die Bohrplätze rückgebaut und die Flächen rekultiviert. Dabei fallen pro Bohrplatz nochmals rund 15 Lastwagenfahrten für den Abtransport von Bauabfällen sowie die Anlieferung von Unter- und Oberboden für die Rekultivierung an. Dies ergibt bei 65 Bohrplätzen insgesamt etwa 975 Lastwagenfahrten, die innerhalb von rund einem Jahr erfolgen. Dies entspricht rund vier Fahrten pro Arbeitstag.

Allgemeine Verkehrszahlen (DTV)

Die allgemeinen Verkehrszahlen zum durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) sowie dem Schwerverkehrsanteil auf den National- und Kantonsstrassen des übergeordneten Strassennetzes im Projektperimeter basieren auf den Datengrundlagen im Strassenbelastungsplan [26] auf dem Geoportal des Kantons Aargau (AGIS) sowie den hinterlegten Datenblättern zu den Verkehrszählungen. Solche Daten liegen vor für die Nationalstrasse N3 (Stand 2015) und für die Kantonsstrassen K292 (Stand 2018), K494 (Stand 2013) sowie K495 (Stand 2008) und entsprechen dem aktuellsten öffentlich zugänglichen Datenstand.

4.5 Rationelle Energienutzung

Eine rationelle Energienutzung bedeutet generell, dass Energie möglichst sparsam und mit einem hohen Energienutzungsgrad verwendet werden soll. Nebst einem gezielten und bestmöglichen Energieeinsatz und einer möglichst vollständigen Energienutzung beinhaltet dies auch eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien.

In der Bau- und Bohrphase betrifft das Thema Energie insbesondere die im Einsatz stehenden Baumaschinen und Geräte. Dabei wird darauf geachtet, dass moderne und gut gewartete sowie in der Grösse den Arbeiten angepassten Maschinen zum Einsatz kommen. Bei Arbeitspausen und während Stillstandzeiten werden Motoren abgestellt. Alle Massnahmen zur Reduktion von Luftschadstoffemissionen (siehe Kapitel 6.1) dienen letztlich auch der Vermeidung eines unnötigen Energieverbrauchs bzw. einer rationalen Energienutzung.

In der Betriebsphase erfolgt der Energieeinsatz primär in Form von elektrischem Strom, vorwiegend für den Pump- und Spülbetrieb. Die für die Salzproduktion aus Sole eingesetzten Geräte und Einrichtungen stehen dabei unter einem permanenten Dauereinsatz. Mit betrieblichen und/oder organisatorischen Massnahmen kann deshalb der Energiebedarf bzw. -verbrauch kaum reduziert werden. Aufgrund dieses Dauerbetriebs sollen ausschliesslich moderne und sparsame Geräte zum Einsatz kommen, was für den Gesuchsteller auch aus wirtschaftlichen Aspekten verfolgt wird. Weitere Sporbemühungen gehen aktuell auch in Richtung eines reduzierten Wasserverbrauchs beim Solungsprozess.

4.6 Systemgrenzen

4.6.1 Zeitliche Systemgrenzen

Als Zeitpunkte für die Realisierung des Vorhabens werden nachstehende Annahmen getroffen, die jedoch mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind.

Ausgangszustand:	2021
Bauphase(n):	2027 – ca. 2050 alle Bauphasen der fünf Etappen inkl. Rückbau der Bohrplätze: 2027 – ca. 2050
Betriebsphase:	2028 – ca. 2050 Ab Inbetriebnahme der ersten Soletappe bis Abschluss der letzten Soletappe
Nachsorgephase:	ca. 2050 – ca. 2060 Ende der Betriebsphase + ca. 10 Jahre (gemäss generischem Nachsorgekonzept)

4.6.2 Räumliche Systemgrenzen

Bezüglich den betrachteten räumlichen Systemgrenzen wird zwischen dem Solfeld «Nordfeld» sowie dem Korridor der Transportleitung unterschieden.

Solfeld «Nordfeld»:	
- horizontal:	Zone für Salzabbau «Nordfeld» gemäss Abbildung 9 + Pufferstreifen von 300 m (ca. 1'156'000 m ²)
- vertikal:	Kote Geländeterrain (OKT) bis max. 350 m unter OKT
Korridor: Transportleitungen	bis max. 200 m breiter Korridor vom Solfeld «Nordfeld» via Solfelder «Zelgli»/«Asp» und Nationalstrasse A3 bis zur Saline «Riburg», gemäss Abbildung 11 .

Themenspezifisch kann bei funktionalen Zusammenhängen der Betrachtungsperimeter über die obenstehenden räumlichen Betrachtungsgrenzen hinausreichen.

5 RELEVANZMATRIX

Die nachfolgende Relevanzmatrix dient der Übersicht und ermöglicht eine zielführende Orientierung beim Lesen des nachfolgenden Kapitels zu den Umweltauswirkungen in den einzelnen Umweltbereichen. Aufgelistet wird die Relevanz in jedem Umweltbereich und in jeder Phase des Projekts.

Relevanzmatrix Solfeld «Nordfeld» / Korridor Transportleitung

Umweltbereiche	Phasen		
	Bau	Betrieb	Nachsorge
6.1 Luftreinhaltung / Klima	●	✓	✓
6.2 Lärm	!	✓	✓
6.3 Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	✓	✓	✓
6.4 Nichtionisierende elektromagnetische Strahlung	✓	✓	✓
6.5 Lichtemissionen	●	✓	✓
6.6 Grundwasser / Hydrogeologie	!	!	!
6.7 Oberflächengewässer / aquatische Ökosysteme	●	✓	✓
6.8 Entwässerung	●	✓	✓
6.9 Boden / Fruchtfolgeflächen	!	●	✓
6.10 Altlasten, belastete Standorte	✓	✓	✓
6.11 Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	●	●	✓
6.12 Umweltgefährdende Organismen / Neobiota	●	✓	✓
6.13 Störfallvorsorge, Unfälle, Betriebsstörungen	!	!	✓
6.14 Wald	●	✓	✓
6.15 Flora, Fauna, Lebensräume	●	✓	✓
6.16 Landschaft und Ortsbild	●	✓	✓
6.17 Kulturdenkmäler, archäologische Stätten	●	✓	✓
7.1 Bau / technischer Betrieb Soleförderung	✓	●	!
7.2 Induzierte Seismizität	●	●	●
7.3 Lösungsbergbauinduzierte Setzungen	●	●	●

Legende:

✓	Irrelevant; keine Auswirkungen/Massnahmen
●	Auswirkungen relevant; Standardmassnahmen erforderlich
!	Auswirkungen relevant; zusätzliche spezifische Massnahmen erforderlich

6 UMWELTAUSWIRKUNGEN

6.1 Luftreinhaltung, Klima

6.1.1 Grundlagen

- [14] Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985, Stand: 1. April 2020
- [15] Luftreinhaltung bei Bautransporten, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 2001
- [16] Luftreinhaltung auf Baustellen (Baurichtlinie Luft), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Ausgabe 2016
- [17] Luftqualität in den Kantonen AG, BE, BL, BS, JU, SO, <https://luftqualitaet.ch/messdaten>, Stand: November 2020
- [18] Karten Atmosphäre, Luft, Klima, Geoviewer des Bundes, <https://map.geo.admin.ch>, Stand: November 2020
- [19] Karten Strassenbelastungsplan, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.1.2 Ausgangszustand

Das Möhlinerfeld wird im Norden durch den Rheinlauf (Landesgrenze) und im Osten, Süden und Westen durch die Orte Wallbach, Zeiningen und Möhlin begrenzt, auf deren Gemeindegebiet es auch liegt. Das Gebiet liegt in einer Höhenlage zwischen 300 m ü. M. und 360 m ü. M. und ist weitgehend eben. Gemäss der Atmosphärenstation Möhlin (MOE) von MeteoSchweiz [18] liegt die Jahresmitteltemperatur zwischen 9°C und 12°C, wobei die Tagesmitteltemperaturen zwischen -2°C im Winter und 32°C im Sommer variieren. Das Gebiet weist mit einem Jahresniederschlag von 700 mm bis 900mm einen «ausgeglichenen» Niederschlagshaushalt auf. Die monatlichen Niederschlagsmengen der letzten 10 Jahre lagen zwischen 1 mm (Minima) und 191 mm (Maxima). Das Tagesmittel der Luftfeuchtigkeit liegt ganzjährig zwischen 40 % und 100 %. Die mittlere Windgeschwindigkeiten 2019 (Tagesmittel) lag meist unter 20 km/h, die stärksten Windböen betragen 2019 rund 115 km/h. Aufgrund dieser meteorologischen Eigenschaften weist das Gebiet eine begünstigte Klimaieignung für Acker- und Futterbau auf.

Das Möhlinerfeld ist lufthygienisch weitgehend unbelastet. Wichtige Schadstoffemittenten sind die nahe Nationalstrasse A3 sowie die Landwirtschaft. Die durchschnittlichen Ammoniakkonzentrationen liegen zwischen 2 – 4 µg/m³ und die durchschnittliche jährliche Stickstoffdeposition pro Are bei ca. 15 – 30 kg N/ha/a [17]. Für die Beurteilung der LRV-Grenzwerte von Feinstaub (PM₁₀), Ozon (O₃) und Stickstoffdioxid (NO₂) werden die Messwerte der nächstgelegenen Messstellen Schupfart-Blind und Sissach-Bützenen in [17] beigezogen. Demnach wurde der Feinstaub-Grenzwert von 50 µg/m³ (Tagesmittelwert) in den vergangenen 12 Monaten bei jeder Station

lediglich jeweils während eines Tages (März 2020) überschritten. Der Ozongrenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde in den Monaten April – September 2020 in Schupfart-Blind während 222 Stunden und in Sissach-Bützenen während 288 Stunden überschritten, der Info-Schwellenwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde jedoch bei beiden Messstellen nie überschritten. Auch der LRV-Grenzwert für NO_2 von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tagesmittelwert) wurde in beiden Stationen im Jahr 2020 nie überschritten.

6.1.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Grundsätzlich entstehen während der Bau-/Bohrphase zusätzliche Luftschadstoffemissionen. Dabei wird unterschieden zwischen den Emissionen durch die Baumaschinen und Geräte (Treibstoffverbrauch) sowie die Emissionen aus den Baustellentransporten.

Bau-/Bohrstelle

Für Baustellen wird bezüglich der Luftreinhaltung nach Anhang 2 der Luftreinhalteverordnung (LRV) [14] und der entsprechenden BAFU-Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen» [16] eine Massnahmenstufe festgelegt. Die Bauphasen im Solfeld Nordfeld für die fünf Bohretappen dauern jeweils weniger als anderthalb Jahre und werden im Abstand von rund 4 - 5 Jahren realisiert. Der Bau der neuen Transportleitung dauert etwa 6 Monate und wird voraussichtlich gleichzeitig mit der ersten Bau-/Bohrphase ausgeführt. Die beanspruchte Gesamtfläche für Leitungsbau und Bohrplätze beträgt über $10'000 \text{ m}^2$ und die umgeschlagenen Kubaturen für alle Bohrplätze und Leitungsgräben überschreiten gesamthaft $20'000 \text{ m}^3$. In den einzelnen Bauphasen sind diese Kriterien allerdings deutlich unterschritten. Nach einer Betriebszeit von rund 25 Jahren werden die Infrastrukturen jeder Bohretappe wiederum rückgebaut. Diese Arbeiten dauern voraussichtlich weniger als ein Jahr und erfolgen wie der Bau in einem Abstand von ca. 5 Jahren.

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen ist das Vorhaben der **Massnahmenstufe B** zuzuweisen. Somit werden alle anwendbaren Massnahmen der Stufe B (Basismassnahmen und spezifische Massnahmen) der Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen» [16] umgesetzt. Konkret müssen alle Baumaschinen mit einer Leistung ab 37 kW und alle Maschinen ab einer Leistung von 18 kW ab Baujahr 2010 mit einem Partikelfiltersystem (PFS) ausgerüstet sein. Zudem müssen alle Baumaschinen regelmässig und nach dem Stand der Technik gewartet und unterhalten werden.

Diese Vorgaben sowie die Massnahmen der Stufe A werden in die Unternehmerschreibung integriert. Vor Baubeginn muss der Unternehmer der Bauleitung eine vollständige Maschinenliste mit entsprechenden technischen Angaben abgeben. So hat die Bauleitung während der Bauphase die Möglichkeit, die im Einsatz befindenden Baumaschinen zu kontrollieren (Wartungsdokumente auf Fahrzeug) und mit der Maschinenliste abzugleichen. Verstösse können so dokumentiert und geahndet werden.

Bautransporte

Baustellen werden gemäss der Wegleitung Luftreinhalte bei Bautransporten [15] nach den Kriterien Linienbaustelle >500 m, Bauarealfläche >5'000m², und Aushubvolumen >20'000 m³ sowie intensive Bauzeit >1 Jahr in grosse und kleine Baustellen unterteilt. Die Bauzeit für die einzelnen Bohretappen und die Pumpstation dauern jeweils knapp ein bis anderthalb Jahre. Die übrigen Kriterien für eine grosse Baustelle (Fläche, Volumen) werden für die Bohrungen nicht überschritten. Somit sind die Bauphasen für die Bohretappen gemäss [15] als kleine Baustellen einzustufen. Für den Bau der Bohrplätze und im Rahmen der Bohrphasen sind generell nur bescheidene Bautransporte erforderlich.

Die Transportleitung von der Saline «Riburg» bis zum Solfeld «Nordfeld» wird rund 9.5 km lang und fällt entsprechend unter die Kategorie grosse Baustelle. Auf einer Länge von rund 2 km kommt die Linienbaustelle dabei unmittelbar entlang der Nationalstrasse A3 zu liegen. Der abgetragene Boden sowie der Grossteil des ausgehobenen Untergrundmaterials werden im Rahmen des Leitungsbau wieder direkt vor Ort verfüllt bzw. aufgebracht. Somit entsteht beim Leitungsbau nur ein geringer Materialüberschuss der abgeführt werden muss. Pro Laufmeter Leitungstrasse fallen etwa 0.8 m³_{fest} bzw. 1 m³_{lose} an zu entsorgendem Aushubmaterial an. Dies bedeutet, dass etwa pro 15 m Leitung ein LKW an Aushubmaterial anfällt und entspricht etwa 1 – 2 LKW-Fahrten pro Arbeitstag. Die umliegenden Hauptverkehrsachsen N3 (DTV: 50'654, davon 3'546 LKW), K494 (DTV: 4'958, davon 188 LKW) und K292 (DTV: 8'969, davon 323 LKW) weisen eine sehr hohe Vorbelastung an Verkehrsemissionen auf [19]. Diese Zahlen verdeutlichen, dass die durch das Vorhaben verursachten Bautransporte in ihrer unmittelbaren Umgebung nicht zu wahrnehmbaren zusätzlichen Luftschadstoffemissionen führen werden.

Zur Reduktion der Emissionen aus den Bautransporten können in der Unternehmerausschreibung erhöhte Euro-Norm-Vorgaben (Mindesteinsatz Euro-V, vermehrt Euro-VI) gestellt werden. Zudem sollen Leerfahrten bei Bautransporten möglichst vermieden werden. Beispielsweise können beim Leitungsbau Lastwagen, die Leitungskies anliefern als Gegenfuhr überschüssiges Aushubmaterial abführen.

6.1.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

In der Betriebsphase beschränkt sich der projektverursachte Verkehr auf einen Personenwagen, der täglich für Unterhaltsarbeiten unterwegs ist. Dies führt zu keinen relevanten zusätzlichen Luftschadstoffemissionen. Da die Infrastrukturen in der Betriebsphase strombetrieben sind, ergeben sich daraus ebenfalls keine Luftschadstoffemissionen.

6.1.5 Massnahmen

Massnahmen zur Einhaltung der Vorgaben an die Luftreinhalte beschränken sich auf die Bauphase. Das Vorhaben wird grundsätzlich der Massnahmenstufe B gemäss

Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen [16] zugewiesen. Entsprechend werden generell die Massnahmen der Stufe B umgesetzt. Die entsprechenden Vorgaben werden bereits in die Unternehmerausschreibung einfliessen.

Konkret werden folgende Massnahmen zum Schutz der Umwelt während der Bauphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
LU-1	In der Unternehmerausschreibung werden die Vorgaben und Massnahmen der Stufe B gemäss Baurichtlinie Luft berücksichtigt und im Werkvertrag geregelt.	Submission
LU-2	In der Bauphase werden die Massnahmen der Stufe B gemäss Baurichtlinie Luft umgesetzt.	Bauphase
LU-3	Baumaschinen und Geräte mit Dieselmotoren mit einer Leistung >37 kW sowie mit einer Leistung >18 kW ab Baujahr 2010 müssen über einen Partikelfilter verfügen und die Anforderungen nach Art. 19a und Anhang 4 Ziff. 3 LRV erfüllen.	Bauphase
LU-4	Baumaschinen, Geräte und Lastwagen müssen regelmässig und ordnungsgemäss gewartet sein. Die Fahrzeugflotte für Bautransporte muss mindestens die Anforderungen der Emissionsstufe Euro-V erfüllen und über einen Partikelfilter verfügen.	Bauphase
LU-5	Bei den Bautransporten werden kurze Transportwege angestrebt und Leerfahrten möglichst vermieden; beispielsweise durch Gegenfahren.	Bauphase
LU-6	Die Bauleitung und die Umweltbaubegleitung fordern vom Unternehmer eine Maschinenliste mit Angaben zu Leitung, Partikelfilter und Abgaswartung ein und kontrollieren die Angaben der auf der Baustelle im Einsatz stehenden Baumaschinen und Geräte.	Bauphase

6.1.6 Beurteilung

Das Vorhaben führt sowohl in der Bau- als auch der Betriebsphase zu keinen relevanten zusätzlichen Luftschadstoffbelastungen, zu keinen grossflächigen Versiegelungen oder anderen baulichen Eingriffen, die die Luftqualität oder das Lokalklima beeinträchtigen. Mit der Umsetzung der Massnahmen der Stufe B nach Baurichtlinie Luft kann das Vorhaben ohne relevante Umweltauswirkungen realisiert werden.

6.2 Lärm

6.2.1 Grundlagen

[20] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983, Stand: 1. Juli 2020

[21] Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 Stand: 7. Mai 2019

[22] Baulärm-Richtlinie, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2006, Stand 2011

- [23] Bericht Lärmmessungen Bohrarbeiten Bäumlhof, Möhlin, Beurteilung Immissionspegel Rütihard, Gruner AG, 16. Oktober 2018 (R 212'766'000-001)
- [24] Messbericht mit Simulationsberechnungen, Muttentz, Sondierbohrung S157 Rütihard, Schallpegelmessungen zur Bestimmung und Beurteilung der Lärmwirkung in Wohngebieten, Jauslin Stebler AG, 2. April 2019
- [25] Karten Strassenverkehrslärm (Tag/Nacht) und Bahnverkehrslärm (Tag/Nacht) Geoviewer des Bundes, <https://map.geo.admin.ch>, Stand: November 2020
- [26] Karten Bauzonenplan, Strassenbelastungsplan, Strassenlärm und Emissionskaster, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.2.2 Ausgangszustand

Das Solfeld «Nordfeld» befindet sich vollumfänglich und der Korridor der Transportleitung fast vollständig in der Allgemeinen Landwirtschaftszone. Einzig im Abschnitt Birkenhof verlaufen die geplanten Leitungen auf einer Länge von rund 550 m durch eine Zone für Pferdehaltung und Pferdesport (**Abbildung 12**). Unmittelbar südlich der Saline «Riburg» in Rheinfelden sowie auf dem Salinenareal selbst liegt der Korridor Transportleitung in der Speziellen Arbeitszone III (Industrie, Empfindlichkeitsstufe IV).

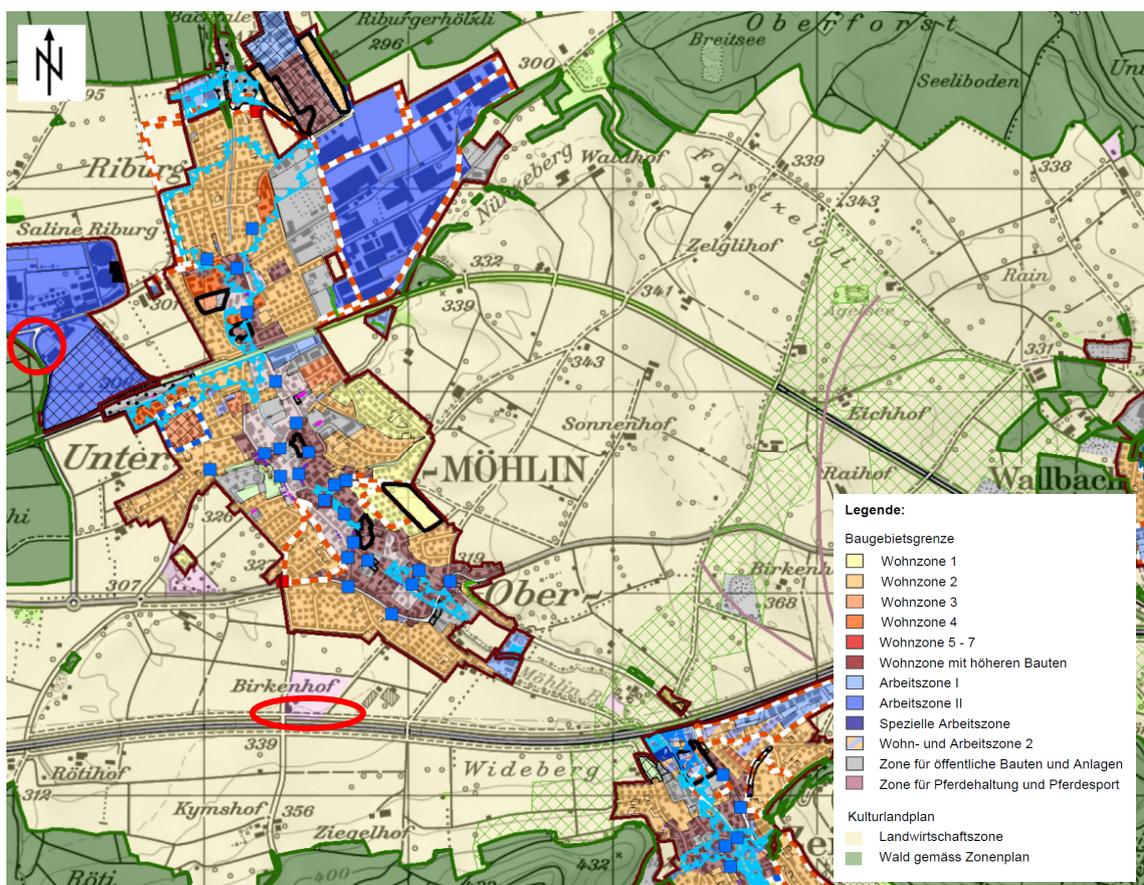


Abbildung 12: Bauzonenplan (Geoportal des Kantons Aargau, [19])

In der Landwirtschaftszone gilt analog der Gewerbezone die Empfindlichkeitsstufe III (ES III). Die diesbezüglichen Belastungsgrenzwerte gibt die eidg. Lärmschutz-Verordnung (LSV) in Dezibel (dB(A)) vor. Neue ortsfeste Anlagen dürfen die Planungswerte gemäss LSV nicht überschreiten (Art. 7 Abs. 1 lit. b LSV). Diese betragen in der ES III 60 dB(A) bei Tag und 50 dB(A) bei Nacht.

Ungeachtet dessen ist aber zusätzlich jede neue ortsfeste Anlage bezüglich Lärmemissionen so weit zu begrenzen als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist (Art. 7 Abs. 1 lit. a LSV).

Derzeit ist der Projektperimeter im Solfeld «Nordfeld» durch den üblichen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsverkehr vorbelastet. Im Bereich des Leitungskorridors besteht auf der gesamten Länge sowohl tags als auch nachts eine erhebliche Vorbelastung durch Strassenverkehrslärm der National- und Kantonsstrassen sowie durch Bahnverkehrslärm der Linie Mumpf – Möhlin (**Abbildung 13** und **Abbildung 14**).

Innerhalb und unmittelbar angrenzend an den Perimeter des Solfelds «Nordfeld» sind nur wenige Wohnnutzungen vorhanden. Dabei handelt es sich um die Bauernhöfe Egelshof, Eichhof und Landhof in Zeiningen und den Kiesholzhof in Wallbach. Beim Egelshof liegt der nächste Bohrplatz in einer Entfernung von lediglich 30 m zum Wohngebäude, beim Eichhof beträgt die Distanz zwischen Wohnhaus und nächstem Bohrplatz ca. 50 m, wobei die dazwischen liegenden, grossen Landwirtschaftsgebäude eine gewisse Abschirmung bewirken. Alle anderen Bohrplätze weisen zu den Wohngebäuden eine minimale Entfernung von über 100 m auf. Der nächstgelegene Bohrplatz zum Kiesholzhof weist eine Entfernung von rund 100 m auf. Beim Landhof beträgt die minimale Entfernung zum nächsten Bohrplatz 330 m.

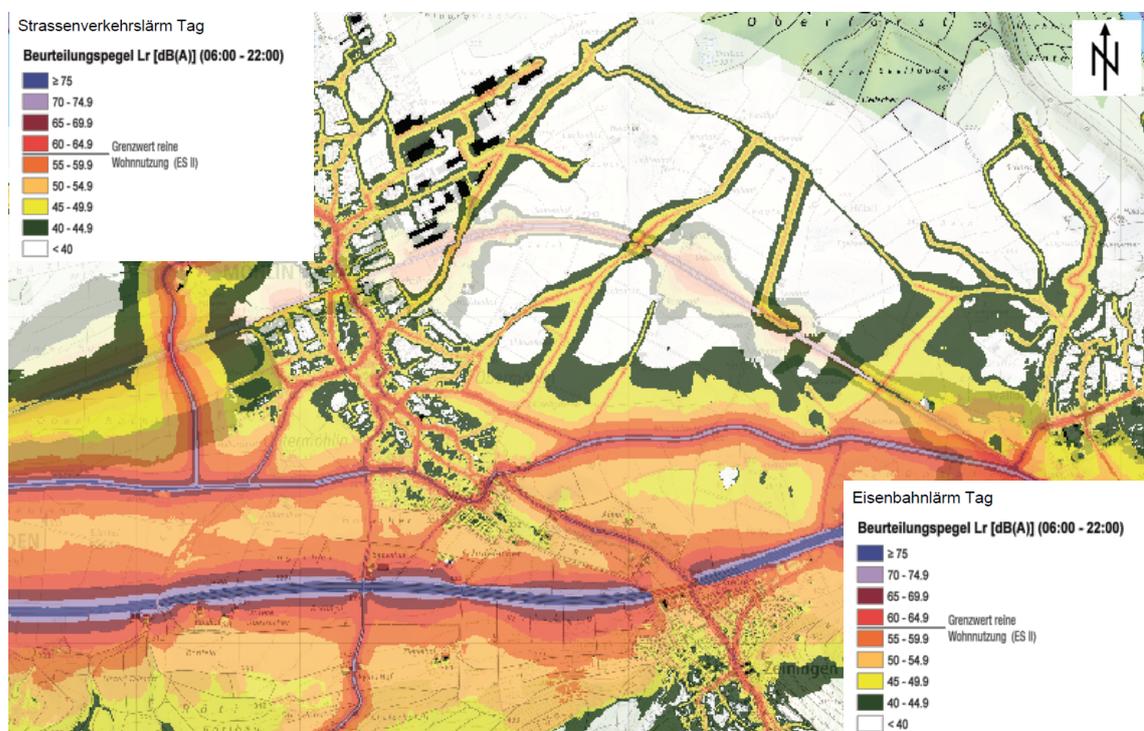


Abbildung 13: Strassen- und Bahnverkehrslärm Tag (Geoviewer des Bundes, [25])

Die nächstgelegene Wohnzone sowie eine Zone für öffentliche Bauten (Gemeindeverwaltung, Schule, Kindergarten) ist das Wohngebiet der Gemeinde Wallbach mit einer minimalen Entfernung von über 700 m zum nächstgelegenen Bohrplatz. In der betroffenen Wohnzone 2 und der Zone für öffentliche Bauten gilt die Empfindlichkeitsstufe ES II. Das Wohngebiet von Wallbach wird aber topographisch (Hügelzug und abgewandte Hanglage) und durch dazwischen liegende Waldbestände (Chisholz) relativ gut vom Solfeld abgeschirmt.

Das Gebiet des Solfelds «Nordfeld» ist gemäss [25] zumindest teilweise durch den Strassen- und Bahnlärm sowohl tags als auch nachts erheblich vorbelastet (**Abbildung 13** und **Abbildung 14**). Dies betrifft auch weitgehend die Wohnbauten in der Landwirtschaftszone.

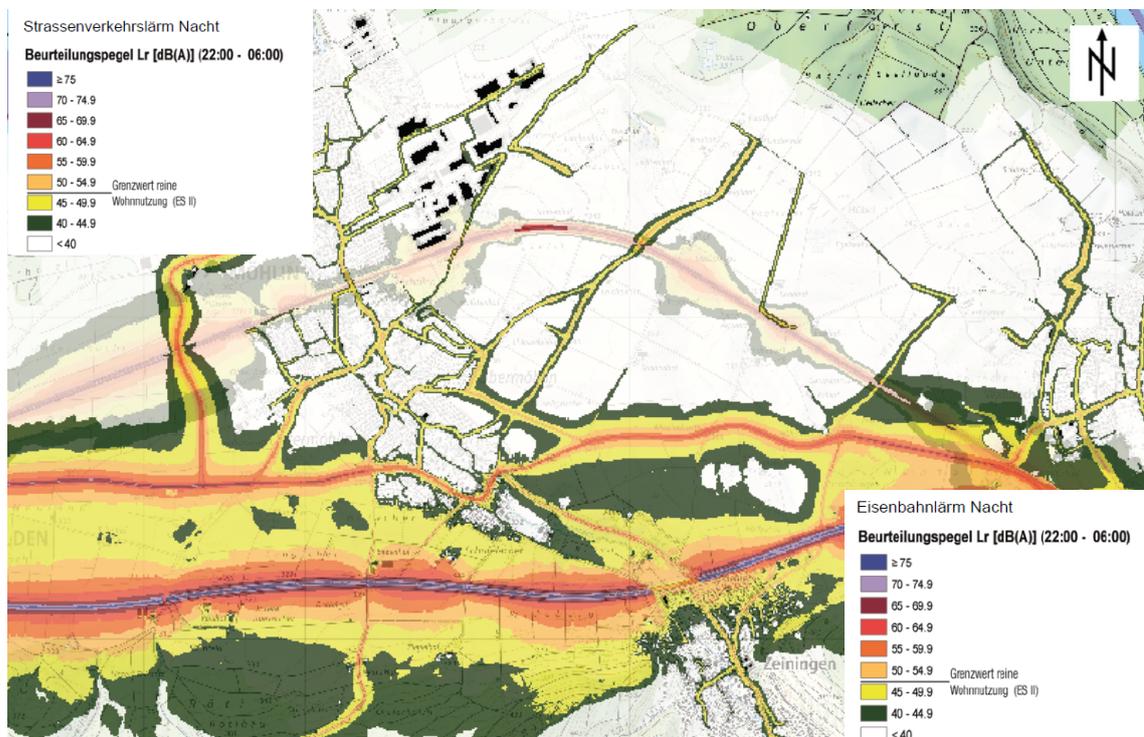


Abbildung 14: Strassen- und Bahnverkehrslärm Nacht (Geoviewer des Bundes, [25])

Die Linienführung der Transportleitung verläuft ebenfalls vollständig ausserhalb von Bauzonen und nähert sich lediglich im Süden Möhlins an Wohngebiete. Betroffen davon sind die Wohnzone 2 (ES II), die Kernzone 2 (Wohn- und Arbeitszone, ES III) sowie die Arbeitszone I Süd (ES III). Die Bauarbeiten für den Leitungsbau erfolgen ausschliesslich tagsüber und weisen eine minimale Entfernung von mindestens 120 m zur Wohnzone 2 auf.

Das Siedlungsgebiet der Gemeinde Zeiningen weist zum Bauvorhaben (Leitungsbau) eine minimale Entfernung von rund 550 m auf. Im Norden der Gemeinde Zeiningen liegt eine ausgedehnte Gewerbefläche, welche als Arbeitszone 1 sowie als Wohn- und Gewerbezone 2 zugewiesen sind, für welche beide die Empfindlichkeitsstufe ES III gilt. Die nächstgelegene Wohnzone in der Gemeinde Zeiningen ist eine Wohnzone 2

im Raum Ritzhansweg mit Empfindlichkeitsstufe ES II. Zwischen dem Vorhaben und dem Siedlungsgebiet von Zeiningen verläuft die Nationalstrasse N3, welche sowohl tags als auch nachts eine erhebliche Vorbelastung verursacht.

6.2.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Bohrplätze

Die Beurteilung der Lärmbelastung in der Bauphase erfolgt gemäss der Baulärm-Richtlinie des BAFU [22]. Dabei werden aufgrund der Bauzeit und der Lärmempfindlichkeit der angrenzenden Gebiete Massnahmenstufen festgelegt. Diese werden für lärmige Arbeiten und für lärmintensive Arbeiten jeweils separat bestimmt. Für Bauarbeiten während Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch (12.00 – 13.00, 19.00 – 07.00 sowie Sonn- und Feiertage) findet eine Verschärfung der Massnahmenstufe statt, indem die normal geltende Massnahmenstufe um eine Stufe erhöht wird. Die Massnahmen der verschiedenen Massnahmenstufen gemäss [22] sind in Anhang 3 zusammengestellt.

Die wesentlichen Lärmemissionen in der Bauphase umfassen einerseits den Bau der Bohrplätze sowie die späteren Bohrarbeiten selbst. Pro Bohretappe dauern diese Arbeiten rund anderthalb Jahre. Der **Bau der Bohrplätze** erfolgt ausschliesslich tagsüber (07.00 – 12.00 und 13.00 – 18.00) und ausschliesslich an Werktagen (Montag bis Freitag). Die in der Lärmschutz-Verordnung vorgegebenen Belastungsgrenzwerte für die Landwirtschaftszone (ES III) können diesbezüglich problemlos eingehalten werden. Für lärmige und lärmintensive Arbeiten gilt am Tag die **Massnahmenstufe B**.

Die eigentlichen Bohrarbeiten erfordern für jede Bohretappe während jeweils etwa anderthalb Jahren einen permanenten, d.h. pausenlosen Bohrbetrieb (7 x 24 Stunden pro Woche). Die Emissionen in Form von Lärm und Licht erfolgen entsprechend auch nachts. Das Bohren an sich wird generell als lärmige Tätigkeit eingestuft, besondere Arbeiten am Bohrgestänge wie der Ein- und Ausbau der Bohrgestänge mit Hammer-schlägen, hingegen als lärmintensiv.

Im gesamten Solfeld «Nordfeld» gilt die Empfindlichkeitsstufe III. Die Bohrarbeiten als **lärmige Arbeiten** dauern je Etappe rund anderthalb Jahre. Gemäss diesen Kriterien gilt gemäss [22] für lärmige Bauarbeiten (Bohren) generell die **Massnahmenstufe B**, wobei **nachts** eine Verschärfung auf die **Massnahmenstufe C** erfolgt. Die **lärmintensiven Arbeiten** dauern voraussichtlich weniger lang als ein Jahr, sodass für diese Tätigkeiten **tags** die **Massnahmenstufe B** und **nachts** die **Massnahmenstufe C** gilt.

Der in der Bau- und Bohrphase erzeugte, projektbedingte Mehrverkehr ist gering und liegt unter 20 Bautransporten pro Tag. Zudem werden die Bautransporte ausschliesslich tagsüber ausgeführt. Für die **Bautransporte** im Zusammenhang mit dem Bau der Bohrplätze sowie den Bohrarbeiten kommt somit die **Massnahmenstufe A** zur Anwendung.

Bei den Bohrarbeiten erfolgt die Lärmerzeugung einerseits durch das Antriebsaggregat sowie durch den mechanischen Ein- und Ausbau der Bohrgestänge mittels Hammerschlägen. Im Jahr 2018 wurden im laufenden Solfeld «Bäumlihof» am Tag Lärm-messungen durchgeführt [23]. Der Schallleistungspegel (L_{wA}) der Bohrarbeiten lag bei rund 110 bis 112 dB(A). Die Hammerschläge für die Montage des Bohrgestänges waren in 125 m Entfernung zum Bohrplatz nicht mehr wahrnehmbar. Der Bohrbetrieb wird akustisch vorwiegend in der Nacht wahrnehmbar sein. Für die Bohrarbeiten sind somit lärmindernde Massnahmen umzusetzen (Kapitel 6.2.5).

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Die Bauarbeiten für die Erstellung der Transportleitung erfolgen ausschliesslich tagsüber (07.00 – 12.00 und 13.00 – 18.00) und an Werktagen und werden voraussichtlich in einem Zeitraum von rund sechs Monaten ausgeführt. Das gesamte Leitungstrasse liegt in der Landwirtschaftszone mit Empfindlichkeitsstufe III, abschnittsweise nähert sich der Baustellenbereich Wohngebieten mit der Empfindlichkeitsstufe II. Die Bauarbeiten für den Leitungsbau umfassen den Aushub und das Verfüllen des Leitungsgrabens sowie den Einbau der Leitungsrohre. Die Arbeiten werden voraussichtlich mit einem gewöhnlichen Raupen- oder Radbagger ausgeführt. Zur Verdichtung kommt kurzzeitig eine Vibrationsplatte zum Einsatz. Da abgetragener Ober- und Unterboden sowie Aushubmaterial fast vollständig vor Ort verwertet werden, fällt nur wenig zu entsorgendes Aushubmaterial an. Zudem werden die Leitungen in ein Kiesbett eingelassen. Die Baustellen Transporte beschränken sich somit auf wenige Fahrten pro Tag sowie auf die Tageszeit (07.00 – 18.00). Für den Bau der Transportleitung kommt somit sowohl für lärmige als auch für lärmintensive Arbeiten die **Massnahmenstufe B** nach [22] zum Tragen. Für die **Bautransporte** gilt die **Massnahmenstufe A**.

Der gesamte Verlauf der Transportleitung ist durch den Strassen- und Bahnverkehrslärm derart vorbelastet, dass der durch die Bauarbeiten für die Transportleitung verursachte zusätzliche Lärm kaum wahrnehmbar sein wird.

Aufgrund des geringen projektbedingten Zusatzverkehrs ist nicht davon auszugehen, dass durch die Mehrbeanspruchung einer Verkehrsanlage die Immissionsgrenzwerte überschritten werden oder durch die Mehrbeanspruchung einer sanierungsbedürftigen Verkehrsanlage wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt werden (Art. 9 LSV).

6.2.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Die Betriebsphase bzw. der Salzabbau durch den Solungsbetrieb erzeugt nur unbedeutende Lärmemissionen, zumal der Transport der Sole und des Frischwassers über eine unterirdisch verlegte Transportleitung erfolgt. Das erzeugte Verkehrsaufkommen beschränkt sich somit auf Einzelfahrten für Unterhaltsarbeiten. In der Betriebsphase sind Lärmemissionen somit nicht relevant.

6.2.5 Massnahmen

Bei den Bohrarbeiten werden generell und insbesondere in der Nacht lärm mindernde Massnahmen gemäss den oben ausgewiesenen Massnahmenstufen (siehe auch Anhang 3) umgesetzt. Dabei kommen sowohl organisatorische als auch bauliche Massnahmen zur Anwendung. Generell wird ein möglichst lärm minderndes Verhalten des Baustellen- und Bohrpersonals angeordnet und entsprechende Instruktionen durchgeführt. Lärmintensive Arbeiten werden soweit möglich vermieden und ansonsten möglichst am Tag und ausserhalb von Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch ausgeführt.

Die Schweizer Salinen AG respektive die von ihr beauftragte Bohrfirma haben ihre Gerätschaften hinsichtlich Lärm- und Lichtemissionen in den letzten Jahrzehnten laufend optimiert und modernisiert. Die Gesuchstellerin ist im Besitz von mobilen Lärmschutzwänden (10 Stück, Fabrikat CENO-Wall). Diese kamen in jüngster Vergangenheit im Raum Liestal wie auch während der Erstellung der 4. Bohretappe des Solfelds «Bäumlihof» zum Einsatz und haben sich bewährt. Um die Bohrplätze nahe von lärmempfindlichen Gebieten werden rund 4 m hohe Lärmschutzwände eingerichtet, mit welchen sowohl die Lärm- als auch die Lichtemissionen deutlich vermindert werden können. Weitere Massnahmen werden während der Bau- und Bohrarbeiten laufend geprüft und situativ angewendet.

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bauphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
LÄ-1	Für alle Bau- und Bohrarbeiten werden generell Massnahmen der Stufe B umgesetzt. Bei den Bohrarbeiten werden nachts zudem Massnahmen der Stufe C angewendet.	Bauphase
LÄ-2	Für Bautransporte werden Massnahmen der Stufe A umgesetzt.	Bauphase
LÄ-3	Das Baustellen- und Bohrpersonal wird bezüglich lärm mindernden Massnahmen und Verhalten instruiert und geschult.	Bauphase
LÄ-4	Um die Bohrplätze werden in der Nähe von lärmempfindlichen Nutzungen 4 m hohe Lärmschutzwände installiert.	Bauphase
LÄ-5	Lärmintensive Arbeiten werden möglichst vermieden und ausschliesslich tagsüber ausgeführt.	Bauphase

6.2.6 Beurteilung

Die durch die Bauarbeiten für die Erstellung der Bohrplätze und der Transportleitung verursachten Lärmemissionen finden ausschliesslich tagsüber statt und sind generell als unproblematisch zu beurteilen. Dies insbesondere auch, da weite Teile des betroffenen Gebietes sowohl am Tag als auch in der Nacht durch die Lärmemissionen aus Strassen- und Bahnverkehr erheblich vorbelastet sind.

Die Bohrarbeiten in allen fünf Bohretappen stellen die Hauptursache für die Lärmemissionen des Vorhabens dar, insbesondere da sie auch nachts und an den Wochenenden erfolgen. Der Gesuchsteller verfügt jedoch durch den bisherigen Betrieb über

langjährige Erfahrung bei diesen Arbeiten und hat daraus auch entsprechende Massnahmen entwickelt. Infolgedessen können mit geeigneten baulichen und organisatorischen Massnahmen die Lärmemissionen auf ein umweltverträgliches Mass gemindert werden.

In der Betriebsphase sind keine relevanten Lärmemissionen zu erwarten.

Mit den aufgeführten und den jeweils gültigen Massnahmenstufen entsprechenden Begleitmassnahmen kann das Vorhaben umweltrechtlich konform realisiert werden.

6.3 Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall

6.3.1 Grundlagen

[27] Norm DIN 4150-2 «Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden», 1999

[28] Norm SN 640 312a: Erschütterungen; Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke, 2013

[29] Norm DIN 4150-3 «Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen», 2016

[30] Erschütterungsmessungen Möhlin, Bäumlilhof 4. Etappe, Bericht Geotechnisches Institut, 2018

6.3.2 Ausgangszustand

Die allgemeine Situation bezüglich Lärm- (und Erschütterungs-) Quellen im Gebiet des Solfelds «Nordfeld» wird in Kapitel 6.2.2 ausführlich geschildert. Im Solfeld «Nordfeld» und dessen unmittelbaren Umgebung befinden sich nur vereinzelt Wohnbauten (Kiesholzhof, Egelseehof, Eichhof, Langhof), die von Erschütterungen betroffen sein könnten. Relevante bestehende Erschütterungsquellen sind die Bahnlinie Mumpf – Möhlin sowie die Nationalstrasse A3 im Raum Mumpf – Zeiningen – Rheinfelden.

6.3.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Bei den Bauarbeiten für die Erstellung der Bohrplätze sowie der Transportleitung sind keine relevanten Erschütterungen zu erwarten. Bei den in der Bauphase ausgeführten Bohrungen ist hingegen mit wahrnehmbaren Erschütterungen zu rechnen.

Im November 2018 wurden die durch eine laufende Produktionsbohrung in Möhlin verursachten Erschütterungen untersucht [30]. Dazu wurden in 2 m und 160 m Entfernung zur Bohrung Erschütterungsmessungen durchgeführt. Im Abstand von 2 m erzeugten die Bohrarbeiten kontinuierliche Schwingungen von ca. 0.5 mm/s. Die höchsten Schwinggeschwindigkeiten wurden während des Einbaus der 14"-Verrohrung im Tiefenbereich von 89 m bis 164 m gemessen. Im Abstand von 160 m waren

diese Erschütterungen deutlich abgeschwächt messbar und die Bohrarbeiten erzeugten lediglich Hintergrundschwingungen. Die effektiven Erschütterungen bei Bohrungen hängen massgeblich von den örtlichen Gegebenheiten im Untergrund ab und sind nicht konstant.

Aufgrund der Messungen in Möhlin in [30] sind selbst in einer Entfernung von 2 m von den Bohrungen Schäden an Hoch- und Tiefbauten sehr unwahrscheinlich, auch wenn die Erschütterungen der Bohrungen und insbesondere während des Einbaus von Rohren im Umkreis von ca. 150 m wahrnehmbar sein werden.

6.3.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

In der Betriebsphase wird zeitweise ein mobiles Bohrgerät an den verschiedenen Bohrplätzen Unterhaltsarbeiten ausführen. Dies kann wie während der Produktionsbohrungen wahrnehmbare Erschütterungen erzeugen, betrifft aber je Bohrplatz nur sehr kurze Zeitphasen. Ansonsten sind in der Betriebsphase keine Erschütterungen zu erwarten. Schäden an Hoch- und Tiefbauten sind somit auch in der Betriebsphase sehr unwahrscheinlich.

6.3.5 Auswirkungen in der Nachsorgephase

In der Nachsorgephase sind keine Erschütterungen zu erwarten.

6.3.6 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bauphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
ERS-1	An Bestandesbauten im Wirkungsbereich von Erschütterungen zu den Bohrplätzen werden vor Beginn der Bohrarbeiten durch eine entsprechende Fachperson Riss- und Zustandsaufnahmen durchgeführt.	Vor Baubeginn
ERS-2	Bei Bohrplätzen, die näher als 100 m zu Wohnhäusern liegen, werden für die Bohrarbeiten geeignete erschütterungsmindernde Massnahmen geprüft und umgesetzt.	Bauphase

6.3.7 Beurteilung

Kleinere durch Erschütterungen verursachte Schäden an Hoch- und Tiefbauten gemäss SN 640 312 [28] sind selbst in geringer Entfernung zu den Bohrungen nicht zu erwarten. Die durch die Bohrarbeiten verursachten Hintergrundschwingungen werden wahrscheinlich in einem Umkreis von rund 150 m wahrnehmbar sein.

Die projektbedingten Auswirkungen auf die Umwelt durch Erschütterungen sind somit als gering zu beurteilen. Das Vorhaben kann somit grundsätzlich ohne umwelttechnische Massnahmen realisiert werden.

6.4 Nichtionisierende elektromagnetische Strahlung (NIS)

6.4.1 Grundlagen

[31] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), 1999

[32] Standorte von Sendeanlagen (www.map.geo.admin.ch), Bundesamt für Kommunikation BAKOM, Stand: November 2020

6.4.2 Ausgangszustand

Solfeld «Nordfeld»

Im Projektperimeter «Nordfeld» verlaufen keine Freileitungen und es befinden sich hier auch keine Mobilfunkantennen [32] oder andere relevante Quellen für nichtionisierende Strahlung (NIS). Das Projektgebiet ist somit im Ausgangszustand bezüglich nichtionisierender Strahlung kaum vorbelastet.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Im Raum Tossenboden südlich des Talhofs in der Gemeinde Möhlin verlaufen die geplanten Transportleitungen auf einer Länge von ca. 620 m nördlich entlang des Bahntrassees Mumpf-Möhlin und queren dort auch die 16 kV-Freileitung der AEW Energie AG. Die Freileitung (132 kV) sowie die Fahrleitungen der Schweizerischen Bundesbahnen SBB stellen lokal die einzigen Emittenten von nichtionisierender Strahlung dar. Das SBB-Trassees wird auch südlich der Saline «Riburg» von den Transportleitungen unterquert.

Im Süden von Möhlin verläuft die geplante Transportleitung auf einer Länge von rund 2 km nördlich entlang der Nationalstrasse. Parallel dazu verlaufen auch eine 220 kV und eine 110 kV-Hochspannungsleitung der Axpo Energie AG. Entlang des Leitungstrassees gibt es im Abstand von jeweils mindestens 200 m keine Mobilfunkantennen [32].

6.4.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Solfeld «Nordfeld»

Generell werden im Rahmen des Vorhabens keine relevanten Quellen für nichtionisierende Strahlung (NIS) realisiert. Bei den beiden Pumpstationen «Nordfeld» und «Asp» wird jedoch je eine Transformatorenstation (Trafos) erstellt. Die beide Trafostationen werden dabei in ein in massiver Bauweise erstelltes Gebäude integriert.

Die Pumpstation «Nordfeld» kommt im Südwesten des Grundstücks Kat.-Nr. 488 in Wallbach zu liegen. Der nächste Ort mit empfindlicher Nutzung ist das dauerhaft bewohnte Wohngebäude des Egelseehofs, welches zu den Trafostationen eine Distanz von über 350 m aufweist. Aufgrund der Spannungen, der baulichen Ausführung und der abgeschiedenen Lage der Trafostation bzw. der grossen Entfernung zur nächsten Wohnnutzung sind durch NIS keine schädlichen oder lästigen Auswirkungen zu erwarten.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Zur Aufrechterhaltung des Leitungsdrucks zwischen der Saline «Riburg» und dem Solfeld «Nordfeld» ist auf etwa halber Strecke eine weitere Pumpstation erforderlich. Die Pumpstation «Asp» wird im Osten des Grundstücks Kat.-Nr. 1389 in Möhlin erstellt und wird ebenfalls eine Trafostation enthalten. Diese dient auch für die Verteilung in den späteren Solfeldern «Zelgli» und «Asp». Die nächstgelegenen Wohnhäuser liegen im Westen an der Landstrasse und weisen eine Entfernung von über 250 m zur Trafostation auf. Aufgrund der Spannungen, der baulichen Ausführung und der grossen Entfernung zur nächsten Wohnnutzung sind durch die Trafostation «Asp» keine schädlichen oder lästigen Auswirkungen zu erwarten.

6.4.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Die Trafostationen sind sowohl in der Bohrphase als auch in der Betriebsphase in Betrieb und verursachen nur unbedenkliche Emissionen. Für die Betriebsphase gelten somit dieselben Überlegungen wie in der Bau-/Bohrphase (vgl. Kapitel 6.4.3) und es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.

6.4.5 Massnahmen

Zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung sind weder in der Bau- noch in der Betriebsphase Massnahmen erforderlich.

6.4.6 Beurteilung

Im Rahmen des Vorhabens werden weder in der Bau- noch in der Betriebsphase relevante Emissionen an nichtionisierender Strahlung erzeugt. Das Vorhaben kann somit ohne Massnahmen zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung umweltrechtlich konform realisiert werden.

6.5 Lichtemissionen

6.5.1 Grundlagen

[33] Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen; Vollzug Umwelt, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2005

[34] Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässer (EG Umweltrecht, EG UWR), 2007

[35] SIA 491, Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum, 2013

[36] Vollzugshilfe Lichtemissionen, Entwurf zur Konsultation, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2017

6.5.2 Ausgangszustand

Solfeld «Nordfeld»

Das Gebiet im Solfeld «Nordfeld» ist sehr landwirtschaftlich geprägt und es existieren keine geschlossenen Siedlungen, sondern nur einzelne Bauernhöfe (Egelseehof, Eichhof, Landhof, Kiesholzhof). Generell ist auf den Feldstrassen auch kein relevanter nächtlicher Strassenverkehr vorhanden. Somit sind im Projektgebiet im Ausgangszustand nur punktuell künstliche Lichtquellen vorhanden und die Vorbelastung durch Lichtemissionen ist eher gering. Allerdings sind Lichtquellen durch das flache, sehr offene und ökologisch kaum strukturierte Gelände auch über weite Distanzen einsehbar.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Im Bereich des Leitungsverlaufs westlich und südlich von Möhlin sind nachts diffuse Lichtemissionen aus dem Siedlungsraum vorhanden. Entlang der Industriestrasse westlich von Möhlin und auch im Bereich der Nationalstrasse sind nachts kurzzeitige Lichtemissionen durch den Strassenverkehr vorhanden. Eine Strassenbeleuchtung ist nicht vorhanden. Im landwirtschaftlich geprägten Gebiet östlich von Möhlin (Solfelder «Zelgli» und «Asp») sind wie im Solfeld «Nordfeld» nur vereinzelte Bauernhöfe als punktuelle Lichtquellen vorhanden.

6.5.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Solfeld «Nordfeld»

Bezüglich Lichtemissionen gilt das Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässer (EG Umweltrecht, EG UWR). Dieses besagt in § 27, dass Beleuchtungsanlagen, die Aussenbereiche erhellen, so einzurichten sind, dass sie ausserhalb ihres Bestimmungsbereichs keine störenden Immissionen verursachen.

Die allgemeinen Bauarbeiten für die Erstellung der Bohrplätze und der Versorgungsleitungen erfolgen grundsätzlich tagsüber und an Werktagen. Entsprechend sind mit diesen Bauarbeiten keine Lichtemissionen verbunden. Die Bohrarbeiten für die Erschliessung der Salzvorkommen werden jedoch während der jeweils rund ein- bis anderthalbjährigen Bohrphasen in einem pausenlosen Betrieb (7 x 24 Stunden pro Woche) und somit auch nachts ausgeführt.

Lichtemissionen können nachtaktive Tiere in ihrem Verhalten beeinträchtigen aber auch einen negativen Einfluss auf Zugvögel, Insekten und Fledermäuse haben. Um die Lichtemissionen aus dem Bohrbetrieb einzudämmen werden die Bohrphasen so kurz wie möglich gehalten. Die Beleuchtung der Bohrplätze wird auf ein zwingend notwendiges Mass beschränkt. In der SIA Norm 491 [35] wird die haushälterische Lichtnutzung beschrieben als «Optimierung der Beleuchtungsbedürfnisse für den Menschen bei gleichzeitiger Minimierung der lästigen oder schädlichen Auswirkungen durch Lichtemissionen auf Mensch und Natur».

Mit gezielten konstruktiven Massnahmen in Form von Einhausungen bzw. der Lärm-schutzwände sowie Lichtabschirmungen wird das Licht gezielt auf den beabsichtigten Wirkungsbereich gebündelt und diffuse Lichtemissionen bestmöglich unterbunden. Empfohlene Leuchtmittel sind gemäss [36] Leuchten mit möglichst geringen UV- und Blauanteilen wie warmweisse oder gelbe LED-Leuchtmittel mit maximal 3'000 K Farbtemperatur.

Im Bereich von Wohnnutzungen (Egelseehof, Eichhof, Landhof und Kiesholzhof) und ökologischen Schwerpunktgebieten (z.B. Wildtierkorridor WTK AG 1) sowie in Waldnähe wird dem Aspekt Lichtemissionen besondere Bedeutung beigemessen. Hier werden die Lichtquellen so eingerichtet, dass sie von den zu schützenden Bereichen (Wohnhäuser, Waldrand, etc.) weggerichtet sind und der Lichtwurf abgeschirmt und auf den beabsichtigten Wirkungsbereich gebündelt wird.

Weitere Erläuterungen und Massnahmen bezüglich dem Wildtierkorridor sind auch dem Kapitel 6.15 Flora, Fauna, Lebensräume zu entnehmen.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Die Bauarbeiten für die Erstellung der Transportleitung und der beiden Pumpstationen «Asp» und «Nordfeld» dauern etwa sechs Monate und werden ausschliesslich tagsüber und an Wochentagen ausgeführt. Die Bauarbeiten sind entsprechend nicht mit nächtlichen Lichtemissionen verbunden.

6.5.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Im Betrieb selbst, d.h. während des eigentliche Salzabbaus sowie in der Nachbetriebsphase werden sowohl im Solfeld «Nordfeld» als auch im Perimeter der Transportleitung keine Lichtemissionen erzeugt. Entsprechend sind in der Betriebsphase zum Schutz vor Lichtemissionen keine Massnahmen erforderlich.

6.5.5 Massnahmen

Die Massnahmen zur Minimierung von Lichtemissionen beschränken sich örtlich auf das Solfeld «Nordfeld» bzw. die entsprechenden Bohrplätze und zeitlich auf die Bau- bzw. Bohrphase. Die vorgesehenen Massnahmen bezüglich Lichtemissionen werden unter 6.5.3 erläutert und in der Massnahme LI-1 zusammengefasst.

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bauphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
LI-1	Bei nächtlichen Bau- und Bohrarbeiten sind Lichtquellen auf das notwendige Mass zu beschränken. Mit gezielten konstruktiven Massnahmen (Ausrichtung, Einhausung, Abschirmung) und geeigneten Leuchtmitteln (LED mit geringen UV-/Blauanteilen) sind unnötige Lichtemissionen zu verhindern. Im Bereich von Wohnnutzungen und ökologischen Schwerpunktgebieten sind Leuchtmittel besonders restriktiv einzusetzen.	Bauphase

6.5.6 Beurteilung

Im Korridor der Transportleitung sind Lichtemissionen weder in der Bau- noch der Betriebsphase relevant. Im Bereich des Solfelds «Nordfeld» beschränken sich die Lichtemissionen auf die Bau-/Bohrphasen. Im Ausgangszustand besteht im Nordfeld nur eine geringe Vorbelastung durch Lichtemissionen. Durch die geringe Siedlungsdichte sind durch die Lichtemissionen in der Bau-/Bohrphase damit aber auch nur einzelne Haushalte betroffen. Bedeutsam bezüglich nächtlicher Lichtemissionen ist hingegen auch der Wildtierkorridor WTK AG 1 (vgl. Kapitel 6.15).

Mit der Beschränkung der Bohrplatzbeleuchtung auf das Notwendigste sowie eine gezielte Ausrichtung und Abschirmung der Lichtquellen können die Lichtemissionen und deren störenden Wirkungen deutlich vermindert werden. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen kann das Vorhaben somit umweltrechtlich konform realisiert werden.

6.6 Grundwasser / Hydrogeologie

6.6.1 Problemstellung

Die geplanten Bauvorhaben sowie die Soleförderung beinhalten einen bedeutenden Teil von untertägigen Arbeiten und Installationen. Eine Abklärung möglicher Beeinträchtigungen des oberflächennahen Grundwasservorkommens sowie tiefer liegender Grundwasserleiter während jeder Projektphase ist deshalb erforderlich. Besondere Aufmerksamkeit liegt im vorliegenden Projekt auf dem tiefer liegenden Felsgrundwasser. Es werden in dieser Beurteilung also mehrere Grundwasserstockwerke berücksichtigt. Ausserdem sind insbesondere hydrogeologische Verbindungen zwischen dem oberflächennahen (Lockergesteinsgrundwasser) und dem Felsgrundwasser, sowie zwischen den verschiedenen Formationen der Festgesteine zu evaluieren und in Zusammenhang zu stellen mit der Lage des Salzlagers.

Quantitative Beeinträchtigung

z.B. können die Bauvorhaben und die damit einhergehenden Veränderungen des Untergrundes aufgrund von Wasserhaltung während der Bauphase sowie Abdichtungen von Baugruben und Bohrungen Grundwasserfliesswege verändern oder beeinträchtigen. Zudem kann die Versickerung durch bauliche Veränderungen an der Oberfläche vermindert werden (Versiegelung). Beides würde die Ergiebigkeit von bestehenden Trink- und Brauchwasserfassungen verändern.

Qualitative Beeinträchtigung

z.B. werden im Verlaufe des Projektes wassergefährdende Flüssigkeiten verwendet, welche bei unsachgemässer Handhabung die Grundwasservorkommen gefährden können; zudem kann die Versickerung von stark verschmutztem oder stark erwärmtem Wasser oder eine Verminderung der schützenden Deckschicht die Grundwasserqualität beeinträchtigen. Neue Fliesswege könnten zwischen Grundwasserstockwerken geschaffen werden, welche die Wasserchemie des genutzten Wassers verändern.

6.6.2 Grundlagen

- [37] Jäckli H., Kempf T. (1972). Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100'000, Blatt: Bözberg-Beromünster inkl. Erläuterungen. Schweizerische Geotechnische Kommission (Hrsg.).
- [38] Kanton Aargau (online) Gewässerschutzkarte. Geoportal, www.ag.ch/app/agisviewer4/v1/agisviewer.html (aufgerufen am 19.11.2020).
- [39] Dr. Heinrich Jäckli AG (1981). Geologische Untersuchungen, Chloridbelastung des Grundwassers Rheinfelden/AG. 15.12.1981.
- [40] Kanton Aargau (online) Grundwasserkarte inkl. Profile. Geoportal, www.ag.ch/app/agisviewer4/v1/agisviewer.html (aufgerufen am 19.11.2020).
- [41] Pfirter, U. et al. (2019). Geologischer Atlas 1:25'000, Blatt 161, 1068 Sissach mit Südteil von 1048 Rheinfelden inkl. Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie swisstopo.
- [42] Vereinigte Schweizerische Salinen AG (1989). Gedanken zur Frage, ob das Schottergrundwasser im Salinenwald und Wäberhölzli, Gemeinde Rheinfelden, weiterhin genutzt werden kann. Erstellt von L. Hauber. Schweizerhalle, 24. April 1989.
- [43] GEOTEST AG (2019). Rheinfelden, Grundwasserstudie Saline Riburg. Ermittlung der Ursache der Chlorid-Belastung. Bericht 2717005.2, 20.06.2020.
- [44] GEOTEST AG (2020). Rheinfelden, Grundwasserstudie Saline Riburg. Synthese des derzeitigen Wissenstandes. Bericht 2717005.10, 26.11.2020.
- [45] Burger H. (2011). Die Thermalwasser und Mineralwässer im Kanton Aargau und seiner näheren Umgebung. Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft, 37, 91-112.
- [46] Pietsch (2015). Abschätzung möglicher Nachfolgeschäden untiefer Geothermienutzung in Mumpf: Lokalisierung eines permeablen Störungssystems. Regio Basiliensis, 56/2, 89-97.
- [47] Hauber L. (1980). Geology of the Salt Field Rheinfelden-Riburg, Switzerland. 5th Symposium on Salt Proceedings, 1, 83-90.
- [48] NAGRA (1993). Hydrochemische Synthese Nordschweiz: Dogger-, Lias-, Keuper- und Muschelkalk-Aquifere, NTB 92-08.
- [49] Hauber L. (1993). Der Mittlere Muschelkalk am Hochrhein. N. Jb. Geol. Paläont. Abb., 189, 147-170.
- [50] GEOTEST AG / Schweizer Salinen AG (2021). Rheinfelden, Saline Riburg, Salzversorgung 2025+, Überwachungs- und Nachsorgekonzept für die Solfelder der Schweizer Salinen AG im Kanton Aargau (Konzessionsgebiet Bezirk Rheinfelden), Bericht Nr. 2720050.1 vom 16. April 2021

Lockergesteinsgrundwasser

Die quartären Schotter im Gebiet der Rheinschlaufe zwischen Wallbach und Rheinfeldern stellen einen bedeutenden Lockergesteinsaquifer dar, vor allem in den Bereichen der südlichen und nördlichen Felsrinne (**Abbildung 15**). Die Mächtigkeit der Schotter beträgt im Nordarm 50 bis 80 m, im Südarm 20 bis 30 m. Die hydraulische Durchlässigkeit (10^{-2} bis 10^{-3} m/s) sowie die Fließgeschwindigkeit (12 bis 22 m/d) sind gross [37][39]. Der Grundwasserspiegel wird durch den Rhein kontrolliert. Da sich der Fluss entlang der Rheinschlaufe 20 bis 50 m in die quartären Schotter eingeschnitten hat, bedeutet dies einen meist hohen Flurabstand (**Abbildung 16**).

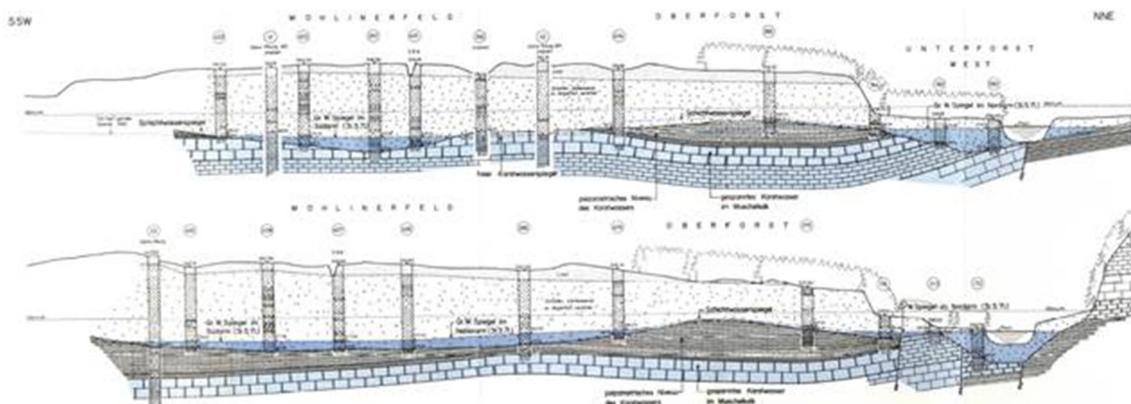


Abbildung 16: Hydrogeologische Profile durch das Möhlener Feld ([1] Tafel III).

Die Grundwasserströmung ist im ganzen Gebiet generell von Osten gegen Westen gerichtet, wobei die Lage der Felsrinnen für leichte Ablenkungen von dieser generellen Richtung verantwortlich ist (**Abbildung 16**). Die Grundwasserneubildung erfolgt vorwiegend durch Infiltration des Rheins sowie Versickerung örtlicher Niederschläge. Die Grundwasserverhältnisse (Flurabstand, Fließrichtung, Wasserqualität) werden seit 1898 von Flusskraftwerken beeinflusst.

Der Austausch mit der Atmosphäre und der Bodenschicht wird im östlichen bis südöstlichen Bereich der Rheinschlaufe durch undurchlässige Lösssedimente von bis zu 10 m Mächtigkeit beeinträchtigt (siehe Kapitel 3.2.2). Dies vermindert in diesem Bereich die Infiltration von Oberflächenwasser (angedeutet durch die ockerfarbenen Bereiche in **Abbildung 17**). Im ungefähr gleichen Bereich wird der Lockergesteinsaquifer gegen unten durch die undurchlässige Bänkerjoch-Formation abgedichtet. Ausserhalb dieses Bereiches steht der Lockergesteinsaquifer der quartären Schotter in direktem hydraulischem Kontakt mit dem Muschelkalk-Aquifer (**Abbildung 16**).

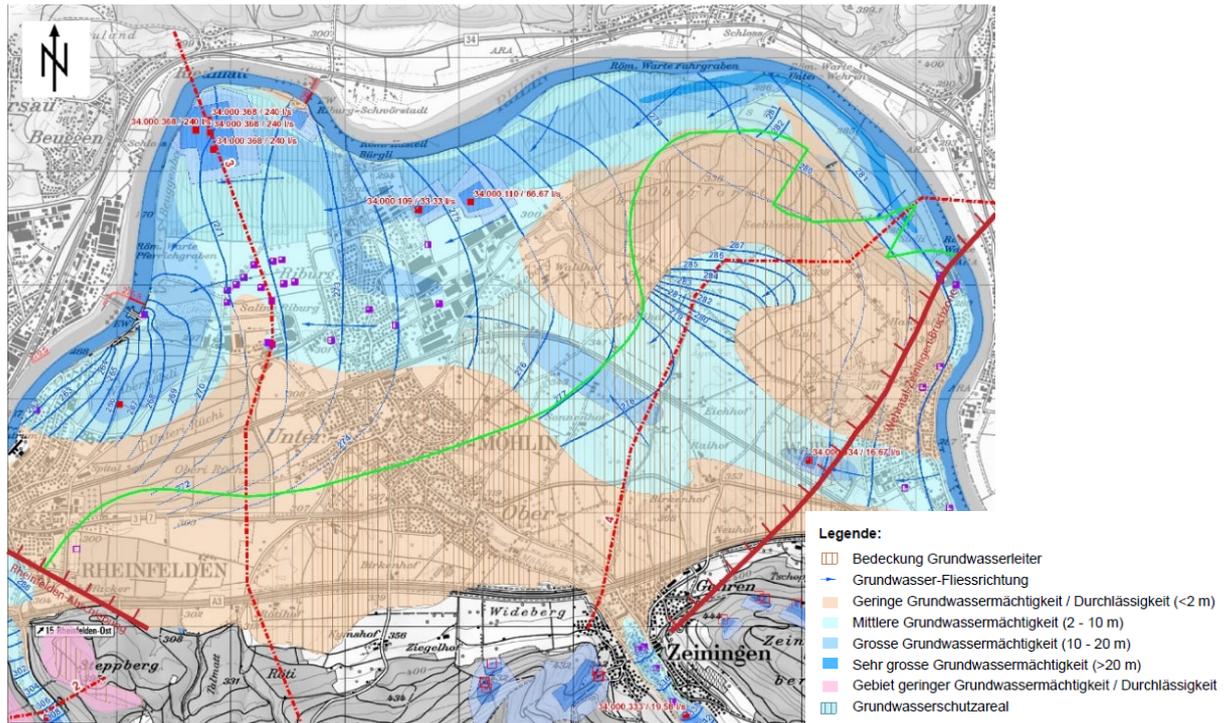


Abbildung 17: Grundwasserkarte (nicht massstäblich) mit Trink- und Brauchwasserfassungen [40]. Die Profile (gestrichelte rote Linien) sind auf dem Geoportal des Kantons Aargau einsehbar. Innerhalb (südlich) des grünen Bereiches trennt die undurchlässige Bänkerjoch-Formation den Lockergesteinsgrundwasserleiter und den Muschelkalk-Aquifer in zwei Grundwasserstockwerke. Die dunkelroten Linien im Osten und Westen zeigen die tektonischen Störungen, welche das Salzlager begrenzen; im Süden ist der Verlauf unklar.

Felsgrundwasser

Im Festgestein ist ein bedeutendes Grundwasservorkommen im Kluft- und Karstaquifer der 45 bis 50 m mächtigen Schinznach-Formation (Muschelkalk-Aquifer) vorhanden, welche mit 5 bis 10° gegen Süden einfällt. Die hydraulische Durchlässigkeit ist in erster Linie durch die starke Verkarstung gegeben, ist jedoch räumlich stark variabel. Besonders durchlässige Zonen dürften sich entlang tektonischer Störungszonen befinden [39], deren Hauptrichtungen ungefähr N-S und WNW-ESE gerichtet sind. Die Grundwasserneubildung erfolgt durch die Infiltration von Meteorwasser sowie Fluss- und Bachwasser aus dem Gebiet südlich der Rheinschleife, wo sich die Schinznach-Formation nahe der Oberfläche befindet. Auch die direkte Einsickerung über Dolinen spielt dort eine wichtige Rolle [41]. Wie oben bereits beschrieben, steht das Karstgrundwasser in denjenigen Bereichen, wo die Bänkerjoch-Formation fehlt, in hydraulischem Kontakt mit dem Lockergesteinsgrundwasser (**Abbildung 16**). Liegen die undurchlässigen Gesteine der Bänkerjoch-Formation jedoch über der Schinznach-Formation (NE bis SW Bereich der Rheinschleife), bildet das Muschelkalkwasser ein eigenes, tieferliegendes vom Schotter getrenntes Grundwasserstockwerk. Soweit bekannt [39] entspricht die Fließrichtung des Muschelkalk-Grundwassers ungefähr derjenigen des Lockergesteinsgrundwassers. In [39] wird jedoch nicht beschrieben, auf

welche Tiefe im Muschelkalk-Aquifer diese Angabe zutrifft. Im Liegenden bildet die 40 bis 50 m mächtige obere Sulfatzone der Zeglingen Formation den Grundwasserstauer [39].

Seit 1979 besteht auf dem Gebiet der Saline «Riburg» die Problematik erhöhter Chloridbelastungen im Grundwasser [39][42][43][44]. Es wurden deshalb zu diesem Thema schon zahlreiche Untersuchungen durchgeführt. Die Ursache der Verschmutzung in den 1980er Jahren ist bis heute nicht vollständig geklärt. Jäckli [39] hielt fest, dass die Chloridkonzentrationen mit zunehmender Tiefe unter dem Grundwasserspiegel in mehreren Wasserfassungen zunahmten und dass die Chloridbelastung auch bei einer Erhöhung der Pumpmenge im Wasser anstieg. Dies deutet darauf hin, dass der Herd der Verschmutzung nicht an der Oberfläche lag, sondern dass das Chlorid aus dem Salzlager aufstieg. Es ist also anzunehmen, dass Sole entlang von geologischen Störzonen in den Muschelkalk-Aquifer aufstieg und so auch in den Lockergesteinsaquifer gelangte. Ob sich die erhöhte Permeabilität entlang von Störzonen aufgrund natürlicher Lösungsprozesse bildete, oder ob Sole aufgrund des Einsturzes eines natürlichen oder durch die Salzförderung entstandenen Hohlraums ausgepresst wurde, konnte nicht abschliessend geklärt werden [39][42]. Seit 2006 liefern Routineanalysen in Messstellen auf dem Betriebsgelände der Salinen erneut Hinweise auf eine starke Chloridbelastung mit Höchstwerten von bis zu 2'400 mg/l. Diverse Untersuchungen wurden ausgeführt, bis zum jetzigen Zeitpunkt konnte jedoch noch nicht abschliessend geklärt werden, ob die Ursache der Chloridbelastung geogenen oder anthropogenen Ursprungs ist [43][44].

Anhand der Bohrungen der Feldschlösschen Brauerei sind im Gebiet im Süden der Rheinschlaufe Informationen über die Fliessverhältnisse im Muschelkalk-Grundwasser bekannt. Die Brauerei hat zwischen 1983 und 1986 sieben Bohrungen in den oberen Muschelkalk abgeteuft [48]. Die Bohrungen befinden sich bei Magden, Olsberg, Arisdorf und Zeiningen. Aufgrund der unterschiedlichen Ergiebigkeiten in den Bohrungen wurde der Muschelkalk-Aquifer als stark anisotrop interpretiert. Die Bohrung Zeiningen wurde wegen eines hohen Salzgehaltes wieder verschlossen. Es wird angenommen, dass das dort angetroffene Wasser zu einem anderen hydraulischen System gehört als das in den anderen Bohrungen angetroffene Wasser. Mithilfe der hydraulischen Potentiale in den Bohrungen konnte eine generelle Fliessrichtung des Muschelkalk-Grundwassers gegen SE bestimmt werden. Dies stimmt überein mit dem Einfallen der Schichten nach SE. Diese Fliessrichtung gilt wahrscheinlich bis zur Zeiningen-Bruchzone. Aufgrund des vertikalen Versatzes von ca. 600 m liegt südlich der Zeiningen-Bruchzone auf der Höhe der Schinznach-Formation kristallines Grundgebirge mit geringer Durchlässigkeit (**Abbildung 6**). Es ist also anzunehmen, dass das Muschelkalk-Wasser entlang der Zeiningen-Bruchzone, wo die Permeabilität höher ist, Richtung Rhein (Richtung NE) abfließt.

Ob sich die Erkenntnisse aus den Feldschlösschen Bohrungen bezüglich Fliessrichtung im Muschelkalk-Aquifer auf das Gebiet der Saline übertragen lassen, bleibt unklar. Wie oben erwähnt fließt gemäss einer Karte in [41] das Muschelkalk-Grundwasser in die gleiche Richtung wie das Schottergrundwasser. Es ist jedoch nicht beschrieben, ob sich diese Fliessrichtung nur auf den oberen oder den gesamten Wasserkörper

bezieht. Es wäre zum Beispiel vorstellbar, dass das tiefere Muschelkalk-Grundwasser die gleiche Fliessrichtung zeigt, wie das in den Bohrungen von Feldschlösschen erbohrte Wasser, nämlich nach SE.

Obwohl der definierte Betrachtungsperimeter Felsgrundwasser unterhalb der Kaiseraugst-Formation nicht umfasst, wird hier aufgrund der Wichtigkeit als Thermalquellen/-wasser trotzdem kurz auf Wässer im kristallinen Grundgebirge und im Rotliegenden hingewiesen [45]. Es handelt sich hier um Kluftgrundwässer insbesondere des kristallinen Grundgebirges, welche entlang von Störungszonen in das Rotliegende aufsteigen können. Diese Grundwässer sind stark mineralisiert und ihre Temperatur ist erhöht. Generell ist davon auszugehen, dass im Raum Sissach-Rheinfelden sowie östlich davon bei Bohrungen, die das Rotliegende oder das kristalline Grundgebirge erreichen, mit hochmineralisiertem, artesischem Thermalwasser gerechnet werden muss. Bohrungen in solche Tiefen sind deshalb auf diesem Gebiet nicht erlaubt [41]. Oberflächennahe Austritte von Thermalwasser sind auch bekannt. Bei Mumpf, wo das Rotliegende direkt unter den Niederterrassenschottern liegt, wurden Austritte von artesischem und hochmineralisiertem Grundwasser in die Niederterrassenschotter nachgewiesen [46].

Karst

Karstphänomene sind auf dem Gebiet der Rheinschlaufe von Möhlin und südlich davon weit verbreitet [41]. Am offensichtlichsten zu beobachten sind Karststrukturen, wo mesozoische Festgesteine an der Oberfläche aufgeschlossen sind, also südlich der Rheinschlaufe. Insbesondere Dolinen werden häufig im Grenzbereich Schinznach-/Bänkerjoch-Formation beobachtet. Abgeteufte Bohrungen innerhalb der Rheinschlaufe zeigen durchgehend eine tiefgründig verkarstete und im Nahbereich von Störungszonen auch zerklüftete Schinznach-Formation. Subrosion ist im untersuchten Gebiet auch ein verbreitetes Phänomen, besonders im Bereich der Evaporite der Zeglingen-Formation. Die evaporitischen Gesteine werden vor allem entlang von Schichtgrenzen durch schichtparallele Wasserzirkulation sowie in der Nähe von permeablen Störungen gelöst. Die schichtparallele Wasserzirkulation hat zur Folge, dass das Salzlager Richtung Süden subrodiert. Als Resultat wird zwischen Rheinfelden und Brennet (Deutschland, 4 km nördlich von Bad Säckingen) ein Salzhang beschrieben, entlang welchem die Mächtigkeit des Salzes auf 0 m abnimmt [41][47]. Ausserdem ist gebietsweise durch die Lösung von Gips der Zeglingen-Formation ein Gips-Karst entstanden, in dem Wässer zirkulieren und das Gebirge weiter auslaugen können, z.B. in Rinau, wo die Zeglingen-Formation in hydraulischem Kontakt mit den Rheinschottern steht [37].

Grundwassernutzung/-schutz

Die Nutzung von Lockergesteinsgrundwasser innerhalb der Rheinschlaufe Wallbach-Rheinfelden ist mengenmässig für die Nordwestschweiz bedeutend [41]. Das Grundwasser wird sowohl als Trink- als auch als Brauchwasser für die Industrie genutzt (**Abbildung 15**).

Trink- und Brauwasserfassungen:

Von Ost nach West befinden sich bedeutende Trinkwasserfassungen inklusive deren ausgeschiedenen Schutzzonen bei Wallbach (1'000 l/min), nördlich von Möhlin (2 Fassungen zu jeweils 4'000 l/min), beim Heimeholz (1 Fassung zu 550 l/min; 4 Fassungen zu ~14'400 l/min) und beim Wäberhölzli (1 Fassung zu ~4'000 l/min). Zusätzlich werden die Grundwasservorkommen in den quartären Schottern durch zahlreiche gefasste Quellen auf dem Gemeindegebiet von Rheinfelden genutzt.

Da es nitratfrei ist, wird das Karstgrundwasser aus dem Muschelkalk-Aquifer von der Brauerei Feldschlösschen als Brauwasser gepumpt [41][48]. Eine weitere bedeutende Fassung im Muschelkalk liegt südlich von Kaiseraugst.

Brauchwasserfassungen:

Brauchwasser wird neben der Saline «Riburg» (12 Fassungen mit einer totalen Entnahmemenge von 50'000 l/min) von weiteren Bezüglern (5 Fassungen mit einer totalen Entnahmemenge von ~1'350 l/min) gepumpt.

Tektonische Störungen als hydr. Verbindungen zwischen Festgesteinsformationen

Obwohl die wechselweise Abfolge von Grundwasserleitern und -stauern grundsätzlich keinen vertikalen Austausch von Grundwässern unterschiedlicher Stockwerke erlaubt, ist dennoch der Aufstieg von tieferen Wässern entlang von tektonischen Störungszonen möglich [37][41]. Die erforderlichen Wasserwegsamkeiten sind auf starke Zerklüftung resp. Verkarstung im Bereich der Störzonen zurückzuführen. Entlang dieser Bruchzonen kann die Verkarstung durch die Wasserzirkulation fortschreiten und dementsprechend die Durchlässigkeit erhöhen. Wenn keine tektonischen Störungen vorhanden sind, sind folgende Verhältnisse gegeben, stratigraphisch von unten nach oben: Die mergelige Schichtenfolge der Kaiseraugst-Formation ist undurchlässig und bildet somit eine Trennschicht zu den Tiefengrundwässern des Kristallins/Rotliegenden (**Abbildung 2**). Die Evaporite der Zeglingen-Formation, welche das Salzlager miteinschliessen, sind in ihrem ursprünglichen Zustand ebenfalls undurchlässig. Im Nahbereich von tektonischen Störungen und Karsthohlräumen ist es möglich, dass permeable Verbindungen vom Gips-Karst der Zeglingen-Formation in die Schinznach-Formation und demnach in den Muschelkalk-Aquifer entstehen [37]. Dass Verbindungen mit Gips-Karst-Grundwässern bestehen, deutet die Chemie der Muschelkalk-Grundwässer an, welche im Vergleich zu Karstwasser in Formationen des Juras viel stärker mineralisiert sind [37].

Das kürzlich veröffentlichte geologische Atlasblatt [41] zeigt zahlreiche Bruchzonen im Bereich der Möhliner Rheinschlaufe, welche in einer kleinräumigen Vergitterung NNE-SSW und ESE-WNW streichen (**Abbildung 5**). Diese Bruchzonen sind an der Oberfläche nicht aufgeschlossen, sondern basieren auf Prospektions- und Produktionsbohrungen für Steinsalz, Trink- und Thermalwasser. Insbesondere die Fortführung von Brüchen von der Basis zum Dach des Salzlagers wird widersprüchlich diskutiert. Hauber [47][49] beschreibt ein tektonisch ungestörtes Salzdach, während

[41] diese Beobachtung als die Basis der aktuellen Subrosion des Steinsalzes diskutiert, welche demnach rund 120 m unter dem aktuellen Rhein- und Grundwasserspiegel liegen würde.

6.6.4 Auswirkungen in den Bauphasen

Mögliche Auswirkungen

Während der Bau- und Bohrphasen sind folgende mögliche Auswirkungen zu berücksichtigen und durch entsprechende Massnahmen zu verhindern:

- Beeinträchtigung oberflächennaher Grundwasserleiter durch den Leitungsbau.
- Verschmutzung an der Oberfläche durch wassergefährdende Stoffe (Diesel, Hydrauliköl, Schmiermittel), welche auf der Bohrstelle gelagert werden und in den Boden resp. ins Grundwasser infiltrieren können.
- Verunreinigung und Verbindung von unterschiedlichen Grundwasserstockwerken beim Bohren.
- Die Produktionsbohrung trifft an der Basis der Sulfatzone, im Übergangsbereich zum Salzlager, auf Subrosionserscheinungen.

Beurteilung

Leitungsbau

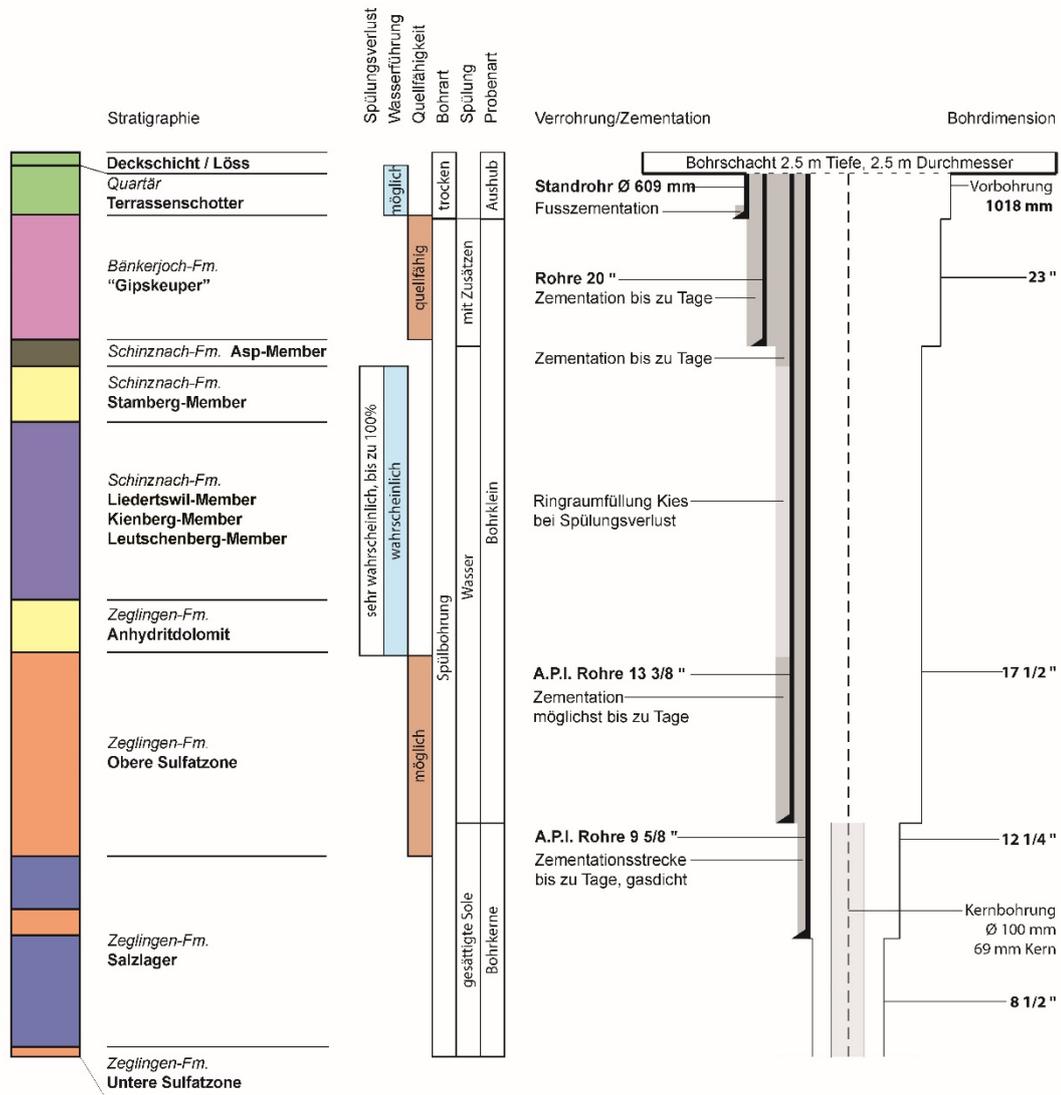
Beim Verlegen der Leitungen in bis zu 1.5 m Tiefe wird das Grundwasser, welches im Bereich des «Nordfelds» einen grossen Flurabstand hat, nicht tangiert.

Verschmutzung an der Oberfläche und Verunreinigung von Grundwasserstockwerken

Eine Produktionsbohrung muss grundsätzlich so erstellt werden, dass dadurch keine qualitative und quantitative Beeinträchtigung von durchfahrenden Grundwasserleitern entsteht. Konkret heisst dies, dass:

- das Eindringen von grundwassergefährdenden Stoffen von der Oberfläche her über die Bohrung ins Gebirge verhindert wird.
- für das Bohren grundsätzlich keine grundwassergefährdenden Stoffe eingesetzt werden (z. B. in der Spülung).
- die Bohrung im Endzustand gegenüber dem Umgebungsgestein abgedichtet ist (kein vertikaler Austausch von Flüssigkeiten möglich).
- die Bohrung im Endzustand keine hydraulischen Kurzschlüsse zwischen unterschiedlichen Grundwasserstockwerken zulässt und so konzipiert ist, dass ein gewässerschutzkonformer Verschluss realisiert werden kann.

Das für das Solfeld «Nordfeld» geplante Bohrschema (**Abbildung 18**) berücksichtigt die lokalen hydrogeologischen Gegebenheiten und sieht wirksame Massnahmen zum Schutz des Grundwassers vor.



Spezifikation Rohre, Zement, Absetztiefen				
Rohrtour	Rohrmaterial/-typ	Rohrverbindungen	Zement	Absetztiefe
Standrohr 609 mm	Stahl	geschweisst	Portlandzement	≥ 1 m in festen Fels
Rohre 20"	Stahl	geschweisst	Portlandzement	ca. 2 m in Asp-Mb.
Rohre 13 3/8"	Stahl, A.P.I. 5CT	geschraubt	Robusto 4R-S, hoch sulfatbeständig	ca. 10 m über Top Salzlager
Rohre 9 5/8"	siehe unten	siehe unten	Robusto 4R-S, hoch sulfatbeständig	ca. 1 m in unteres Salzlager

Spezifikation letzte zementierte Rohrtour (Casing 9 5/8")	
Material	L80
A.P.I. Norm	5CT
Wandstärke	43,5#/ft (=11.05 mm Wand)
Verbinder	Tenaris TSH Blue (gadicht)

Abbildung 18: Geplantes Bohrschema für die Produktionsbohrungen im Nordfeld.

Zur Überprüfung der geplanten Massnahmen wird ein Grundwasserüberwachungskonzept ausgearbeitet, das die Überwachungsorte, die Messtechnik sowie das Messprogramm beschreibt. Es dient der Erhebung des Ausgangszustandes (Grundwasserqualität vor Solbeginn) und soll solange umgesetzt werden, bis die Produktionsbohrungen endgültig verschlossen sind.

Zusätze Bohrspülung

Während der Bohrungen befindet sich die Bohrspülung in einem geschlossenen Kreislauf und wird wiederverwendet. In der Regel treten, ausser in der Schinznach-Formation, wo zum Schutz des Grundwassers mit Trinkwasser gebohrt wird, keine Bohrspülverluste auf. Die in der Bänkerjoch-Formation (Gipskeuper) verwendeten Zusätze zur Bohrspülung (hauptsächlich Bentonit und Polypac; Tabelle 2) dienen der Abdichtung des Bohrloches. Es bildet sich ein Film aus Bentonit entlang der Bohrlochwand, der im Untergrund verbleibt.

Tabelle 2: Vorgesehene Spülgusätze für den Einsatz im Gipskeuper.

Name	Zweck	Menge [kg/m ³]	Anteil [%] in Spülung
Bentonit	Viskositätserhöhung	30-60	3-6
Polypac	Verhinderung Wasserabgabe in die Formation	5-15	0.5-1.5
Soda (Natriumkarbonat)	pH-Regulierung	Nach Bedarf	
Zitronensäure	pH-Regulierung	Nach Bedarf	
Mica	Verstopfungsmaterial/Verlustmaterial	Nach Bedarf	
Kalziumkarbonat	Beschwerungs- und Verstopfungsmaterial/Verlustmaterial	Nach Bedarf	
DUO-VIS	Viskositätserhöhung	Nach Bedarf	
Defoam-X	Entschäumer	Nach Bedarf	

- Bentonit ist ein natürlich vorkommendes Material aus verschiedenen Tonmineralen. In der verwendeten Konzentration ist Bentonit fischtoxisch. Ansonsten ist es nicht umweltgefährdend. Bentonit ist nicht wasserlöslich und somit nicht mobil im Untergrund. Damit ist sein Einsatz in der Bohrspülung unbedenklich.
- Polypac ist eine polyanionische Zellulose, die unter der aktuellen Gesetzgebung als nicht umweltgefährdend erachtet wird.
- Natriumkarbonat oder Soda ist ein Salz der Kohlensäure und wird unter anderem als Lebensmittelzusatzstoff verwendet. Es sind keine umweltschädlichen Auswirkungen bekannt.
- Zitronensäure: Es sind keine umweltschädlichen Auswirkungen bekannt.
- Mica oder Glimmer ist ein natürliches Mineral. Es sind keine umweltschädlichen Auswirkungen bekannt.

- Kalziumkarbonat: Kalkstein. Es sind keine umweltschädlichen Auswirkungen bekannt.
- DUO-VIS besteht aus Xanthangummi und Glyoxal. Xanthangummi ist ein natürliches Polysaccharid und wird als Lebensmittelzusatzstoff verwendet. Glyoxal kommt als Spurengas in der Atmosphäre vor und wird chemisch hergestellt. Glyoxal ist biologisch abbaubar, es besteht kein Verdacht auf Bioakkumulation. DUO-VIS ist leicht biologisch abbaubar. Gemäss den aktuellen EU -Kriterien ist DUO-VIS nicht als persistent, bioakkumulierend oder toxisch eingestuft.
- Defoam-X ist nach zurzeit geltenden Gesetzen nicht als gesundheitsschädlich oder umweltgefährlich angesehen.

Im Salz wird mit gesättigter Sole gebohrt, um eine Salzlösung während der Bohrung zu verhindern. Die verwendete Sole wird von der Saline zurückgenommen.

Subrosion

Produktionsbohrungen mit Subrosionserscheinungen an der Basis der Oberen Sulfatzone - im Übergangsbereich zum Salzlager - bergen die Gefahr von ungewollten Wasserzirkulationen. Diese können zu einer Fortsetzung bzw. Beschleunigung der Subrosion sowie zu einer qualitativen Beeinträchtigung des Muschelkalk-Aquifers führen.

Gemäss Bohrschema für Produktionsbohrungen (**Abbildung 18**) wird bereits über der Basis Obere Sulfatzone / Top Salzlager auf Kernbohrung umgestellt. Die Beurteilung von Subrosionserscheinungen in dieser Zone kann deshalb auf der Basis von Kernmaterial erfolgen.

6.6.5 Auswirkungen in der Betriebsphase

Mögliche Auswirkungen

Während der Betriebsphase sind folgende mögliche Auswirkungen zu berücksichtigen und durch entsprechende Massnahmen zu verhindern:

- Unkontrolliertes Wachstum der Kaverne in die Höhe, so dass sie das Deckgebirge erreicht und Sole aus der Kaverne entweichen und den Muschelkalk-Aquifer im Hangenden verunreinigen kann und/oder unerwünschte Auslaugungs- und Subrosionsprozesse erzeugen kann.
- Die Kaverne dringt lateral in einen Bereich vor mit zuvor unbekannter natürlicher Subrosion (Salzkarst) und/oder einer zuvor unbekanntem hydraulisch durchlässigen Störzone, so dass Sole aus der Kaverne entweichen kann.

Beurteilung

Unkontrolliertes Wachstum in die Höhe

Die geplanten Kavernen werden durch Solung mit Stickstoff-Blanket ausgeführt. Diese Methode entspricht dem Stand der Technik und ist aus hydrogeologischer Sicht zu empfehlen. Stickstoff (N₂) ist Bestandteil der Luft (ca. 78%) und ist für die Umwelt ungiftig. Stickstoff ist ein Inertgas, d.h. es reagiert nicht oder nur in verschwindend

geringem Masse mit anderen Substanzen und ist deshalb keine grundwassergefährdende Substanz. Bei der Kavernensolung wird Stickstoff als Sperrmedium (Blanket) eingebracht, um den Dachbereich (Firste) der Kaverne vor Auflösung zu schützen und ein unkontrolliertes Wachsen nach oben zu verhindern. Die Wirksamkeit des Blankets wird mittels Überwachung des Blanketdruckes, Blanketspiegels sowie mit periodischen Hohlraumvermessungen der Kavernen überprüft.

Unerwünschtes laterales Wachstum der Kaverne in einen sensiblen Bereich

Ein unerwünschtes laterales Wachstum der Kaverne in einen Bereich mit zuvor unbekanntem Salzkarst oder einer hydraulisch durchlässigen Störung führt zu Gas- und Soleverlusten. Da während dem Solbetrieb sowohl der Blanketdruck / Blanketspiegel überwacht und eine Bilanzierung der injizierten und produzierten Wasser- resp. Solemengen vorgenommen wird, werden solche Verluste festgestellt. In einem solchen Fall, wird der Solbetrieb unterbrochen, um die Ursache festzustellen.

6.6.6 Auswirkungen in der Nachsorgephase

Nach Beendigung der Salzförderung bleiben die Kavernen zur Stabilisierung mit gesättigter Sole gefüllt und verschlossen. Durch das Verwenden von Sole für die Auffüllung wird eine weitere Salzlösung verhindert.

Mögliche Auswirkungen

Im Endzustand sind folgende mögliche Auswirkungen zu berücksichtigen und durch entsprechende Massnahmen zu verhindern:

- Infiltration von Sole in das primär dichte Salzgestein und darüber hinaus ins Deckgebirge infolge sekundär induzierter Permeabilität, wenn der Kaverneninnendruck sich der Gebirgsspannung annähert.
- Unkontrollierte Fortsetzung der Kavernensolung (induzierte Subrosion).
- Eruptiver Soleaustritt aus stillgelegter Produktionsbohrung.
- Einsturz einer Kaverne und Beeinträchtigung der Grundwasserqualität im Abstrombereich.

Beurteilung

Infiltration von Sole in das primär dichte Salzgestein

Für die Stilllegung und den Verschluss einer einzelnen Kaverne resp. eines Solfeldes sind Nachsorgekonzepte (generisch und lokationsspezifisch) notwendig, die sowohl geotechnische Aspekte als auch die Ausführung des Verschlusses berücksichtigen. Seit dem 16. April 2021 liegt das «Überwachungs- und Nachsorgekonzept für die Solfelder der Schweizer Salinen AG im Kanton Aargau (Konzessionsgebiet Bezirk Rheinfelden)» [50] vor, das durch die kantonalen Behörden genehmigt wurde. Dieses Dokument beinhaltet Massnahmen, welche die Schweizer Salinen AG hinsichtlich ei-

ner sicheren Verwahrung von Bohrungen und Kavernen zu treffen hat. Die im Dokument aufgeführten Abläufe und Massnahmen sind umzusetzen. Für die Infiltration von Sole in das primär dichte Salzgestein ist am Ende der Solung für die jeweilige Kaverne ein Nachsorgekonzept im lokationsspezifischen Nachweis darzustellen.

Unkontrollierte Fortsetzung der Kavernensolung

Nach Beendigung der Salzförderung bleiben die Kavernen zur Stabilisierung mit gesättigter Sole gefüllt und werden verschlossen. Dadurch wird eine unkontrollierte Fortsetzung der Salzlösung verhindert. Voraussetzung dafür ist, dass auch unter Berücksichtigung von natürlichen, geogenen Prozessen (z.B. Subrosion) die Kavernen hydraulisch dicht und mechanisch integer bleiben. Dieser Nachweis ist im Rahmen eines Nachsorgekonzeptes zu erbringen.

Eruptiver Soleaustritt

Im Rahmen der Aufarbeitung Sole-Austritt Sulzhof (Produktionsbohrung S87 im Solfeld «Sulz» Konzessionsgebiet Schweizerhalle) hat die Schweizer Salinen AG einen Anpassungsbedarf verschiedener Betriebsprozesse und -konzepte erkannt und eine Überarbeitung der internen Arbeitsanweisungen veranlasst, wie mit stillgelegten Bohrungen umgegangen werden soll.

Es wird empfohlen diese Arbeitsanweisung, die sich momentan in Ausarbeitung befindet, durch einen externen Experten prüfen zu lassen.

Kaverneneinsturz

Für die Stilllegung von Kavernen sind im Rahmen der Nachsorgekonzepte (generisch und lokationsspezifisch) geomechanische Stabilitätsnachweise zu liefern, um die langfristige Stabilität sicherzustellen.

6.6.7 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau- und Betriebsphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	
GW-1	<p>Es wird ein Grundwasserüberwachungskonzept zur Überwachung der Grundwasserqualität ausgearbeitet. Dieses Konzept beinhaltet die Überwachungsorte, Angaben zur Messtechnik sowie das Messprogramm. Im Konzept ist zu berücksichtigen, dass der Ausgangszustand der Grundwasserqualität vor Produktionsbeginn zu erheben und zu überwachen ist; dass für die Grundwasserüberwachung Bohrungen bis an die Basis des Muschelkalk-Aquifers reichen, in genügender Anzahl vorhanden und räumlich entsprechend verteilt sind, so dass ein allfälliger Salzaustritt ins Grundwasser festgestellt werden kann und dass die Grundwasserüberwachung so lange durchgeführt wird, bis die Produktionsbohrungen endgültig verschlossen sind.</p> <p>Zusätzlich sind Abbruch-Kriterien (z.B. maximaler Anstieg der Leitfähigkeit an der Basis des Muschelkalk-Aquifers) zu formulieren. Wird ein Abbruch-Kriterium erreicht, ist die Produktion ganz oder in Teilen einzustellen.</p>	Projektierung
GW-2	Die Abläufe und Massnahmen gemäss «Überwachungs- und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50] sind umzusetzen.	Projektierung
GW-3	Im Rahmen der Erkundung des geplanten Solfeldes «Nordfeld» führte die Schweizer Salinen AG im Herbst 2020 eine 3D-Reflexionsseismik durch. Sollten die Ergebnisse dieser Seismik Hinweise für unbekanntete Störungen resp. Subrosionserscheinungen liefern, ist zu prüfen, ob die Situation neu zu beurteilen ist.	Projektierung
GW-4	Allfällige Reparaturen und Wartungsarbeiten von Maschinen werden ausschliesslich auf versiegelten und kontrolliert entwässerten Installationsplätzen durchgeführt. Unter Maschinen, die nur mit unverhältnismässigem Aufwand vom Einsatzort entfernt werden können, werden Auffangwannen platziert. Die eingesetzten Maschinen werden regelmässig gewartet.	Bauphase
GW-5	Für Fahrzeuge und Maschinen ist die Verwendung von biologisch rasch abbaubaren Hydraulikölen (Wassergefährdungsklasse 0/1) vorgesehen.	Bauphase
GW-6	Treibstoffe und wassergefährdende Stoffe werden ausschliesslich in doppelwandigen Tanks in standfesten Auffangwannen mit einem Auffangvolumen von 100% gelagert.	Bauphase
GW-7	Ölwehrbesteck, Bindemittel und Auffangwannen sind entsprechend den gelagerten Öl- und Treibstoffmengen auf der Baustelle vorhanden.	Bauphase
GW-8	An der Oberfläche verhindern die sachgemässe Lagerhaltung von wassergefährdenden Stoffen, ein zementierter Bohrschacht sowie ein geschweisstes und einzementiertes Standrohr mit Überstand die Versickerung von grundwassergefährdenden Stoffen.	Bauphase
GW-9	Beim Bohren wird eine wasserbasierte Bentonitspülung respektive eine reine Süswasserspülung bis zum Salztop eingesetzt. Das Salzlager wird mit einer NaCl-gesättigten Spülung durchteuft. Weitere Spezifikationen zu den Spülungszusätzen befinden sich in Tabelle 2.	Bauphase
GW-10	Die potentiell quellfähige Bänkerjoch-Formation wird eigens hinter eine einzementierte Verrohrung (20"-Hilfsrohrtour) gebracht und geschützt.	Bauphase

Nr.	Massnahme	
GW-11	Der regionale Muschelkalk-Aquifer in der Schinznach-Formation wird zweifach mit zwei verschiedenen Rohrtouren geschützt. Die 13 3/8"-Ankerrohrtour wird unter und über dem Aquifer einzementiert werden. Im Bereich des Aquifers ist eine Ringraumfüllung mit Kies geplant, wenn Spülungsverluste auftreten. Die letzte 9 5/8"-Rohrtour wird durchgehend einzementiert. Damit werden wirksam ein Austausch von Flüssigkeiten zwischen Bohrung und Gebirge sowie hydraulische Kurzschlüsse entlang der Bohrung verhindert.	Bauphase
GW-12	Als Massnahme zur Gewährleistung der Dichtheit und mechanischen Stabilität der Sicherheits-Salzscheibe wird die genaue Absatztiefe der letzten 9 5/8"-Rohrtour mit Hilfe von gebirgsmechanischen Berechnungen festgelegt.	Bauphase
GW-13	Vor Solbeginn wird die Qualität der Zementation der Rohrtouren mit Hilfe eines CBL-Logs festgestellt und die Dichtheit des Rohrschuhes der letzten 9 5/8"-Rohrtour wird mit Hilfe eines Dichtehheitstests (Wasser- und Gasdichtheit) getestet.	Bauphase
GW-14	Als Massnahmen zur Kontrolle von unkontrollierten Laugungs- und Subrosionsprozessen im Übergangsbereich Basis Obere Sulfatzone – Top Salzlager plant die Schweizer Salinen AG Produktionsbohrungen mit entsprechenden Hinweisen nicht in Betrieb zu nehmen und zu verfüllen.	Bau- und Betriebsphase
GW-15	Ergeben sich beim Abteufen einer Produktionsbohrung Hinweise für Subrosion an der Basis der Oberen Sulfatzone, d.h. im Übergangsbereich zum Salzlager, wird gemäss mündl. Mitteilung der Schweizer Salinen AG auf einen Solbetrieb in dieser Bohrung verzichtet und die Bohrung wird gemäss Stand der Technik verfüllt.	Bau- und Betriebsphase
GW-16	Die Kavernensolung wird mit einem N ₂ -Blanket ausgeführt, welche ein unkontrolliertes Wachstum der Kaverne in die Höhe verhindert.	Betriebsphase
GW-17	Bei der Kavernensolung werden Blanketdruck / Blanketpiegel kontinuierlich überwacht und es findet eine Mengenbilanzierung statt. Allfällige Druckabfälle resp. Verluste können festgestellt und der Solbetrieb kann unterbrochen werden, um die Ursache festzustellen. Wenn die Ursache nicht mit technischen Massnahmen behoben werden kann, wird der Solbetrieb eingestellt und die Bohrung und die Kaverne stillgelegt und verschlossen.	Betriebsphase
GW-18	Der Kavernenhohlraum wird periodisch vermessen.	Betriebsphase
GW-19	Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Nachsorgekonzept im lokationsspezifischen Nachweis darzustellen gemäss Vorgabe «Überwachungs- und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50].	Betriebs- und Nachsorgephase
GW-20	Überarbeitung der internen Arbeitsanweisung, wie mit stillgelegten Bohrungen umgegangen werden soll und Prüfung durch einen externen Experten.	Betriebs- und Nachsorgephase
GW-21	Geomechanischer Nachweis zur langfristigen Stabilität von Kavernen gemäss Vorgabe «Überwachungs- und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50].	Betriebs- und Nachsorgephase

6.6.8 Beurteilung

Auf der Basis der durchgeführten Beurteilungen kann geschlossen werden, dass voraussichtlich für alle Phasen die Erschliessung der neuen Solfelder der Saline «Riburg» ohne nachteilige Auswirkungen auf das Grundwasser umsetzbar ist, wenn:

- die unterirdischen Bauwerke (Bohrungen und Solkavernen) technisch dicht erstellt werden. Dies ist mit einer sorgfältigen und nach Stand der Technik ausgeführten Planung und Ausführung der Bohrungen und Kavernen machbar.
- die über den Solkavernen liegenden Schichten (Sicherheits-Salzscheibe und Basis Obere Sulfatzone) mechanisch integer und dicht sind und bleiben. Die erforderliche Mindestmächtigkeit dieser geologischen Barriere muss mit Hilfe von gebirgsmechanischen Modellierungen festgelegt werden. Als Grundlage für diese Modellierungen dienen die in den noch auszuführenden Sondierbohrungen geplanten geologischen, bohrlochgeophysikalischen, geomechanischen und hydraulischen Messdaten. Schliesslich kann mit Hilfe der 3D-Reflexionsseismik beurteilt werden, ob eine ausreichende Mächtigkeit der geologischen Barriere gewährleistet werden kann. Sollten sich dabei Hinweise ergeben, dass die Wirksamkeit dieser geologischen Barriere beeinträchtigt sein könnte, muss die Situation neu beurteilt werden.

Die folgenden Konzepte werden ausgearbeitet:

- Es wird ein Grundwasserüberwachungskonzept ausgearbeitet.
- Vor Erschliessung des Solfeldes ist ein generelles (generisches) Nachsorgekonzept zu erstellen, welches die geplanten Kavernen in ihrem generellen Design sowie ihrer Lage berücksichtigt.
- Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Nachsorgekonzept mit lokationsspezifischem Nachweis darzustellen.

6.7 Oberflächengewässer und aquatische Lebensräume

6.7.1 Grundlagen

[51] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24.1.1991

[52] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28.10.1998

[53] Arbeitshilfe zur Umsetzung der Gewässerräume in der Nutzungsplanung, Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, 2017

[54] Karten Gewässer (Bachkataster), Oekomorphologie Fliessgewässer und Seen und Fischlaichgebiete, Geoportal des Kantons Aargau, Stand: November 2020

6.7.2 Ausgangszustand

Solfeld «Nordfeld»

Die Rheinebene im Raum Rheinfelden-Möhlin-Wallbach ist von Natur aus arm an Oberflächengewässern. Im Süden des Solfelds «Nordfeld» verläuft auf Gemeindegebiet Zeiningen der Bach Heidigraben auf einer Länge von ca. 750 m von West nach Ost und mündet nach weiteren ca. 1.3 km in den Rhein. Der Heidigraben ist ein kanalisiertes, geradlinig verlaufendes Bächlein, das nur nach längeren Niederschlägen durchgehend Wasser führt. Ohne Niederschlag versickert das Wasser häufig im Untergrund, sodass der Bach regelmässig kein Wasser führt.

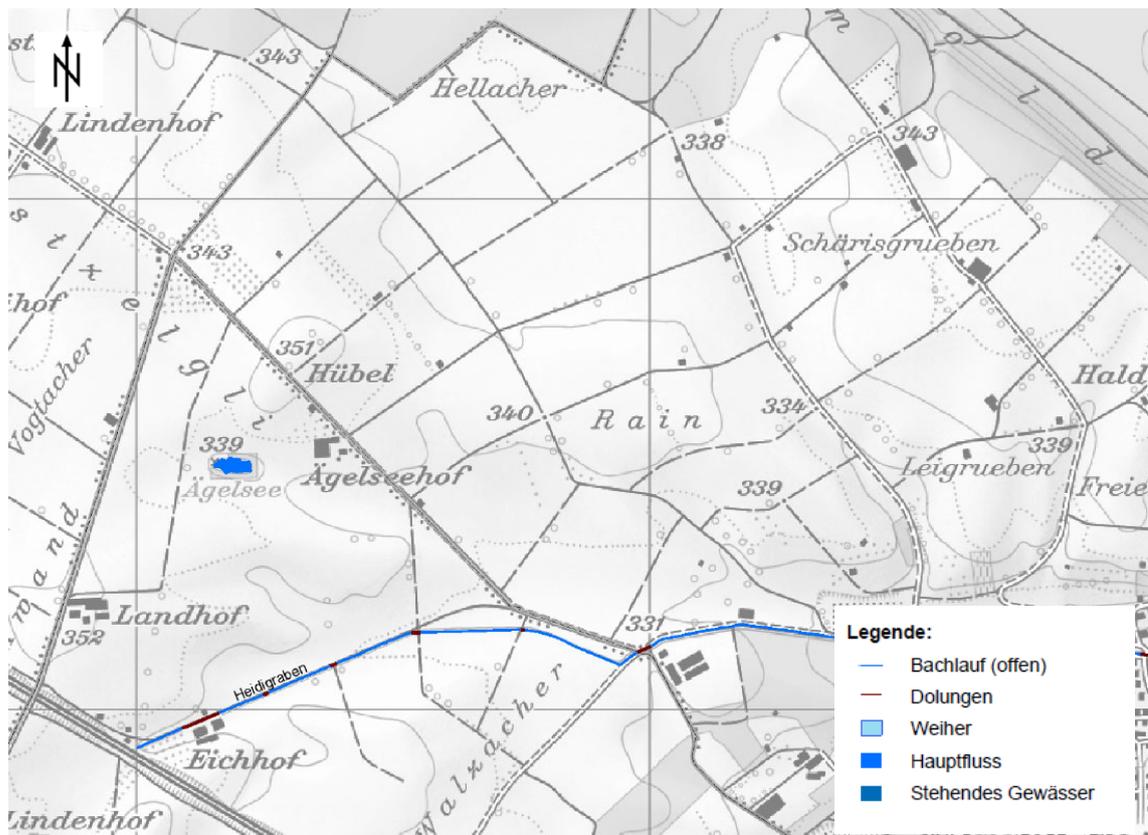


Abbildung 19: Gewässerkarte / Bachkataster (Geoportal des Kantons Aargau, [54])

Der Heidigraben gehört zum Fischereirevier Nr. 3 «Rhein». Durch die Begradigung ist der Bachlauf mit seinen Böschungen eher naturfremd und auf der Nordwestseite verläuft in wenigen Metern Entfernung (und somit im Gewässerraum) eine asphaltierte Feldstrasse parallel zum Bachlauf. Entsprechend verfügt der Heidigraben nicht über naturnahe Uferböschungen bzw. eine naturnahe Ufervegetation. Die Uferbestockung beschränkt sich auf dem gesamten betroffenen Bachabschnitt von rund 750 m auf 5 – 10 Bäume und Sträucher. Gemäss der Karte Fischlaichgebiete sind im vom Vorhaben betroffenen Bachabschnitt keine Laichgebiete verzeichnet.

Westlich ausserhalb des Projektperimeters liegt als Oberflächengewässer der kleine Ägelsee mit einer Fläche von ca. 1'800 m². Der Toteissee und seine unmittelbare Umgebung sind als 7'500 m² grosses Naturschutzgebiet im Nutzungsplan Kulturland

(NPK) ausgeschieden und ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung (siehe Kapitel 6.15 und Anhang 1).

Ansonsten befinden sich im Perimeter des Solfelds «Nordfeld» und dessen unmittelbaren Umgebung keine oberirdischen Gewässer.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Die Linienführung der Transportleitungen von der Saline «Riburg» ins Solfeld «Nordfeld» verläuft im Osten von Rheinfeldern auf einer Länge von ca. 330 m parallel zum Bach «Chleigrütgraben». Der Bach verläuft wie der Name verrät in einem Graben zwischen der Industriestrasse im Osten und einem parallelen Feldweg im Westen. Die Breite des Grabens variiert dabei zwischen ca. 6 m und 13 m. Der Chleigrütgraben gehört zum Fischereirevier Nr. 1 «Rhein» und im betroffenen Abschnitt ist ein Schongebiet ausgeschieden. Ökomorphologisch wird der Bachabschnitt als natürlich bis wenig beeinträchtigt eingestuft. Der Bachlauf und die Uferbereiche sind trotz der räumlichen Einschränkungen naturnah gestaltet und es besteht eine ökologisch wertvolle Uferbestockung mit Bäumen und Sträuchern. Aufgrund der Gerinnebreite von weniger als 2 m beträgt die Breite des Gewässerraums gemäss [53] 11 m.

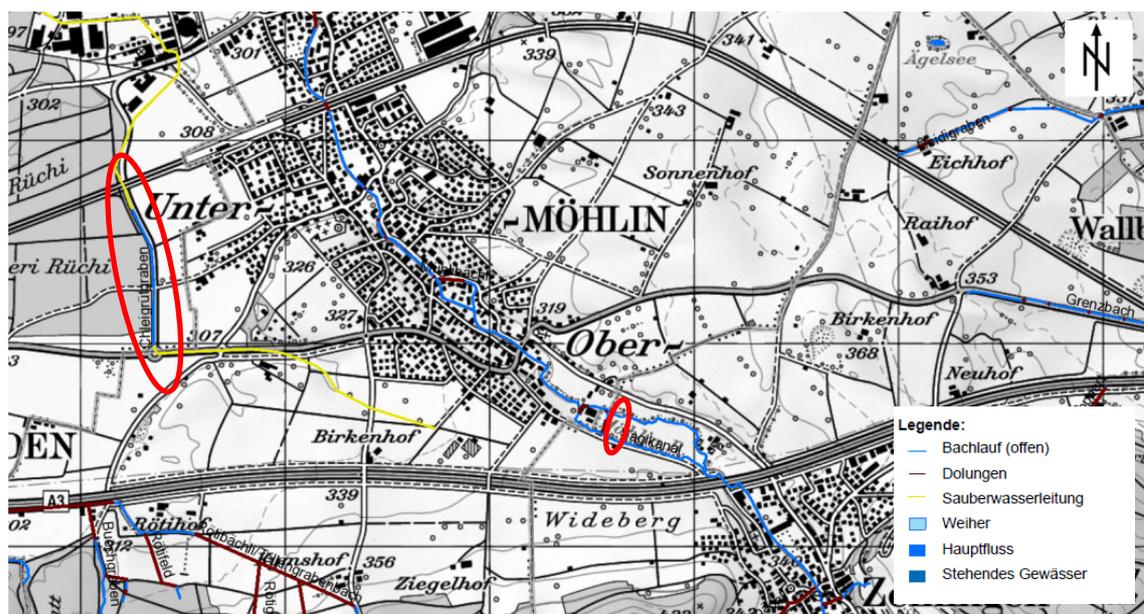


Abbildung 20: Gewässerkarte / Bachkataster (Geoportal des Kantons Aargau, [54])

Im Gelände zwischen dem bestehenden Solfeld «Bäumlihof» und dem geplanten Solfeld «Nordfeld» sind kaum Fließgewässer und stehende Gewässer vorhanden. Einzig im Raum Brüel, südöstlich von Möhlin, wird die Transportleitung sowohl den «Möhlinbach» als auch den «Sagikanal» queren. Der Möhlinbach verläuft von Südosten nach Nordwesten quer durch Möhlin und mündet nach ca. 4 km in den Rhein. Der Bach gehört zum Fischereirevier Nr. 139 «Möhlinbach». Im Bereich der geplanten Querung weist der Möhlinbach gemäss der Karte Ökomorphologie Fließgewässer [54] einen künstlichen Verlauf auf und es sind keine Fischlaichgebiete ausgewiesen.

Der Sagikanal wurde wie der Name verrät einstmals künstlich angelegt, um ein Sägewerk zu betreiben. Dazu wurde im Oberlauf Wasser vom Möhlinbach abgezweigt und das Wasser wird im Unterlauf wieder in den Möhlinbach eingeleitet. Dieser Bachlauf gehört zum Fischereirevier 721 «Sagikanal». Der Bachlauf und die Uferzone werden ökomorphologisch als wenig beeinträchtigt taxiert.

Der Bereich der geplanten Bachquerungen liegt in geringer Entfernung im Oberstrom zu einem Gebiet mit einer sehr hohen Laichgrubendichte von Forellen.

Im übrigen Verlauf der Transportleistungen befinden sich weiträumig keine oberirdischen Gewässer.

6.7.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Solfeld «Nordfeld»

Im Solfeld «Nordfeld» wird an zentraler Lage südöstlich des Ägelseehofs eine Pump- und Transformatorenstation erstellt. Diese Einrichtungen weisen eine Entfernung von 575 m zum Gewässer Ägelsee bzw. von 500 m zu dessen östlicher Naturschutzgebietsgrenze auf. Die Entfernung zum Gewässer Heidigraben beträgt 430 m.

Die dem Ägelsee nächst gelegenen Bohrplätze in der Zone 5 weisen zum Gewässer eine minimale Distanz von 140 m und zu dessen Schutzgebiet 45 m und 90 m auf. Alle übrigen Bohrplätze sind mindestens 100 m entfernt. Entsprechend wird der Ägelsee und sein Naturschutzgebiet durch die Bau- und Bohrarbeiten nicht direkt tangiert.

In der Zonen 1 sind in geringer Entfernung zum Heidigrabenbächlein insgesamt vier Bohrstandorte geplant (vgl. Anhang 1). Die Bohrplätze werden auf der dem Bach abgewandten Seite unmittelbar an die Eichhofstrasse (Feldstrasse) angrenzend angelegt. Gemäss der Arbeitshilfe zur Umsetzung der Gewässerräume in der Nutzungsplanung [53] bemisst sich der Gewässerraum bei einer Gerinnesohlenbreite von 0.5 – 2.0 m für Bauten und Anlagen aus der Gerinnesohlenbreite sowie beidseitig 6 m ab der Uferlinie. Die Grenze des Gewässerraums entspricht somit ziemlich genau dem nordwestlichen Strassenrand. Entsprechend liegen sowohl die Bohrplätze als auch die drei Bohrungen inkl. der geplanten Bohrschächte ausserhalb des Gewässerraums des Bachs Heidigraben. Zwei weitere Bohrplätze weiter nordöstlich an der Eichhofstrasse weisen eine Entfernung von 25 m bzw. 40 m zum Gewässer auf und liegen somit deutlich ausserhalb des Gewässerraums.

Das Vorhaben verursacht somit in der Bau-/Bohrphase keine Veränderungen der Wasserführung, der Gewässersohle oder der Uferbereiche und es wird auch kein Wasser in das Gewässer geleitet. Beim Bau der Bohrplätze wird zudem keine Ufervegetation beeinträchtigt.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Der Korridor der Transportleitung folgt in Rheinfeldern rund 700 m parallel zum Gewässer «Chleigrütgraben» bzw. zur Industriestrasse. Der Korridor weist eine Breite von rund 40 m auf und umfasst Bereiche beidseits des Gewässers.

Um das Gewässer nicht zu beeinträchtigen und auch um das Waldgebiet zu schonen, wird die Transportleitung vollständig im Feldwegtrasse westlich des Chleigrütgrabens verlegt. Der bestehende, rund 3 m breite Fussweg sowie zwei Zufahrten von der Industriestrasse her erlauben im gesamten Abschnitt eine optimale Zugänglichkeit für den Bau des Leitungsgrabens.

Die Bauarbeiten für die Transportleitung umfassen einen konventionellen Leitungsgrabenaushub mit ca. 1.8 m Tiefe und ca. 1.20 m Breite und stellen somit grundsätzlich keine erhöhte Gefährdung für das Gewässer dar. Obwohl der Feldweg selbst zumindest teilweise noch im Gewässerraum (6 m ab Uferlinie) liegt, können die Bauarbeiten für die Leitung ausgeführt werden, ohne dass das Gewässer oder dessen bewachsener Uferstreifen beeinträchtigt werden. Für die Leitungsverlegung innerhalb des Feldweges sprechen auch Aspekte bezüglich Wald und Boden. So wird durch die geplante Leitungsführung im Vergleich zu einem ortsgleichen Ersatz der bestehenden Leitung das im Westen angrenzende Waldgebiet (geschützter Eichenwald) nicht tangiert und entsprechend geschont (vgl. Kapitel 6.14). Zudem wird durch den Leitungsverlauf unter dem Weg eine Beanspruchung und Beeinträchtigung von Landwirtschaftsboden vermieden, was bei den lokal teilweise sehr verdichtungsempfindlichen Böden (vgl. Kapitel 6.9.2 und **Abbildung 24**) besonders zu begrüssen ist.

Im Raum «Brüel» in Möhlin quert die Transportleitung den Möhlinbach und den Sagikanal senkrecht zur Fliessrichtung, wodurch der tangierte Abschnitt minimiert wird. Der ursprünglich geplante Einbau der Leitung im Hochwasserdamm wäre ohne Beeinträchtigung der beiden Gewässer möglich gewesen, wurde jedoch aus Gründen der Dammsicherheit von den zuständigen Behörden als nicht bewilligungsfähig beurteilt. Alternativ wird die Leitung nun im Einstaubereich, also östlich des Hochwasserdamms erstellt. Die beiden Bäche werden dabei unterquert, wobei die baulichen Eingriffe in die Gewässer aufgrund der geringen Gewässerbreiten und Abflussmengen räumlich sehr klein gehalten werden und zudem rasch ausgeführt werden können. Die genaue Ausführungsart der Leitungsquerung wird im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens aufgezeigt.

Im Bereich des Ägelsees wurde der Korridor der Transportleitung so ausgeschieden, dass einerseits eine möglichst kurze Linienführung im Bereich bestehender Feldwege möglich ist und gleichzeitig der Korridor ausserhalb der Schutzzone (Laichgebiete A und B) liegt (vgl. Kapitel 6.15). Die minimale Entfernung der Transportleitung zum Ägelsee (Gewässer) beträgt 90 m. Somit wird der Ägelsee selbst und sein umgebenes Naturschutzgebiet durch das Vorhaben nicht tangiert bzw. beeinträchtigt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in der Bauphase zwar kurzzeitig und lokal Arbeiten im Nahbereich von Gewässern ausgeführt werden, dadurch aber keine Veränderungen der Wasserführung, der Gewässersohle oder der Ufervegetation resultieren. Es wird auch kein Wasser in das Gewässer geleitet (siehe auch Kapitel 6.8 Entwässerung). Durch die Bauarbeiten können aber der Möhlinbach und der Sagikanal sowie deren Uferstreifen vorübergehend kleinräumig tangiert werden.

6.7.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

In der Betriebsphase erfahren die Oberflächengewässer im gesamten Projektperimeter keine negativen Beeinträchtigungen gegenüber dem Ausgangszustand. Sämtliche Einrichtungen (Transportleitung, Bohrlöcher, Fördervorrichtungen, etc.) sind baulich so abgesichert, dass für oberirdische Gewässer keine Gefahr besteht.

6.7.5 Massnahmen

Wie den obenstehenden Ausführungen zu entnehmen ist, sind Massnahmen zum Schutz von Oberflächengewässern nur bis und mit Bau-/Bohrphase erforderlich. Generell werden Bauarbeiten in den Gewässerräumen (insbesondere Querung des Möhlinbachs und des Sagikanals, Leitungsbau entlang Chleigrütgraben) ausschliesslich ausserhalb der Laichzeiten, also im Zeitraum Mai bis September ausgeführt. Im Gewässerraum selbst werden nur bauliche Eingriffe ausgeführt, die projektbedingt notwendig sind. Sämtliche Einrichtungen, Zwischenlager, etc. werden ausserhalb des Gewässerraums angeordnet. Dadurch können unnötige Beeinträchtigungen des Gewässerraums vermieden werden.

Mobile Treibstofftanks für Baumaschinen werden, sofern diese überhaupt vor Ort erforderlich sind, an geeigneten und sicheren Stellen ausserhalb des Gewässerraums und in sicherer Entfernung zum Gewässer eingerichtet. Andere umweltgefährdende Stoffe kommen bei den Bauarbeiten nicht zur Anwendung. Baumaschinen und Geräte dürfen den Gewässerraum ausserhalb der bestehenden Wege nicht tangieren und müssen über Nacht oder an den Wochenenden ausserhalb des Gewässerraums abgestellt werden.

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
OG-1	Bauarbeiten im Gewässerraum werden ausschliesslich ausserhalb der Laichschonzeiten ausgeführt, d. h. von Mai bis September.	Planung
OG-2	Die Bestimmungen zum Schutz der Gewässer werden in die Untertehnerausschreibung integriert.	Submission
OG-3	Die Eingriffe in den Gewässerraum sind auf das baulich Notwendige zu beschränken. Einrichtungen, Materialdepots und Abstellflächen müssen ausserhalb des Gewässerraums angeordnet werden.	Bauphase
OG-4	Bei Bau- und Bohrarbeiten an Gewässern ist die Lagerung von umweltgefährdenden Stoffen im Gewässerraum verboten und ausserhalb auf das Notwendigste zu beschränken. Gefahrstoffe werden vor Fremdeinwirkung gesichert und in Auffangwannen mit ausreichendem Rückhaltevolumen gelagert.	Bauphase
OG-5	Das Abstellen von mobilen Betankungsanlagen und die Betankung selbst haben ausserhalb des Gewässerraums zu erfolgen.	Bauphase
OG-6	Ausserhalb der Arbeitszeiten sind Baumaschinen und Geräte ausserhalb des Gewässerraums abzustellen.	Bauphase

6.7.6 Beurteilung

Mögliche Auswirkungen des Vorhabens auf Oberflächengewässer beschränken sich örtlich auf lokale Gebiete bzw. Gewässer (Chleigrütgraben, Heidigraben und Möhlinbach/Sagikanal) und zeitlich auf die Bau-/Bohrphase. In der Betriebsphase sind durch das Vorhaben keine negativen Auswirkungen auf Oberflächengewässer zu erwarten. Mit der Umsetzung der unter 6.7.5 beschriebenen Massnahmen kann das Vorhaben umweltrechtlich konform realisiert werden.

6.8 Entwässerung

6.8.1 Grundlagen

[55] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991

[56] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998

[57] SIA Empfehlung 431, Entwässerung von Baustellen, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA) und Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, September 1997

[58] Grundwasserkarte, Gewässerschutzkarte und Versickerungskarte, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.8.2 Ausgangszustand

Das Gebiet im Solfeld «Nordfeld» sowie der geplanten Transportleitung liegt praktisch vollständig im Landwirtschaftsgebiet. Die Feldwege und -strassen sind teilweise versiegelt und entwässern in der Regel über die Schulter (Versickerung). Die Bohrplätze im Solfeld «Nordfeld» und das Trasse der Transportleitungen liegen vollständig im Gewässerschutzbereich Au (**Abbildung 15**).

6.8.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Die Behandlung von Baustellenabwasser richtet sich grundsätzlich nach der SIA-Empfehlung «Entwässerung von Baustellen» [57] und den allgemeinen gewässerschutzrechtlichen Vorgaben ([55], [56]).

Bei der Erstellung der Bohrplätze sowie den Aushub- und Bauarbeiten für die Transportleitung fällt grundsätzlich kein Baustellenabwasser an. Durch den Einsatz von mobilen chemischen Toiletten fällt voraussichtlich zudem weder bei den Bauarbeiten im Solfeld noch bei der Leitungsbaustelle häusliches Abwasser an.

Bei den Bohrarbeiten entsteht nebst dem Bohrgut auch Bohrschlamm, der über ein Schüttelsieb in ein Absetzbecken geleitet wird, wo Feinanteile sedimentieren. Das abgesetzte Wasser wird wieder als Spülwasser verwendet (geschlossener Kreislauf) und der abgesetzte Schlamm wird von Zeit zu Zeit mit einem Saugwagen abgepumpt und gesetzeskonform entsorgt (vgl. Kapitel 6.11).

6.8.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

In der Betriebsphase fällt grundsätzlich kein betrieblich verursachtes Abwasser an. Meteorwasser kann sowohl auf den unversiegelten Mergelbohrplätzen als auch im Bereich der Transportleitungen ungehindert in den Untergrund versickern. In den Bohrschächten anfallendes Niederschlagswasser wird gefasst bzw. abgepumpt und den Leitungen der Sole für die Salzproduktion zugegeben.

6.8.5 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau- und Betriebsphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
ENT-1	Die Behandlung von Baustellenabwasser erfolgt gemäss den gesetzlichen Bestimmungen (GSchG, GschV) sowie der SIA-Empfehlung Nr. 431 «Entwässerung von Baustellen».	Bauphase

6.8.6 Beurteilung

In der Bauphase fällt nur bei den Bohrarbeiten Abwasser an. Die Baustellenentwässerung wird nach den gewässerschutzrechtlichen Vorgaben sowie nach SIA-Empfehlung 431 «Entwässerung von Baustellen» ausgeführt. In der Betriebsphase fällt ausserhalb des Betriebsareals der Saline «Riburg» kein Abwasser an. Entsprechend verursacht das Vorhaben keine relevanten Umweltauswirkungen durch Abwasser.

6.9 Boden / Fruchtfolgeflächen

6.9.1 Grundlagen

[59] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983

[60] Verordnung über die Belastung des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998

[61] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015

[62] Schweizer Normen SN 640 581a, 640 582, 640 583 Erdbau, Boden, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), 2000

[63] Bodenschutz beim Bauen, Leitfaden Umwelt Nr. 10, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 2001

[64] Richtlinie für den fachgerechten Umgang mit Böden (Rekultivierungsrichtlinie) Schweizerischer Fachverband für Sand und Kies (FSK), 2001 (aktuell in Überarbeitung)

- [65] Handbuch Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 2003
- [66] Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 2011
- [67] Boden und Bauen, Stand der Technik und Praktiken, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2015
- [68] Anforderungen an ein Bodenschutzkonzept, Gemeinsames Merkblatt der Bodenschutzfachstellen des Cercle Sol NWCH, Stand: Januar 2016
- [69] Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung, Ein Modul der Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen», Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2021
- [70] Anforderungen an ein Pflichtenheft der bodenkundlichen Baubegleitung (BBB), Gemeinsames Merkblatt der Bodenschutzfachstellen des Cercle Sol NWCH, Stand: Januar 2020
- [71] Bodenkarte, Kulturlandplan, Prüfperimeter Bodenaushub, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.9.2 Ausgangszustand

Solfeld «Nordfeld»

Die Landschaft im Solfeld «Nordfeld» ist ausgeprägt landwirtschaftlich und insbesondere ackerbaulich geprägt. Die Landwirtschafts- bzw. Fruchtfolgeflächen dehnen sich sehr kleinräumig zwischen dem relativ dichten Feldwegnetz aus. Die Landwirtschaftsflächen umfassen eine Vielzahl von einzelnen, aneinander gereihten Grundstücken bzw. Grundstückstreifen, die teilweise lediglich eine Breite von ca. 10 m aufweisen.

Die ackerbauliche Nutzung ist durch die lokal sehr guten Bodeneigenschaften erklärbar. Im Gebiet «Rain» handelt es sich gemäss Bodenkarte ([71], **Abbildung 21**) hauptsächlich um senkrecht durchwaschene Parabraunerden auf weitgehend ebenem Gelände. Die Böden sind flächenhaft tiefgründig bis sehr tiefgründig und weisen somit eine pflanzennutzbare Gründigkeit (PNG) von 70 – 150 cm auf.

Im Walzacher (Zeiningen) und nördlich des Kiesholzhofs (Wallbach) ist die Parabraunerde bzw. Braunerde lokal nur mässig tiefgründig bis tiefgründig (PNG 50 – 100 cm) und ist mässig geprägt durch Staunässe. In den betroffenen Bereichen sind jedoch nur wenige der insgesamt 65 Bohrplätze geplant. Mit Ausnahme der staunassen Böden weisen die örtlichen Böden gemäss SN 640 582 [62] generell eine normale bis schwache Bodenverdichtungsempfindlichkeit auf. Staunasse Böden weisen hingegen (insbesondere bei hoher Porensättigung) eine erhöhte bis stark erhöhte Empfindlichkeit für Bodenschadverdichtungen auf.

Aufgrund dieser guten Bodeneigenschaften, ist die gesamte Fläche des Solfelds «Nordfeld» als Fruchtfolgefläche ausgewiesen (**Abbildung 22**) und wird entsprechend landwirtschaftlich intensiv bewirtschaftet.

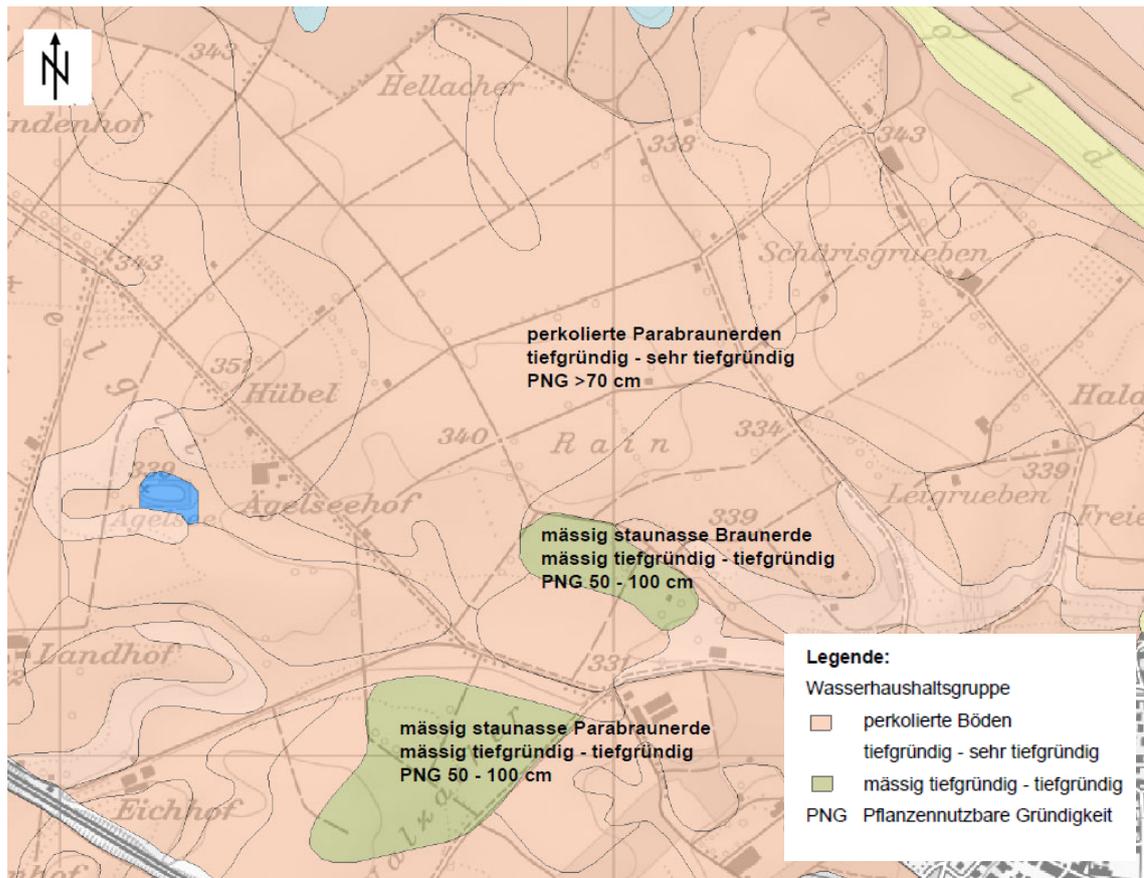


Abbildung 21: Bodenkarte Bereich Solfeld «Nordfeld» (Geoportal des Kantons Aargau, [71])

Aufgrund des sehr dichten Netzes an versiegelten und unversiegelten Landwirtschaftsstrassen und Feldwegen, ist das Gebiet «Rain» im Möhlinerfeld auch sehr gut erschlossen und leicht zugänglich.

Aufgrund der landwirtschaftlichen Prägung des Gebiets sind im Solfeld «Nordfeld» gemäss Prüfperimeter Bodenaushub (PBA, [71]) keine Verdachtsflächen für chemisch belastete Böden aufgeführt (**Abbildung 23**). Die nächstgelegenen Einträge im PBV befinden sich im Raum Eichhof südwestlich des Solfelds. Entlang des Trassees der Bahnlinie Mumpf – Möhlin, ist beidseitig ein 10 m breiter Geländestreifen im PBA eingetragen. Hier besteht infolge Abrieb von Fahrleitungen und Stromabnehmer, Rädern, Schienen und Bremsbelägen ein erhöhter Verdacht auf Bodenbelastungen mit Kupfer. Zudem besteht lokal ein Eintrag rund um einen Freileitungsmasten. Dieser ist begründet durch den möglichen Abrieb und Verwitterung des Korrosionsschutzanstrichs. Der Belastungsverdacht besteht für die primären Schadstoffe Blei, Cadmium, Chrom und Zink sowie für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).

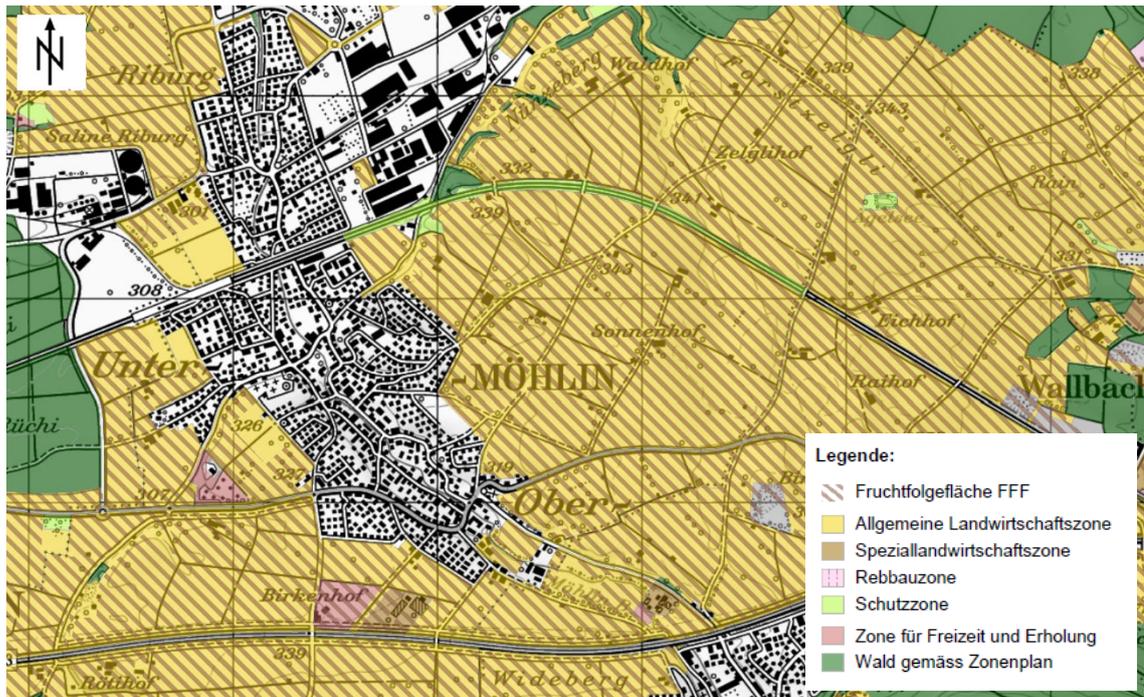


Abbildung 22: Kulturlandplan Fruchtfolgeflächen (Geoportals des Kantons Aargau, [71])

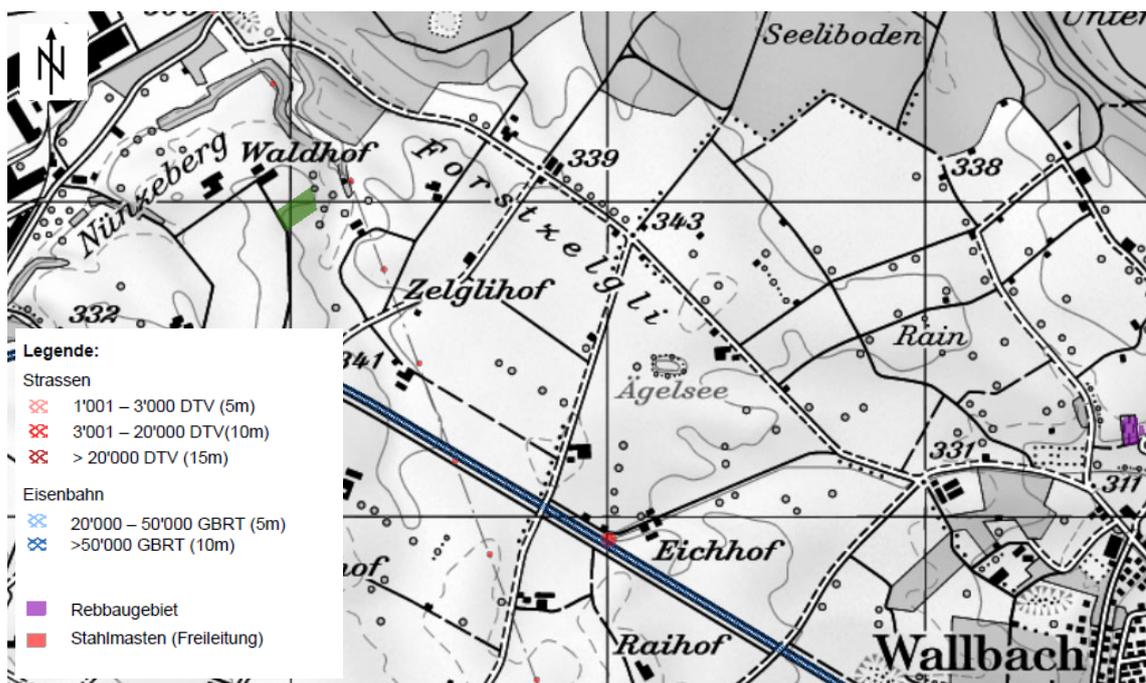


Abbildung 23: Prüfperimeter Bodenaushub (Geoportals des Kantons Aargau, [71])

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Auch die Geländekammer östlich von Möhlin ist sehr landwirtschaftlich und ackerbau-lich geprägt und weist ähnliche Bodeneigenschaften auf wie im Solfeld «Nordfeld». In der Ebene überwiegen senkrecht durchwaschene, tiefgründige bis sehr tiefgrün-

dige Parabraunerden mit einer PNG von 70 – 150 cm. Nur lokal sind die Böden geprägt von Grund- und Staunässe, so beispielsweise entlang des heutigen und einstigen Verlaufs des Bachs «Wolfhöfligraben» (nördlich und südlich der Bahnlinie).

Zwischen Möhlin und Zeiningen, wo die Hangfusslage des «Sunnenbergs» topographisch prägend ist, zeigt die Bodenkarte [71] ein heterogenes Muster an verschiedenen Bodentypen. Während in den ebenen Flächen ebenfalls tiefgründige perkolierte Parabraunerden und Braunerden vorherrschen, sind die Böden lokal auch durch Stauwasser beeinflusst oder gar geprägt. So im Raum Brüel, wo nördlich und südlich des Möhlinbachs mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerde-Pseudogleye kartiert sind. Im Raum Birkenhof südlich von Möhlin dehnt sich eine stauwasserbeeinflusste, tiefgründige Parabraunerde aus. Böden mit Stauwassereinfluss weisen generell eine erhöhte Verdichtungsempfindlichkeit auf.

Im weiteren Verlauf westlich folgen bis zur Kantonsstrasse K292 wieder tiefgründige bis sehr tiefgründige Parabraun- und Braunerden, lokal auch Kalkbraunerde. Zwischen der Kantonsstrasse K292 und der Saline «Riburg» liegen im Süden tiefgründige bis sehr tiefgründige Braunerden und im Norden entsprechende Parabraunerden. Im Bereich nördlich und südlich der Bahnlinie sind die Böden mässig staunass und teilweise selten bis zur Oberfläche gesättigt. Aufgrund dieser Bodeneigenschaften weist der Boden lokal bei Nässe eine erhöhte Verdichtungsempfindlichkeit auf.

Trotz der stark variierenden Bodeneigenschaften sind die gesamten Landwirtschaftsflächen im Bereich der Transportleitung im Kulturlandplan [71] als Fruchtfolgeflächen ausgeschieden (**Abbildung 22**) und werden landwirtschaftlich weitgehend intensiv genutzt.

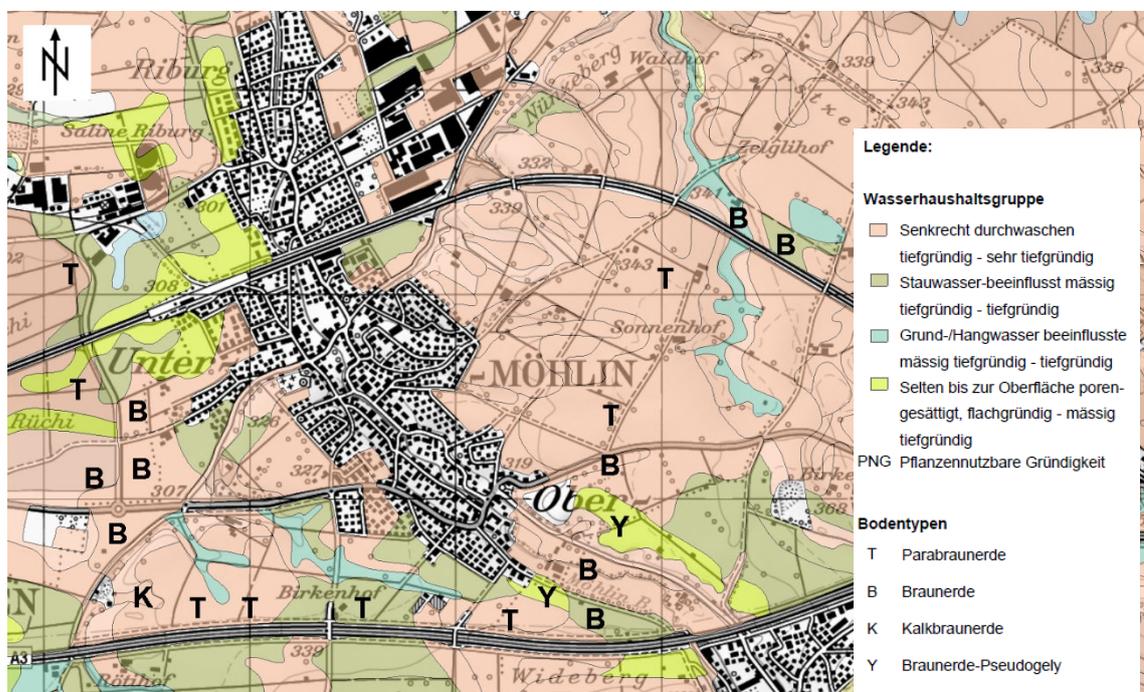


Abbildung 24: Bodenkarte Bereich Transportleitung (Geoportal des Kantons Aargau, [71])

Trotz der weitgehend landwirtschaftlichen Prägung quert der Korridor der Transportleitung verschiedentlich Bereiche, die im Prüferperimeter Bodenaushub [71] eingetragen sind (**Abbildung 25**). Vom Solfeld «Nordfeld» herkommend werden zunächst die Landstrasse und die Haldenstrasse gequert, bei welchen beidseits der Strasse ein 5 m breiter Streifen im PBA eingetragen ist. Infolge Treibstoffverbrennung, Abgasemissionen, Abrieb von Strassenbelag, Bremsbelag und Reifen besteht lokal ein erhöhter Verdacht auf Bodenbelastungen mit Blei und PAK.

Im Gebiet Schufelacher südlich von Möhlin befindet sich auf den Grundstücken Kat.-Nrn. 2637 und 1784 ein sehr grosses Areal einer Gärtnerei, welches ebenfalls im PBA eingetragen ist. Aufgrund des möglichen Einsatzes von Gartenhilfsstoffen, Pflanzenschutzmitteln, Düngern, Kompost und Asche besteht hier der Verdacht auf Bodenbelastungen mit Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, Quecksilber und PAK sowie möglicherweise auch Chlorpestiziden.

Weiter westlich beim Birkenhof ist ein Hopfenanbaugesamt im PBA eingetragen, bei welchem durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit Kupferbelastungen im Boden zu rechnen ist.

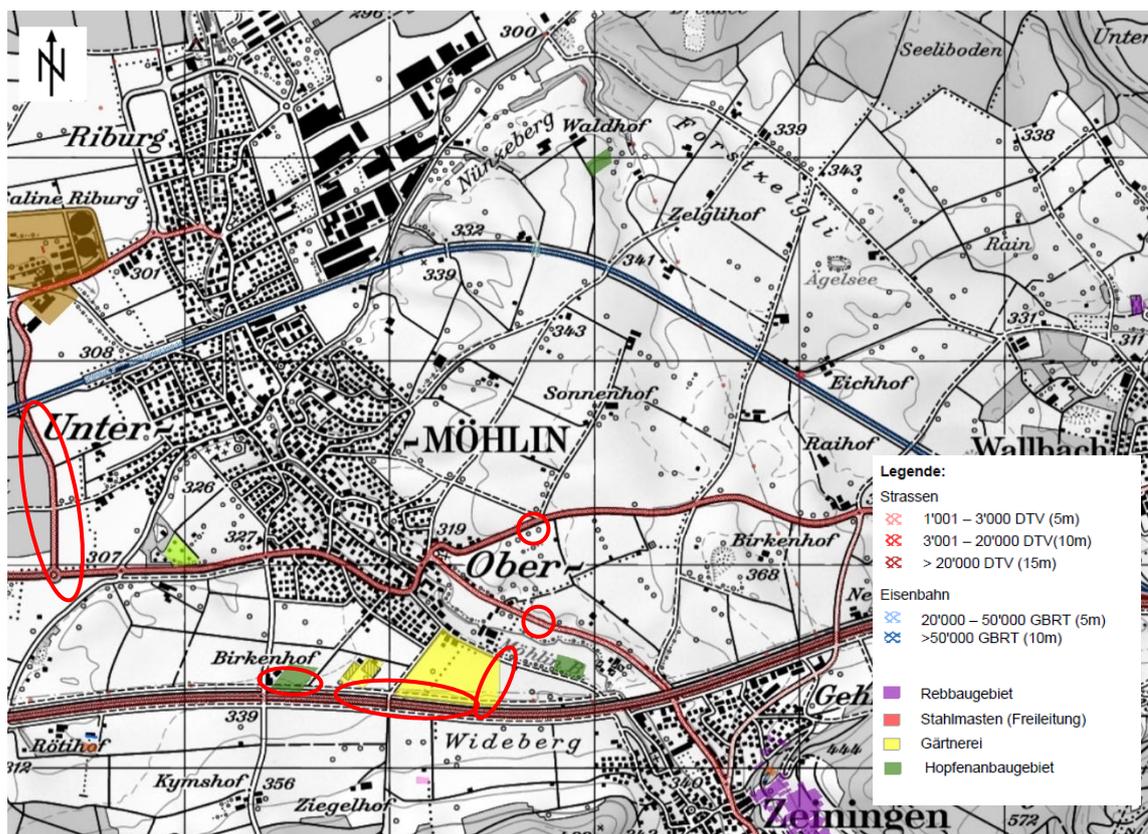


Abbildung 25: Prüferperimeter Bodenaushub (Geoportal des Kantons Aargau, [71])

Südlich dieser Landwirtschaftsnutzungen verläuft zudem die Nationalstrasse A3 von Ost nach West und parallel dazu eine Freileitung mit korrosionsgeschützten Stahlmasten. Beidseits der Nationalstrasse ist ein 15 m breiter Streifen im PBA eingetragenen, in welchem ein Belastungsverdacht auf Blei und PAK durch Emissionen aus dem Strassenverkehr besteht. Im Umkreis von 10 m um die Freileitungsmasten besteht ein Verdacht auf Belastungen mit Blei, Cadmium, Chrom und Zink sowie PAK infolge Verwitterung von Korrosionsschutzanstrichen.

Weitere PBA-Einträge gibt es bei der Querung der Kantonsstrasse K292 und entlang der Industriestrasse (Verdacht: Blei und PAK) sowie bei der Querung der Bahnlinie (Verdacht: Kupfer).

6.9.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Solfeld «Nordfeld»

Alle 65 geplanten Bohrstandorte im Solfeld «Nordfeld» werden unmittelbar angrenzend an bestehende Strassen oder Feldwege erstellt. Dadurch ist eine hervorragende Erschliessung sichergestellt, ohne dass temporäre Baupisten erstellt werden müssen. Durch die Nutzung bestehender Strassen und Wege gibt es für die Erschliessung grundsätzlich keine temporäre Bodenbeanspruchung, was die Auswirkungen bezüglich physikalischem Bodenschutz wesentlich beschränkt.

Die temporäre Bodenbeanspruchung beträgt pro Bohrplatz (Ausdehnung 12 m x 33 m) 396 m². Nach Abschluss der Bohrung nach ca. 2 Monaten wird der Platz für die Betriebsphase auf 208 m² reduziert (8 m x 26 m) und die nicht mehr beanspruchten 188 m² werden umgehend wieder mit dem zwischengelagerten Unter- und Oberboden rekultiviert. Nach der rund 20 Jahre dauernden Betriebsphase werden auch die jeweils 208 m² grossen Mergelplätze wieder gemäss den ursprünglichen Bodeneigenschaften rekultiviert und der landwirtschaftlichen Nutzung zurück gegeben. Somit ist mittelfristig der quantitative Bodenverbrauch neutral. Für den Bau und den Betrieb der insgesamt 65 Bohrplätze im Solfeld «Nordfeld» werden kurzfristig (jeweils ca. 2 Monate) rund 12'220 m² Landwirtschaftsboden beansprucht. Weitere rund 13'520 m² Landwirtschaftsboden werden über einen rund 20 jährigen Zeitraum der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen, anschliessend aber ebenfalls wieder gemäss den ursprünglichen Bodeneigenschaften rekultiviert. Die Rekultivierung erfolgt mit zugeführtem Ober- und Unterboden, nach Möglichkeit aus dem angrenzenden Gebiet des Solfelds «Zelgli» oder «Asp», wo in der nächsten Solungsphase wieder Bohrplätze erstellt werden. Da das gesamte Landwirtschaftsgebiet im Möhlinerfeld als Fruchtfolgefläche ausgewiesen ist, werden dadurch die entsprechenden Ertragsflächen während der Bau- und Betriebsphase ausfallen, mittelfristig bleibt die Gesamtfläche der Fruchtfolgeflächen aber quantitativ und qualitativ erhalten.

Eine detaillierte Materialbilanzierung wird im Kapitel 6.11.3 beschrieben und in Tabelle 1 ausgewiesen. Insgesamt werden im Rahmen der Erstellung der Bohrplätze im Solfeld «Nordfeld» rund 5'525 m³ Oberboden und ca. 11'050 m³ Unterboden abgetragen. Rund 40 % davon, also etwa 2'145 m³ Oberboden und 4'290 m³ Unterboden werden bereits nach wenigen Monaten wieder vor Ort bei der Verkleinerung der

Standplätze für die Rekultivierung verwertet. Die anderen 60 % bzw. 3'380 m³ Oberboden und 6'760 m³ Unterboden werden andernorts als Boden verwertet, da eine Zwischenlagerung über den Zeitraum von 20 Jahren als nicht sinnvoll erachtet wird. Idealerweise wird der genannte Ober- und Unterboden für die Rekultivierung der aktuell bestehenden Bohrplätze im Solfeld «Bäumlihof» verwertet. Falls dies zeitlich oder aus anderen Gründen nicht möglich ist, kann der überschüssige Ober- und Unterboden beispielsweise für die Rekultivierung einer Materialentnahmestelle (Kiesgrube, Deponie Typ A) oder für die Aufwertung von Fruchtfolgeflächen verwertet werden. Allfällig chemisch, mineralisch oder biologisch belasteter Ober- und Unterboden wird entsprechend der festgestellten Verschmutzung in gleichartig und gleichwertig vorbelasteten Bereichen verwertet oder einer gesetzteskonformen Entsorgung zugeführt. Somit wird unbelasteter Ober- und Unterboden im Rahmen des Vorhabens vollumfänglich für die Rekultivierung von Fruchtfolgeflächen verwertet.

Die Massnahmen zum chemischen und physikalischen Bodenschutz im Rahmen des Vorhabens werden in Kapitel 6.9.5 erläutert.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Die Transportleitung zum Solfeld «Nordfeld» (ca. 9.5 km) sowie die Versorgungsleitungen innerhalb des Solfelds «Nordfeld» (Verteilung, ca. 5 km) werden wo immer möglich innerhalb oder unmittelbar entlang von bestehenden Strassen und Feldwegen erstellt. Dadurch ist eine ideale Anbindung bzw. Erschliessung (auch für allfällige Unterhaltsarbeiten) gewährleistet.

Die Leitungsgräben verlaufen somit grundsätzlich nicht quer durch Landwirtschaftsflächen, wodurch die Fruchtfolgeflächen bestmöglich geschont werden. Die Leitungen kommen dabei in der Regel in den Wegen oder im Ruderalstreifen unmittelbar am Wegrand zu liegen. Aufgrund einer Mindestüberdeckung der Leitungen von 60 cm ist die für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung erforderliche Gründigkeit grundsätzlich eingehalten. Tiefwurzler können gegebenenfalls auch zwischen den einzelnen Leitungssträngen hindurch wurzeln, wodurch die erforderliche Gründigkeit nicht beeinträchtigt ist. Von den rund 14.5 km Gesamtlänge an Leitungen sind bei einer Grabenbreite von 1.2 m rund 17'400 m² Fläche (Weg- und Landwirtschaftsflächen) betroffen.

Da nach dem Bau des Leitungsgrabens auf Landwirtschaftsböden der abgetragene Unter- und Oberboden unmittelbar über den Leitungssträngen wieder aufgebracht wird, bleiben die Landwirtschaftsflächen bzw. die betroffenen Fruchtfolgeflächen so langfristig erhalten. Somit findet durch den Leitungsbau quantitativ generell kein Verlust von Landwirtschafts- und Fruchtfolgeflächen statt. Zudem ist zu bedenken, dass in den betroffenen Randstreifen entlang von Strassen und Wegen in der Regel kein landwirtschaftlicher Ertrag bzw. nur ein stark reduzierter anfällt. Der Einbau des Kiesbetts im Leitungsbereich kann bei staunassen Böden allenfalls auch eine positive drainierende Wirkung ergeben und die Bodeneigenschaften somit verbessern.

Die untersten ca. 60 – 70 cm des Leitungsgrabenaushubs, je nach lokalen Bodeneigenschaften Unterboden oder Aushubmaterial (C-Horizont) fallen dabei als Materialüberschuss an und werden in den Leitungsgräben durch ein Kiesbett 0 – 16 mm

ersetzt. Unter der Annahme, dass es sich dabei je hälftig um Unterboden und Aushubmaterial handelt, fallen je rund 5'650 m³ Materialüberschuss an, der extern verwertet werden soll (vgl. Kapitel 6.11.3).

Der Bau der Leitungsgräben kann mit kleinen Raupenbaggern (Gesamtgewicht ca. 15 t) erfolgen, die generell eine sehr geringe Flächenpressung aufweisen. Der Bagger kann bei trockener Witterung und gut abgetrockneten Böden direkt auf dem Oberboden fahren und den Leitungsgraben zwischen den Raupen ausführen (**Abbildung 26**).



Abbildung 26: Prinzip Aushub Leitungsgraben (Quelle: Boden und Bauen, BAFU, 2015, [67])

Bei kritischen Witterungsverhältnissen werden die Bauarbeiten unterbrochen oder es werden Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz umgesetzt (z. B. Einsatz von Baggermatratzen). Der Ober- und Unterboden werden getrennt abgetragen und seitlich separat zwischengelagert. In den Leitungsabschnitten im Prüfperimeter Bodenaushub wird gegebenenfalls zusätzlich eine Separierung nach unbelastetem (Kat. I) und schwach belastetem (Kat. II) Boden vorgenommen. Allfällig stark belasteter Boden (Kat. III) darf gemäss Wegleitung Bodenaushub [66] nicht mehr für die Rekulтивierung verwendet werden und wird direkt gesetzeskonform entsorgt.

Das überschüssige Material aus dem Tiefenbereich >70 cm wird dabei ebenfalls separiert und sporadisch abgeführt. Die Anlieferung von Leitungskies und der Abtransport von Aushubmaterial erfolgen vollständig über das bestehende Strassen- und Wegnetz und verursachen keine Bodenbelastungen. Idealerweise wird bei einer Anlieferung Aushubmaterial als Gegenfuhr abgeführt. Damit können Leerfahrten vermieden werden (zusätzlich positive Wirkung bezüglich Lärmschutz und Luftreinhaltung).

Nach dem Einbau der Leitungsrohre und der Überdeckung mit Leitungskies wird der zwischengelagerte Unter- und Oberboden wieder gemäss dem ursprünglichen Bodenaufbau eingebracht, sodass die natürliche Horizontabfolge wiederhergestellt ist. Allfällig schwach belasteter Ober- und Unterboden wird ausschliesslich in den entsprechend vorbelasteten Bereichen (Eintrag im Prüfperimeter Bodenaushub) verwertet.

Die frisch rekultivierten Böden werden schnellstmöglich begrünt und geschont. Konkret dürfen die betroffenen Flächen in den ersten drei Jahren nicht befahren und beweidet und ausschliesslich extensiv bewirtschaftet werden.

Der Bau der Pumpstationen «Nordfeld» und «Asp» sowie die zugehörigen Solebecken führen zu einem temporären Bodenverlust von 230 m² bzw. 320 m². Dabei entsteht voraussichtlich ein Materialüberschuss von 140 m³ Ober- und 275 m³ Unterboden. Im Endzustand bzw. nach Abschluss der Betriebs- und Nachsorgephase wird die beanspruchte Bodenfläche voraussichtlich wieder standortgerecht rekultiviert, sodass langfristig kein zusätzlicher Verlust an Fruchtfolgeflächen resultiert.

6.9.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Solfeld «Nordfeld»

Nach Abschluss der Bohrungen werden für die Betriebsphase die Plätze jeweils von 340 m² auf 208 m² reduziert. Dadurch wird die temporär beanspruchte Fläche bereits nach wenigen Monaten um rund 40 % reduziert. Während der Betriebsphase selbst bleibt pro Bohrplatz jedoch eine Fläche von 208 m² für rund 20 Jahre der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen. Nach Abschluss der Betriebsphase werden die Bohrplätze mit den Bohrschächten vollständig rückgebaut und die betroffenen Flächen werden wieder gemäss den ursprünglichen Bodeneigenschaften rekultiviert. Beim Rückbau und der Rekultivierung gelten generell dieselben Massnahmen wie in der regulären Bauphase. Durch den vollständigen Rückbau der Bohrplätze wird die temporär beanspruchte Boden- und Fruchtfolgefläche mittelfristig quantitativ und qualitativ wieder vollumfänglich rückgeführt, sodass mittelfristig kein Boden- bzw. Fruchtfolgeflächenverlust auftritt.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Im Korridor der Transportleitung finden in der Betriebsphase keine Eingriffe in den Boden statt und die betroffenen Böden können nach ca. 2 – 3 Jahren nach der Rekultivierung wieder uneingeschränkt landwirtschaftlich genutzt werden. Um einen zusätzlichen Eingriff in den Boden und somit eine weitere physikalische Bodenbeanspruchung zu vermeiden, sollen die Leitungsrohre nach Abschluss der Betriebsphase grundsätzlich nicht rückgebaut werden und verbleiben im Untergrund. Da die Bodeneigenschaften in den Wegrandbereichen sowie die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit dadurch nicht beeinträchtigt werden, stellt dies keinen relevanten Qualitätsverlust dar. Die Böden sind nach wie vor für die landwirtschaftliche Nutzung und als Fruchtfolgeflächen verfügbar, sodass das Vorhaben im Trasse der Transportleitung quantitativ zu keinem Bodenverlust führt.

6.9.5 Massnahmen

Im Zentrum der Massnahmen steht einerseits die beanspruchte Fläche möglichst zu minimieren und den physikalischen Bodenschutz während der Bauphase sicherzustellen. Zudem sollen fachgerechte Rekultivierungen und eine sorgfältige Folgebewirtschaftung für die Erhaltung der natürlichen Bodeneigenschaften führen.

Generell ist vorgesehen, dass das Vorhaben durch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) bereits in der weiteren Planung sowie in allen späteren Projektphasen begleitet wird. Die wesentlichen Inhalte eines Bodenschutzkonzepts sind mit den ausführlichen Erläuterungen im vorliegenden Umweltverträglichkeitsbericht bereits abgedeckt. Falls sinnvoll und erforderlich, wird von der BBB für die Baueingabe zusätzlich ein separates Bodenschutzkonzept gemäss den Vorgaben des Cercle Sol NWCH [68] erstellt. Darin werden gegebenenfalls auch Ergebnisse von bis dann zusätzlich ausgeführten Untersuchungen (z. B. Beprobung der Böden mit Belastungsverdacht im Prüfperimeter Bodenaushub) oder Erhebungen dokumentiert. Das Pflichtenheft für die BBB richtet sich ebenfalls nach dem entsprechenden Merkblatt des Cercle Sol NWCH [70] und umfasst einerseits die im UVB beschriebenen Massnahmen sowie Zusatzmassnahmen aus einem allfälligen Bodenschutzkonzept. Die Aufgaben der BBB werden nach Vorliegen der Baubewilligung mit allfälligen bodenrelevanten Unterlagen der Fachstelle Bodenschutz ergänzt.

Möglichst frühzeitig, idealerweise vor der Unternehmersubmission, werden in den von den Erdarbeiten tangierten Bereichen mit einem Eintrag im Prüfperimeter Bodenaushub entsprechende Untersuchungen durchgeführt, um die Art und den Grad allfälliger chemischer Bodenbelastungen zu erheben. Die Beprobung des Bodens erfolgt nach dem entsprechenden Handbuch [65] und die Beurteilung der Verwertbarkeit (auch in Bezug auf allfällige biologische Belastungen und Verschmutzungen mit Fremdstoffen) nach der neuen Vollzugshilfe des BAFU [69]. Entsprechende Erkenntnisse sowie die Vorgaben des Bodenschutzes (Bodenschutzkonzept) werden in die Ausschreibungsunterlagen für die Unternehmersubmission für den Leitungsbau sowie den Bau der Bohrplätze aufgenommen und damit zu verbindlichen Bestimmungen des Werkvertrags.

In der Bauphase wird darauf geachtet, dass Boden- und Erdarbeiten nach Möglichkeit im Zeitraum Frühjahr bis Herbst und ausschliesslich bei trockenen Witterungsverhältnissen und gut abgetrockneten Böden erfolgen. Die Bodenarbeiten werden dabei nach den allgemeinen Vorgaben an die gute Praxis und den Stand der Technik ([62], [63], [67]) ausgeführt. Der Bodenabtrag und der Leitungsbau werden mit geeigneten Baumaschinen mit möglichst geringer Flächenpressung ausgeführt. Aufgrund der geplanten Grabenbreite und -tiefe sollte dafür ein Bagger <15 t ausreichen. Bei kritischen Witterungsverhältnissen werden die Bodenarbeiten vorübergehend eingestellt oder mit verschärften Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz (z. B. Einsatz von kleineren Baumaschinen oder Baggermatratzen, etc.) umgesetzt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Leitungsabschnitte mit Böden mit erhöhter Verdichtungsempfindlichkeit wie mässig staunasse Braun- und Parabraunerden sowie Braunerde-Pseudogleye (vgl. Kapitel 6.9.2) gelegt.

Der abgetragene, unbelastete Ober- und Unterboden aus dem Vorhaben wird möglichst vollständig als solcher verwertet. Dies geschieht wenn immer möglich innerhalb des Vorhabens selbst (Rekultivierung Leitungsgräben, Verkleinerung Bohrplätze für Betriebsphase etc.). Überschüssiger Ober- und Unterboden wird extern verwertet, z. B. für die Rekultivierung der aktuell errichteten Bohrplätze im Solfeld «Bäumlihof»

oder gegebenenfalls für die Rekultivierung von Materialentnahmestellen (Kiesgruben) oder andere Bauvorhaben.

Die Rekultivierung von Böden erfolgt grundsätzlich gemäss dem natürlichen Ursprungszustand sowie den allgemeinen Vorgaben der Rekultivierungsrichtlinie [64]. Für zuzuführendes Ersatzmaterial, z. B. für die Rekultivierung und Instandsetzung nach dem Rückbau der Bohrplätze muss der Unternehmer mit einer Materialdeklaration und gegebenenfalls mit chemischen Analysen den Nachweis erbringen, dass das Material chemisch und biologisch unbelastet ist und keine Fremdstoffe oder andere Verschmutzungen enthält.

Frisch rekultivierte Flächen und temporäre Bodendepots werden möglichst rasch mit einer geeigneten Saadmischung begrünt. In den ersten drei Jahren nach der Rekultivierung soll zudem eine angepasste Folgebewirtschaftung erfolgen. Die rekultivierten Böden dürfen in dieser Zeit nicht mit schweren Landwirtschaftsmaschinen befahren oder beweidet werden. Auf eine Gülledüngung sowie auf das Eingrasen ist zu verzichten. Da die betroffenen Flächen etwa 2 m breit sind und ausgedehnt entlang von Strassen und Feldwegen liegen, eignen sich die Flächen insbesondere als extensive Brach- oder Biodiversitätsförderflächen. Um eine korrekte Umsetzung sicherzustellen, werden die betroffenen Grundeigentümer und Landwirte schriftlich über die umzusetzende Folgebewirtschaftung informiert und allfällige Ertragseinbussen entschädigt.

Die oben ausführlich umschriebenen Massnahmen zum Schutz des Bodens werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Nr.	Massnahme	Phase
BO-1	Die Boden-relevanten Bauarbeiten (insb. Leitungsraben) werden in der Planung und Ausführung durch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) begleitet.	Planungs- und Bauphase
BO-2	Die Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) erstellt bei Bedarf für die Baueingabe ein Bodenschutzkonzept mit einem Pflichtenheft für die BBB. Bei Bedarf werden die Bodeneigenschaften gemäss Bodenkarten im Bereich der Bohrplätze und der Pumpstationen mit Bohrstockaufnahmen überprüft.	Planung
BO-3	In Bereichen mit Einträgen im Prüfperimeter Bodenaushub werden vor Baubeginn Ober- und Unterboden beprobt und auf die relevanten Schadstoffe untersucht. Ober-/Unterboden der Kat. I und II wird gleichenorts verwertet, stark belasteter Ober-/Unterboden (Kat. III) wird entsorgt.	Planung
BO-4	Die bodenkundlichen Eigenschaften und Anforderungen für die Bauausführung werden in die Unternehmerausschreibung integriert und in den Werkvertrag aufgenommen.	Submission
BO-5	Bodenarbeiten wie Abtrag, Anlegen von Depots, Rekultivierung, etc. werden nach Möglichkeit in den Sommermontagen (April bis Oktober) und ausschliesslich bei trockenen Witterungsverhältnissen und gut abgetrockneten Böden ausgeführt.	Bauphase
BO-6	Ober- und Unterboden sowie Boden mit chemischen, mineralischen oder biologischen Belastungen wird separat abgetragen, umgeschlagen, zwischengelagert und verwertet/entsorgt.	Bauphase

Nr.	Massnahme	Phase
BO-7	Abgetragener Ober- und Unterboden ist, sofern unbelastet und aufgrund der Eigenschaften geeignet, möglichst vollständig als Boden zu verwerten. Die Ausdehnung und Qualität der Fruchtfolgeflächen sind mittelfristig zu erhalten.	Bauphase
BO-8	Bei Bedarf werden von der BBB zusätzliche Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz wie Einsatz von Baggermatratzen, Beschränkung der Maschineneinsatzgrenzen oder die vorübergehende Einstellung von Bodenarbeiten angeordnet bzw. umgesetzt.	Bauphase
BO-9	Als Rekultivierungsziel gilt generell die mindestens gleichwertige Wiederherstellung der ursprünglichen Bodeneigenschaften sowie die Erfüllung der Anforderungen an eine Fruchtfolgefläche. Die Rekultivierung erfolgt nach der guten Praxis und dem Stand der Technik.	Bauphase
BO-10	Zuzuführendes Ersatzmaterial muss nachweislich chemisch, mineralisch und biologisch unbelastet sein. Der Unternehmer hat vor der Lieferung von Ersatzmaterialien eine entsprechende Materialdeklaration abzugeben.	Bauphase

6.9.6 Beurteilung

Der Boden bzw. der Schutz des Bodens stellt für dieses Vorhaben eines der zentralen Umweltthemen dar. Dies aufgrund der grossflächigen Bodeneingriffe, insbesondere im Korridor der 9.5 km langen Transportleitung. Obwohl mittelfristig die Quantität und Qualität der Fruchtfolgeflächen (FFF) gewährleistet ist, wird sich in der rund 20 jährigen Bau- und Betriebsphase eine vorübergehende Reduktion der FFF um rund 14'000 m² ergeben. Generell ist beabsichtigt, dass der gesamte überschüssige Ober- und Unterboden vor Ort oder extern verwertet wird.

Zum Schutz des Bodens wurden umfangreiche Massnahmen definiert (siehe Kapitel 6.9.5). Die Bodenarbeiten und Bodenschutzmassnahmen werden bereits in der Projektierung durch eine bodenkundliche Fachperson geplant und in die Unternehmerausschreibung integriert. Während der Bauphase und auch beim späteren Rückbau der Bohrplätze werden die Bodenarbeiten zudem durch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) überwacht und begleitet und damit die Umsetzung der Bodenschutzmassnahmen gewährleistet.

Gesamthaft kann mit dem vorgeschlagenen Vorgehen sowie den aufgezeigten Massnahmen dem Bodenschutz gebührend Rechnung getragen und die Auswirkungen des Vorhabens auf den Boden bestmöglich minimiert werden.

6.10 Altlasten, belastete Standorte

6.10.1 Grundlagen

[72] Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten, Altlasten-Verordnung, AltIV, 1998 (Stand 1. März 2020).

[73] Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) vom 4. Dezember 2015, Stand 1. April 2020

[74] Kataster der belasteten Standorte, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.10.2 Ausgangszustand

Solfeld «Nordfeld»

Im gesamten Perimeter des Solfelds «Nordfeld» sind im Kataster der belasteten Standorte (KbS) keine Altlasten oder belastete Standorte im Sinne der Altlasten-Verordnung AltIV eingetragen. Der einzige im KbS eingetragene belastete Standort im Umkreis von ca. 1 km des Projektperimeters ist der Standort Nr. AA4261.0003-1 auf dem Grundstück Kat.-Nr. 844 in Wallbach. Dabei handelt es sich um einen Ablageort mit einer Ausdehnung von ca. 4'400 m², von welchem gemäss aktuellem KbS-Eintrag keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten sind.

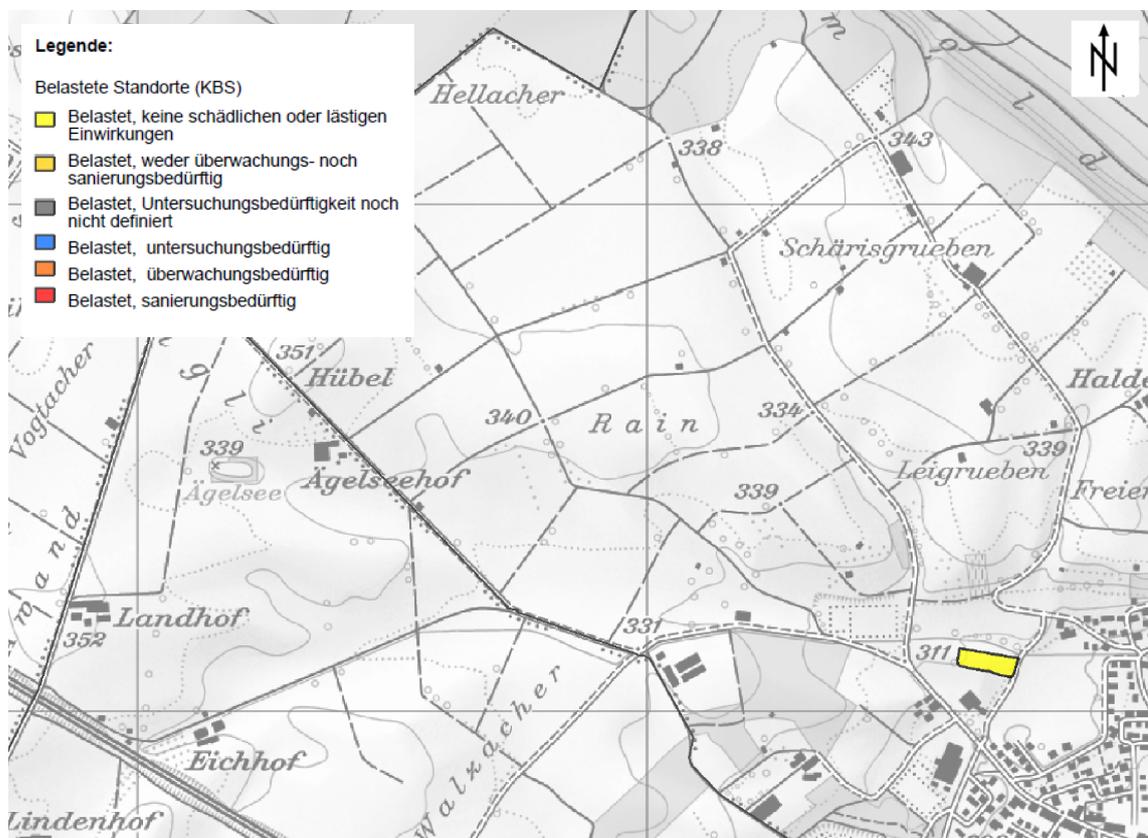


Abbildung 27: Kataster der belasteten Standorte (Geoportal des Kantons Aargau, [74])

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Im Korridor der geplanten Transportleitungen sind weiträumig keine Einträge im Kataster der belasteten Standorte (KbS) verzeichnet. Eine Unterschreitung eines Abstands von 50 m zu einem belasteten Standort gibt es einzig im Raum «Chilli» im Süden von Möhlin. Das Leitungstrasse verläuft vom bestehenden Solfeld «Bäumlihof» über die Böschung im Westen hinunter zur Haldenstrasse. In der Böschung befinden sich zwei belastete Ablagerungsstandorte (Deponien). In der steilen Schotterterrassenböschung wurde früher Kies abgebaut und die Böschungen wurden später wieder teilweise aufgefüllt. Dabei handelt es sich auf dem Grundstück Kat.-Nr. 2730 um den Standort KbS-Nr. AA4254.0004-1, der aufgrund einer Historischen Untersuchung als weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig eingestuft wurde. Auf dem südlichen Nachbargrundstück Kat.-Nr. 2731 liegt zudem der belastete Ablagerungsstandort KbS-Nr. AA4254.0012-1, wobei gemäss aktueller Einstufung auch von diesem Standort keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten sind.

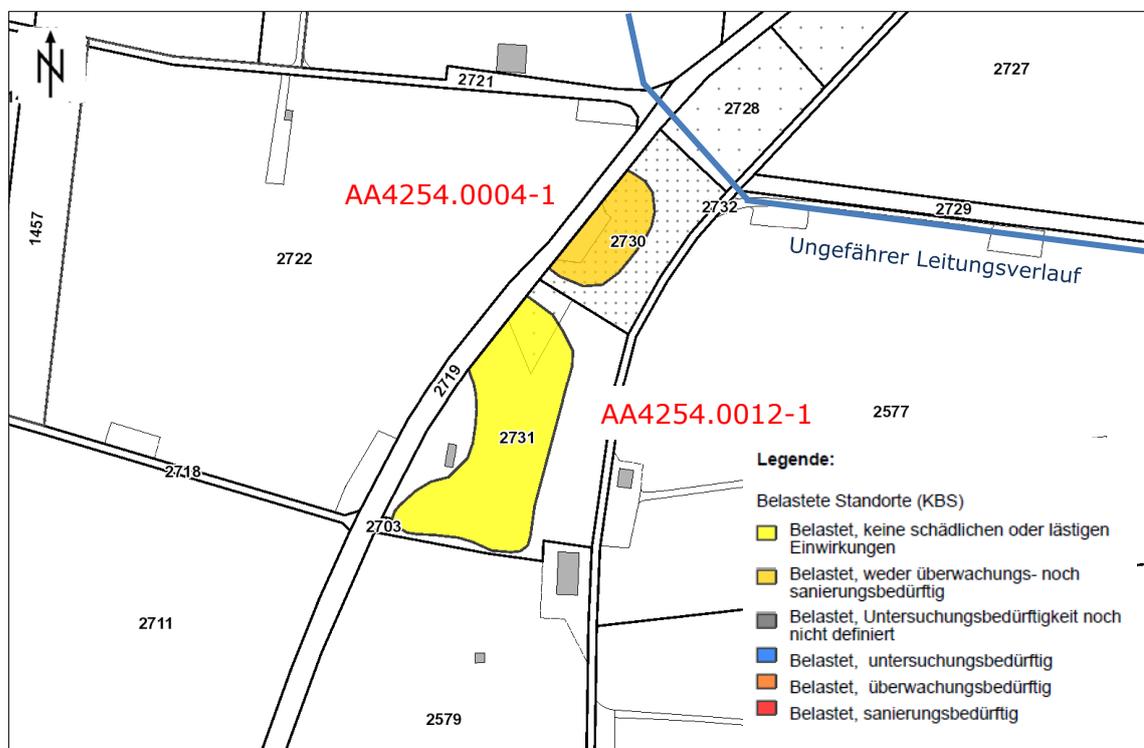


Abbildung 28: Kataster der belasteten Standorte (Geoportal des Kantons Aargau, [74])

6.10.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Alle drei oben erwähnten, belasteten Standorte werden durch das Vorhaben nicht tangiert. Beim belasteten Standort KbS-Nr. AA4254.0012-1 wird die Leitung über das nördlich angrenzende Grundstück Kat.-Nr. 2728 geführt, zumal das vom KbS-Eintrag betroffene Grundstück auch der Waldzone angehört (vgl. 6.14). Ebenso gibt es keinerlei Hinweis darauf, dass im Projektperimeter «Nordfeld» und im Korridor der Transportleitung belastete Standorte vorliegen, die bisher unerkannt bzw. nicht im

KbS erfasst sind. Entsprechend hat das Vorhaben in der Bauphase keine Auswirkungen auf belastete Standorte und Altlasten und verursacht auch keine von solchen stammende belastete Bauabfälle (vgl. Kapitel 6.11).

6.10.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Auch in der Betriebsphase des Soleabbaus werden keine belasteten Standorte tangiert, sodass das Vorhaben auch in der Betriebsphase keine Auswirkungen auf belastete Standorte und Altlasten hat oder von solchen stammende belastete Bauabfälle verursacht.

6.10.5 Massnahmen

Bezüglich belastete Standorte und Altlasten sind sowohl in der Bau- als auch in der Betriebsphase keinerlei Massnahmen erforderlich.

6.10.6 Beurteilung

Das Vorhaben kann ohne Massnahmen altlastenrechtlich konform realisiert werden.

6.11 Abfälle, umweltgefährdende Stoffe

6.11.1 Grundlagen

[75] SIA-Empfehlung Nr. 430 (SN 509 430) Entsorgung von Bauabfällen, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), 1993

[76] Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22. Juni 2005, Stand 1. Januar 2020

[77] Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), 2006

[78] Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) vom 4. Dezember 2015, Stand 1. April 2020

6.11.2 Ausgangszustand

Das Gebiet «Nordfeld» und der geplante Korridor der Transportleitung besteht aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen mit einem weitgehend natürlichen Bodenaufbau (Ober- und Unterboden, Untergrundmaterial). Die Landwirtschaftsflächen sind mit einem relativ dichten Netz aus Feldwegen und Strassen erschlossen, die unterschiedliche Koffer- und Belagsmaterialien aufweisen.

In Art. 30 des Umweltschutzgesetzes (USG) werden die Grundsätze formuliert, dass Abfälle soweit möglich vermieden, verwertet oder umweltverträglich entsorgt werden müssen (Zielhierarchie).

6.11.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Bohrplätze und Bohrungen

Für den Bau der Bohrplätze wird auf der entsprechenden Fläche von ca. 12 m x 33 m der Ober- und Unterboden abgetragen. Pro Bohrplatz betrifft dies rund 85 m³ Oberboden und rund 170 m³ Unterboden (alle im Folgenden aufgeführten Kubaturen verstehen sich in m³ fest). Da in der Betriebsphase der Mergelplatz auf eine Fläche von 8 m x 26 m verkleinert wird, können rund 33 m³ Ober- und 65 m³ Unterboden vor Ort zwischengelagert und nach der Bohrphase wieder aufgebracht werden. Der Überschuss von ca. 52 m³ Ober- und ca. 104 m³ Unterboden wird als Boden verwertet. Nach Möglichkeit zur Wiederherstellung und Rekultivierung eines rückzubauenden Bohrplatzes vor Ort oder wenn dies nicht möglich ist extern, beispielsweise für Rekultivierungen von Kiesgruben oder zu Aufwertung von Landwirtschaftsböden.

Bei jedem Bohrplatz wird zudem ein Bohrschacht mit einer Tiefe von 3.5 m und einem Durchmesser von ebenfalls 3.5 m erstellt. Der Aushub umfasst rund 35 m³ an unverschmutztem Aushubmaterial. Dieses kann für die Auffüllung einer Materialentnahmestelle (Kiesgrube, Deponie Typ A) verwertet werden.

Nach der Betriebsphase werden die Anlagenteile wieder rückgebaut, was ebenfalls als Bauphase gilt. Beim Rückbau des Bohrschachtes und der Pumpstation fallen pro Bohrplatz ca. 10 m³ Abbruchbeton, ca. 5 m³ Mischabbruch sowie Leitungskomponenten und elektrische Installationen an. Beim Rückbau des Unterhalts- bzw. Bohrplatzes (224 m²) fallen rund 150 m³ Kieskoffer an. Der Kies der Kofferung wird nach Möglichkeit vor Ort für das Verfüllen des rückgebauten Bohrschachts, für andere Bohrplätze oder alternativ extern (z. B. in der Betonproduktion) verwertet. Falls in der Betriebsphase Koffermaterial verschmutzt wird, richtet sich der Verwertung-/Entsorgungsort nach dem Grad der ermittelten Verschmutzung. Die anderen mineralischen Bauabfälle (Abbruchbeton, Mischabbruch) werden vollständig im Baustoffrecycling verwertet. Elektroabfälle, Installationen und Leitungskomponenten werden nach dem dann geltenden Stand der Technik verwertet oder entsorgt.

Bei den Bohrungen selbst fallen pro Bohrung rund 35 – 40 m³ Bohrgut an, welches in Mulden gesammelt und in ca. 3 – 4 Fuhren einer Verwertung oder Entsorgung (Kiesgrube, Deponie Typ A) zugeführt wird. Daneben entstehen pro Bohrung etwa 5 m³ Bohrschlämme aus der Aufbereitung (Sieben, Absetzen) des Spülwassers. Der Bohrschlamm wird sporadisch mit einem Saugwagen abgepumpt und entsorgt.

Bei den insgesamt 65 Bohrplätzen entspricht dies Materialüberschüssen von rund 5'525 m³ Oberboden, 11'050 m³ Unterboden sowie rund 2'275 m³ Aushubmaterial. Da keine Einträge im Kataster der belasteten Standorte (vgl. Kapitel 6.10) und im Prüfperimeter Bodenaushub (vgl. Kapitel 6.9) vorliegen, kann davon ausgegangen werden, dass es sich dabei ausschliesslich um unbelasteten Boden und unverschmutztes Aushubmaterial handelt. Zudem fallen maximal 9'750 m³ Kies, ca. 2'600 m³ Bohrgut und Bohrschlamm, ca. 650 m³ Abbruchbeton und ca. 325 m³ Mischabbruch an. Bei den übrigen Abfällen handelt es sich um Kleinmengen.

Zur Übersicht werden die aufgeführten Abfallarten und Abfallmengen, die im Bereich der Bohrplätze anfallen sowie deren Verwertungs- und Entsorgungswege in der Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Erwartete Abfälle in der Bauphase mit Entsorgungswegen (Angaben m^3_{fest})

Abfall	Entsorgungskategorie	Menge [m^3]	Entsorgungsanlage
Oberboden unbelastet	Bodenaushub Kat. I (17 05 04)	5'525	Verwertung vor Ort (Instandsetzung) oder extern
Unterboden unbelastet	Bodenaushub Kat. I (17 05 04)	11'050	Verwertung vor Ort (Instandsetzung) oder extern
Bohrgut unverschmutzt	Grenzwerte Anh. 3 Ziff. 1 VVEA eingehalten (17 05 06)	2'275	Verwertung Kiesgrube oder Deponie Typ A
Boherschlamm unverschmutzt	Grenzwerte Anh. 3 Ziff. 1 VVEA eingehalten (17 05 06)	325	Verwertung Kiesgrube oder Deponie Typ A
Aushubmaterial unverschmutzt	Grenzwerte Anh. 3 Ziff. 1 VVEA eingehalten (17 05 06)	2'275	Verwertung Kiesgrube oder Deponie Typ A
Kieskoffer unverschmutzt	Grenzwerte Anh. 3 Ziff. 1 VVEA eingehalten (17 05 06)	9'750	Verwertung vor Ort, Baustoffrecycling oder Kiesgrube
Betonabbruch	Grenzwerte Anh. 3 Ziff. 1 VVEA eingehalten (17 01 01)	650	Verwertung Baustoffrecycling
Mischabbruch	17 01 07	325	Verwertung Baustoffrecycling
Elektroabfälle, Installationen, etc.	Altmetall, Elektroschrott, brennbare Abfälle, etc.	30	Sortierung, Verwertung und Entsorgung nach dem Stand der Technik

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Die Transportleitung von der Saline «Riburg» zum Solfeld «Nordfeld» weist eine Länge von ca. 9.5 km und die Versorgungsleitungen innerhalb des Solfelds «Nordfeld» eine Länge von ca. 5 km auf. Die Leitungsgräben werden dabei in oder unmittelbar entlang von bestehenden Strassen und Feldwegen erstellt. Der Leitungsaushub erfolgt bis in eine Tiefe von 1.2 m, wobei die Leitungsgräben eine Breite von rund 1.2 m aufweisen werden. Beim Bau der Leitungsgräben wird zunächst der Ober- und Unterboden getrennt abgetragen und seitlich separat zwischengelagert. Der separierte Unter- und Oberboden wird nach Möglichkeit vollständig für die anschliessende Rekultivierung des Leitungsgrabens vor Ort verwertet.

Anschliessend wird der Leitungsgraben bis auf die Endtiefe ausgehoben. Die untersten 0.6 – 0.7 m des Aushubmaterials fallen dabei als Überschuss an, da dort die Leitungsrohre zu liegen kommen, welche zudem in ein Kiesbett verlegt werden. Pro Meter Leitung fallen somit rund $0.8 m^3$ zu entsorgendes Aushubmaterial an. Unter der Annahme, dass die Leitungsgräben je etwa hälftig in und entlang von bestehenden Feldwegen/-strassen zu liegen kommen sowie in Abhängigkeit der lokalen Bodentypen und Bodenmächtigkeiten ist aktuell davon auszugehen, dass es sich dabei etwa zur Hälfte um Unterboden und Aushubmaterial handelt.

Auf einer Länge von rund 900 m verläuft die Leitungstrasse jedoch durch Gebiete mit einem Eintrag im Prüfperimeter Bodenaushub, wo ein erhöhter Verdacht auf chemische Belastungen besteht. Der Ober- und Unterboden im Bereich solcher Prüfperimeteereinträge wird vor Baubeginn auf die relevanten Schadstoffe untersucht und gemäss Wegleitung Bodenaushub [66] klassiert (vgl. Kapitel 6.9 Boden), sofern nicht bereits Analysenresultate vorliegen. Grundsätzlich wird unbelasteter (Kat. I) und schwach belasteter (Kat. II) Ober- und Unterboden gleichenorts wiederverwertet. Falls sich der Belastungsverdacht vollflächig bestätigt, ist mit ca. 300 m³ schwach belastetem Oberboden und ca. 400 m³ schwach belastetem Unterboden auszugehen. Aus heutiger Sicht ist nicht mit stark belastetem Ober- oder Unterboden (Kat. III) zu rechnen. Beim überschüssigen Material aus den Leitungsgräben (Tiefenbereich unter 0.7 m) kann nach unserer Einschätzung grundsätzlich von unverschmutztem Aushubmaterial bzw. unbelastetem Unterboden ausgegangen werden. Entsprechend ist beim Bau der Transport- und Versorgungsleitungen gesamthaft mit rund 5'400 m³ an unverschmutztem Aushubmaterial und 5'800 m³ an unbelastetem Unterboden zu rechnen.

Beim Bau der Pumpstationen «Nordfeld» werden voraussichtlich 60 m³ Oberboden, 115 m³ Unterboden und ca. 450 m³ Aushubmaterial anfallen. Der Bau der Pumpstation «Asp» ergibt rund 80 m³ Oberboden, 160 m³ Unterboden und ca. 700 m³ Aushubmaterial. Die entsprechenden Aushubmengen ergeben sich insbesondere aus dem Bau der unterirdischen Solebecken und Rohrkeller.

Die zu erwartenden Gesamtausmasse an Abfällen für die Transport- und Versorgungsleitungen sowie die beiden Pumpstationen sind in der Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Erwartete Abfälle in der Bauphase mit Entsorgungswegen (Angaben m³ fest)

Abfall	Entsorgungskategorie	Menge [m ³]	Entsorgungsanlage
Oberboden unbelastet	Abgetragener Oberboden Kat. I (17 05 04)	2'200	Rekultivierung Leitungsgräben (Verwertung vor Ort)
		140	Verwertung extern (Kiesgrube oder Deponie Typ A)
Oberboden schwach belastet	Abgetragener Oberboden Kat. II, (17 05 93)	300	Verwertung vor Ort (in PBA) oder Deponie Typ B
Oberboden stark belastet	Abgetragener Oberboden Kat. III, (17 05 90 [akb])	0	Deponie Typ B / E (je nach effektivem Belastungsgrad)
Unterboden unbelastet	Abgetragener Unterboden Kat. I, (17 05 04, Überschuss Leitungsgraben)	4'350	Rekultivierung Leitungsgräben (Verwertung vor Ort)
		5'675	Verwertung extern (Kiesgrube oder Deponie Typ A)
Unterboden schwach belastet	Abgetragener Unterboden Kat. II (17 05 93)	400	Verwertung vor Ort (in PBA) oder Deponie Typ B
Unterboden stark belastet	Abgetragener Unterboden Kat. III (17 05 90 [akb])	0	Deponie Typ B / E (je nach effektivem Belastungsgrad)
Aushubmaterial unverschmutzt	Grenzwerte Anh. 3 Ziff. 1 VVEA eingehalten (17 05 06)	6'950	Verwertung extern (Kiesgrube, Deponie Typ A)

Mit dem vorgeschlagenen Vorgehen sowie den Verwertungs- und Entsorgungswegen werden Abfälle bestmöglich vermieden oder verwertet.

6.11.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

In der Betriebsphase fallen im Projektperimeter bzw. bei den Bohrplätzen «Nordfeld» und im Bereich der Leitungen und der Pumpstationen grundsätzlich keine Abfälle an. Produktionsabfälle im Rahmen der Salzherstellung fallen im Gebiet der Saline «Riburg» an und entsprechen den Mengen der heutigen Salzproduktion im Gebiet «Bäumlihof». Pro Tonne hergestelltes Salz entstehen ca. 40 kg Schlamm, der in die ausgelaugten Kavernen zurückverpresst wird. Die Materialbilanzen des späteren Rückbaus sind in der Bauphase (Kapitel. 6.11.2) eingerechnet, da es sich dabei ebenfalls um eine Bauphase handelt.

6.11.5 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau- und Betriebsphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
BO-3	In Bereichen mit Einträgen im Prüfperimeter Bodenaushub werden vor Baubeginn Ober- und Unterboden beprobt und auf die relevanten Schadstoffe untersucht. Ober-/Unterboden der Kat. I und II wird gleichenorts verwertet, stark belasteter Ober-/Unterboden (Kat. III) wird entsorgt.	Planung
AB-01	Material, welches organoleptische Hinweise auf Belastungen aufweist (Verfärbungen, Geruch, Fremdstoffe, Neophyten) wird abfallrechtlich eingestuft und bei Bedarf beprobt sowie einer gesetzeskonformen Verwertung/Entsorgung zugeführt.	Bauphase
AB-02	Abfälle werden möglichst vermieden oder vor Ort oder extern verwertet (geschlossene Kreisläufe).	Bauphase

6.11.6 Beurteilung

Die Thematik Materialbewirtschaftung und Abfälle ist im vorliegenden Projekt nur in der Bauphase von Bedeutung. Bei den wichtigsten Materialfraktionen handelt es sich um Ober- und Unterboden sowie Aushubmaterial. Generell handelt es sich dabei um unbelastete bzw. unverschmutzte Materialien und Abfälle. Lokale Belastungsverdachte werden zu gegebener Zeit mit entsprechenden Untersuchungen geklärt (insb. Bodenbeprobungen).

Ein Grossteil der umgeschlagenen Materialien kann direkt vor Ort wiederverwendet und somit verwertet werden. Insbesondere durch den Leitungsbau entstehen aber auch Materialüberschüsse, die nach Möglichkeit für die Verfüllung und Rekultivierung von Materialentnahmestellen (Kiesgruben) oder andere Bauvorhaben verwertet werden. Nur wenn eine Verwertung nicht möglich ist, werden die Abfälle gesetzeskonform entsorgt bzw. abgelagert.

Da sich die verschiedenen Bau- und Rückbauphasen über einen längeren Zeitraum verteilen (ca. 25 Jahre), fallen die Abfälle nach dem anfänglichen Leitungsbau nach und nach an, was die Verwertungsmöglichkeiten erhöht und auch bezüglich Bau-transporten zu einer günstigen Verteilung führt. Zudem bestehen im Möhlinerfeld innerhalb von kurzen Distanzen verschiedene Verwertungsstellen (z.B. Kiesgruben, aufzuhebende Solfelder, etc.), die lokale und geschlossene Materialkreisläufe ermöglichen.

6.12 Umweltgefährdende Organismen / Neobiota

6.12.1 Grundlagen

- [79] Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung, FrSV) vom 10. September 2008, Stand 1. Januar 2020
- [80] Neobiota-Strategie Aargau, Artenspezifische Handlungsprioritäten für die invasiven Neobiota im Kanton Aargau, Hintermann & Weber AG, 2012
- [81] Neobiota-Strategie, Ziele und Handlungsbedarf zweite Projektphase, Departement Gesundheit und Soziales, des Kantons Aargau, 2014
- [82] Strategie der Schweiz zu invasiven gebietsfremden Arten, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2016
- [83] Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora, Datenblätter Neophyten, Schwarze Liste und Watch-Liste (2014), Stand: November 2020
- [84] Karten Ambrosiafundorte und Erdmandelgras, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.12.2 Ausgangszustand

Unter dem Begriff von umweltgefährdenden Organismen zählen grundsätzlich pathogene und gentechnisch veränderte Organismen sowie Neobiota. Für die nachfolgenden Betrachtungen sind aufgrund des Vorhabens ausschliesslich invasive Neophyten von Bedeutung. Dabei handelt es sich um eingeschleppte, ursprünglich gebietsfremde Pflanzenarten, die häufig konkurrenzstark sind und sich rasch ausbreiten und dadurch einheimische Arten verdrängen. Einige Neophytenarten können gesundheitliche Probleme oder Schäden an Bauwerken anrichten oder landwirtschaftliche Kulturen beeinträchtigen. Invasive Neophyten verbreiten sich dabei bevorzugt entlang von Gewässern und Verkehrsinfrastrukturen wie Strassen und Bahnlinien.

Gemäss Freisetzungsverordnung (FrSV, [79]) muss mit gebietsfremden Organismen in der Umwelt so umgegangen werden, dass dadurch Menschen, Tiere und Umwelt nicht gefährdet und die biologische Vielfalt und deren nachhaltige Nutzung nicht beeinträchtigt werden.

Der Kanton Aargau legte in seiner Neobiota-Strategie [81] Ziele und Handlungsschwerpunkte fest. Diese beziehen sich vorwiegend auf die unten aufgeführten Pflanzenarten, welche möglichst zu bekämpfen sind:

- Nordamerikanische Goldrute (*Solidago canadensis/gigantea*)
- Asiatischer Knöterich (*Reynoutria spp.*)
- Aufrechte Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*)
- Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*)
- Einjähriges Berufskraut (*Erigeron annuus s.l.*)
- Schmalblättriges Greiskraut (*Senecio inaequidens*)
- Sommerflieder (*Buddleja davidii*)
- Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*)

In der Karte Ambrosia Fundorte im Geoportail des Kantons Aargau (AGIS, [84]) sind im gesamten Projektperimeter bisher keine Einträge vorhanden. Zum heutigen Zeitpunkt wurden noch keine Neophytenerhebungen durchgeführt. Aufgrund des voraussichtlich mehrjährigen Bewilligungsverfahrens und dem erwähnten raschen Ausbreitungsverhalten von invasiven Neophyten, sollten die entsprechenden Erhebungen zeitnah d. h. in der Vegetationsperiode vor dem Baubeginn ausgeführt werden.

6.12.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Neophyten breiten sich auf unterschiedliche Arten aus, wobei frisch rekultivierte oder vegetationsfreie Flächen besonders gefährdet sind. Eine Ausbreitung von Neophyten kann aber auch durch Verschleppung infolge unsachgemäsem Umgang mit Pflanzenteilen oder biologisch bzw. mit Neophytenanteilen belastetem Erdreich erfolgen. Die Gefahr einer begünstigten Neophytenverbreitung besteht somit insbesondere in den Bauphasen.

Um möglichst gute und aktuelle Kenntnisse über die Verbreitung von Neophytenvorkommen im Projektgebiet zu erhalten, werden zeitnah vor Baubeginn, jedoch innerhalb der Vegetationsperiode Erhebungen und Kartierungen von Neophytenvorkommen durchgeführt. In Bereichen mit geplanten Erdbewegungen werden für die identifizierten Neophytenarten entsprechende Massnahmen für den Umgang und die korrekte Entsorgung während des Bauvorhabens festgelegt. Diese betreffen sowohl oberirdische Pflanzenteile als auch biologisch belasteten Boden. Im Rahmen des Vorhabens werden Neophyten jedoch nur dort bekämpft, wo projektbedingt Eingriffe erfolgen oder ökologische Ersatz- und Aufwertungsmassnahmen tangiert werden.

Um das unbeabsichtigte Einschleppen von Neophyten zu verhindern, wird auf die Zuführung von Ersatzmaterialien (Boden, Aushubmaterial) möglichst verzichtet, was aufgrund der generellen Materialüberschüsse gut möglich ist. Frisch rekultivierte Böden werden schnellstmöglich begrünt. Ansaatflächen und Ruderalflächen (Bohrplätze) werden zudem regelmässig (mindestens einmal jährlich) auf Neophyten überprüft und bei Bedarf werden entsprechende Bekämpfungsmassnahmen umgesetzt.

Mit diesen Massnahmen können im Projektgebiet sowohl eine unkontrollierte Ausbreitung als auch eine unbeabsichtigte Verschleppung vermieden werden.

6.12.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Durch die detaillierten Neophytenerhebungen/-kartierungen vor Baubeginn und gegebenenfalls die gezielten Bekämpfungsmassnahmen sollten die Neophytenbestände in der Betriebsphase bekannt und dokumentiert sein. Auch in der Betriebsphase werden die von Erdbewegungen betroffenen Bereiche sowie die Ruderalflächen (Mergelplätze) mindestens einmal jährlich auf Neophyten kontrolliert und die Kartierungen entsprechend nachgeführt. Bekämpfungspflichtige Arten werden auch in der Betriebsphase mit geeigneten Methoden bekämpft bzw. an deren weiteren Ausbreitung gehindert.

6.12.5 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau- und Betriebsphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
UGO-1	In der Vegetationsperiode vor Baubeginn werden im Projektperimeter (Leitungstrasse, Bohrplätze) Erhebungen und Kartierungen von invasiven Neophyten durchgeführt.	Vor Baubeginn
UGO-2	Oberirdische Pflanzenteile sowie mit Neophyten belasteter Boden werden gemäss den geltenden Vorgaben ([80], [83]) fachgerecht entsorgt.	Bauphase
UGO-3	Allfällig zugeführtes Ersatzmaterial (Boden, Aushubmaterial) muss nachweislich frei von Neophyten sein.	Bauphase
UGO-4	Frisch rekultivierte Böden werden schnellstmöglich angesät und begrünt. Begrünte Flächen und Ruderalflächen werden zudem mindestens einmal jährlich auf invasive Neophyten kontrolliert	Bauphase / Betriebsphase
UGO-5	Allfällige aufkommende bekämpfungspflichtige Neophytenvorkommen werden rasch mit geeigneten Massnahmen bekämpft.	Bauphase / Betriebsphase

6.12.6 Beurteilung

Aufgrund der umfangreichen temporären Erdbewegungen hat das Thema Neophyten für das Vorhaben eine hohe Relevanz. Durch eine gezielte Erhebung und Kartierung von Neophyten zeitnah vor Baubeginn werden jedoch gute Grundlagen für einen sachgemässen Umgang geschaffen. Oberirdische Pflanzenteile von Neophyten sowie biologisch bzw. mit Neophyten (Samen, Rhizome) belastetes Erdreich wird fachgerecht gehandhabt und gemäss den gesetzlichen Vorgaben verwertet oder entsorgt. Durch rasche Begrünungen und eine regelmässige Kontrolle und Pflege der betroffenen Grün- und Ruderalflächen, wird eine unkontrollierte Ausbreitung von Neophyten vermieden bzw. gezielt bekämpft. Mit der korrekten Umsetzung der aufgezeigten Massnahmen kann das Vorhaben bezüglich der Eindämmung der Neophytenverbreitung einen aktiven Beitrag leisten.

6.13 Störfallvorsorge, Unfälle und Betriebsstörungen

6.13.1 Grundlagen

- [85] Planungshilfe Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2013
- [86] Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfall-Verordnung StFV) vom 27. Februar 1991 (revidierte Version vom 1. Juni 2015)
- [87] Verordnung über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsverordnung, RLV) vom 26. Juni 2019
- [88] Chemierisikokataster, Gefahrenkarte, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.13.2 Ausgangszustand

Solfeld «Nordfeld»

In den Gefahrenkarten der Gemeinden Wallbach und Zeiningen wurden ausschliesslich die Siedlungsgebiete und deren unmittelbare Umgebung kartiert. Für den Projektperimeter «Nordfeld» liegen deshalb keine Gefahrenkarten vor. Für den Bach Heidigraben besteht im westlichen, d. h. dem Vorhaben abgewandten Bereich eine geringe Hochwassergefährdung. Aufgrund der hydrologischen und topografischen Gegebenheiten im Projektperimeter kann die allgemeine Gefährdungssituation für gravitative und fluviale Naturgefahren als sehr gering eingeschätzt werden.

Im Raum Rheinfelden-Möhlin können mehrere Arten von Geländesenkungen unterschieden werden. Diese sind Karst (Dolinen), Subrosions-Senkungen sowie geringfügige Senkungen, welche auf den Laugungsbetrieb zurückzuführen sind. Karsteinstürze finden vor allem im karbonatischen Oberen Muschelkalk statt. Die Subrosion erfasst das Salzlager überall dort, wo es in den Bereich der Wasserzirkulation in den oberflächennahen Gesteinen kommt. Dies ist gerade in Gebieten, wo die Überdeckung des Salzlagers nur noch sehr gering ist, häufig anzutreffen. Beide Vorgänge sind natürlicher Art und stehen nicht in Zusammenhang mit dem Salzabbau.

Im westlichen Bereich des Projektperimeters verläuft die Transitgas-Leitung Wallbach – Lostorf von Süd nach Nord, bestehend aus zwei parallel verlaufenden Erdgashochdruckleitungen der Transitgas AG. Der 300 m breite Konsultationsbereich der Rohrleitungen erstreckt sich über den ganzen östlichen Teil des Solfelds «Nordfeld». Bei der Festsetzung der Bohrstandorte wurden die erforderlichen Minimalabstände zu den Leitungen berücksichtigt, die Konsultation der Transitgas AG und des eidgenössischen Rohrleitungsinspektorats (ERI) erfolgt im Rahmen des Bewilligungsverfahrens.

Weiter ist im Chemierisikokataster [88] unmittelbar südlich des eigentlichen Solfelds die Eisenbahnlinie Mumpf – Möhlin verzeichnet, wobei sich dieser Eintrag auf den Bahntransport von Gefahrgütern bezieht.

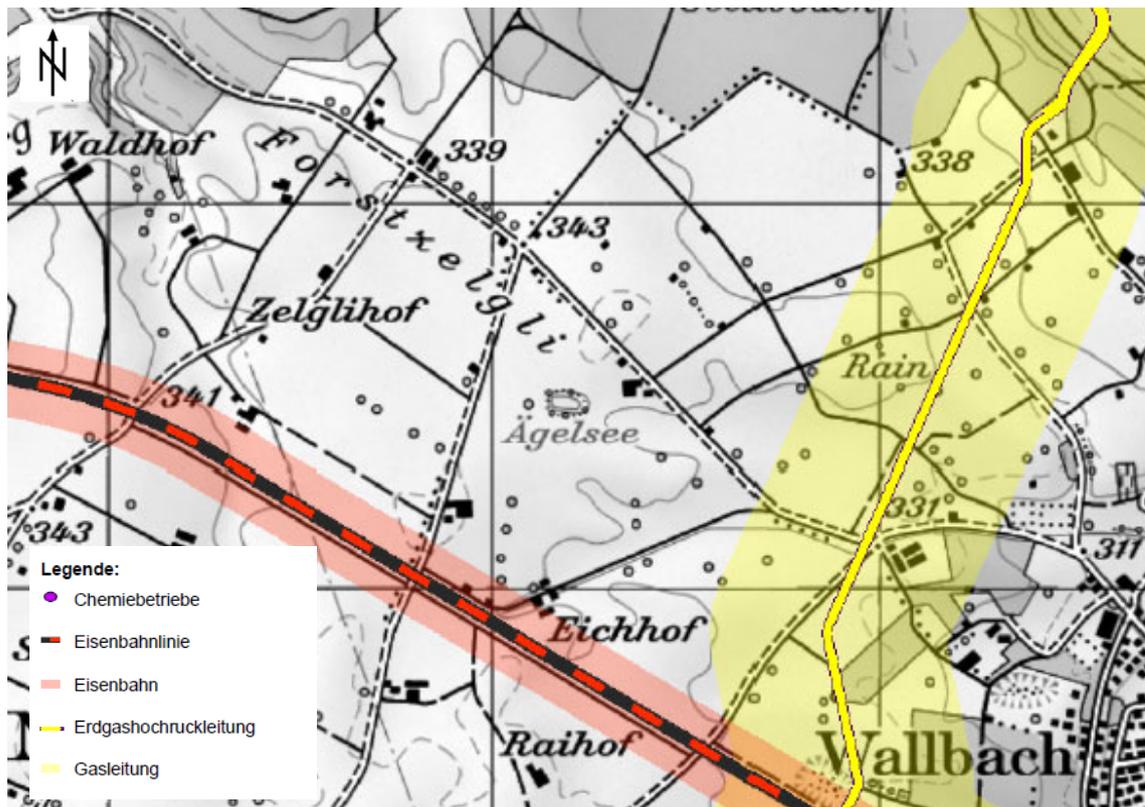


Abbildung 29: Karte Chemierisikokataster (Geoportal des Kantons Aargau, [88])

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Im Korridor der Transportleitung sind im Chemierisikokataster als risikorelevante Anlagen vorwiegend Verkehrsinfrastrukturen mit entsprechendem Verkehr von Gefahrgütern verzeichnet. Dabei handelt es sich um die Nationalstrasse A3, die Kantonsstrassen K292 (Zürcherstrasse/Landstrasse) sowie K495 (Industriestrasse).

Ebenso ist die Bahnlinie zwischen Möhlin und Rheinfelden im Chemierisikokataster aufgeführt. Südlich führt zudem eine Erdgasleitung der Gasverbund Mittelland AG entlang der Nationalstrasse. Die Transportleitungen verlaufen jedoch nördlich parallel zur Autobahn und tangieren somit die Erdgasleitung nicht.

Die Pumpstation «Nordfeld» liegt unmittelbar ausserhalb des Konsultationsbereichs der Erdgasleitung und weist entsprechend eine Entfernung von über 300 m zur Transitgasleitung auf. Die Pumpstation «Asp» liegt unmittelbar nördlich der Kantonsstrasse K292.

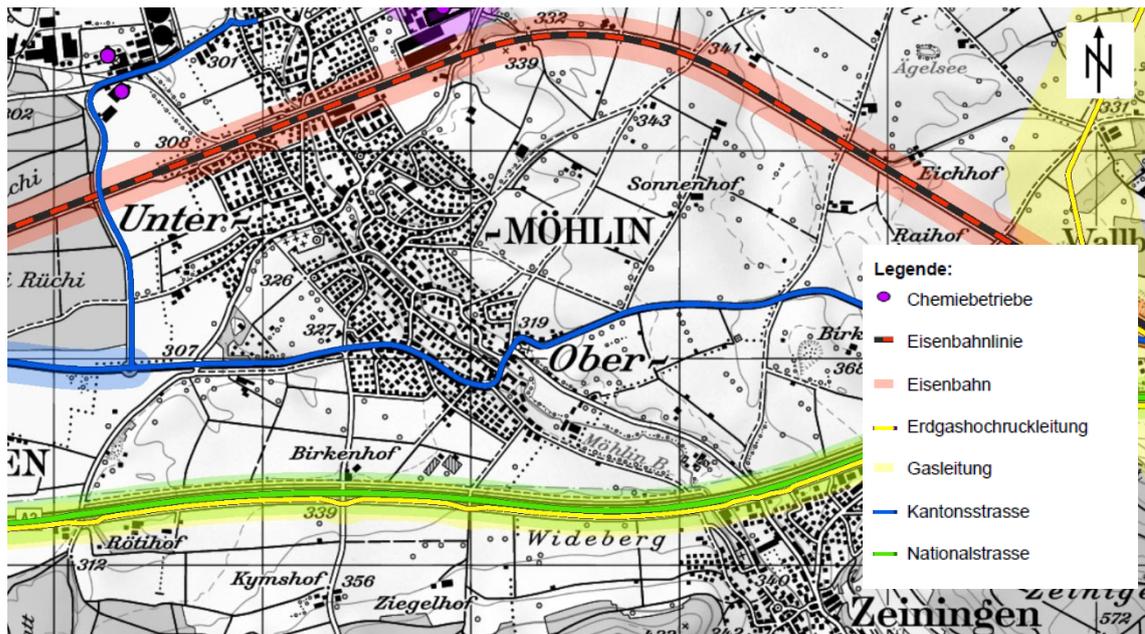


Abbildung 30: Karte Chemierisikokataster (Geoportal des Kantons Aargau, [88])

6.13.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Bauarbeiten im Nahbereich der Erdgasleitungen

Gemäss Art. 30 der Rohrleitungsverordnung [87] erfordern «Grabarbeiten innerhalb eines waagrecht gemessenen Abstandes von 10 m von der Rohrleitung» sowie «die Erstellung von Anlagen, die Erschütterungen (...) erzeugen und die Sicherheit der Rohrleitungsanlage oder deren Betrieb beeinträchtigen können» einer Zustimmung des Bundesamtes für Energie (BFE). Zudem gilt gemäss der Planungshilfe «Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge» [85] für Rohrleitungen, bei denen grössere Freisetzungen möglich sind, ein Konsultationsbereich von 300 m zur risikorelevanten Anlage.

Mit Ausnahme von zwei Bohrplätzen im Norden der Zone 2 weisen alle geplanten Bohrungen einen minimalen Abstand von 10 m zur Erdgasleitung auf. Bei den genannten zwei Bohrplätzen wird dieser Abstand unterschritten. Durch den Bau der rund 4 m tiefen Bohrkeller wird horizontal eine Abgrenzung bzw. ein baulicher Schutz errichtet, der in der Betriebsphase eine Beeinträchtigung der Gasleitungen verhindert. Bei der Verlegung der Transport-/Versorgungsleitung querend zur Gasleitung wird auf einen ausreichenden vertikalen Abstand zwischen den Leitungen geachtet. Grundsätzlich sollte dies jedoch problemlos möglich sein.

Wie in Kapitel 6.3.3 erläutert wird, sind die Bohrarbeiten mit gewissen Erschütterungen verbunden. Entsprechende Untersuchungen bei bereits ausgeführten Bohrungen zeigten, dass die maximalen Erschütterungen unmittelbar beim Bohrplatz maximal

0.5 mm/s betragen und mit zunehmender Entfernung entsprechend abnehmen. Aufgrund der zu erwartenden Erschütterungen ist keine erhöhte Gefährdung für die Gasleitungen zu erwarten.

Bei Bau- und Bohrarbeiten im Nahbereich der Gasleitungen werden vorgängig frühzeitig das eidgenössische Rohrinspektorat (ERI) sowie die Anlagebetreiberin einbezogen und gemeinsam das Vorgehen und entsprechende Massnahmen festgelegt.

Austretende Bohrspülung

Während der Bohrphase besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass Spülwasser in den Untergrund eindringt und diesen verunreinigt. Diesem Gefährdungspotenzial wird begegnet, indem die Spülungen in einem geschlossenen Kreislauf erfolgen, wobei das verwendete Wasser Trinkwasserqualität aufweist. Im Salzbereich erfolgen die Spülungen mittels gesättigter Sole. Im Bereich des Gipskeupers besteht die Gefahr des Quellens. In diesen Schichten wird das Spülwasser mit Zusatzstoffen wie Bentonit angereichert. Weitere Angaben und Massnahmen zum Schutz des Grundwassers werden im Kapitel 6.5 Geologie / Hydrogeologie detailliert erläutert.

Nebst den aufgeführten Aspekten tangiert das Vorhaben in der Bauphase keine anderen risikorelevanten Anlagen und weist entsprechend keine zusätzliche Gefährdung für Störfälle, Unfälle und Schadensfälle auf.

6.13.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Einsturz und Geländesenkungen

Die industrielle Salzlaugung bringt zwangsläufig Absenkungen der Geländeoberfläche mit sich. Mit den modernen Laugungstechniken kommt zum Schutz vor Senkungen Blanketgas (Stickstoffblanket) zum Einsatz, sodass heute mit deutlich geringeren Senkungen (ca. 1-2 mm/Jahr) zu rechnen ist als früher. Ausgewählte ausgelaugte Kavernen werden ausserdem mit Soleschlamm (Restprodukt aus Salzherstellung) verpresst, wodurch die Einsturzgefahr von Kavernen deutlich reduziert wird. Mit regelmässigen Kontrollmessungen im Gelände und Hohlraumvermessungen in den Kavernen ist zudem eine laufende Überwachung sichergestellt.

Eine detaillierte Beurteilung der Gefahren durch Einstürze und Senkungen sowie entsprechende Massnahmen zur Vermeidung und Überwachung sind dem Kapitel 7.3 «Lösungsbergbauinduzierte Senkungen» zu entnehmen.

Austritt Solelaugung

In grossen Mengen gilt Sole als wassergefährdende Flüssigkeit. Oberflächennahe Austritte von Sole können lokal die Vegetation schädigen. Für jedes Solfeld wird ein Soletank erstellt. Dieser Stahltank steht in einer Beton-Auffangwanne. Beide Gefässe sind mit jeweils zwei Niveaumessgeräten ausgestattet. So sind ein Alarm-Wert und ein „Not-Aus“-Wert definiert. Der aktuelle Füllstand kann jederzeit über das Leitsystem eingesehen werden.

Soleverluste können anhand von Niveaubirnen in den Bohrlochschächten und der Pumpstation sowie einer automatischen Mengenbilanzierung mittels Durchflussmessgeräten in der Haupt-Solepipeline erkannt werden. Neben dieser automatisierten Kontrolle erfolgt eine Mengenüberwachung mehrmals täglich visuell auf dem Leitungssystem und durch regelmässige Kontrollrundgänge über das Solfeld. Wird ein Soleverlust festgestellt, muss das entsprechende Leitungsstück schnellstmöglich isoliert werden. In der Regel geschieht dies automatisch durch das Schliessen von Sicherheitsventilen, welche über das Leitungssystem durch die Befehle „Not-Aus“ oder „Gruppen-Aus“ angesteuert werden. Ersteres bezieht sich auf die gesamte Soleförderung und -transport, letzteres betrifft einzelne Kavernengruppen, welche über Ringleitungen miteinander verbunden sind. Danach werden Lecks geortet und freigelegt sowie schnellstmöglich repariert. Das verunreinigte Erdreich wird abgetragen und ersetzt. Bei Bedarf finden diese Arbeiten unter Zuzug eines bodenkundlichen Fachspezialisten statt (Bodenkundliche Baubegleitung, BBB).

Allgemeine Massnahmen zur Vermeidung von Soleaustritten sind die vollständige Abschirmung des Spülkreislaufs von den Gesteinen hinter der Verrohrung und damit auch vom Grundwasser sowie die Wiederverwendung der Solespülung über ein Spülbecken. Die Leitungen des Blanketgases sowie des Sole- und Wasserkreislaufes werden permanent über den Druck überwacht. Bei Druckabfall erfolgt ein Alarm, die Pumpen werden sofort abgestellt und die Schieber des Leitungssystems geschlossen. Periodische Bilanzierungen zwischen Frischwasserverbrauch und Soleförderung geben ebenfalls Aufschlüsse über die Dichtheit der Kavernen. Auch die Grundwasserqualität im Abstrombereich der Solefelder wird regelmässig überwacht. Detailliertere Angaben zum Bau und technischen Betrieb der Soleförderung sowie spezifische Massnahmen finden sich in Kapitel 7.1.

Im Perimeter der Transportleitungen besteht in der Betriebsphase keine projektbedingt erhöhte Gefahr für Störfälle, Unfälle oder Schadensfälle.

6.13.5 Massnahmen

Die Projekt-integrierenden Massnahmen zur Störfallvorsorge und Schadensfallvermeidung in der Bau-/Bohr- und Betriebsphase werden in den obenstehenden Abschnitten erläutert und wie folgt zusammengefasst.

Nr.	Massnahme	Phase
SV-1	Das Projekt wird dem eidgenössischen Rohrleitungsinspektorat (ERI) sowie dem Betreiber der Erdgasleitungen zur Zustimmung unterbreitet.	Planungsphase
SV-2	Vor Beginn der Bauarbeiten im Nahbereich (10 m) von den Erdgasleitungen werden frühzeitig das eidgenössische Rohrleitungsinspektorat (ERI) sowie die Betreiber der Erdgasleitungen informiert.	Vor Baubeginn
SV-3	Die Sicherheitsvorschriften des eidgenössischen Rohrinspektorats (ERI) sowie des Betreibers der Erdgasleitungen bei Arbeiten im Bereich von Erdgasleitungen werden vollumfänglich umgesetzt.	Bauphase

6.13.6 Beurteilung

Die grundsätzlichen Störfall- und Unfallrisiken sind aus heutiger Sicht gering und mit den vorgeschlagenen Massnahmen kontrollierbar. In den Bau- und Bohrphasen werden die Arbeiten in engem Kontakt mit dem Rohrleitungsinspektorat und dem Betreiber der Erdgasleitungen ausgeführt. Die Bohrverfahren (austretende Bohrspülung) in der Bauphase sowie die Solelaugung in der Betriebsphase sind Standardverfahren, die von den Schweizer Salinen seit Jahrzehnten erfolgreich umgesetzt und zudem laufend weiterentwickelt und optimiert wurden, auch bezüglich Sicherheit. Eine Gefährdung von oberirdischen Gewässern durch austretende Bohrspülung oder Sole ist mit Ausnahme von drei (der insgesamt 65) Bohrplätze nirgends gegeben. Das vom Solfeld «Nordfeld» ausgehende Risiko hinsichtlich Personenschäden kann in allen Projektphasen als hinreichend klein und tragbar eingestuft werden.

6.14 Wald

6.14.1 Grundlagen

[89] Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG) vom 4. Oktober 1991, Stand: 1. Januar 2017

[90] Verordnung über den Wald (Waldverordnung, WaV) vom 30. November 1992, Stand: 1. Januar 2020

[91] Gesetz über Raumentwicklung und Bauwesen (Baugesetz, BauG) des Kantons Aargau vom 19. Januar 1993, Stand 1. Juli 2020

[92] Vollzugshilfe Rodungen und Rodungersatz, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 20

[93] Karten Waldareal, Naturwaldreservate, Vertraglich gesicherte Waldflächen, Forstreviere, Pflanzengesellschaften im Wald, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.14.2 Ausgangszustand

Solfeld «Nordfeld»

Im Perimeter des Solfelds «Nordfeld» selbst befinden sich keine Waldareale. Nördlich des Möhlinerfelds erstreckt sich jedoch auf Gemeindegebiet von Möhlin und Wallbach ein ausgedehntes Waldgebiet bis zum Rhein. Im Norden des Solfelds «Nordfeld» grenzt unmittelbar das Waldgebiet «Seeliboden» an. Zudem befindet sich südöstlich des Solfelds auf Gemeindegebiet von Wallbach und Zeiningen das kleinflächige und isolierte Waldstück «Chisholz». Bei beiden Waldbeständen handelt es sich gemäss [93] um Waldmeister-Buchenwälder, die dem Forstrevier von Kurt Steck angehören. In den betroffenen Waldflächen sind keine Naturwaldreservate ausgeschieden.

Das Gebiet «Nordfeld» liegt zudem in der Hauptachse des Wildtierkorridors WTK AG 1. Die beiden Waldgebiete sind diesbezüglich von Bedeutung, wobei das «Chisholz»

einen wichtigen «Trittstein» in der Lebensraumvernetzung darstellt. Auf diesen Aspekt wird im Kapitel 6.15 näher eingegangen.

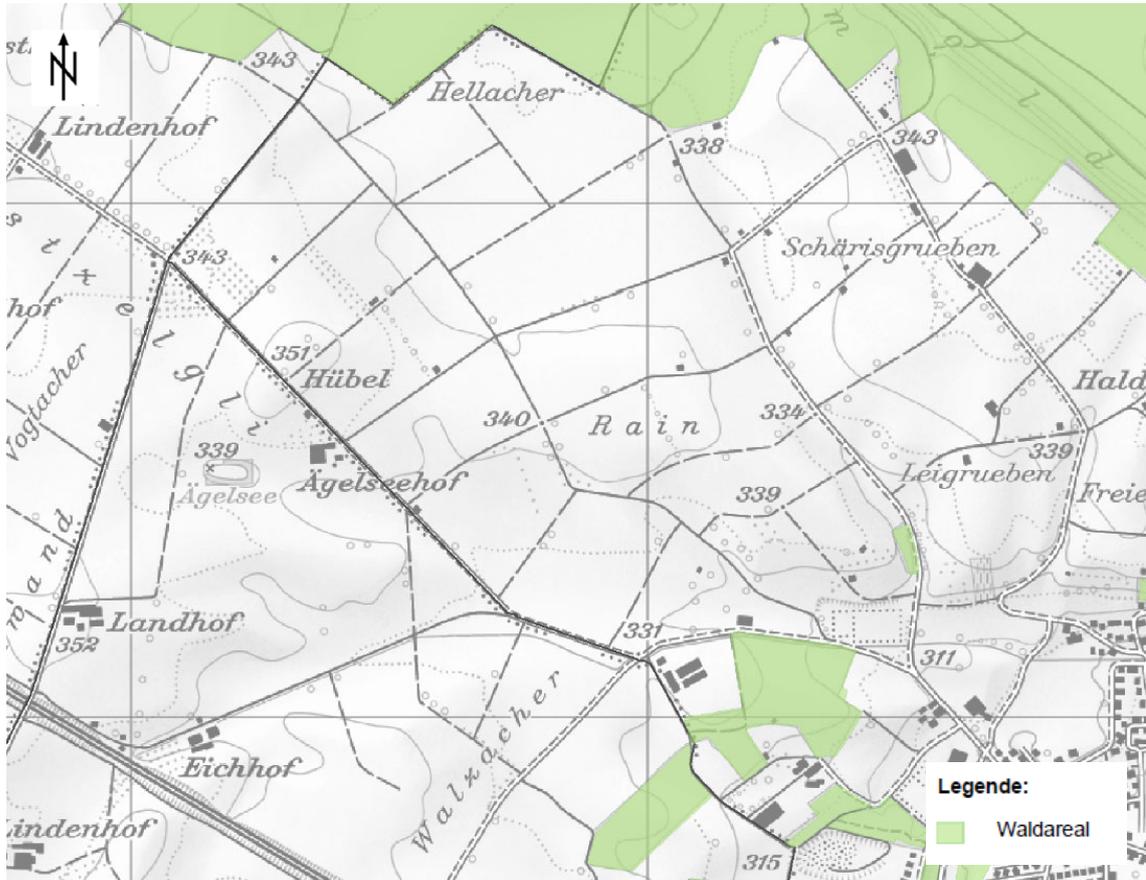


Abbildung 31: Karte Waldareal (Geoportal des Kantons Aargau, [93])

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Im Bereich zwischen dem geplanten Solfeld «Nordfeld» im Nordosten und dem bestehenden Solfeld «Bäumlihof» im Südwesten tangiert die projektierte Transportleitung nirgends Waldareal und kommt auch nicht in kritische Nähe von Waldflächen.

Im Norden des Solfelds «Bäumlihof» führt der Korridor jedoch nördlich des Grundstücks Kat.-Nr. 2730 über die Böschung zur Haldenstrasse bzw. das Gebiet «Chilli» hinunter. Auf dem genannten Grundstück befindet sich ein kleines Waldstück mit einer Naturwald-gemässen Bestockung, welches als Naturschutzgebiet ausgeschieden ist. Zudem befindet sich auf dem Grundstück auch ein belasteter Ablagerungsstandort (siehe Kapitel 0).

Auf Gemeindegebiet von Rheinfeldern wächst im Waldareal «Oberi Rüchi» ein Bestand an Eichen-reichen Kalk- und Waldmeister-Buchenwäldern sowie lokalen Erlen-Eschengruppen. Zudem ist der Waldrand im Osten als gestufter Waldrand ausgeprägt und ökologisch besonders wertvoll. Im nördlich angrenzenden «Unteri Rüchi» wächst gemäss [93] ein Waldmeister-Buchenwald. Die entsprechenden Waldflächen in

Rheinfelden sind als ausgedehntes Eichenwaldreservat «Rüchi / Wäberhölzli» geschützt, mit dem Ziel, dass junge Eichen nachgezogen und auf das Schlagen von Eichenholz weitgehend verzichtet wird.

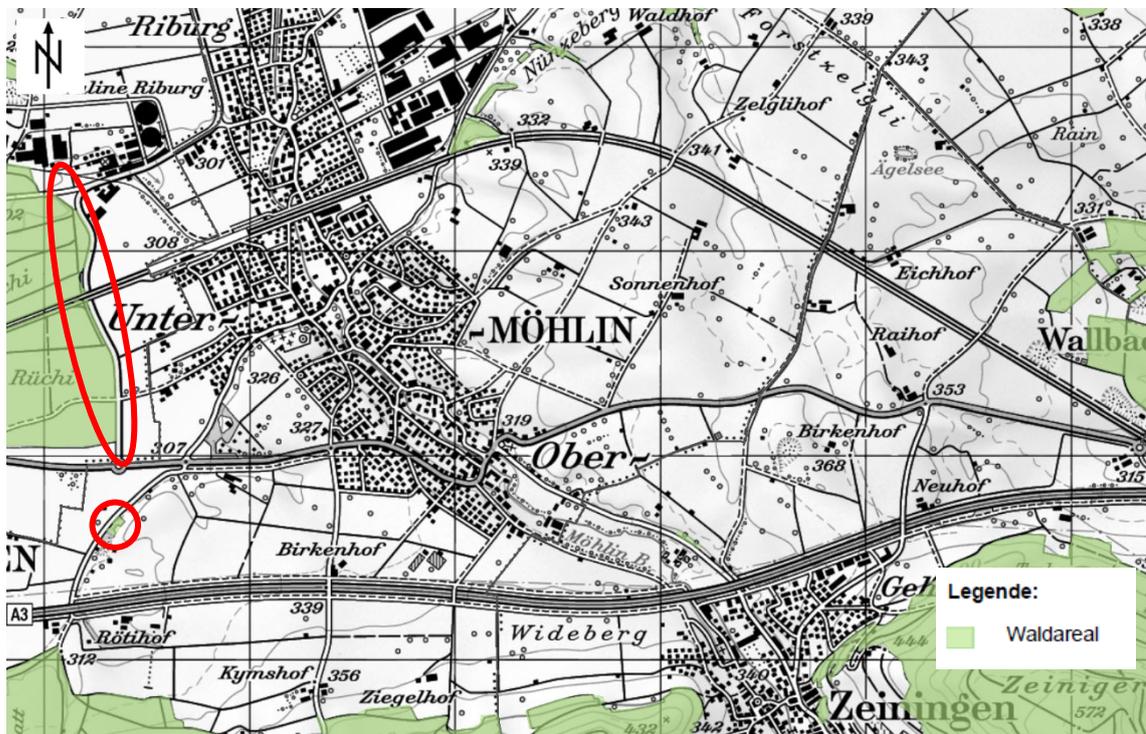


Abbildung 32: Karte Waldareal (Geoportal des Kantons Aargau, [93])

Die bestehende Transportleitung von der Saline «Riburg» zum aktuellen Solfeld «Bäumlihof» verläuft heute auf einer Länge von rund 1.5 km durch das geschützte Waldgebiet «Oberi und Unterri Rüchi» in Rheinfelden. Für den zukünftigen Soleabbau in den kommenden 50 Jahren soll die bestehende Leitung aufgrund von technischen Anforderungen (Kapazität etc.) sowie der erwarteten Gesamtlebensdauer des Bauwerks nicht mehr verwendet bzw. ersetzt werden. Die neue Linienführung soll dabei möglichst Wald- und Boden-schonend gewählt werden, um die Beanspruchung von bestockten Flächen zu vermeiden (Verlegen in Wald- und Feldwegen).

Im Bereich der geplanten Pumpstationen «Nordfeld» und «Asp» sowie deren näheren Umgebung befinden sich keine Waldareale.

6.14.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Gemäss Art. 17 des Bundesgesetzes über den Wald [89] sind Bauten und Anlagen in Waldesnähe nur zulässig, wenn sie die Erhaltung, Pflege und Nutzung des Waldes nicht beeinträchtigen. Der angemessene Mindestabstand von Bauten und Anlagen zum Wald werden dabei unter Berücksichtigung der Lage und der erwarteten Höhe des Bestandes durch die Kantone festgelegt. Der Waldabstand wird im Kanton Aargau in § 48 des Baugesetzes [91] geregelt und beträgt für Gebäude grundsätzlich 18 m. Für Klein- und Anbauten, unterirdische und Unterniveaubauten, Schwimmbäder und

Materialabbaustellen beträgt der minimale Waldabstand nach § 48 Abs. 1 Bst. b) Ziff. 1 BauG [91] lediglich 8 m.

Solfeld «Nordfeld»

In den Bau- bzw. Bohrphasen werden durch das Vorhaben grundsätzlich keine Waldflächen beansprucht (Rodungen). Im Norden des Solfelds «Nordfeld» werden in den Zonen 2 und 3 vier Bohrstandorte in der Landwirtschaftszone in Waldnähe realisiert. Die geplanten Bohrplätze werden dabei auf der jeweils dem Wald abgewandten, südlichen Seite von bestehenden Waldrandwegen erstellt. Die Bohrplätze bzw. die Bohrkeller werden dabei so platziert, dass der minimale Waldabstand von 8 m eingehalten wird. Somit ist keine Beeinträchtigung des Wurzelraums der Bäume aus den angrenzenden Waldbeständen zu erwarten. Der Bau der Bohrplätze umfasst ausschliesslich Tiefbauarbeiten, also Eingriffe in den Untergrund. Als oberirdische Bauten verbleiben ausschliesslich die Elektrokasten mit den Lüftungsschächten (vgl. **Abbildung 51**). Bei den Bohrarbeiten selbst werden für einen zeitlich eng begrenzten Zeitraum (ca. 2 Monate) oberirdische Einrichtungen vor Ort sein, wie dies in

Abbildung 45 und **Abbildung 46** ersichtlich ist. Dabei handelt es sich um das Bohrgerät mit einem rund 15 m hohen Bohrturm, einen Büro- und Materialcontainer, ein Rohrlager sowie Spülbecken und Mulden. Davon wird einzig der Bohrturm bis in den Kronenraum ragen, durch die Einhaltung des minimalen Waldabstands wird dieser jedoch die Baumkronen nicht beeinträchtigen.

Alle übrigen Bohrplätze weisen einen minimalen Waldabstand von über 50 m auf. Zum Waldareal «Chisholz» in Wallbach und Zeiningen südwestlich des «Nordfelds» weisen alle aktuell geplanten Bohrplätze eine Entfernung von mindestens rund 200 m auf.

Für die Bau-/Bohrphasen sind somit keine temporären oder definitiven Rodungen erforderlich und der Wald erfährt auch keine nachteiligen Nutzungen. Für vier Bohrplätze ist möglicherweise eine Ausnahmegewilligung für die Unterschreitung des Waldabstandes erforderlich. Das Vorhaben hat in den Bau-/Bohrphasen jedoch keine Auswirkungen auf den Bestand von Bäumen und Pflanzen im Wald.

Korridor Transportleitung und Pumpstationen

Beim Bau der beiden Pumpstationen «Neuholz» und «Asp» werden keine Waldflächen tangiert oder Waldabstände unterschritten. Im Korridor der Transportleitung sind ausschliesslich die beiden Waldareale «Rüchi / Wäberhölzli» in Rheinfeldern und auf dem Grundstück Kat.-Nr. 2730 in Möhlin relevant. Um das letztgenannte Wäldchen zu schützen, wird die Leitung über das nördlich angrenzende Grundstück Kat.-Nr. 2728 geführt. Je nach effektiver Linienführung kann der minimale Waldabstand von 8 m punktuell unterschritten werden. Gegebenenfalls wird dafür im Baubewilligungsverfahren eine Ausnahmegewilligung beantragt.

Weiter nördlich verläuft die Transportleitung zwischen der Kantonsstrasse K292 bis zur Saline «Riburg» weitgehend innerhalb von bestehenden Waldrand- und Waldwegen. Im «Obere Rüchi» verläuft die Leitung zunächst auf einer Länge von rund 780 m

erdverlegt im Feldweg östlich des Waldrandes. Das Leitungstrasse wird dabei mittig des Weges angelegt, wobei ein ca. 1.2 m breiter Leitungsgraben erstellt wird. Diese Arbeiten können von einem kleinen Raupenbagger ausgeführt werden, wobei das Aushubmaterial mit einem Dumper von der Gegenseite her abgeführt und auf ein externes Zwischendepot ausserhalb der Waldzone geführt wird. Sowohl das Bauwerk der Transportleitung als auch die Bauarbeiten selbst erfolgen mit einer Unterschreitung des minimalen Waldabstands von 8 m. Der Waldrand kann mit geeigneten Massnahmen wie einer temporären Abschränkung jedoch wirkungsvoll vor Beeinträchtigungen geschützt werden. Für die Unterschreitung des minimalen Waldabstands in diesem Abschnitt wird im Baubewilligungsverfahren eine Ausnahmegewilligung beantragt.

Westlich der Bahnüberführung über die Industriestrasse in Rheinfelden unterquert die Transportleitung den Bahndamm. Dazu wird beidseitig des Bahngleises eine Start- und Zielgrube erstellt und mit einem horizontalen Bohrverfahren (z. B. Pressrohrvortrieb) ein Kanal erstellt. Nördlich der Bahnlinie verläuft die Transportleitung zunächst auf einer Länge von rund 100 m in einer unbestockten Rückegasse bis zur Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA). Von dort aus wird die Leitung wiederum auf einer Länge von weiteren ca. 350 m im Waldweg im Waldgebiet «Unteri Rüchi» erdverlegt. Da die Leitung in diesem Abschnitt aber vollständig in der Waldzone verläuft, ist für das Vorhaben auch ohne Holzschlag eine Rodungsbewilligung notwendig.

Die beschriebene Linienführung im Trasse der Feld- und Waldwege verfolgt letztlich das Ziel, den ortsgleichen Ersatz der Bestandesleitung quer durch den Wald zu vermeiden und damit möglichst auf einen Holzschlag von bestockten Flächen im Naturwaldreservat verzichten zu können. Entsprechend wird die projektierte Linienführung bezüglich Schonung von Wald und Boden als gesamtheitlich beste Lösungsvariante beurteilt, auch wenn sie entlang des Waldrandes und durch den Wald selbst führt.

6.14.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

In der Betriebsphase werden weder im Solfeld «Nordfeld» noch im Korridor der Transportleitung Waldflächen beeinträchtigt. Alle Bauwerke und Anlagen (Leitungen, Bohrkeller) im Nahbereich von Wäldern sind unterirdisch und oberflächlich nicht einsehbar, mit Ausnahme der Elektrokästen auf den Bohrplätzen. Bei den vier Soleförderbrunnen am Waldrand im Gebiet «Seeliboden» in Möhlin und Wallbach erstrecken sich die durch die Solung erzeugten Kavernen nach Norden voraussichtlich bis unter die Waldzone. Da die Kavernen jedoch in grosser Tiefe liegen, wird dies keine Auswirkungen auf den Wald haben.

6.14.5 Massnahmen

Die Projekt-integrierenden Massnahmen zum Schutz des Waldes werden in den obenstehenden Abschnitten erläutert und im Folgenden zusammengefasst.

Nr.	Massnahme	Phase
WA-1	Der Wald wird im gesamten Projektperimeter bestmöglich geschützt und auf einen Holzschlag wird nach Möglichkeit vollständig verzichtet.	Planungsphase
WA-2	Die genaue Ausführung der Bauarbeiten im Waldareal sowie in Bereichen mit einer Unterschreitung des minimalen Waldabstands sowie konkrete Schutzmassnahmen werden vor der Baueingabe mit den zuständigen Kreis- und Revierförstern vor Ort besprochen und im Baugesuch ausgewiesen.	Planungsphase
WA-3	Für die Transportleitung im Waldweg des Waldareals «Unteri Rüchi» auf dem Grundstück Kat-Nr. 898 in Rheinfeldern wird eine Rodungsbewilligung beantragt. Das Rodungsgesuch mit Rodungsplan wird im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens eingereicht und öffentlich aufgelegt.	Planungsphase
WA-4	Die Bestimmungen zum Schutz des Waldes (Abschränkungen, Zufahrten, Depotflächen ausserhalb Waldareal, etc.) während den Bauarbeiten werden bei der Unternehmersauschreibung detailliert in die Submissionsunterlagen aufgenommen und im Werkvertrag geregelt.	Submission
WA-5	Vor Beginn von Bauarbeiten im Waldareal und in Bereichen mit einer Unterschreitung des minimalen Waldabstands wird mit den zuständigen Kreis- und Revierförstern ein Augenschein durchgeführt. Der Unternehmer wird zu den Massnahmen zum Schutz des Waldes instruiert und sensibilisiert.	Vor Baubeginn
WA-6	Bei Bauarbeiten im Wald und in Bereichen mit Unterschreitung des minimalen Waldabstands werden die angrenzenden Waldbestände bestmöglich geschont, indem Waldareale mit Abschränkungen (z. B. Lattenzaun, o. ä.) geschützt und bei Bedarf spezifische Massnahmen umgesetzt werden.	Bauphase
WA-7	Nach Abschluss der Bauarbeiten im Wald und in Bereichen mit einer Unterschreitung des minimalen Waldabstands wird mit den zuständigen Kreis- und Revierförstern eine Abnahme durchgeführt. Allfällige Instandsetzungs- und Ersatzmassnahmen werden durch die Bauherrschaft rasch veranlasst.	Bauphase

6.14.6 Beurteilung

Der Umweltaspekt Wald ist insbesondere in den Bauphasen relevant. Im Solfeld «Nordfeld» werden in allen Phasen grundsätzlich keine Waldareale beeinträchtigt. An einzelnen (4) Bohrstandorten wird voraussichtlich für den Bau der Bohrplätze und die anschliessenden Bohrungen jeweils für den kurzen Zeitraum von zwei bis drei Monaten eine Unterschreitung des minimalen Waldabstands erfolgen. Mit geeigneten Massnahmen können die angrenzenden Waldbestände aber wirkungsvoll vor Beeinträchtigungen geschützt werden.

Im Korridor der Transportleitung tangiert das Vorhaben ebenfalls nur in der Bauphase Waldareale. Dies ist bereits im heutigen Zustand mit einer wesentlich längeren Leitung der Fall. Bei der Projektierung des Vorhabens wurde darauf geachtet, dass für die Transportleitung möglichst kein Holzschlag und keine forstwirtschaftlich nachteiligen Nutzungen wie Niederhaltung u. ä. erforderlich sind. Zudem wurde das Ziel

verfolgt, die Eingriffe in den natürlich gewachsenen Boden (Wald- und Landwirtschaftszone) so gering wie möglich zu halten.

Mit der ausgewiesenen Leitungsführung werden diese Anforderungen bestmöglich eingehalten. Auch wenn für das Vorhaben Waldfläche beansprucht und Waldabstände temporär unterschritten werden, kann das Naturwaldreservat und dessen Bestockung bestmöglich geschützt werden. Durch die Leitungstrasse in bestehenden Wegen wäre auch für allfällige, wenn auch unwahrscheinliche Unterhalts- oder Reparaturingriffe jederzeit eine rasche und schonende Zugänglichkeit gewährleistet ohne dass dazu Waldflächen ausserhalb der Waldwege beansprucht werden müssten.

Unter Würdigung aller obenstehender Argumente ist die vorgeschlagene Leitungsführung als gesamtheitlich schonendste und nachhaltigste Lösung zu beurteilen. Gegenüber dem Ausgangszustand findet durch das aktuelle Vorhaben eine deutliche Verbesserung statt. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen können die an das Vorhaben angrenzenden Waldbestände bestmöglich geschützt werden.

6.15 Flora, Fauna, Lebensräume

6.15.1 Grundlagen

- [94] Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966
- [95] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991
- [96] Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen; Vollzug Umwelt, BAFU, Bern 2005 (G. Klaus, B. Kägi, R. Kobler, K. Maus, A. Righetti)
- [97] Praxismerkblatt Kleinstrukturen, Steinhäufen und Steinwälle, Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), 2011
- [98] Praxismerkblatt Kleinstrukturen, Holzhaufen und Holzbeigen, Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), 2011
- [99] Erdnistende Wildbienen, Anlegen von offenen Bodenflächen, Sandhaufen, Randkanten, überhängenden Abrissen und Steilkanten, etc., wildbee.ch, 2011
- [100] Wildtierkorridor WTK AG 1, Vorprojekt, Koch+Partner AG/Fornat AG, Mai 2012
- [101] Übersicht Kleinstrukturen, Merkblatt Landwirtschaft-Biodiversität-Landschaft (Labiola) und Kanton Aargau, 2016
- [102] Karten Schutzgebiete, Biodiversitätsförderflächen im Kulturland, Amphibien, Wildtierkorridor, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020
- [103] Daten Brutplätze Feldlerchen im Möhlinerfeld, 2014 – 2022, Schweizerisches Informationszentrum für Arten *Info Species*, Stand: Dezember 2022
- [104] Basiskonzept für Wiederherstellungs-, Ersatz- und ökologische Ausgleichsmassnahmen für das Solfeld «Nordfeld» mit Transportleitung, Ecosens AG, März 2023

6.15.2 Ausgangszustand

Obwohl das Möhlinerfeld im Gebiet des Solfelds «Nordfeld» eine intensiv bewirtschaftete und strukturarme Landwirtschaftsfläche ist, weist das Gebiet gewisse Qualitäten und Potenziale auf. Mit Ausnahme des Naturschutzgebietes Ägelsee befinden sich im Perimeter des geplanten Solfelds «Nordfeld» nur sehr wenige Hochstämme und andere Bäume sowie generell sehr wenige Hecken und Sträucher. Nebst dem kanalisierten Bach Heidigraben gibt es im Nordfeld keine natürlichen oder naturnahe Wasserläufe, die Vernetzungscharakter aufweisen. Das Gebiet weist somit nur sehr wenige Leit- und Vernetzungsstrukturen oder Trittsteinbiotope auf und ist generell eher arm an ökologischen Strukturen.

Nebst vereinzelt lokalen Heckenreihen und Biodiversitätsförderflächen im Kulturland ist insbesondere das Naturschutzgebiet Ägelsee ökologisch sehr wertvoll. Darüber hinaus ist im Gebiet zwischen dem Oberforst im Norden von Möhlin und Wallbach und dem Waldgebiet am Zeiningerberg im Süden der Wildtierkorridor WTK AG 1 ausgeschieden. Auf die verschiedenen Aspekte wird im Folgenden detaillierter eingegangen.

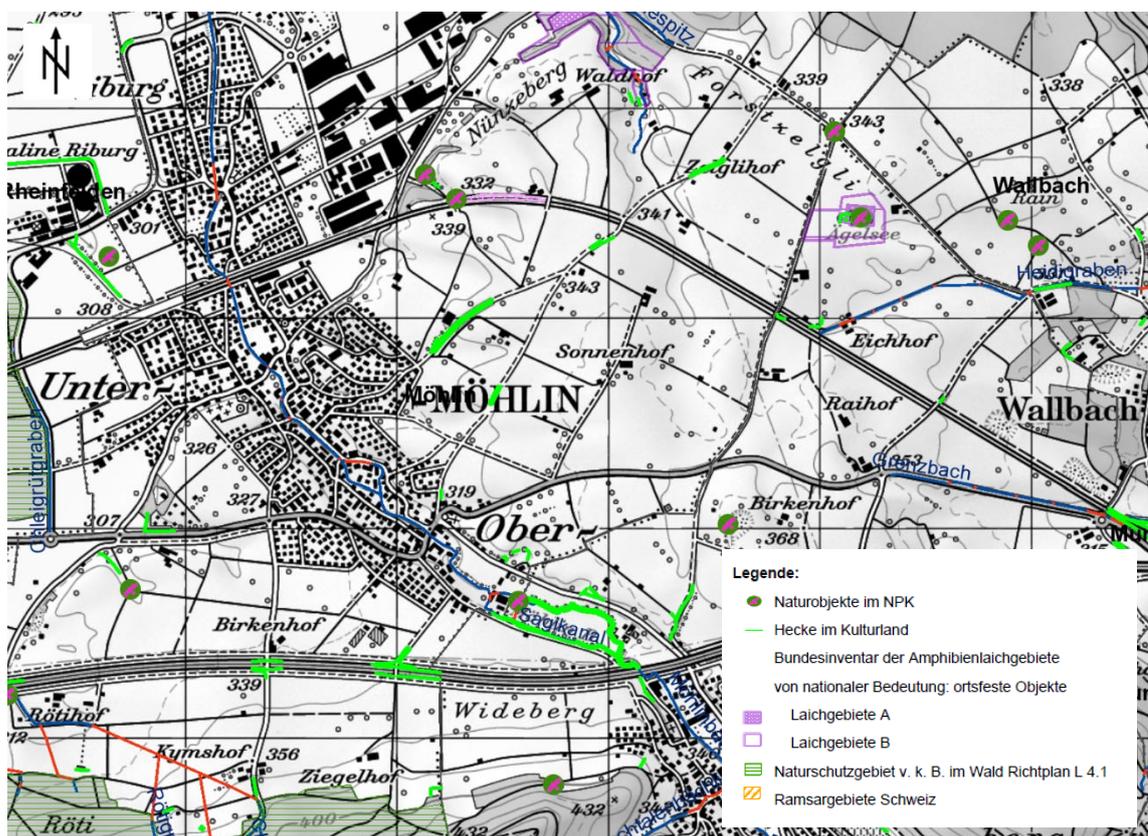


Abbildung 33: Karte Schutzgebiete (Geoportal des Kantons Aargau, [102])

Auch im Korridor der Transportleitung östlich und südlich von Möhlin ist die Landschaft stark geprägt von der intensiven Landwirtschaft und weist kaum verbreitet oder vernetzend naturnahe Lebensräume und Strukturen auf. Nur vereinzelt sind abschnittsweise entlang von Landwirtschaftsstrassen Hecken und Sträucher vorhanden.

Im Gebiet «Brüel» südöstlich von Möhlin sind entlang des Möhlinbachs und des Sagikanals zudem ausgedehnte Hecken- und Baumreihen vorhanden, die sowohl als Habitat als auch bezüglich der Lebensraumvernetzung bedeutsam sind. Im aktuellen Solfeld «Bäumlihof» befindet sich auf dem Grundstück Kat.-Nr. 2730 in einer steilen Böschung einer Schotterterrasse ein kleines Waldstück (ca. 3'600 m²) mit naturgemässer Bestockung, welches geschützt ist.

Auf Gemeindegebiet von Rheinfelden befindet sich das ausgedehnte Eichenwald- und Naturwaldreservat «Rüchi / Wäberhölzli», welchem der Korridor der Transportleitung zunächst auf der Ostseite folgt bzw. durch welche dieser weiter nördlich führt. Weitere Einzelheiten zu diesem Waldreservat werden unter dem Thema Wald bzw. in Kapitel 6.14 geschildert.

Wildtierkorridor WTK AG 1

Das allgemeine Ziel eines Wildtierkorridors ist die Wiederherstellung der Landschaftsdurchlässigkeit für grössere Säugetiere mit entsprechenden Territorien bzw. Raumbedarf. Dazu sollen Massnahmen getroffen werden, damit die bestehenden Hindernisse wie Infrastrukturen, Strassen- und Bahnverkehrsachsen etc. überwunden werden können. Dies wiederum soll den genetischen Austausch zwischen den in isolierten Lebensräumen lebenden Teilpopulationen ermöglichen und fördern.

Der Wildtierkorridor WTK AG 1 Möhlin – Wallbach umfasst eine Hauptvernetzungsachse zwischen dem Oberholz in Möhlin und Wallbach im Norden sowie dem Zeiningenberg im Süden (**Abbildung 34**). Ein Nebenast verläuft dabei vom Möhlinerfeld zwischen Obermöhlin und Zeiningen bis zum Waldgebiet am Sonnenberg im Süden von Möhlin. Die wesentlichsten Hindernisse auf dieser rund zweieinhalb Kilometer langen Vernetzungsrouten stellen dabei die Nationalstrasse N3, die Kantonsstrasse K292 sowie die Bahnlinie Mumpf-Möhlin dar.

Der WTK AG 1 weist eine überregionale Bedeutung auf und soll eine Vernetzung des Aargauer Juras mit dem südlichen Schwarzwald in Deutschland ermöglichen. Der vom Projekt betroffene Bereich liegt im Jagdrevier Nr. 165 Wallbach. Um diese Ziele zu erreichen soll der Lebensraum im Korridor artenspezifisch aufgewertet werden sowie die Durchlässigkeit des Korridors für die Ziel- und Potenzialarten verbessert bzw. wiederhergestellt werden (Eliminieren / Reduzieren von Wanderhindernissen, Störungen und Gefährdungen).

Im Vorprojekt zum WTK AG 1 von 2012 [100] wurden als Zielarten Reh, Wildschwein, Fuchs, Dachs, Feldhase (RL), Baumrarder, Hermelin, Iltis (RL), Mauswiesel (RL), Biber (RL), Eichhörnchen und Wasserspitzmaus (RL) definiert. Die mit RL gekennzeichneten Arten sind auf der Roten Liste geführt. Als Potenzialarten wurden Gämse, Luchs (RL), Rothirsch und Wildkatze (RL) ausgewiesen. Diese Arten kommen zurzeit im Wildtierkorridor AG 1 noch nicht oder nicht dauerhaft vor. Der Korridor soll das (Wieder-)Einwandern dieser Arten jedoch ermöglichen. Eine Einschätzung der aktuellen Situation der Ziel- und Potenzialarten findet sich im Bericht zum Vorprojekt [100].

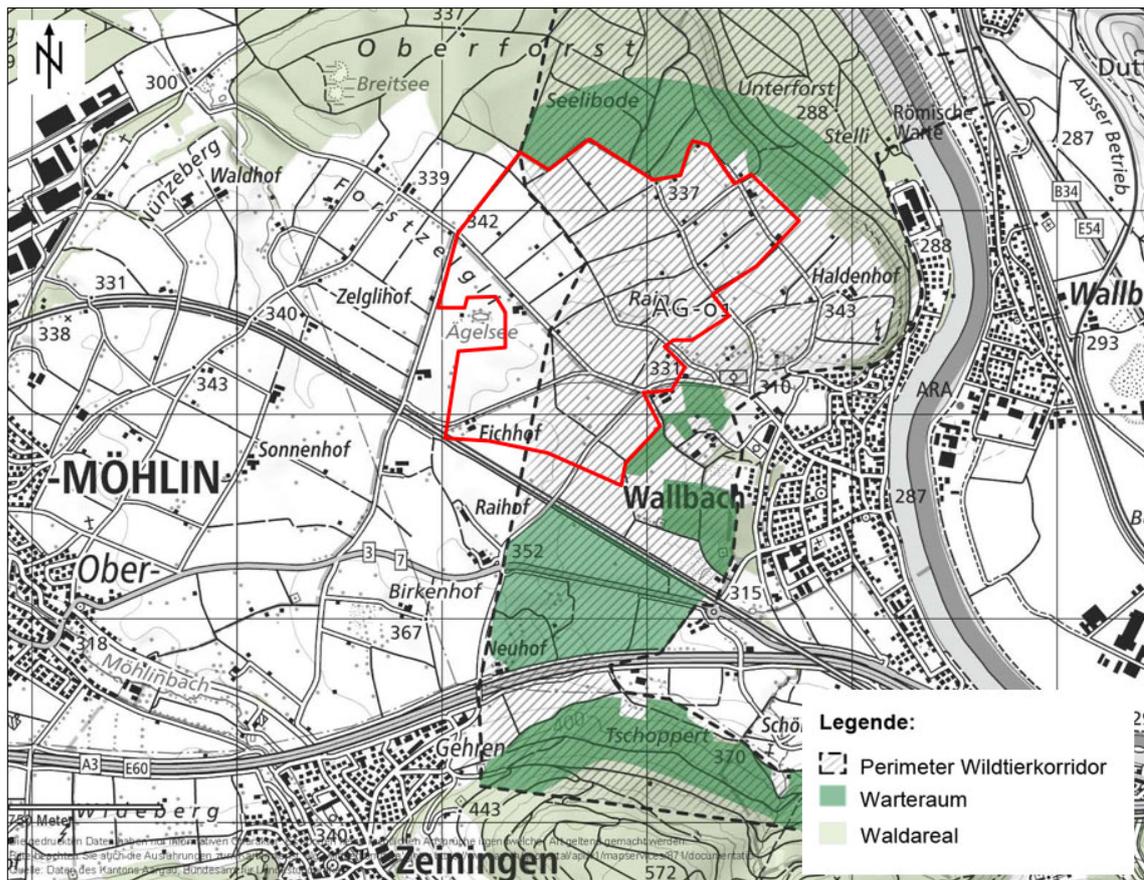


Abbildung 34: Wildtierkorridor WTK AG 1 (Quelle: [102])

Für die Erreichung der obenstehenden Zielsetzungen wurden im Vorprojekt [100] umfangreiche Massnahmen evaluiert und vorgeschlagen. Die bedeutendste Einzelmassnahme stellt dabei der Bau einer Wildtierüberführung über die A3 dar. Das Bundesamt für Strassen ASTRA ist bereits seit mehreren Jahren daran, eine solche Wildtierüberführung zu planen. Sie soll mit einer nutzbaren Breite von 50 m auf Gemeindegebiet von Zeiningen nördlich des Zeinigerbergs zwischen dem «Neuhof» und dem «Tschopperthof» (mittlere Koordinaten ca. 2 633 620 / 1 266 765) zu liegen kommen und innerhalb der nächsten rund fünf Jahre realisiert werden. Die Realisierung dieses Bauwerks ist Grundvoraussetzung, damit der Wildtierkorridor überhaupt durchgängig wird. Weitere bauliche Massnahmen sind die Erstellung einer Wildtierwarnanlage und einer Kleintierunterführung im betroffenen Abschnitt der Kantonsstrasse K292 sowie der Bau einer Grünbrücke über die Bahnlinie Mumpf – Möhlin.

Um das sehr offene und strukturarme Gelände für Wildtiere attraktiver zu gestalten, sollen zudem umfangreiche ökologische Aufwertungsmassnahmen realisiert werden. Zwischen den verschiedenen, zu passierenden Verkehrsachsen (N3, K292, Bahnlinie) sollen Ökobänder mit Feldgehölzen, Hecken und Krautsaum geschaffen werden, die den Zielarten Deckung und Nahrung bieten. Für Kleinsäuger sind zudem Holz- und Steinstrukturen (Asthaufen, Totholz, Lesesteinhaufen, etc.) vorgesehen. Die betroffenen Waldränder und Waldbestände (insbesondere die artenarmen Nadelholzbestände) sollen ebenfalls verjüngt und ökologisch aufgewertet werden, um den Tieren

Deckung zu bieten. In den Zugangsbereichen von Bauwerken (Wildtierüber- und Unterführungen) sind zudem gezielte Leit- und Deckungsstrukturen vorgesehen. Schliesslich soll auch die Durchgängigkeit des Geländes (Zäune, Kiesgruben, etc.) verbessert und mögliche Kleintierfallen beseitigt werden.

Aktuell sind von diesen Massnahmen noch kaum welche umgesetzt. Insbesondere im Bereich des Solfelds «Nordfeld» bieten die geplanten ökologischen Aufwertungsmassnahmen grosse Chancen und möglicherweise auch Synergien, welche die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt deutlich reduzieren.

Naturschutzgebiet Ägelsee

Der Ägelsee (Egelsee) ist ein Toteissee auf dem Gemeindegebiet von Zeiningen. Der See und seine Umgebung bilden ein rund 7'500 m² grosses Naturschutzgebiet und ist ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung. Der See liegt auf 339 m ü. M. in einer Mulde inmitten des Möhlinerfelds und ist ausserhalb des Randgebietes umgeben von landwirtschaftlich intensiv genutzten Ackerbauflächen.

Wie für Toteisseen typisch verfügt auch der Ägelsee über keinen natürlichen Zu- und Abfluss und wird nur durch Meteor- bzw. Oberflächenwasser gespeist. Dadurch besteht für den See generell eine natürliche Verlandungsgefahr, insbesondere mit zunehmend heissen und anhaltend trockenen Sommern. Die intensive landwirtschaftliche Nutzung führte in den 1970er Jahren zu einer zunehmenden Eutrophierung des Ägelsees. Nur dank einer umfassenden Gesamtsanierung in den Jahren 1978 und 1979 konnte der See vor der vollständigen Verlandung gerettet werden. Um auch eine künftige Verlandung zu verhindern, sind auch heute und in Zukunft noch regelmässige Pflegeeingriffe erforderlich.



Abbildung 35: Luftbild mit Naturschutzgebiet Ägelsee (Geoportal des Kantons Aargau, [102])

Im und um den See gedeihen zahlreiche Algen und blühende Wasser- und Sumpfpflanzen. Im Uferbereich ist ein Saum mit Schilfrohr und Rohrkolben vorhanden. Zudem ist der Ägelsee von einem üppigen Baum- und Strauchgürtel umgeben. Der See selbst ist ein wichtiges Amphibienlaichgebiet so zum Beispiel für den Wasserfrosch und den Bergmolch sowie zahlreiche weitere Arten. Der grosse Bestand an Insekten bietet Nahrung für verschiedene Vogelarten wie den Sumpfrohrsänger, den Zwergtaucher sowie zahlreiche Singvögel. Im Naturschutzgebiet brüten regelmässig Zwergtaucher, Teichhuhn und Neuntöter.

In einer umgebenden Pufferzone (Bereich B) wird das Land zudem extensiv bewirtschaftet und nicht gedüngt. Trotz dieser kleinräumigen Qualitäten liegt der Ägelsee relativ isoliert im intensiv genutzten Landwirtschaftsgebiet mit schlechter Vernetzung insbesondere bezüglich aquatischer Lebensräume (vgl. auch Kapitel 6.7).

Biodiversitätsförderflächen im Kulturland

Im Gebiet des Solfelds «Nordfeld» befinden sich verschiedene Biodiversitätsförderflächen, die in der Regel als schmale Vegetationsstreifen entlang von Feldwegen oder Grundstücksgrenzen angelegt sind (siehe **Abbildung 36**).

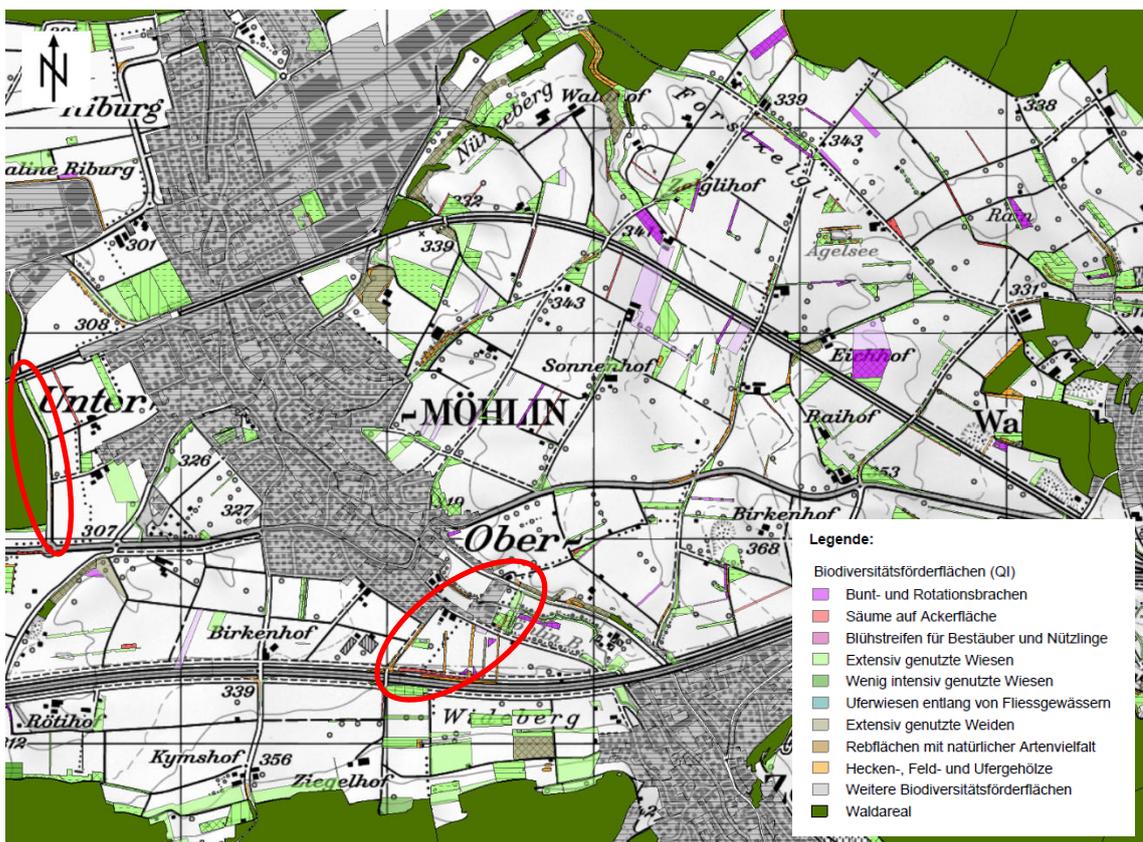


Abbildung 36: Biodiversitätsförderflächen im Kulturland (Geoportal des Kantons Aargau, [102])

Grundsätzlich handelt es sich dabei vorwiegend um extensiv genutzte Wiesen als Saumvegetation auf Wies- und Ackerland, um Bunt- und Rotationsbrachen sowie

vereinzelt um ungedüngte Fromentalwiesen. Die Biodiversitätsförderflächen sind weitgehend von Nordwesten nach Südosten orientiert und ermöglichen in dieser Ausrichtung auch eine, wenn auch lückenhafte Vernetzung. In diesem Sinne sind diese Flächen als Biotopverbund auch als Gesamtheit zu erhalten und zu schützen. Mit Ausnahme von vereinzelt Hochstammbäumen befinden sich im Solfeld keine geschützten geschlossenen Heckenreihen.

Im Korridor der Transportleitung befinden sich östlich von Möhlin keine geschützten Bäume und Heckenreihen. Lokal sind auch hier Biodiversitätsförderflächen wie extensive Wiesen, Bunt- und Rotationsbrachen vorhanden, welche tendenziell von Nordnordost nach Südsüdwest verlaufen.

Die im Raum Brüel südöstlich von Möhlin entlang des Möhlinbachs und des Sagikanals verlaufenden, ökologisch wertvollen Bestockungen (Ufer- und Feldgehölze) werden nur punktuell unmittelbar östlich der künstlichen Wasserbauwerke tangiert und gegebenenfalls ortsgleich ersetzt. Die Leitungsführung durch den Damm selbst wurde geprüft, ist aber aus Sicherheitsgründen nicht zulässig.

Im weiteren Verlauf südwestlich von «Brüel» sowie im Gebiet der Autobahnüberführung «Schützenstrasse» in Möhlin erstrecken sich entlang der Feldwege (Friedhofweg) ausgedehnte Heckenreihen und Bestockungen. Diese sind aufgrund ihrer Ausdehnung mit Vernetzungscharakter als ökologisch sehr wertvoll zu beurteilen. Im westlich angrenzenden Leitungsverlauf werden im Gemeindegebiet von Möhlin keine relevanten Biodiversitätsförderflächen, Hecken, Sträucher oder Bäume tangiert.

Auf Gemeindegebiet von Rheinfeldern ist das Waldgebiet «Oberi und unteri Rüchi» ein Eichenwald- und Naturwaldreservat mit Eichen-reichen Kalk- und Waldmeister-Buchenbeständen sowie lokalen Erlen-Eschengruppen. Der östliche Waldrand ist geschützt (siehe auch Kapitel 6.14).

Brutreviere Feldlerche

Die ackerbaudominierten Ebenen des Möhlinerfeldes sind zum Teil vorrangiges Brutgebiet der geschützten Feldlerche (Rote Liste). Der Verein Natur- und Vogelschutz Möhlin lancierte in den vergangenen Jahren im Möhlinerfeld ein Projekt namens "Biodiversität im Melerfeld (BiM)". Es hat zum Ziel, die Biodiversität im Möhlinerfeld zu erhöhen und bedrohte, typische Kulturlandarten wie Feldlerche, Kreuzkröte, Steinkauz, Wildbiene und Kornrade zu fördern.

Die Feldlerche bevorzugt baum- und strauchlose Ebenen mit naturnahen, kleinflächig wechselnden Kulturen. Hohe Strukturen beispielsweise in Form von Bäumen und Hecken meidet sie. Die Brutreviere der Feldlerche werden im Rahmen des Kontrollprogramms Avimonitoring der kantonalen Abteilung Landschaft und Gewässer jährlich kartiert. Die entsprechenden Daten werden vom Schweizerischen Informationszentrum für Arten (*Info Species*) [103] in einer Datenbank erfasst. Die Brutreviere der Jahre 2014 bis 2022 konzentrieren sich auf die Gebiete "Forstzelgli", "Chleizelgli", "Vogtacher", "Langi Awand", "Nünzeberg" (alle Gemeinde Möhlin) sowie Höhenhof und Birkenhof (beide Gemeinde Zeiningen), welche alle ausserhalb des Solfelds «Nordfeld» liegen. Innerhalb des Perimeters des Solfelds «Nordfeld» wurden in den

letzten rund 10 Jahren nur vereinzelt Brutreviere im "Chrajenacher" (Gemeinde Wallbach) und im «Walzacher» (Gemeinde Zeiningen) festgestellt. Die beiden Gebiete liegen im nördlichen bzw. im südlichen Randbereich des «Nordfelds». Aufgrund der Richtlinien für die Abgabe von Daten von *Info Species* wird auf eine Abbildung der Brutreviere der Feldlerche verzichtet, die entsprechenden Geodaten liegen der zuständigen kantonalen Fachstelle jedoch vor.

6.15.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Im geplanten Solfeld «Nordfeld» werden die im Nutzungsplan Kulturland festgesetzten und damit die wertvollen Naturschutzzone und Naturobjekte allesamt respektiert, d.h. nicht tangiert. Allem voran wurde das Naturschutzgebiet Ägelsee bewusst nicht in den Perimeter des Solfelds «Nordfeld» aufgenommen. Die Grenze der Zone für Salzabbau «Nordfeld» und des Korridors Transportleitung verläuft parallel zur Grenze des Bereichs B des Amphibienlaichgebiets AG931, ohne diesen zu tangieren.

Bei der Festsetzung der Bohrplätze und des Leitungstrassees wurde darauf geachtet, dass bestehende Bäume, Sträucher und Heckenreihen gemieden werden. Dabei wurde auch der Wurzelraum der entsprechenden Gehölze gebührend berücksichtigt, sodass auch keine unterirdischen Schäden an diesen Pflanzen zu befürchten sind.

Die Biodiversitätsförderflächen (Labiola-Vertragsflächen) sind diffus über das Solfeld verteilt. Obwohl sie bestmöglich gemieden werden, sind lokale Beeinträchtigungen nicht zu umgehen, insbesondere bezüglich temporärer Eingriffe für den Leitungsbau. Allerdings beschränkt sich die Vertragsdauer der Labiola-Flächen in der Regel auf maximal 8 Jahre, sodass sie nicht effektiv ortsgebunden sind.

Wo in der Bauphase durch bauliche Eingriffe temporäre Beeinträchtigungen stattfinden, wird mit Wiederherstellungsmassnahmen gleichwertiger Ersatz geschaffen. Bei Sträuchern und Hecken werden diese bei Bedarf vorsorglich zurückhaltend zurückgeschnitten, um Schäden zu vermeiden. Falls solche entfernt werden müssen (z. B. Leitungsbau) wird im Anschluss eine gleiche Anzahl und Art an Sträuchern wieder angepflanzt. Bei extensiv genutzten Wiesen oder Biodiversitätsförderflächen wird für die Begrünung das zu wählende Saatgut mit den bewirtschaftenden Landwirten gemäss den Labiola-Vertragsbestimmungen abgestimmt oder die Ansaaten durch diese selbst ausgeführt.

Die grössten Auswirkungen in der Bauphase haben jedoch die Bohrarbeiten, die sich für jede der fünf Etappen über rund anderthalb Jahre erstrecken. Nach Abschluss jeder Bohretappe folgt jedoch wieder eine rund 4- bis 5-jährige Ruhephase. Die Bauarbeiten für die Transportleitung werden grundsätzlich nur an Wochentagen sowie in den Regelarbeitszeiten (7.00 – 12.00 / 13.00 – 18.00 Uhr) ausgeführt. Zudem beschränken sich die baulichen Eingriffe lokal auf wenige Wochen. Somit sind durch die Bauarbeiten für die Transportleitungen keine langfristigen relevanten Auswirkungen auf Flora, Fauna und Lebensräume zu erwarten. Da die Bohrungen rund um die Uhr und somit auch nachts ausgeführt werden, sind damit unweigerlich gewisse Lärm- und Lichtemissionen sowie leichte Erschütterungen verbunden. Diese Emissionen wirken sich insbesondere nachts auf verschiedene Tierarten aus, was vorwiegend im

Wildtierkorridor störend ist. Betroffen davon sind nebst dem Hochwild auch alle anderen Säugetiere, aber auch Vögel, Insekten und Fledermäuse etc.

Technische Massnahmen zur Minimierung der Lärmemissionen (Kapitel 6.2) und Lichtemissionen (Kapitel 6.5) werden in den entsprechenden Fachkapiteln ausführlich behandelt. Generell wird mit Abschirmungen, Einhausungen sowie mit emissionsverminderndem Verhalten (keine lärmintensiven Arbeiten in der Nacht etc.) gearbeitet. Die Massnahmen werden dabei laufend bezüglich ihrer Wirkung überprüft und bei Bedarf angepasst. Bezüglich der Erschütterungen durch den Bohrbetrieb sind technische Massnahmen jedoch nur beschränkt möglich.

Der Wildtierkorridor WTK AG 1 weist im Bereich des Solfelds «Nordfeld» eine Breite zwischen 1.1 km und 1.8 km auf. Jeder Bohrplatz hat lediglich eine Ausdehnung von 12 m x 33 m. Damit bleiben den Tieren selbst innerhalb des planerisch festgelegten Perimeters des Wildtierkorridors noch ausreichend Ausweichmöglichkeiten von beidseits mindestens rund 600 m. Auch wenn die Lärm- und Lichtemissionen in einem gewissen Umkreis zu den Bohrplätzen wahrnehmbar sind, sollten die Wildtiere diese Emissionsquelle gut umgehen können.

Falls im Wildtierkorridor zeitnah neue Deckungs- und Leitstrukturen geschaffen werden, wird die Situation für Wildtiere wesentlich verbessert. Andernfalls können entsprechende Massnahmen auch durch die Konzessionärin in Abstimmung mit den Grundeigentümern, Bewirtschaftern und den zuständigen Behörden realisiert werden (vgl. Ausgleichsmassnahmen).

6.15.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Während des Solebetriebs bzw. in der Betriebsphase gibt es grundsätzlich keine relevanten Lärm- und Lichtemissionen oder Erschütterungen mehr. Mit Ausnahme von kleinen Elektrokasten sowie der zentral eingerichteten Pumpstation «Nordfeld» sind in der Betriebsphase keine störenden, oberirdischen Bauwerke vorhanden. Um die Pumpstation selbst werden zudem Bäume und Sträucher gepflanzt, die einerseits als Deckungsstrukturen dienen und andererseits das Bauwerk in der Landschaft kaschieren. Entsprechend sind in der Betriebsphase durch den Solebetrieb grundsätzlich keine negativen Auswirkungen auf Flora, Fauna und Lebensräume zu erwarten. Insbesondere auf den Wildtierkorridor bzw. dessen Zielarten sind keine Beeinträchtigungen vorhanden.

Während der rund 20 jährigen Betriebsphase wird durch die insgesamt 65 Mergelplätze (Ausdehnung jeweils 8 m x 28 m) eine Gesamtfläche von über 14'500 m² an «mageren Rohböden» geschaffen. An ruhigen Stellen können sich darauf trockene Trittflur-Gesellschaften sowie eine ein- oder allenfalls auch mehrjährige Ruderalflora entwickeln. Aber auch offene Flächen sind für viele Arten attraktiv. Generell werden mit den regelmässig verteilten Mergelplätzen in der intensiv bewirtschafteten Landschaft wertvolle Trittsteinbiotope geschaffen, die Lebensraum für zahlreiche Falter, Schrecken, Käfer, Spinnen, Wildbienen und Reptilien bieten. Diese wiederum bilden die Nahrungsgrundlage für viele Vögel und Kleinsäuger.

In Kombination mit allfällig lokalen Aufwertungsmassnahmen und Strukturen wie Ast- und Totholzhaufen oder Lesesteinhaufen und Sand- und Steinlinsen sowie auf die Zielarten ausgerichtete Begrünungen und Bepflanzungen (Krautsaum, Dornsträucher, etc.) kann die aktuell sehr strukturarme Agrarlandschaft bedeutend bereichert und aufgewertet werden. Bezüglich der Brutgebiete der Feldlerche ist jedoch darauf zu achten, dass ausreichend grosse Flächen ohne Gehölze verbleiben. Somit bietet das Vorhaben mittelfristig auch sehr viele ökologische Chancen bzw. viel Potenzial.

6.15.5 Massnahmen

Wie den obenstehenden Ausführungen zu entnehmen ist, hat das Vorhaben zeitlich fast ausschliesslich in den Bauphasen und vorwiegend im Gebiet des Solfelds «Nordfeld» relevante Auswirkungen auf Flora, Fauna und Lebensräume. Somit können die relevanten Umweltauswirkungen räumlich und zeitlich stark eingeschränkt werden. Entsprechend sind auch die Massnahmen auf diese Anforderungen auszurichten. Im Folgenden werden deshalb einerseits baubegleitende Massnahmen und andererseits Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen sowie ökologische Ausgleichsmassnahmen vorgeschlagen. In Absprache mit der Fachstelle Natur und Landschaft des Kantons Aargau wurde die Erarbeitung eines Basiskonzepts für Wiederherstellungs-, Ersatz- und ökologische Ausgleichsmassnahmen [104] mit einem stufengerechten Vorgehen festgelegt.

Baubegleitende Massnahmen

Als übergeordnetes Ziel sollen Eingriffe und Beeinträchtigungen in Naturräume und ökologisch wertvolle Strukturen möglichst vermieden werden. Dies ist mit den festgelegten Bohrstandorten sowie dem Korridor der Transportleitung bestmöglich gewährleistet. Wo Eingriffe in Naturräume unvermeidbar sind, soll nach temporären Eingriffen (z. B. Leitungsbau) eine ortsgleiche Wiederherstellung erfolgen oder andernorts ein gleichwertiger (Real-)Ersatz geschaffen werden. Konkret kann dies bedeuten, dass eine geschlagene Hecke nach den baulichen Eingriffen wieder ersetzt wird, oder dass nach Erdarbeiten in Biodiversitätsförderflächen die Begrünung wieder mit entsprechendem Saatgut erfolgt. Im Rahmen des Projekts begrünte oder brachliegende Flächen werden zudem regelmässig auf invasive Neophyten untersucht, damit bei Bedarf zeitnah geeignete Bekämpfungsmassnahmen umgesetzt werden können. Die entsprechenden Massnahmen sind im Kapitel 6.12 beschrieben und in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Generell sollen die Bauarbeiten sowie alle Bautransporte, wenn immer möglich tagsüber und an Werktagen erfolgen. Dies ist mit Ausnahme der Bohrarbeiten, die in einem 24 h-Betrieb laufen, weitestgehend möglich. Zum Schutz der Fauna werden allgemein und besonders während der Nacht Massnahmen zur Minimierung von Lärm- und Lichtemissionen umgesetzt. Diese werden in den entsprechenden Kapiteln 6.2 Lärm und 6.5 Lichtemissionen erläutert und sind der Vollständigkeit halber auch in der untenstehenden Tabelle nochmals aufgeführt.

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau- und Betriebsphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
LÄ-1	Für alle Bau- und Bohrarbeiten werden generell Massnahmen der Stufe B umgesetzt. Bei den Bohrarbeiten werden nachts zudem Massnahmen der Stufe C angewendet.	Bauphase
LÄ-3	Das Baustellen- und Bohrpersoneel wird bezüglich lärmindernden Massnahmen und Verhalten instruiert und geschult.	Bauphase
LÄ-4	Um die Bohrplätze werden 4 m hohe Lärmschutzwände installiert.	Bauphase
LÄ-5	Lärmintensive Arbeiten werden möglichst vermieden und ausschliesslich tagsüber ausgeführt.	Bauphase
LI-1	Bei nächtlichen Bau- und Bohrarbeiten sind Lichtquellen auf das notwendige Mass zu beschränken. Mit gezielten konstruktiven Massnahmen (Einhausungen, Abschirmungen) und geeigneten Leuchtmitteln (LED mit geringen UV-/Blauanteilen) sind unnötige Lichtemissionen zu verhindern. Im Bereich von Wohnnutzungen und ökologischen Schwerpunktgebieten sind Leuchtmittel besonders restriktiv einzusetzen.	Bauphase
UGO-3	Allfällig zugeführtes Ersatzmaterial (Boden, Aushubmaterial) muss nachweislich frei von Neophyten sein.	Bauphase
UGO-4	Frisch rekultivierte Böden werden schnellstmöglich angesät und begrünt. Begrünte Flächen und Ruderalflächen werden zudem mindestens einmal jährlich auf invasive Neophyten kontrolliert	Bauphase / Betriebsphase
UGO-5	Allfällige aufkommende bekämpfungspflichtige Neophytenvorkommen werden rasch mit geeigneten Massnahmen bekämpft.	Bauphase / Betriebsphase
NAT-1	Für die umzusetzenden Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen sowie die ökologischen Ausgleichsmassnahmen wird von der Gesuchstellerin ein Basiskonzept erarbeitet und der Fachstelle Natur und Landschaft unterbreitet. Konkrete Massnahmen werden für jede Bauetappe im jeweiligen Baubewilligungsverfahren ausgewiesen.	Planung
NAT-2	Vorhandene Naturwerte (Bäume, Sträucher, Hecken, etc.) werden, wenn immer möglich gemieden und mit geeigneten Massnahmen (Abschränkung, Wurzelschutz, etc.) geschützt.	Planung / Bauphase
NAT-3	Wo eine Beeinträchtigung von Bäumen oder Sträuchern nicht zu vermeiden ist (Holzschlag), wird möglichst ortsgleich ein bezüglich Art, Menge und Qualität gleichwertiger Realersatz geleistet (Ersatzpflanzung).	Bauphase
NAT-4	Um die Beanspruchung von Grünflächen zu minimieren, werden möglichst keine neuen Erschliessungswege gebaut und die Bohrplätze möglichst entlang bestehender Flurwege angelegt.	Bauphase
NAT-5	Mit Ausnahme der Bohrarbeiten (24 h-Betrieb) werden alle übrigen Bauarbeiten für Bohrplätze und Transportleitungen sowie die Bautransporte möglichst ausschliesslich tagsüber und wochentags ausgeführt.	Bauphase
NAT-6	Während der Hauptsetz- und Brutzeit (1. April – 31. Juli) werden lärm-, licht- und erschütterungsintensive Arbeiten möglichst unterlassen.	Bauphase
NAT-7	Die wenigen, während der Betriebsphase im Gelände visuell in Erscheinung tretenden Infrastrukturanlagen (z. B. Pumpstation) sind mit einer artenreichen Sichtschutzbepflanzung aus standorttypischen Sträuchern mit einem ausreichenden Krautsaum zu versehen.	Betriebsphase

Für Beeinträchtigungen von Lebensräumen durch die intensiverte Nutzung werden durch die Schweizer Salinen AG angemessene ökologische Ausgleichsmassnahmen realisiert. Die Grundlage dafür bildet das entsprechende Basiskonzept [104].

Wiederherstellungs-, Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen

Aufgrund der langen Zeithorizonte des Vorhabens sollen die ökologischen Werte und die erwarteten Beeinträchtigungen grundsätzlich stufengerecht bzw. zeitnah zu den jeweiligen Eingriffen bestimmt werden. Deshalb wurden die Art und der Umfang der zu erbringenden Wiederherstellungs-, Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen mit den zuständigen Behörden bisher noch nicht verbindlich festgelegt. Die Schweizer Salinen AG verfügt im Projektperimeter über ausgedehntes Grundeigentum in Form von flächig verteilten Parzellen. Diese Voraussetzung ermöglicht der Gesuchstellerin auf eigenen Grundstücken ökologischen Ausgleich zu betreiben. Für durch technische Eingriffe beeinträchtigte Lebensräume soll möglichst ortsgleich wiederhergestellt oder in der Nähe ein Realersatz geschaffen werden, z. B. wenn für den Bau der Transportleitung Gehölze geschlagen werden müssen.

Die Schweizer Salinen AG möchte die weiteren Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen möglichst eng mit den Massnahmen des Kantons Aargau für den Wildtierkorridor WKT AG 1 erarbeiten und abstimmen. Die für den Wildtierkorridor geplanten umfangreichen Vernetzungsmassnahmen (Schaffung von Ökobändern, Deckung- und Leitstrukturen, Waldrandaufwertungen und ökologischen Kleinstrukturen) würden bereits für die Bau- und Betriebsphase des vorliegenden Projekts sehr positive Auswirkungen ergeben. Um mögliche Synergien zu nutzen, pflegt die Schweizer Salinen AG bereits seit mehreren Jahren den Kontakt mit der Abteilung Natur und Landschaft führte dazu schon mehrere Sitzungen und Begehungen durch (so am 5. Januar 2021 sowie am 5. Dezember 2022). In diesen Gesprächen wurde festgelegt, dass die zuständigen kantonalen Fachstellen zunächst die Möglichkeit prüfen, welche der im Rahmen des Projekts Wildtierkorridor WTK AG 1 zu realisierenden Massnahmen durch oder zu Lasten der Schweizer Salinen AG ausgeführt werden können und sollen.

Parallel dazu wurde durch die Schweizer Salinen AG ein **Basiskonzept für Wiederherstellungs-, Ersatz- und ökologische Ausgleichsmassnahmen** [104] erarbeitet, in welchem die wichtigsten Grundlagen dokumentiert und das stufengerechte Vorgehen definiert werden.

Grundsätzlich sind die umzusetzenden Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen auf die bestehenden Bewirtschaftungsverträge (Labioloa) und die betrieblichen Voraussetzungen der Grundeigentümer und Bewirtschafter abzustimmen. Darüber hinaus sollen die Massnahmen auch mit dem Projekt «Biodiversität im Melerfeld (BiM)» bzw. dem Verein Natur- und Vogelschutz Möhlin abstimmt werden. Aus diesem Grund sollen ökologische Ausgleichsmassnahmen primär auf den Grundstücken der Schweizer Salinen sowie in den Bereichen der projektbedingt zu erstellenden Infrastrukturen realisiert werden.

Die länger verbleibenden, oberirdischen Infrastrukturen wie die Pumpstationen «Nordfeld» und «Asp» sowie die Elektrokästen bei den Bohrplätzen sollen im Gelände

mit einem entsprechenden Farbanstrich sowie einer geeigneten Sichtschutzbepflanzung umgeben werden. Dazu sollen möglichst einheimische und standorttypische Pflanzen verwendet werden. Zudem sollen die durch das Vorhaben tangierten Bereiche wie beispielsweise die Mergelplätze und ihre unmittelbare Umgebung (Pufferstreifen) zu möglichst ökologisch wertvollen Trittsteinbiotopen gestaltet werden. Wo sinnvoll und möglich werden nebst den Bepflanzungen und Begrünungen auch ökologische Strukturen erstellt. Wichtige Holzstrukturen sind beispielsweise Asthaufen, Wurzelteiler, Totholzhaufen und Holzbeigen. Aus groben Steinen können Lesesteinhaufen aufgeschichtet oder in Kies- und Sand-gefüllten Mulden sowie in Böschungen Steinblocklinsen erstellt werden. Für Amphibien und Reptilien können auch kleine Wasserbecken eingerichtet werden. Von der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (Karch) und vom Kanton Aargau wurden dazu verschiedene Merkblätter ([97], [98], [101]) erstellt, die im Anhang des Basiskonzepts [104] enthalten sind.

Um erdnistende Wildbienen zu fördern, könnten zudem offene Kies- und Rohböden sowie Haufen, Bänke und Linsen aus ungewaschenem, siltigem Sand geschaffen werden. Ausführliche Erläuterungen zur Schaffung und Pflege von Wildbienen-Nistplätzen wurden vom Verein wildbee.ch in der Publikation «Erdnistende Wildbienen» [99] dokumentiert.

6.15.6 Beurteilung

Die relevanten Auswirkungen des Vorhabens auf Flora, Fauna und Lebensräume beschränken sich räumlich auf das Solfeld «Nordfeld» und zeitlich auf die Bauphasen. Im Korridor der geplanten Transportleitung sind lediglich kurzzeitige und lokale Eingriffe auf Naturräume erforderlich, für die möglichst wiederhergestellt werden oder für die Ersatz geschaffen wird. Im Solfeld «Nordfeld» haben in der Bauphase vor allem die Lärm- und Lichtemissionen und untergeordnet allenfalls auch die leichten Erschütterungen Auswirkungen auf die Natur. Dies insbesondere, da der Projektperimeter den überregional bedeutenden Wildtierkorridor WTK AG 1 tangiert. Mit der Umsetzung der vorgeschlagenen projektintegrierenden bzw. baubegleitenden Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen sowie den ökologischen Ausgleichsmassnahmen können die Auswirkungen in der Bauphase auf ein verträgliches Mass beschränkt werden. Darüber hinaus bietet das Vorhaben zudem auch viele Chancen, das landwirtschaftlich intensiv genutzte Möhlinerfeld mit vielen Trittsteinbiotopen bedeutend ökologisch aufzuwerten und zu vernetzen.

In und nach der Betriebsphase hat das Vorhaben grundsätzlich keine negativen Auswirkungen auf Flora, Fauna und Lebensräume. Mittelfristig bietet das Vorhaben für diesen Umweltbereich sogar eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem Ausgangszustand. Die Art und der Umfang der zu realisierenden Wiederherstellungs-, Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen werden in Zusammenarbeit mit den zuständigen kantonalen Behörden laufend festgelegt und deren geplante Umsetzung im Basiskonzept sowie im Rahmen der jeweiligen Baubewilligungsverfahren für jede Etappe verbindlich festgelegt.

6.16 Landschaft und Ortsbild

6.16.1 Grundlagen

[105] Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966

[106] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991

[107] Karten Denkmalpflege, schützenswerte Ortsbilder, Kulturlandplan, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

[108] Karten kantonale Radrouten und Aargauer Wanderwege, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

[109] www.jurapark-aargau.ch, Stand: November 2020

6.16.2 Ausgangszustand

Landschaftsschutz

Die Rheinebene zwischen Rheinfeldern und Wallbach, in welcher das Solfeld «Nordfeld» zu liegen kommt, ist ackerbaudominiert, an natürlichen Strukturen relativ arm und abgesehen von den landwirtschaftlichen Siedlungen und alten Schöpfen weitgehend unverbaut.

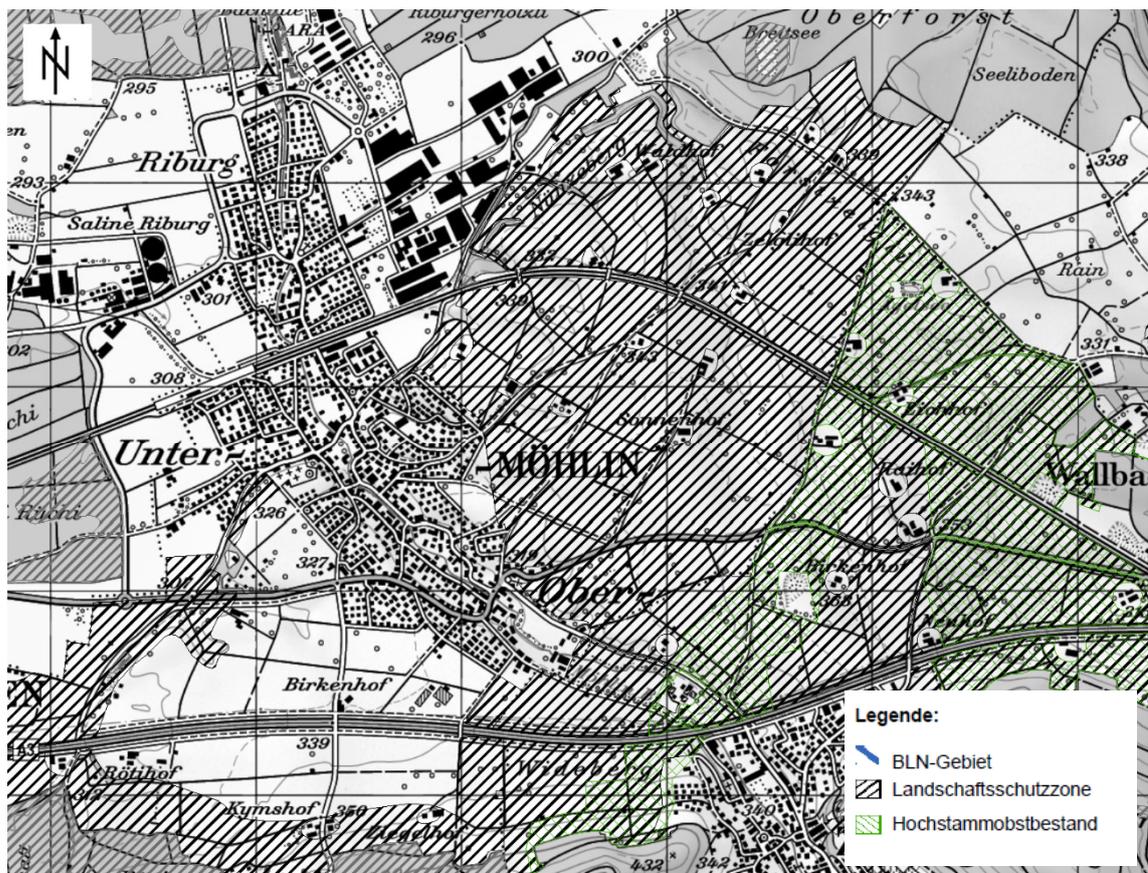


Abbildung 37: Landschaftsschutzzonen (Geoportal des Kantons Aargau, [107])

Der kantonale Richtplan weist das Möhlinerfeld und auch den Südwesten des Solfelds «Nordfeld» den Landschaften von kantonaler Bedeutung (LkB) zu. Eine LkB zeichnet sich durch eine besondere Eigenart, Vielfalt und Naturnähe aus und weist eine weitgehend geringe Belastung des Landschaftsbilds durch Bauten und Anlagen auf. Eine LkB ist langfristig zu erhalten und dient der Weiterentwicklung einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung sowie der naturnahen und ruhigen Erholung und soll als vielfältigen Lebensraum für Pflanzen und Tiere dienen. In den kommunalen Nutzungsplanungen wurde die LkB grösstenteils als grundeigentümerverbindliche Landschaftsschutzzone (LSZ) festgesetzt.

Der sich auf Gemeindebann Zeiningen befindende Teil des Solfelds «Nordfeld» befindet sich zudem im Perimeter des regionalen Naturparks «Jurapark» (**Abbildung 38**).



Abbildung 38: Perimeter Jurapark (www.jurapark-aargau.ch, [109])

Der Jurapark ist ein regionaler Naturpark gemäss Art. 23e NHG [105] und bezweckt einerseits die Erhaltung und Aufwertung der Qualität von Natur und Landschaft und andererseits die Stärkung der nachhaltig betriebenen Wirtschaft. Mit der erstgenannten Zweckbestimmung werden die in der Richt- und der Nutzungsplanung diesbezüglich ohnehin schon verankerten Zielsetzungen bekräftigt.

Auch der Bereich der geplanten Transportleitung verläuft bis im Raum «Schufelacher» südlich von Möhlin vollständig in der Landschaftsschutzzone bzw. der Landschaft von kantonaler Bedeutung, nur der westliche Abschnitt bis zum bestehenden Solfeld «Bäumlihof» liegt ausserhalb der Landschaftsschutzzone. Der Jurapark wird durch die Leitung jedoch nur im Raum «Brüel – Schufelacher» auf einer Länge von ca. 1.1 km tangiert.

Ortsbild

Im Projektperimeter des Solfelds «Nordfeld» und dessen näheren Umgebung befinden sich keine schützenswerten Ortsbilder, kantonale Denkmalschutzobjekte und Bauinventarobjekte. Das nächstgelegene schützenswerte Ortsbild ist die Kernzone des Dorfes Wallbach, welche im Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung verzeichnet ist. Als «Walabuok» erstmals urkundlich erwähnt wird Wallbach bereits im Jahr 1283. In den späteren Jahrhunderten entwickelte sich Wallbach als Bauern-, Fischer- und Flösserdorf am Rhein. Besondere räumliche Qualitäten ergeben sich durch den Wechsel von gegen den Rhein offenen und dahinter geschlossenen Bebauungen sowie die Zwischenbereiche mit locker verteilten Altbauten, insbesondere im Unterdorf.

Das Dorf Wallbach befindet sich jedoch rund 750 m östlich des Projektperimeters am westlichen Rheinufer. Topographisch bedingt liegt der Ortskern rund 40 Höhenmeter unterhalb der Landschaftskammer Möhlinerfeld und ist von dort nicht einsehbar bzw. ist vom Ortskern Wallbach der Projektperimeter nicht einsehbar.

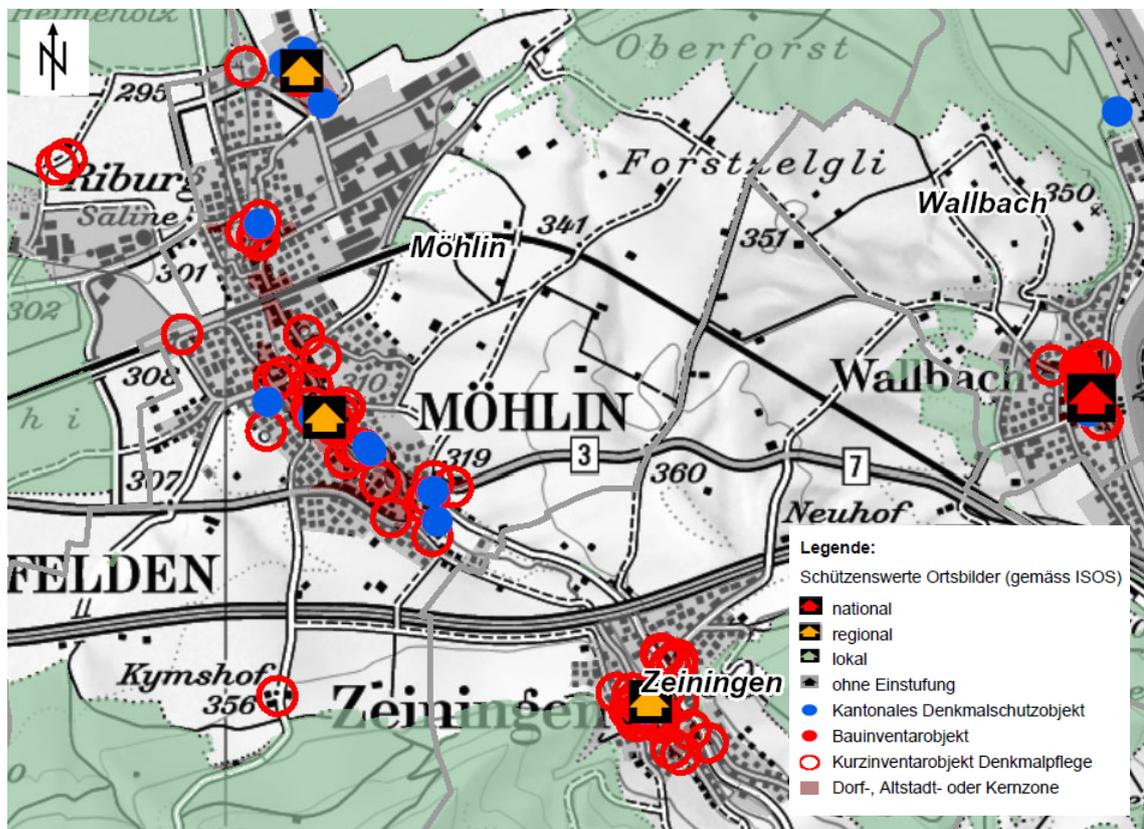


Abbildung 39: Schützenswerte Ortsbilder (Geoportal des Kantons Aargau, [107])

Auch im Korridor der Transportleitung und deren Umgebung sind im Abstand von mindestens 200 m keine geschützten Ortsbilder, Denkmalschutz- und Bauinventarobjekte vorhanden. Die nächstgelegenen, geschützten Ortsbilder sind die Kernzonen der Gemeinde Möhlin im Nordwesten (Mindestentfernung ca. 200 m) bzw. der Gemeinde Zeiningen im Südosten (Mindestentfernung ca. 1'000 m). Möhlin, erstmals

794 als Melina erwähnt, ist charakterisiert als Dorf mit eigenständigem bäuerlichem Ortskern mit einer gewissen Verstädterungstendenz im späten 19. Jahrhundert, wobei gesamthaft keine besondere Lagequalität ausgewiesen ist.

Zeiningen ist ein Bauern- und Pfarrdorf, das auf das 13. Jahrhundert zurück geht. Der Ortskern weist eine gewisse räumliche Qualität auf durch die im Zentrum gelegene Kirche und die darum liegenden, konzentrisch angeordneten, gut erhaltenen Bauernhöfe. Durch die zunehmende Bautätigkeit im Ort, aber auch durch den Bau der Nationalstrasse wurden die ursprünglichen Qualitäten stark beeinträchtigt, so dass der Ort heute keine besondere Lagequalität mehr aufweist.

Wanderwege und Radrouten

Im Bereich des geplanten Solfelds «Nordfeld» und dessen näheren Umgebung verlaufen keine bestehenden oder geplanten, kantonale Radrouten sowie kantonale Wanderwege gemäss Wegnetz «Aargauer Wanderwege». Historische Verkehrswege werden in Kapitel 6.17 thematisiert.

Im Korridor der Transportleitung befinden sich keine offiziellen Wanderwege [108]. Nördlich entlang der Nationalstrasse verläuft auf einer Länge von ca. 1.1 km der bestehende Radweg zwischen Zeiningen und Rheinfeld, der westlich des Birkenhofs auf der Wallstrasse nach Norden weiterführt. Auf der Verbindung Landstrasse (Möhlin) und Zürcherstrasse (Rheinfeld) verläuft die Radroute weiter und wird vom geplanten Leitungstrasse westlich des Kreisverkehrs senkrecht gequert.

6.16.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Während den Bau- bzw. Bohrphasen sind es primär der Bohrwagen mit seinem ca. 15 Meter hohen Bohrturm und der Mannschaftscontainer, welche in der Landschaft visuell in Erscheinung treten. Falls um den Bohrplatz Lärmschutzwände aufgestellt werden, so werden die Bohrgeräte und Baustelleneinrichtungen abgeschirmt. Während der Installationsplatz mit dem Mannschaftscontainer an zentraler Lage über die gesamte Zeit bestehen bleibt, wechselt das Bohrgerät mit den damit verbundenen Lagerflächen alle 1 – 2 Monate die Position. Nach rund anderthalb Jahren werden die Anlagen abgezogen bis nach etwa 4 – 5 Jahren die nächste Bohretappe beginnt.

Das Solfeld «Nordfeld» liegt grossmehrheitlich ausserhalb der Schutzzone für Landschaften von kantonaler Bedeutung (LkB) sowie des regionalen Naturparks «Jurapark». Nur der südliche Teil des Solfelds (ca. 30 % der Gesamtfläche) und entsprechend 21 der 65 Bohrplätze kommen in die Perimeter der Landschaftsschutzzone und des regionalen Naturparks «Jurapark» zu liegen. Die Pumpstation «Nordfeld» liegt deutlich ausserhalb der Landschaftsschutzzone und des Naturparks. Die Pumpstation «Asp» liegt am westlichen Rand der Landschaftsschutz, jedoch deutlich ausserhalb des Juraparks. Durch die Bau- bzw. Bohrarbeiten werden keine schützenswerten Ortsbilder, kantonale Denkmalschutzobjekte und Bauinventarobjekte beeinträchtigt. Der jeweils im Bau befindende Bohrplatz tangiert die Landschaft jedoch nur punktuell und über wenige Monate.

Die Transportleitung verläuft nördlich der Nationalstrasse parallel zum kantonalen Radweg auf dem Friedhofweg in Zeiningen und Möhlin. Das Leitungstrasseee kommt dabei nördlich des Radwegs auf den Landwirtschaftsflächen zu liegen. Während den Bauarbeiten für die Transportleitung wird der Radweg voraussichtlich während einiger Wochen durch den Baustellenverkehr tangiert, die Bauarbeiten selbst finden ausserhalb des Radwegs auf der Kulturfläche statt. Der Radweg parallel zur Landstrasse in Möhlin wird beim Leitungsbau senkrecht gequert. Mit entsprechender Signalisation werden die Radfahrer und Fussgänger auf den Baustellenverkehr hingewiesen. Bei Bedarf kann der Radweg auch temporär umgeleitet werden.

6.16.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Die eigentliche Salzgewinnung d.h. die Solung (Betriebsphase) erfolgt unterirdisch und ist an der Geländeoberfläche kaum wahrnehmbar. Die während der rund 20-jährigen Betriebsphase visuell wahrnehmbaren, das Landschaftsbild marginal beeinflussenden Bauten und Anlagen sind pro Bohrstelle ein gemergelter Platz mit einer Fläche von jeweils ca. 2 Aren mit zwei Schachtdeckeln sowie ein ca. 1 m hoher Elektrokasten. Die Elektrokasten sowie die beiden Pumpstationen «Nordfeld» und «Asp» werden durch ihre Bauweise und Farbgebung bestmöglich in die Landschaft eingliedert. Weite Teile der Anlagen wie beispielsweise die grossen Solebecken werden dabei unterirdisch erstellt und sind somit nicht sichtbar. Die Pumpstation «Asp» kommt unmittelbar neben die Kantonsstrasse K292 in Möhlin zu liegen und ist somit einerseits sehr gut erschlossen und andererseits in der Landschaft wenig störend. Beide Pumpstationen werden zudem mit einer Sichtschutzbepflanzung in Form eines artenreichen Heckensaums kaschiert. In ökologischer Hinsicht sind diese Elemente in der grossflächig landwirtschaftlich intensiv genutzten Ebene für die Natur eher eine Bereicherung (Trittsteinbiotop) und vergleichbar mit einem Landwirtschaftsgebäude. Auch mit der Salzgewinnung bleibt der landwirtschaftlich geprägte Charakter der Umgebung erhalten. Nach 20 bis 30 Jahren ist das Solfeld erschöpft und wird wieder in den ursprünglichen Zustand zurückgeführt.

Der Jurapark verfolgt nebst anderem auch das Ziel, lokale natürliche Ressourcen umweltschonend zu nutzen. Mit dem Salzabbau wird diesem Grundsatz nachgelebt. In der Realisierungsphase ist zu prüfen, in welcher Form die Thematik der jahrhundertalten Salzgewinnung dem interessierten Parkbesucher im Sinne der Umweltbildung vermittelt werden kann.

Die vorgesehene Erweiterung des Salzabbaus widerspricht insbesondere aufgrund der grossen und über Jahrzehnte beanspruchten Flächen teilweise den grundsätzlichen Schutzziele einer LkB. Da sich das Salzvorkommen jedoch im Raum Rheinfelden-Möhlin-Wallbach besonders gut zur Steinsalzgewinnung eignet und schweizweit ein grosser Bedarf besteht, ist ein grosses öffentliches Interesse an der langfristigen Erfüllung des Versorgungsauftrags und damit an einem Salzabbau am vorgesehenen Standort vorhanden. Nach Beendigung des Abbaus (Laugung) werden auch die erwähnten Bauten und Anlagen (Bohrplätze, Pumpstationen, etc.) zurückgebaut und das Areal rekultiviert. Damit sind auch diese Flächen für die landwirtschaftliche Produktion analog des Ausgangszustands wieder vollumfänglich nutzbar, womit die

Nachhaltigkeit gegeben ist. Die im Rahmen des Vorhabens realisierten ökologischen landschaftlichen Aufwertungen bleiben jedoch voraussichtlich über den Projektzeitraum hinaus langfristig erhalten.

Auch in der Betriebsphase werden keine schützenswerten Ortsbilder, kantonale Denkmalschutzobjekte und Bauinventarobjekte beeinträchtigt. Das Vorhaben hat in der Betriebsphase auch keine Auswirkungen auf offizielle bzw. kantonale Wanderwege und Radrouten. Die baulichen Einrichtungen werden weitgehend unterirdisch erstellt und nach der Betriebsphase rückgebaut.

6.16.5 Massnahmen

Das Vorhaben hat weder in der Bau- noch in der Betriebsphase relevante Auswirkungen auf schützenswerte Ortsbilder, Denkmalschutzobjekte und Bauinventarobjekte. Generell wird darauf geachtet, dass die Eingriffe in die Landschaft und die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes (inkl. Lichtemissionen) in den Bauphasen so gering wie möglich gehalten werden. Entsprechend sind zu diesen Aspekten keine Massnahmen erforderlich. Während der Bauarbeiten für die Transportleitung parallel zum kantonalen Radweg, wird mit einer entsprechenden Signalisation und gegebenenfalls Beleuchtung der Langsamverkehr auf die Baustelle aufmerksam gemacht. Falls die Bauarbeiten den Radweg selbst tangieren, wird bei Bedarf eine vorübergehende Umleitung des Radwegs geprüft (Stufe Baubewilligung) und gegebenenfalls signalisiert. Während der Betriebsphase sind bezüglich Wanderwege und Radwege keine Massnahmen erforderlich.

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau- und Betriebsphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
LO-1	Im Rahmen der Planung der Bauarbeiten der Transportleitung entlang des kantonalen Radwegs Zeiningen – Rheinfeldern wird geprüft, ob während den Bauarbeiten eine temporäre Umleitung des Radwegs erforderlich ist.	Planung
LO-2	Signalisation und bei Bedarf Beleuchtung der Baustelle entlang des Radwegs sowie in Abhängigkeit von RW-1 temporäre Umleitung des Radwegs.	Bauphase

6.16.6 Beurteilung

Das Vorhaben hat weder in der Bau- noch in der Betriebsphase relevante Auswirkungen auf schützenswerte Ortsbilder, kantonale Denkmalschutzobjekte und Bauinventarobjekte. In der Bauphase wird darauf geachtet, mit Lärmschutzwänden (optische Abschirmung) und anderen Massnahmen, die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes so gering wie möglich zu halten. Die Belange des Langsamverkehrs (Wanderwege, Radwege) können in der Bauphase mit lokalen, temporären Standardmassnahmen (Signalisation, allenfalls Umleitung) gelöst werden. Das Vorhaben kann somit umweltrechtlich konform realisiert werden.

6.17 Kulturdenkmäler, archäologische Stätten

6.17.1 Grundlagen

[110] Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966, Art. 1 Bst. a und Art. 3

[111] Kulturgesetz (KG) vom 31. März 2009 (SAR 495.200)

[112] Verordnung zum Kulturgesetz (VKG) vom 4. April 2009 (SAR 495.211)

[113] Karten archäologische Fundstellen und historische Verkehrswege, Geoportal des Kantons Aargau (AGIS), Stand: November 2020

6.17.2 Ausgangszustand

Archäologische Stätten

Generell bezweckt die Kantonsarchäologie, alle archäologischen Funde an Ort und Stelle zu schützen und zu erhalten. Wenn dies durch ein Vorhaben nicht möglich ist, werden bei Bedarf vorgezogen Prospektionen durchgeführt und die Befunde dokumentiert und gegebenenfalls geborgen.

Im Perimeter des Solfelds «Nordfeld» befinden sich verschiedene archäologische Fundstellen (siehe **Abbildung 40**).

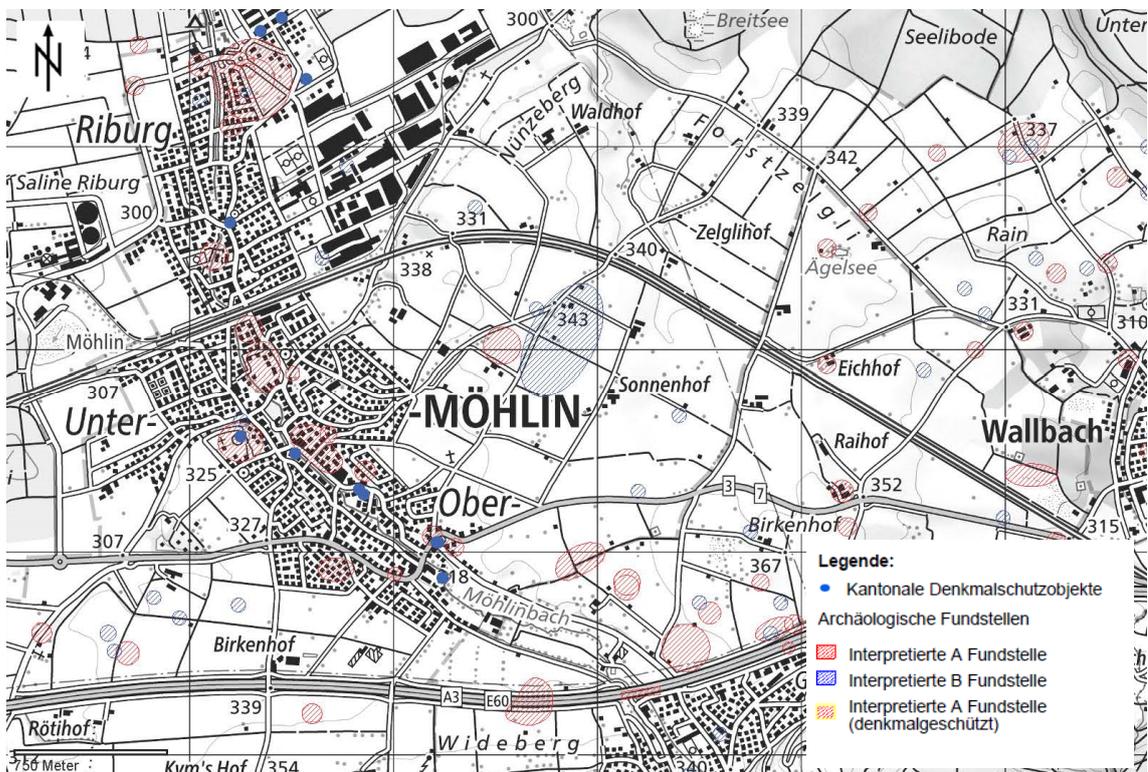


Abbildung 40: Archäologische Fundstellen (Geoportal des Kantons Aargau, [113])

Gemäss Auskünften der Kantonsarchäologie Aargau sind im Möhlinerfeld sowohl Befunde aus römischer Zeit, aber auch prähistorische Befunde aus der Bronze- und Jungsteinzeit vorhanden. Mögliche Funde könnten Einzelstücke wie Werkzeuge, Ziegelstücke oder ähnliches sein (in der Regel B-Fundstellen), aber auch grössere Objekte wie Gruben, Feuerstellen, Mauerfundamente oder Grabstätten (A-Fundstellen) können nicht ausgeschlossen werden.

Im Möhlinerfeld sind die Landwirtschaftsflächen geprägt durch eine ackerbauliche Nutzung. Dadurch ist der oberflächennahe Untergrund bis in ca. 30 cm Tiefe (Pflugtiefe) generell bereits erheblich gestört. Dennoch ist denkbar, dass im Rahmen von Bauarbeiten archäologische Funde bereits sehr nahe an der Oberfläche auftreten können. Grundsätzlich ist aber bis in die gesamte Grabentiefe mit möglichen Funden zu rechnen.

Der Korridor der Transportleitung zwischen dem Solfeld «Nordfeld» und der Saline «Riburg» verläuft gemäss [113] auf einer Länge von ca. 100 m durch die archäologischen Fundstellen 180(A)48 und 180(B)53. Weitere Fundstellen, die möglicherweise betroffen sein könnten, sind 180(B)28, Mol.012.50 und 180(D)46 im vermuteten Verlauf der römischen Strasse von Mumpf nach Rheinfelden. Ansonsten tangiert das Leitungstrasse [113] keine archäologischen Fundstellen.

Historische Verkehrswege

Gemäss dem Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) liegen im Bereich des Solfelds "Nordfeld" verschiedene historische Hohlwege von regionaler oder lokaler Bedeutung mit Substanz oder viel Substanz.

Im Süden ist das IVS-Objekt AG 1640 und im Osten das IVS-Objekt AG 1645 betroffen. Diese IVS-Strecken zeugen von alten landwirtschaftlichen Erschliessungssystemen der Möhliner Höhe und deren Verbindungen in die umliegenden Dörfer Möhlin, Wallbach und Zeiningen.

Von Obermöhlin nach Wallbach führte der «nasse Weg» (AG 1640), der erstmals in einer Urkunde aus dem Jahr 1685 erwähnt wird auch in der Garniekarte (1776 und 1778) sowie in der Michaeliskarte (1837 – 43) als fahrbarer Nebenweg wiedergegeben wird. Heute ist der Abschnitt ein rund 3 m breiter, asphaltierter Flurweg.

Das IVS-Objekt AG 1645 «Wallbach – Rain» verband als Hohlweg das Dorf Wallbach mit den nördlich der Siedlung gelegenen Ackerfluren im Gebiet «Rain». Kartographisch war die Route bereits in der Garniekarte (1776) und in der Michaeliskarte (1877) abgebildet. Am nördlichen Ende des inventarisierten Abschnitts befindet sich ein altes Wegkreuz. Vom Objekt AG 1645 liegen jedoch nur die nördlichsten ca. 300 m im Perimeter des Solfelds «Nordfeld».

Im geplanten Verlauf der Transportleitung sind weiträumig keine historischen Verkehrswege inventarisiert. Im Raum Obermöhlin quert das Leitungstrasse die regional bedeutende, historische Verkehrsrouten AG 1642 Wegenstetten – Möhlin. Im betroffenen Bereich entspricht dies der Kantonsstrasse K494 (Haldenstrasse), welche ca. 7 m breit asphaltiert ist und kaum Substanz aufweist.

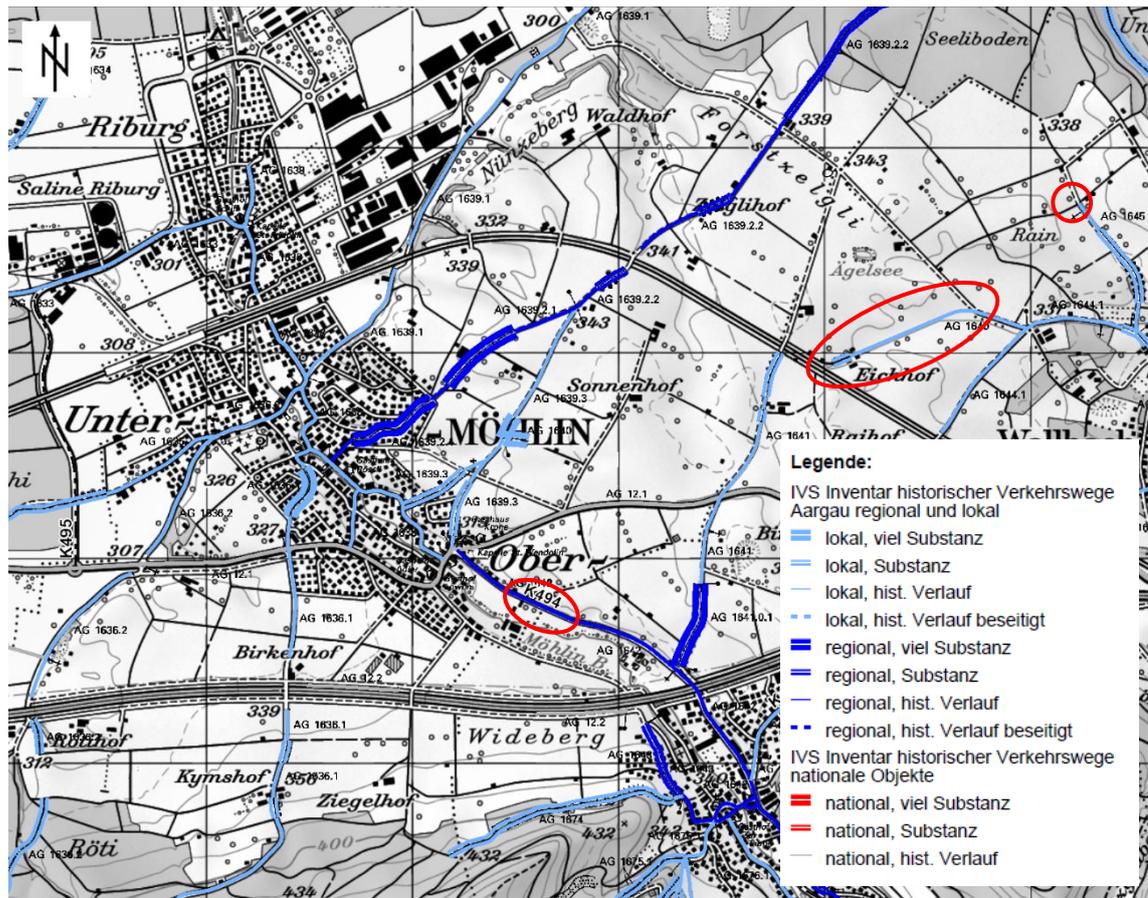


Abbildung 41: IVS-Inventar historischer Verkehrswege (Geoportal des Kantons Aargau, [113])

Südwestlich von Möhlin quert die Transportleitung zudem die Haldenstrasse, welche als historischer Verkehrsweg AG 1636.2 erfasst ist und ab dem späten 18. Jahrhundert (Michaeliskarte) als teilweise fahrbarer Nebenweg und Fussweg wiedergegeben wird. Der historische Verkehrsweg AG 1636.2 weist im entsprechenden Abschnitt aber nur wenig Substanz auf. Eine weitere Querung betrifft westlich von Möhlin den historischen Verkehrsweg AG 1635, welcher durch das Waldgebiet «Oberi Rüchi» nach Untermöhlin führt. Dieser Weg ist bereits in einem Plan der Gemarkung Rheinfeldens um 1650 sowie in der Michaeliskarte (1837 – 43) zu erkennen. Heute entspricht der Wegverlauf dem 3 m breit geschotterten Waldweg «Untermöhlinerweg», der nur lokal Substanz aufweist.

6.17.3 Auswirkungen in den Bauphasen

Im Solfeld «Nordfeld» könnten durch das Vorhaben aufgrund der ausgewiesenen Bohrstandorte und dem geplanten Verlauf der Transportleitungen insbesondere die folgenden interpretierten Fundstellen betroffen sein:

A-Fundstellen: 187(A)1 inkl. 187(B)1b und 187(B)41, 187(A)2, 187(A)3, 187(A)10, 187(A)37, 189(A)8

B-Fundstellen: 187(B)21, 187(B)22, 187(B)25, 187(B)26 und 187(B)37

Für den Bau der Bohrplätze wird jeweils auf einer Fläche von 340 m² der Boden abgetragen. In diesen Bereichen sind archäologische Funde grundsätzlich möglich. Die Bohrkeller selbst werden bis in 3.5 m Tiefe ausgebaut, wobei ab ca. 2 m Tiefe archäologische Funde eher unwahrscheinlich sind. Da die eigentlichen Bohrungen ab den Bohrkellern ausgeführt werden, ist bei den Bohrungen selbst nicht mehr mit Funden zu rechnen. Bei den Bohrarbeiten auf den Bohrplätzen entlang der historischen Verkehrsrouten AG 1640 werden die historischen Wegböschungen gemieden und die Geländeeigenheiten möglichst nicht beeinträchtigt.

Die Leitungsgräben weisen grundsätzlich etwa eine Breite von ca. 1.2 m und eine Tiefe von ca. 1.7 m auf. Entsprechend ist bei den Aushubarbeiten für die Transportleitung in Bereichen von archäologischen Fundstätten grundsätzlich mit archäologischen Funden zu rechnen. Möglicherweise durch den Korridor der Transportleitung betroffene archäologische Fundstellen sind 180(B)28, Mol.012.50, 180(D)46, 180(A)48 sowie 180(B)53. Im gesamten Leitungsverlauf werden historische Verkehrswege ausschliesslich bei den Querungen der Zeiningerstrasse (AG 1642), der Haldenstrasse (AG 1636.3) sowie des «Untermöhlinerwegs» (AG 1635) in Möhlin tangiert. Entsprechend sind beim Leitungsbau keine relevanten Auswirkungen auf historische Verkehrswege zu erwarten.

6.17.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

In der Betriebsphase gibt es grundsätzlich keine Eingriffe in den Untergrund und somit sind auch keine Beeinträchtigungen von archäologischen Stätten, Kulturdenkmälern und historischen Verkehrswegen zu erwarten. Bei der Nutzung von IVS-Objekten als Verkehrsverbindung zu den Bohrplätzen und den zentral angelegten Infrastruktureinrichtungen (Pump- und Trafostation) wird darauf geachtet, dass die typischen Wegböschungen und andere Charakteristika der IVS-Objekte nicht tangiert werden. Für die späteren Rückbauarbeiten der Bohrplätze gelten dieselben Anforderungen und Massnahmen wie in der Bauphase.

6.17.5 Massnahmen

Massnahmen bezüglich archäologischer Funde sind insbesondere vor und während den Bauphasen bedeutsam. Im Rahmen der Baubewilligungsverfahren werden die vorgesehenen baulichen Eingriffe in den Untergrund ausgewiesen. Auf dieser Grundlage kann die Kantonsarchäologie entscheiden, ob standortspezifisch vorgezogene Prospektionen sinnvoll und angebracht sind.

Kontrollen und allfällige Erhebungen werden durch die Kantonsarchäologie aber baubegleitend durchgeführt. Aus diesem Grund werden die Bauarbeiten in relevanten Bereichen frühzeitig vor Baubeginn bei der Kantonsarchäologie Aargau angemeldet. Bei Bedarf können die geplanten Eingriffe im Rahmen einer gemeinsamen Besprechung und/oder die davon betroffenen Örtlichkeiten bei einer Ortsbegehung erläutert

werden. Anforderungen an das Vorgehen sowie allfällige Massnahmen (z. B. vorgezogene Prospektionen oder eine Begleitung durch die Kantonsarchäologie) können gemeinsam mit der Kantonsarchäologie festgelegt werden.

Die Erdbau- und Aushubarbeiten werden auch von der Bauleitung und der Umweltbaubegleitung (UBB) bzw. bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) enger betreut. Der Tiefbauunternehmer wird vor Baubeginn auf die örtlichen Verdachtsmomente hingewiesen und geschult.

Falls im Rahmen von Erdarbeiten archäologische Funde oder verdächtige Befunde auftreten, so wird die Bautätigkeit im betreffenden Bereich sofort eingestellt und die Kantonsarchäologie Aargau informiert. Die Fundsituation wird bis zu deren Eintreffen abgesichert und unverändert belassen (Meldepflicht bei archäologischen Funden).

In der Betriebsphase sind bezüglich archäologischen Stätten, Kulturdenkmälern und historischer Verkehrswege keine Massnahmen erforderlich.

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau- und Betriebsphase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
AR-1	Hinweis in der Unternehmerschreibung auf mögliche archäologische Funde bei Tiefbauarbeiten und archäologische Auflagen für die Bodeneingriffe.	Submission
AR-2	Frühzeitiger Einbezug der Kantonsarchäologie für allfällige Prospektionen sowie die Koordination des Vorgehens sowie frühzeitige Meldung des Baubeginns an die Kantonsarchäologie Aargau.	Vor Baubeginn
AR-3	Instruktion der Tiefbauunternehmer über archäologische Auflagen und über das Verhalten im Falle von archäologischen Funden unter Einbezug der Kantonsarchäologie.	Vor Baubeginn
AR-4	Umsetzung archäologischer Auflagen und Massnahmen wie Prospektionen, archäologische Begleitung und Ausgrabung / Sicherung archäologischer Hinterlassenschaften etc. in der Bauphase.	Bauphase
AR-5	Sofortige Information der Kantonsarchäologie Aargau bei archäologischen Funden oder verdächtigen Befunden im Rahmen von Bauarbeiten, Sicherung des betroffenen Bereichs und Einstellen der örtlichen Bauarbeiten.	Bauphase
AR-6	Die Wegböschungen und andere typische Eigenheiten der IVS-Objekte werden sowohl in der Bau- als auch der Betriebsphase gemieden und geschützt.	Bau- und Betriebsphase

6.17.6 Beurteilung

Bezüglich des Vorhabens sind in den Bau-/Bohrphasen einzelne archäologische Fundstellen sowie punktuell historische Verkehrswege nach IVS mässig exponiert. Generell ist aber auch in bisher nicht erfassten Bereichen mit archäologischen Funden zu rechnen. Durch den frühzeitigen Einbezug und einen laufenden Kontakt mit der Kantonsarchäologie sowie die Sensibilisierung der beauftragten Unternehmen werden

grundlegende Voraussetzungen zum Schutz von archäologischen Funden geschaffen. Mit den in Kapitel 6.17.5 beschriebenen Massnahmen können allfällig betroffene Objekte wirkungsvoll geschützt werden, sodass keine Beeinträchtigungen zu erwarten sind oder tangierte Funde gesichert und geborgen werden. In der Betriebsphase hat das Vorhaben keine Auswirkungen auf archäologische Stätten und historische Verkehrswege. Mit der Umsetzung der beschriebenen Massnahmen und unter Einhaltung der allgemeinen Sorgfaltspflicht kann das Vorhaben somit umweltrechtlich konform realisiert werden.

7 PROJEKTSPEZIFISCH RELEVANTE UMWELTBEREICHE

Zusätzlich zu den Standardthemen einer UVP werden innerhalb dieses Verfahrens gemäss Absprache mit den kantonalen Fachstellen weitere Fachthemen als «projektspezifisch relevante Umweltbereiche» vertieft betrachtet. Es handelt sich um die Bereiche «Bau und technischer Betrieb Soleförderung» (Kapitel 7.1), «induzierte Seismizität» (Kapitel 7.2) sowie «lösungsbergbauinduzierte Senkungen» (Kapitel 7.3).

7.1 Bau und technischer Betrieb Soleförderung

Problemstellung

Das folgende Kapitel lehnt sich stark an den Expertenbericht Soleförderung Rütihard der DEEP.KBB GmbH [114] an, welcher im Rahmen eines Expertenmandats im Auftrag der Schweizer Salinen AG erstellt wurde. Der Expertenbericht hatte zum Ziel, den aktuellen Stand der Technik in Bezug auf den Bau und den technischen Betrieb einer Kavernenanlage zur Soleförderung (Solfeld) darzustellen. Dieser Grundlage soll das von der Schweizer Salinen AG für das Solfeld «Nordfeld» geplante Vorgehen gegenübergestellt werden, so dass anschliessend Abweichungen zwischen dem Stand der Technik («*best practice*») und dem geplanten Vorgehen aufgezeigt und Empfehlungen für Anpassungen gegeben werden können.

Da in der Schweiz kaum einschlägige gesetzliche Bestimmungen formuliert sind, die für den Kavernenbau und -betrieb anzuwenden sind, bezieht sich der genannte Expertenbericht [114] wiederholt auf relevante Gesetze, Verordnungen und untergesetzliche Regelwerke der Bundesrepublik Deutschland oder ihrer Bundesländer. Im Wesentlichen sind dies:

- die Bergverordnung für Tiefbohrungen und die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen im Land Niedersachsen, BVOT [115],
- die Technische Regel Bohrungsintegrität [116] und
- Richtlinien über das Verfüllen auflässiger Bohrungen [117].

7.1.1 Grundlagen

[114] DEEP.KBB (2019, unpubliziert): Expertenbericht Soleförderung Rütihard – ExB-1 Bau und technischer Betrieb.

[115] Bergverordnung für Tiefbohrungen, Unterspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen im Land Niedersachsen (Tiefbohrverordnung -BVOT-). 2006.

[116] Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V. (2017): Technische Regel Bohrungsintegrität.

- [117] Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld (1998): Richtlinien über das Verfüllen auflässiger Bohrungen.
- [118] Rapp Infra AG (2007, unpubliziert): Bohrfeld Grosszinggibrunn – Verrohrung im Bohrloch – Schacht Werkstattplan. Stand 10.12.2007.
- [119] Reitze, A.; von Tryller, H.; Hasselkus, F. (2007): Execution and Analysis of Sonar Surveys to support Rock-mechanical Evaluations. In: Wallner, M.; Lux, K.-H.; Minkley, W.; Hardy Jr., H.R. (Eds.): The Mechanical Behaviour of Salt: Understanding of THMC Processes in Salt: 377-381.
- [120] Schweizer Salinen AG (2019, unpubliziert): Solkomplettierung, Dichtheits-test, Solung. Stand 08.04.2019.
- [121] Vereinigte Schweizerische Rheinsalinen (2003, unpubliziert): Bohrtechnik und Bohrlochverrohrung. Stand 22.12.2003.

7.1.2 Ausgangszustand

Lebenszyklus Solfeld

Der Lebenszyklus eines Solfelds gliedert sich in mehrere Phasen. Zunächst wird eine geologische Erkundung durchgeführt. Auf deren Grundlage basiert das Design der Anlage. Bei positiven Erkundungsergebnissen folgen anschliessend Bau-, Test- und Betriebsphase (**Abbildung 42**). Dabei ist die Erkundungsphase jedoch niemals abgeschlossen, diese entwickelt sich auch während der Bau-, Test- und Betriebsphase jeder einzelnen Produktionsbohrung durch laufend gewonnene neue Daten weiter.

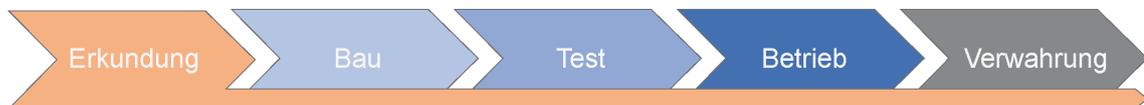


Abbildung 42: Schematische Darstellung der einzelnen Phasen im Bau und technischen Betrieb der Soleförderung.

Erkundungsphase

Ziel der Erkundungsphase ist die Erfassung aller relevanten geologischen und geotechnischen Eigenschaften sowie die Einschätzung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit, aber auch die Gewährleistung eines sicheren Kavernenbetriebs und einer langzeitsicheren Nachbetriebsphase.

Die relevanten Eigenschaften umfassen im Wesentlichen die Geometrie der am Standort vertretenen Schichtabfolgen, ihre Teufenlage und Mächtigkeiten, ihre unterschiedlichen lithologischen und geochemischen Ausprägungen sowie ihre petrophysikalischen und geomechanischen Charakteristika. Die Detailtiefe, die Methodik und somit der technische Aufwand der Erkundung richten sich dabei nach der geplanten Nutzung, der erwarteten Komplexität der Lagerstätte und dem Umfang der

vorhandenen Vorinformation. Sie baut im Wesentlichen auf vorab ausgeführten regionalen Erkundungsarbeiten auf und erhöht gezielt den Detaillierungsgrad dieser Erkundungsergebnisse.

Es werden generell folgende qualitative und quantitative Eigenschaften, Informationen und Daten ermittelt:

- Struktureller und stofflicher Aufbau des Deckgebirges, einschliesslich der gebirgsmechanisch wirksamen Tragelemente und der integritätsrelevanten Horizonte (potenziell permeable Schichten).
- Struktureller und stofflicher Aufbau des Salzkörpers, einschliesslich nicht- und leichtlöslicher Zwischenschichten, die nicht aus (Stein-)Salz bestehen, und integritätsrelevanter Horizonte (potenziell permeable Schichten).
- Geometrie des Salzkörpers, seiner Top- und Basisfläche sowie seiner Begrenzung zu den Seiten (Strukturrand, begrenzende Störungen, Auskeilen des Salzlagers).
- Daten / Informationen zu den in Nutzung stehenden und/oder potenziell nutzbaren Grundwasserleitern.

Die Erkundungsphase folgt im Allgemeinen einem vorgegebenen Schema. Zunächst werden verfügbare Literatur, öffentlich zugängliche Daten, sowie Primärdaten aus vorangegangenen Kampagnen ausgewertet und daraus eine Modellvorstellung inklusive lokalspezifischer Prognoseprofile erstellt. Auf Basis dieser Datengrundlage und Modellvorstellung werden nötige geophysikalische Erkundungsmethoden (z.B. Gravimetrie, Geoelektrik, 2D/3D-Seismik) eingesetzt, um weitere Parameter zu bestimmen. Die Ergebnisse der geophysikalischen Erkundungen werden laufend mit den erhobenen geologischen Daten iterativ kalibriert und ausgewertet. Während geophysikalische Methoden grossflächige Informationen liefern, produzieren Erkundungsbohrungen und dazugehörige Bohrlochversuche punktuelle Daten in einer Detailtiefe, die mit keiner anderen Erkundungsmethode erreicht werden können. Untersuchungen innerhalb der Erkundungsbohrung können nicht abschliessend petrographische Analysen des Bohrkleins oder von Bohrkernen, eine strukturgeologische Auswertung sowie bohrlochgeophysikalische Messungen (z.B. Gamma Log, akustische und optische Verfahren, sowie hydrogeologische Untersuchungen) beinhalten.

Für alle Erkundungsmethoden gilt, dass sie immer in Kombination angewandt und die mit ihnen generierten Daten im Gesamtzusammenhang interpretiert werden sollten. Da alle geologischen Sachverhalte räumlichen Charakter haben und geologische Körper und Strukturen damit nur im dreidimensionalen Raum schlüssig interpretiert, in ihren wahren Lagebeziehungen erfasst und visualisiert werden können, werden die Erkundungsdaten in einem digitalen geologischen 3D-Modell mit räumlichem Bezug zusammengeführt. Ein solches Modell wird bereits parallel zu den ersten Erkundungsschritten aufgesetzt, im gesamten Projekt mitgeführt und fortlaufend aktualisiert (**Abbildung 43**).

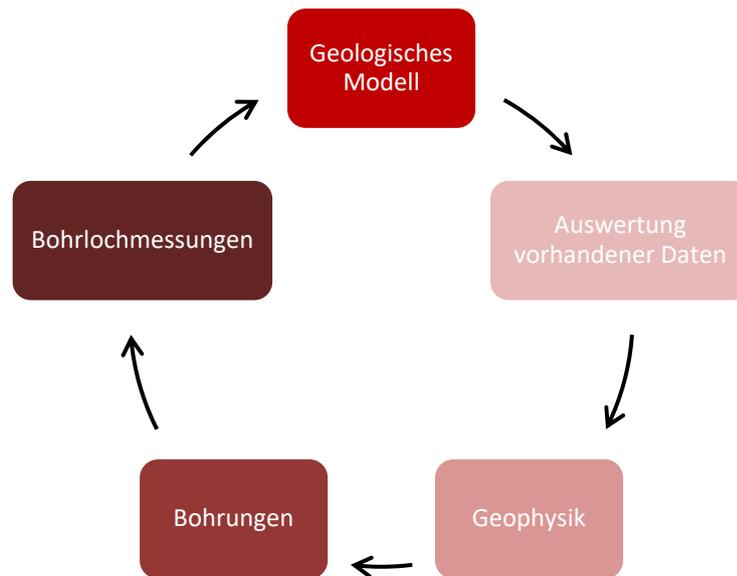


Abbildung 43: Darstellung der iterativen Kreislaufbeziehung zwischen den einzelnen Erkundungsschritten. Das geologische Modell stellt kein statisches Element dar, welches einmalig erstellt wird, sondern unterliegt einer kontinuierlichen Anpassung.

Ein digitales 3D-Modell dient nicht nur der Darstellung der geologischen Ergebnisse, sondern stellt auch für die Abbauplanung, d. h. die Kavernenpositionierung und -dimensionierung, ein wertvolles Planungswerkzeug dar. So werden das Kavernenfeld und die Kavernen bereits im Planungsstadium vorläufig ausgelegt und daran die Machbarkeit des Vorhabens und die mögliche Salzproduktion abgeschätzt. Gestützt auf die vorhandenen geologischen Ergebnisse bzw. das digitale 3D-Modell des Untergrundes erfolgt die technische Planung der Produktionsbohrungen sowie die Festlegung der Spezifikationen des Kavernenfelds und jeder einzelnen Kaverne selbst.

Die Solfeldentwicklung erfolgt schrittweise. Dabei spielt auch die Bohrreihenfolge der Produktionsbohrungen für die weitere Erkundung eine wichtige Rolle. Generell wird das Kavernenfeld «vom Bekannten ins Unbekannte hinein» entwickelt und eine fortlaufende Aktualisierung der Bewertung geplanter Bohrlokationen durchgeführt. Mit jeder niedergebrachten Produktionsbohrung, ebenso wie mit den Erfahrungen aus dem anschließenden Solbetrieb, werden Daten gesammelt, die das Verständnis der lokalen Geologie vertiefen und zu einer Aktualisierung des geologischen Modells führen. Nach jeder Aktualisierung des geologischen Modells erfolgt eine Überprüfung aller weiteren Planungen und bei Bedarf z.B. auch eine Anpassung der Bohrreihenfolge und/oder eine Verschiebung einzelner Lokationen. Neue Produktionsbohrungen werden nur abgeteuft, wenn eine ausreichende Kenntnis über die geologischen Verhältnisse an der geplanten Lokation vorhanden ist. **Abbildung 44** zeigt das Zusammenspiel der unterschiedlichen zugehörigen Fachdisziplinen sowie den Austausch von Daten und Ergebnissen, die zu einer Überarbeitung und Anpassung der Planungen im Zuge der Solfeldentwicklung führen.

Zunächst werden Ober- und Unterboden (A-, resp. B-Horizont) abgetragen und auf dem C-Horizont (Ausgangsgestein im Gebiet «Riburg» Schotter oder Löss) das mit Kies befestigte Planum erstellt. Auf das Planum wird das Bohrgerät mit den zugehörigen Hilfsanlagen wie Spülbecken mit Spülpumpen, Gestängelager und Mulden für das Bohrgut, gestellt. Die Container für Mannschaft, Bohrmeister, Werkstatt, Werkzeug und Materiallager können für die ganze Bauphase zusammengefasst an einem zentralen Ort aufgestellt werden und müssen nicht von Bohrung zu Bohrung umgestellt werden.

Strom wird während der Bohrphase vor Ort mittels Dieselgenerator erzeugt und Wasser via oberirdische Leitungen aus der Solfeldwasserversorgung zugeführt. Wo eine oberirdische Leitung nicht möglich ist, wird das Wasser per LKW angeliefert und am Bohrplatz in Tanks gelagert.

Für die anschliessende Betriebsphase wird der ursprünglich Bohrplatz für Überwachungs- und Unterhaltsarbeiten auf eine Grösse von 8 x 26 m (208 m²) zurückgebaut und alle benötigten Versorgungsleitungen unterirdisch herangeführt (**Abbildung 47**). Äusserlich sichtbar ist nur noch der Mergelplatz mit Schacht.

Während der Betriebsphase wird der Bohrplatz ca. zwei Mal pro Jahr für rund eine Woche für Service- und Unterhaltsarbeiten genutzt.



Abbildung 46: Foto eines Bohrplatzes im Gebiet der Saline «Riburg» während der Bauphase einer Produktionsbohrung der Schweizer Salinen AG.

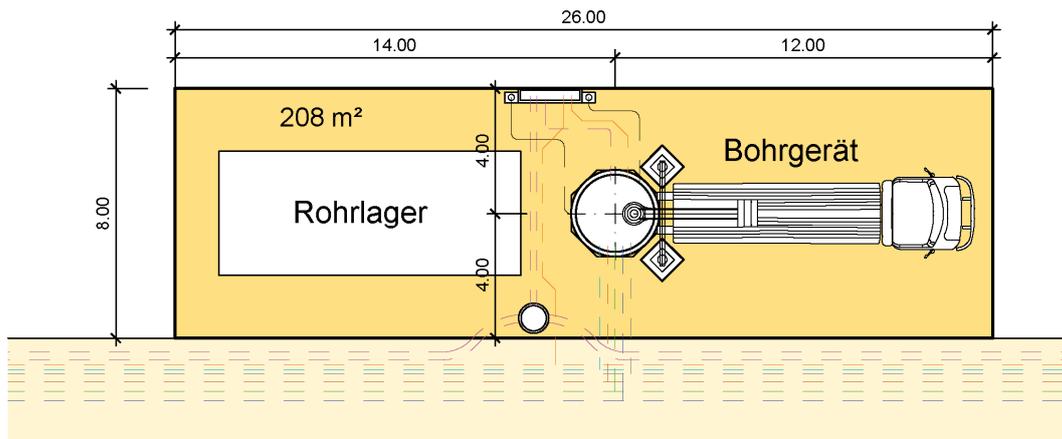


Abbildung 47: Aufbauplan des Bohrplatzes während der Betriebsphase einer Produktionsbohrung für die Schweizer Salinen AG.

Bohrtechnik und Bohrverfahren

Bohrdurchmesser, Bohrverfahren, Verrohrungsschemen, Tiefen, Geologie, Spülverfahren, der Bohrpreis, Umweltauflagen sowie weitere Auflagen sind bestimmend für die zu wählende Bohreinrichtung. Im Allgemeinen kommt das Rotary-Vollschnitt-Verfahren mit Rollenmeissel sowie Diamant- oder Hartmetallbohrkronen für das Kern zum Einsatz. Der Kernbeginn liegt in der Regel einige Meter über dem erwarteten Salzlager und endet ca. 2 – 5 m unter dem Salzlager.

Die Bohrungen sind vertikal ausgelegt und können auf Grund der geringen Zielteufen von weniger als 400 m ohne den Einsatz einer Richtbohrgarnitur ausgeführt werden. Dabei wird eine möglichst steife Bohrgarnitur verwendet. Mit Hilfe der entsprechenden Auswahl des Meissels, der Kombination aus Schwerstangen und der Bohrparameter werden die geologischen Gegebenheiten berücksichtigt und durch die Bohrfirma in der Regel eine maximale Abweichung von der Vertikalen von 5° garantiert. Zu beachten gilt dabei jedoch, dass es bei einer Bohrung von 350 m Tiefe und gleichmässiger Abweichung zu folgenden Verschiebungen zwischen Bohrloch- und Kavernenachse kommt:

5° = ca. 30 m,

4° = ca. 24 m,

3° = ca. 18 m,

2° = ca. 12 m.

Gleichzeitig ist es äusserst wichtig, dass die Vertikalität für Produktionsbohrungen gewährleistet ist. Vor allem bei der heutzutage zur Anwendung kommenden Blanketlaugung ist dies von Bedeutung, da aus der Gebirgsmechanik die Bohrlochabstände

optimiert sind und Abweichungen zu Verlusten in der möglichen Kavernengrösse führen können. Dies hat wiederum einen negativen Einfluss auf die Solfeldnutzung. Ausserdem kann die Sicherheit beeinträchtigt werden. Der Bohrmeister kann die Vertikalität massgeblich beeinflussen: Nutzung eines den Gesteinen angepassten Meissels, des richtigen Gestänges bzw. einer geeigneten Kombination von Normalgestänge und Schwerstangen, durch die Gestängeführung sowie durch den Druck auf den Meissel bzw. dessen Drehzahl.

Um eine geringe Abweichung zu berücksichtigen und gleichzeitig eine ausreichende Pfeilerstärke zu gewährleisten, muss der Mindestabstand zwischen den einzelnen Produktionsbohrungen und somit das Hexagonalraster im Gebiet «Nordfeld» mindestens 112.5 m betragen. Dabei wird im Gebiet «Nordfeld» mit Kavernen von 65 m bis 75 m Durchmesser geplant.

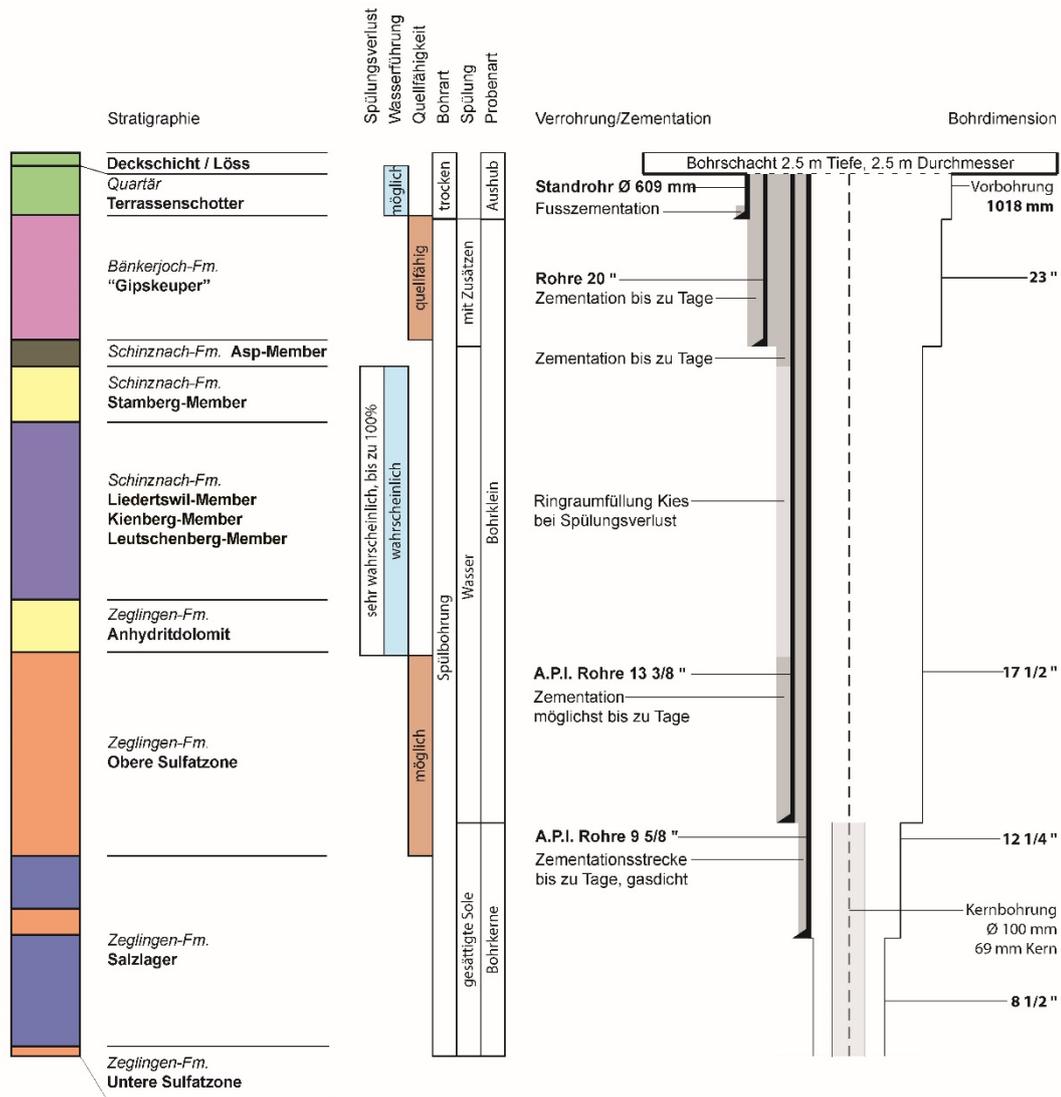
Weiterhin muss bei der Planung der Produktionsbohrungen ein Mindestabstand von 110 m zu Verkehrsträgern, Bau- und Wohnzonen eingehalten werden.

Eine Bohrung wird aufgrund der geologischen Verhältnisse sowie zur Minimierung von Umweltrisiken in verschiedenen Etappen abgeteuft. Für den weiteren Ausbau (Produktionsstränge) muss die letzte zementierte Rohrtour (LZRT) einen Durchmesser von 9 5/8" aufweisen. **Abbildung 48** zeigt ein generisches Bohrschema und Tabelle fasst die Eigenschaften der einzelnen Rohrtouren zusammen.

In einem ersten Schritt wird ein runder Bohrschacht in Form eines Zementrohres mit 2.25 - 2.5 m Tiefe und 2.0 m Durchmesser mit Betonboden und Pumpensumpf erstellt. Dieser Bohrschacht dient dem Bohrunternehmer als Pumpensumpf für die Bohrspülung.

Anschliessend wird mit einem Greifbagger ein Schutzrohr durch Dreh-Rammen und Kieslöffel («*drilling bucket*») in die quartären Lockergesteine eingebracht. Darin wird ein Standrohr mit 609 mm auf der ersten Felsformation abgestellt und mittels Fusszementation fixiert. In Gesteinen der Bänkerjoch-Formation und verkarsteten Gesteinen als erste Festgesteinseinheit kann die Realisierung einer Fusszementation erschwert sein.

Danach wird die Bohrung im destruktiven Bohrverfahren (Meisselbohrung), sofern nötig mit 23" bis in die Basis der Bänkerjoch-Formation («Gipskeuper») abgeteuft, eine 20" Hilfsrohrtour eingebaut und bis zur Geländeoberkante zementiert. Existiert gesichert keine Bänkerjoch-Formation, so wird diese 20" Hilfsrohrtour weggelassen. Nun wird die Bohrung destruktiv bis in einen stabilen Bereich der Oberen Sulfatzone, unterhalb der wasserführenden Schichten fortgesetzt, mit einer 8 5/8" Ankerrohrtour als provisorische Verrohrung abgesetzt und mit Tonkugeln oder ähnlichem abgedichtet. In einem Zwischenschritt und zur weiteren Gewinnung relevanter geologischer Informationen der Hangendschwebe, sowie des Salzlagers, wird das Bohrloch nun im Kernbohrverfahren bis auf Endteufe gebracht. Dabei werden Bohrkerne mit 69 mm Kerndurchmesser und ein Bohrloch mit 100 mm Durchmesser erzeugt. Ab dem Zeitpunkt des Kernens wird ausschliesslich unter Einsatz einer Solespülung gebohrt, um ein unkontrolliertes Anlösen von Salz zu vermeiden.



Spezifikation Rohre, Zement, Absetztiefen				
Rohrtour	Rohrmaterial/-typ	Rohrverbindungen	Zement	Absetztiefe
Standrohr 609 mm	Stahl	geschweisst	Portlandzement	≥ 1 m in festen Fels
Rohre 20 "	Stahl	geschweisst	Portlandzement	ca. 2 m in Asp-Mb.
Rohre 13 3/8 "	Stahl, A.P.I. SCT	geschraubt	Robusto 4R-S, hoch sulfatbeständig	ca. 10 m über Top Salzlager
Rohre 9 5/8 "	siehe unten	siehe unten	Robusto 4R-S, hoch sulfatbeständig	ca. 1 m in unteres Salzlager

Spezifikation letzte zementierte Rohrtour (Casing 9 5/8 ")	
Material	L80
A.P.I. Norm	5CT
Wandstärke	43,5#/ft (=11.05 mm Wand)
Verbinder	Tenaris TSH Blue (gadicht)

Abbildung 48: Generisches Bohrschema einer typischen Produktionsbohrung der Schweizer Salinen AG mit Anhydrit-Zwischenlage im Salzlager.

Anschliessend wird das Kernbohrloch mit Losesalz verfüllt, um den Nachfall von Bohrklein ins vorgebohrte Loch beim Aufmeisseln zu verhindern. Schliesslich wird die provisorische Verrohrung gezogen, das Bohrloch bis zur definitiven Absetzteufe mit 17 1/2" aufgemeisselt, die 13 3/8" API Ankerrohrtour eingesetzt und zur Geländeoberfläche zementiert. Sind während der Bohrarbeiten Spülungsverluste aufgetreten, wird die 13 3/8" API Ankerrohrtour mit einer Zementschlämme bis hin zur Verlustzone fixiert, der Ringraum im Bereich der Verlustzone mit Kies verfüllt und anschliessend bis zur Geländeoberkante aufzementiert.

Das Bohrloch wird nun bis etwa 1 – 2 m (horizontales Salzdach) bzw. 2 – 5 m (schräges Salzdach) unter das Salzdach mit 12 1/4" aufgemeisselt, die letzte zementierte Rohrtour («LZRT») mit 9 5/8" abgesetzt und bis zur Geländeoberkante einzementiert. In einem letzten Schritt wird nun das Bohrloch bis zur Endteufe auf 8 1/2" aufgemeisselt und als offenes Bohrloch belassen. Abschliessend wird das Bohrloch mit Klarsole gespült.

Weist das Salzlager, wie im «Nordfeld» vermutlich gegeben, eine Anhydrit-Zwischenlage auf, so wird bis unter diese Zwischenlage mit 12 1/4" aufgemeisselt und erst dann die letzte zementierte Rohrtour mit 9 5/8" abgesetzt (**Abbildung 48**).

Verrohrung

Generell müssen die Ankerrohrtour und die letzte zementierte Rohrtour (LZRT) so ausgelegt werden, dass sie dem zu erwartenden Gebirgsdruck standhalten können. Tabelle gibt einen Überblick über das für das «Nordfeld» vorgesehene Verrohrungsmaterial.

Tabelle 5: Auflistung der Rohrtouren und deren Eigenschaften, wie sie bei der Schweizer Salinen AG zur Anwendung kommen.

Rohrtour	Durchmesser	Material	Verbindung	Gewicht	Kennung
Standrohr	609 mm	Stahl	geschweisst		
Hilfsrohrtour	20"	Stahl	geschweisst		
Ankerrohrtour	13 3/8"	Stahl	geschraubt	54.5 lb/ft	J55, API 5CT
LZRT	9 5/8 "	Stahl	geschraubt, Tenaris TSH Blue	43.5 lb/ft	L80, API 5CT

Da beim späteren Solverfahren Stickstoff als Blanket in den Ringraum zwischen der letzten zementierten Rohrtour und dem äusseren Solstrang eingebracht wird, muss die LZRT gasdicht ausgeführt werden. Dazu werden bei der LZRT Rohre mit Verbindern des Typs Tenaris TSH Blue (Premiumverbinder) verwendet. Diese weisen laut Klassifikation und Datenblatt die gleichen Eigenschaften wie das Rohr selbst auf und erfüllen somit die Anforderungen.

Spülungsregime

Die Funktion der Bohrspülung liegt darin, das Bohrwerkzeug zu kühlen, es zu schmieren und die Bohrlochsohle durch das Zutagefördern des Bohrkleins («Cuttings») zu reinigen. Zudem dient sie der Stabilisierung der Bohrlochwand gegen den Nachfall von Gesteinsbruchstücken. Dazu kann eine Bohrspülung mit einer höheren Dichte eingesetzt werden. Die Auftriebsgeschwindigkeit der Spülung muss jedoch grösser als die Sinkgeschwindigkeit des Bohrkleins sein.

Die Spülung wird im Umlaufverfahren betrieben. Grundsätzlich dürfen nur vom Gewässerschutz zugelassene Spülungen und allfällige Zusätze Anwendung finden.

Die Spülungszusammensetzung ist abhängig von den geologischen Gegebenheiten und wird über den Bohrverlauf angepasst. Von Geländeoberkante bis zur Absetzteufe der Ankerrohtour innerhalb der Oberen Sulfatzone wird mit einer wasserbasierenden Bentonitspülung gebohrt (Natrium-Bentonit = natürliches Tonmineral). Anschliessend wird auf NaCl-gesättigte Spülung umgestellt und das Salinar durchteuft. Dies verhindert Auskessellungen und entspricht dem Standardverfahren beim Durchteufen von Salzvorkommen.

Zur Sicherstellung der Solesättigung erfolgt eine Zugabe von Festsalz in die Sole-Spülbecken mit Rührwerk oder intensiver Umwälzung. Diese Solespülung wird nach Beendigung der Bohrung entweder zwischengelagert oder in der Saline der Wiederverwertung zugeführt.

Kommt es während dem Bohrvorgang zu Spülungsverlusten auf Grund von verkarsiteten und/oder klüftigen Formationsbereichen, wird *Lost Circulation Material* (LCM), wie z.B. Muschelschrot oder Cellophanschnipsel eingesetzt, um Leckagewege zu schliessen und die Bohrlochintegrität zu gewährleisten.

Beim Kernem im Salzbereich ist darauf zu achten, dass keine Spülverluste auftreten. Ist dies der Fall, muss abgeklärt werden, ob Undichtheiten im Gebirge vorhanden sind (Abpressversuch).

Zementation

Die Rohrzementation hat im Allgemeinen die Aufgabe, produzierende Horizonte gegeneinander abzudichten und ein Austreten von Lagerstätteninhalten in den Ringraum zwischen Bohrloch und Verrohrung zu unterbinden. Ausserdem sollen durch den Zementstein die Rohre im Bohrloch befestigt werden. Weiterhin sind Grundwasserhorizonte gegeneinander abzudichten und vor Verunreinigung mit Sole oder Blanketgas zu schützen.

Mit Ausnahme des Standrohrs werden alle Futterrohre bis zur Geländeoberfläche zementiert. Bei den Zementationsarbeiten sind durch die ausführende Bohrunternehmung folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Vor der Zementation ist das Bohrloch zu «reinigen» und vom Bohrschlamm/Filterkuchen zu befreien.

- Richtige Zementwahl: sulfatbeständiger Bohrlochzement (Robusto 4R-S), so wie eventuell weitere Zuschlagstoffe für die optimale Abdichtung (z.B. Quellen mit Hilfe von Bentonit).
- In Kontakt mit Frischwasser muss der Zement mit Frischwasser und in Bereichen mit Evaporiten (Sulfatzone und Salzlager) mit gesättigter Sole angesetzt werden. Wird er in Kontakt mit Evaporiten mit Frischwasser angesetzt, so löst die Wasser-Zementschlämme Salz bis zur Sättigung im zu zementierenden Bereich, wodurch die Zementation undicht wird.
- Einsatz eines Zementierstopfens mit Ventil (durchbohrbar).
- Es dürfen nur gerade Rohre und solche mit einwandfreien Gewinden und Muffen zum Einbau gelangen. Dies Bedarf einer genauen Prüfung vor dem Einbau.
- Die untersten vier Rohre aller Ankerrohre müssen aussen sandgestrahlt und rau sein (d.h. Befreiung von Rost, Zunder, Farbe und Schutzlack). Erst damit wird eine gute Zementanbindung erreicht. Zum Sandstrahlen bleiben die Gewindeschutzmuffen montiert.
- Bei den äusseren Schutz- und Dichtverrohrungen, welche eine Innen-Ringzementierung erhalten, sind solche ohne Innenschutzlack einzusetzen. Allenfalls müssten die untersten vier Rohre innen ebenfalls sandgestrahlt werden.
- Sämtliche Rohrverbindungen sind mit Gewindedichtmittel (z.B. Liquid-O-Ring) abzudichten.
- Die Muffen der untersten vier Rohre der Ankerrohre/Hauptverrohrung sind nach dem Festziehen, nach Lieferantenvorschrift, beidseitig (unten und oben) mit einer Spezialelektrode durchgehend zu verschweissen (Schutz gegen das Losschlagen beim Weiterbohren).
- Bei den nächsten oberen vier Rohren werden die Muffen nur noch beidseitig mit der Spezialelektrode geheftet.
- Einsatz der notwendigen Zentrierer, um das Rohr für die Zementation zentriert zu halten.
- Bei der Zementation der Ankerrohrtour oder der äusseren Dichtverrohrung sind hinreichend Zementschlämme einzuführen, sodass die Zementation sicher bis über den Bereich der untersten Verlustzone reicht.
- Wird eine Dicht- und eine Ankerrohrtour eingesetzt, so wird die Zementation des Ringraumes bis zur Geländeoberkante ausgeführt.

Die Zementation wird generell mittels Stab-in Zementationsverfahren durchgeführt. Hierzu wird ein Hilfsstrang (Drill Pipe) in einen *Casing Collar* (Rückschlagventil) am unteren Ende der zu zementierenden Rohrtour eingefahren. Anschliessend wird so lange Zement durch den Hilfsstrang verpumpt, bis dieser obertägig aus dem Ringraum austritt. Fehlmengen im Ringraum werden durch diese Zementationstechnik vermieden. Während der Abbindephase neigt der Zement zum Nachsacken an der

Oberfläche. Dies wird durch eine Nachzementation von oben in den Ringraum kompensiert.

Der Zementationserfolg ist nach Fertigstellung einer Zementation mittels geeignetem Verfahren zu prüfen (z.B. Cement Bond Log CBL, Well Integrity Log etc.).

Solkomplettierung

Für den Solbetrieb werden folgende Solstränge eingebaut (**Abbildung 49**):

1. Äusserer Solstrang
Durchmesser: 6 5/8" (168.3 mm), API, K55, 20 lb/ft,
Rohrgewinde: STC
Die unteren 20-24 m aus nahtlosen Siederohren 168.3 mm x 6.3 mm
2. Innerer Solstrang
Durchmesser: 4 1/2" (114.3 mm), Wanddicke 5.6 mm,
Rohrgewinde: Eigenherstellung Schweizer Salinen AG ISO Rp 4"
Die unteren 20 - 24 m aus nahtlosen Siederohren 101.6 mm x 3.6 mm
3. Blanket-Kontrollröhrchen
Aussen an den 6 5/8" Solstrang werden die Leitungen zur Bestimmung des Blanketlevels angebracht.

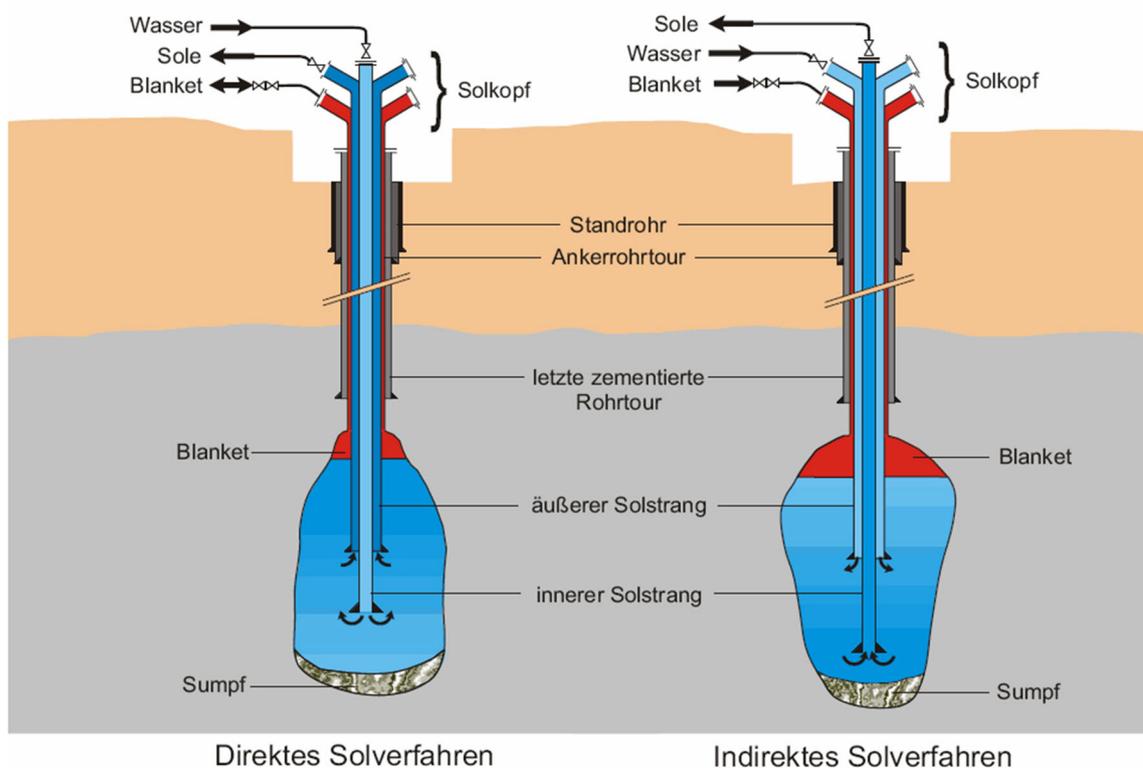


Abbildung 49: Schematische Darstellung der Solkomplettierung für direktes und indirektes Solverfahren mit allen wichtigen Rohrtouren sowie äusserem und innerem Solstrang. Bildquelle: DEEP.KBB.

Die STC-Rohrgewinde des äusseren Solstranges sind gemäss API (American Petroleum Institute) nicht als gasdicht klassifiziert. Technisch ist es jedoch möglich, dass die STC-Verbinder unter den im Bohrloch herrschenden Druckbedingungen gasdicht sein können. Die bisherigen Erfahrungen der Schweizer Salinen AG mit diesen Rohren bestätigen dies.

Das Gewinde des inneren Solstranges ist eine Eigenherstellung der Schweizer Salinen AG und ist von Wasser bzw. Sole umströmt. Somit ist hier eine hydraulische Dichtheit ausreichend.

Innerer und äusserer Solstrang sind im Kavernenkopf abgehängt. **Abbildung 50** zeigt Elemente der Komplettierung. Auf der linken Seite ist der innere Solstrang mit Abhänge-Flansch dargestellt, welcher in den äusseren Strang (im Bild rechts) eingebaut und auf dem oberen Flanschanschluss des äusseren Solrohres abgesetzt wird. An den weiteren Flanschanschlüssen werden weitere Kopfbauteile sowie Absperrarmaturen angebracht.

Für die Bestimmung der Blankethöhen erfolgt der Einbau von vier Blanket-Kontrollröhrchen, für zwei Blanket-Level, aus Kunststoff-Nylon/Polyamid mit 8/5 mm Durchmesser. Diese weisen eine Innen- und Aussendruckfestigkeit von über 65 bar auf. Nach Möglichkeit sind die Röhrchen als durchgehende Schläuche (ohne Flickstellen) einzusetzen. Sie dürfen nicht gequetscht werden.

Die Flanschdurchführung erfolgt durch spezielle Verschraubungen. Am unteren Ende wird ein spezielles Filterstück gegen den Festkörpereintritt beim Entlüften/Entspannen montiert.

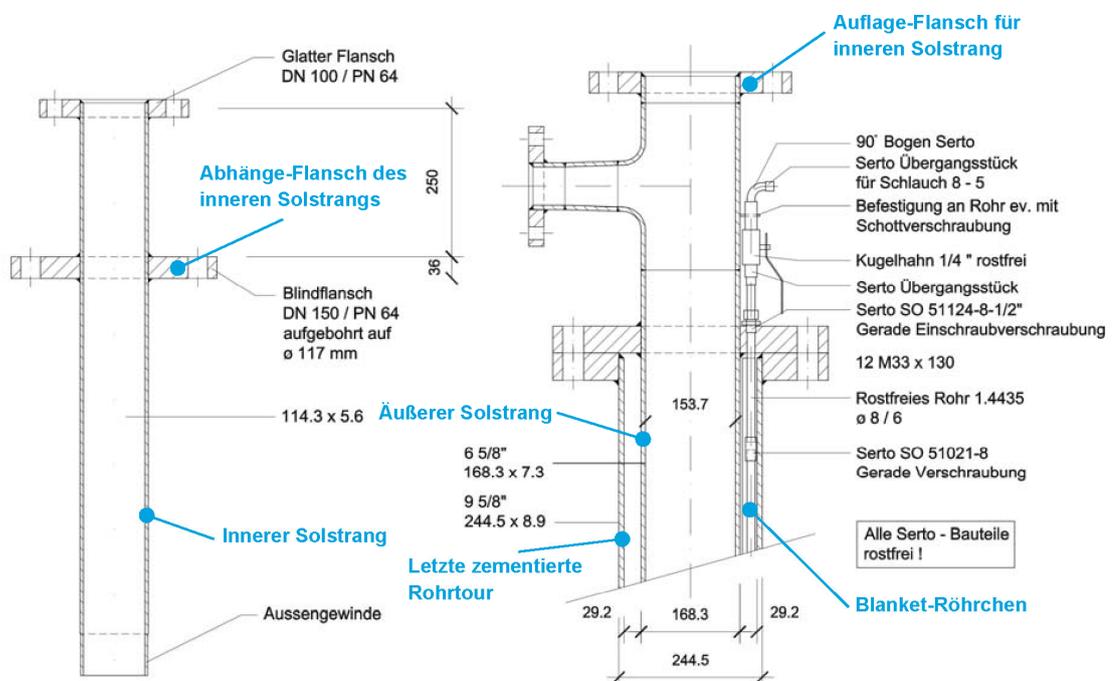


Abbildung 50: Zeichnerische Darstellung des inneren Solstrangs (links) und Kavernenkopf / äusserer Solstrang (rechts). Aus: [114].

Ausbau Bohrlochkopf und -schacht

Sämtliche Anschlüsse am Bohrlochkopf für Sole, Wasser und Stickstoff werden unterirdisch im Bohrschacht installiert (**Abbildung 51**), welcher durch eine Personeneinstiegs Luke und eine Montageöffnung zugänglich ist. Auch die manuellen Regler befinden sich im Bohrlochschaft. Eine Entwässerung verhindert ein Ansammeln von Meteorwasser. Oberflächlich sind auf dem Bohrplatz somit nur die Betonplatte des Bohrlochschafts mit zwei Schachtdeckeln, zwei Betonfundamentplatten für die Abstützung des Bohrgeräts, sowie ein Elektrokasten (Frischluftezufuhr, Stickstoffsteuerung, Probenahme Sole) vorhanden (**Abbildung 51**).



Abbildung 51: Foto einer typischen fertig ausgebauten Produktionsbohrung. An der Oberfläche sind nur eine Betonplatte mit zwei Schachtdeckeln, zwei Betonfundamentplatten für die Abstützung des Bohrgeräts und ein Elektrokasten zu erkennen.

Testphase

Die Voraussetzung für die Inbetriebnahme einer Produktionsbohrung ist ein bestandener Dichtheitstest. Ohne diesen darf der Solvorgang nicht begonnen werden. Der Ablauf des Dichtheitstests der Schweizer Salinen AG ist im internen Dokument «Solkomplettierung, Dichtheitstest, Solung» [120] beschrieben. Dabei wird die Dichtheit der letzten zementierten Rohrtour einschliesslich des Rohrschuhs (Übergang Rohrtour-Zementation-Salz) getestet, um sicherzustellen, dass die in der Bohrung zirkulierenden Medien nicht in das Gebirge entweichen können. Im Falle von Solkavernen handelt es sich bei diesen Medien um Frischwasser, Sole und das Blanketmedium.

Die Durchführung des Dichtheitstestes erfolgt nach Aushärtung des Zements (nach Angabe des Bohrunternehmers) und nach der Montage des Kavernenkopfes.

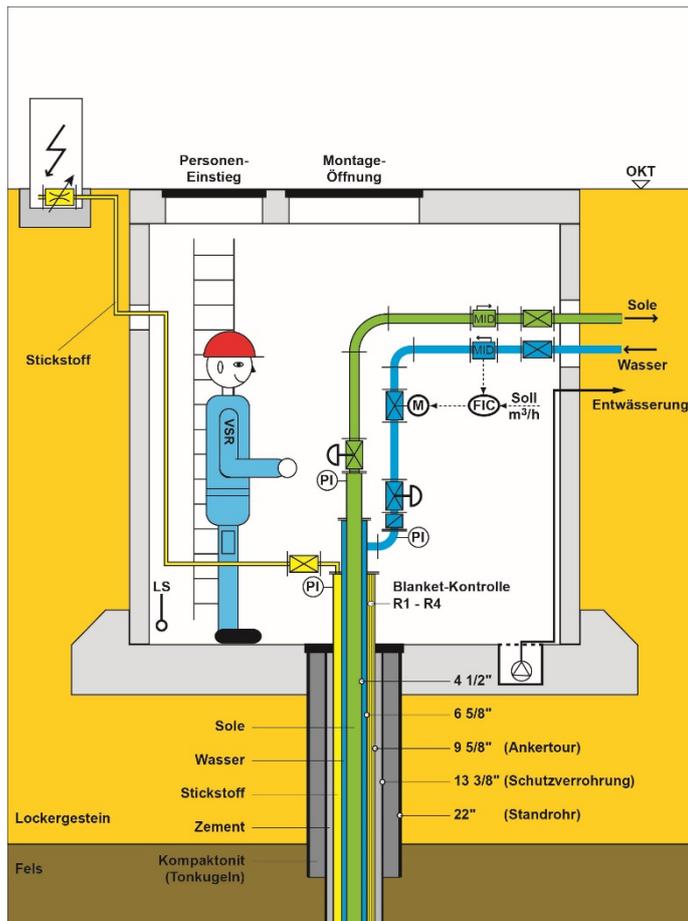


Abbildung 52: Schematische Darstellung des Bohrlochschachts mit dem Ausbau des Bohrlochkopfs.

Nachweis der technischen Gasdichtheit

Kommt für die Kontrolle des Solprozesses Gas zum Einsatz (Blanket), so wird am Bohrloch ein Test zum Nachweis der technischen Gasdichtheit mittels gasförmigem Testmedium durchgeführt.

Dazu wird Stickstoff in die Bohrung injiziert, bis der Gas-Sole-Spiegel etwa 1 bis 3 m unterhalb des Rohrschuhs der letzten zementierten Rohrtour eingestellt ist. Die Sole wird in dieser Phase über den Steigraum abgeleitet. Nachdem der Spiegel positioniert ist, wird die Soleableitung mittels Schliessen des entsprechenden Ventils am Bohrlochkopf unterbrochen und der Druck durch die fortgesetzte Stickstoffinjektion bis zum Testdruck angehoben. Nach einer Beruhigungszeit von 2 bis 3 Tagen zur Temperaturangleichung beginnt der eigentliche Testzeitraum, während dem die Druckbeobachtung erfolgt. Der Testzeitraum muss deutlich länger sein als bei einem ausschliesslich hydraulischen Dichtheitstest, um eine Aussage über die Gasdichtheit der Bohrung treffen zu können. Da Gase auf Temperaturschwankungen sensibel mit Druckänderungen reagieren, besteht die Herausforderung bei der Testdurchführung insbesondere darin, temperaturbedingte Druckänderungen von möglichen Druckänderungen infolge Leckagen zu unterscheiden.

Eine technische Möglichkeit, die Aussagegenauigkeit eines Gasdichtheittestes deutlich zu erhöhen, stellt der In-Situ-Bilanz-Test (ISB-Test) dar. Hierbei wird zu verschiedenen Zeitpunkten während des Testzeitraumes die Masse an Testmedium quantifiziert (siehe unten). Aus diesen Massenbilanzen werden zunächst die Leckagemenge und daraus eine Leckagerate bestimmt.

Zur Bilanzierung des Testmediums werden in der Bohrung der Druck, die Temperatur und der für das Testmedium zur Verfügung stehende Hohlraum berücksichtigt. Das Volumen der eingebauten Rohrtouren, der Durchmesser des Bohrlochs und insbesondere die Tiefe der Grenzfläche zwischen Stickstoff und Sole werden mittels Messungen bestimmt. **Abbildung 53** zeigt einen entsprechenden Testaufbau.

Während des Testzeitraumes werden in der Bohrung wiederholt die Temperatur und die Tiefen des Stickstoff-Sole-Spiegels gemessen, um die Massenbilanzierung durchführen zu können.

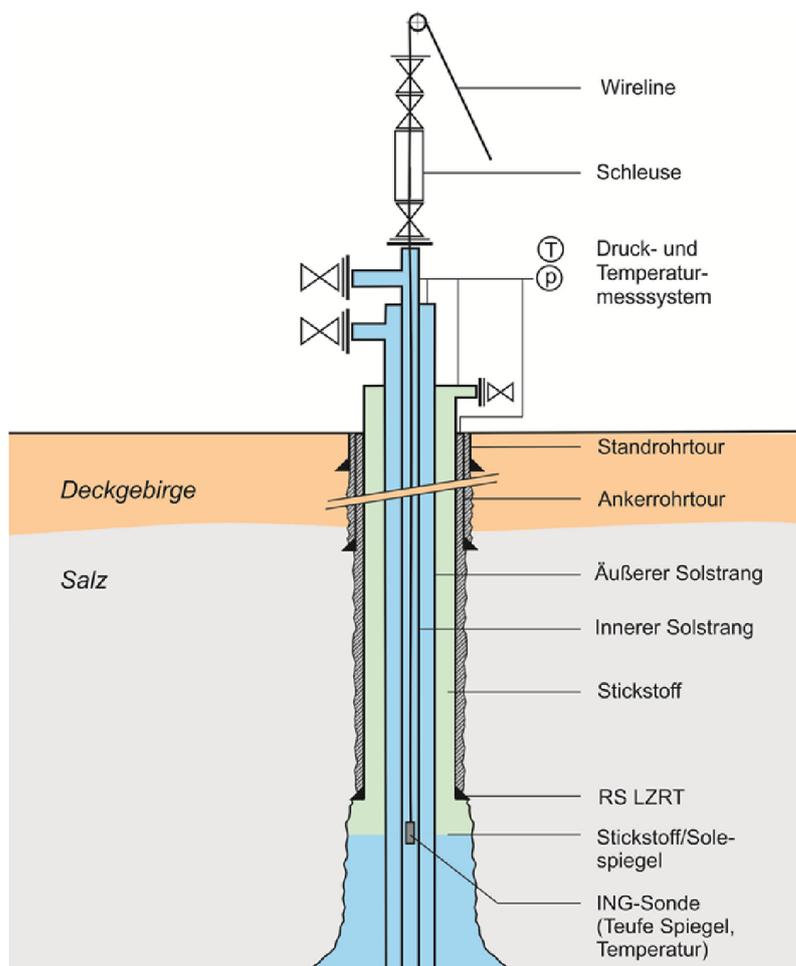


Abbildung 53: Aufbau eines konventionellen Gasdichtheittestes (ISB-Test) mit installierten Solsträngen (RS LZRT = Rohrschuh der letzten zementierten Rohrtour). Aus: [114].

Als Optionen zur Spiegelteufenmessung und damit zur Durchführung dieses Testdesigns stehen allgemein zwei Methoden zur Verfügung:

1. Konventioneller Test.
Bestimmung der Spiegelteufe mittels Impuls-Neutron-Gamma-Log
(siehe **Abbildung 53**)
2. Sonar Mechanical Integrity Test (SoMIT)
Bestimmung der Spiegelteufe mittels Sonar

Nach Abschluss des Dichtheitstests verbleibt der Stickstoff in der Bohrung und wird als Blanketmedium (siehe Abschnitt «Betriebsphase») weiterverwendet.

Kriterium für die Dichtheit der Produktionsbohrung ist ein Druckverlust von unter 0.02 bar pro Stunde. Wird dieser Wert nicht eingehalten, muss der Test wiederholt werden und falls nach mehrmaligen Versuchen die Dichtheit nicht nachgewiesen werden kann, ist die Leckage durch den Bohrunternehmer zu lokalisieren und zu reparieren. Der Erfolg der Reparatur ist mit einem erneuten Dichtheitstest nachzuweisen.

Betriebsphase

Grundsätzlich beruht der Solprozess auf der Injektion von Wasser in das Salzlager, um das dort vorhandene Salz zu lösen.

Durch die Anordnung der eingebrachten Solrohrturen (Solsträngen) ergeben sich drei Fliesswege, nämlich (1) im Ringraum zwischen der letzten zementierten Rohrtour und der äusseren Solrohrtour, (2) zwischen der äusseren und der inneren Solrohrtour und (3) in der inneren Solrohrtour (**Abbildung 54**). Der innere Solstrang wird dabei tiefer als der äussere abgehängt. Durch die beiden konzentrisch ineinander hängenden Solrohrturen wird die Möglichkeit geschaffen, in einem Kreislauf Wasser zu injizieren und Sole zu produzieren sowie das Blanket zu injizieren und bei Bedarf zurückzunehmen.

Durch die Anordnung mit zwei Solsträngen können zwei Verfahren bzw. zwei verschiedene Solmodi zur Injektion von Wasser in die Kaverne angewandt werden (**Abbildung 54**). Beim direkten Solverfahren wird das Wasser über den inneren Solstrang in die Kaverne injiziert und die entstehende Sole über den Ringraum zwischen dem äusseren und dem inneren Solstrang produziert. Beim indirekten Solverfahren ist die Fließrichtung entgegengesetzt. Die beiden verschiedenen Zirkulationsrichtungen haben maßgeblich Einfluss auf die Strömungsverhältnisse und die Konzentrationsverteilung in der Kaverne, auf die Konzentration der ausgeförderten Sole und auf die Form des entstehenden Hohlraums.

Um die Kavernengeometrie kontrollieren zu können kommt ein flüssiges oder gasförmiges Blanket (Sperrmedium) zum Einsatz, das den Dachbereich (Firste) der Kaverne vor Auflösung schützt. Als Sperrmedium wird bei der Schweizer Salinen AG ausschliesslich Stickstoff verwendet. Das Blanket wird in kontrollierten Mengen durch den Ringraum zwischen der letzten zementierten Rohrtour und dem äusseren Sol-

strang in die Kaverne gepumpt. Die Tiefe der Kontaktfläche zwischen Blanket und Sole (Blanketspiegel) wird beim Einpumpen über den obertägigen Blanketdruck und gegebenenfalls eine Mengemessung eingestellt und regelmäßig mit einem an der äußeren Solrohtour fest installierten Blanket-Messsystem (Blanketröhrchen) kontrolliert.

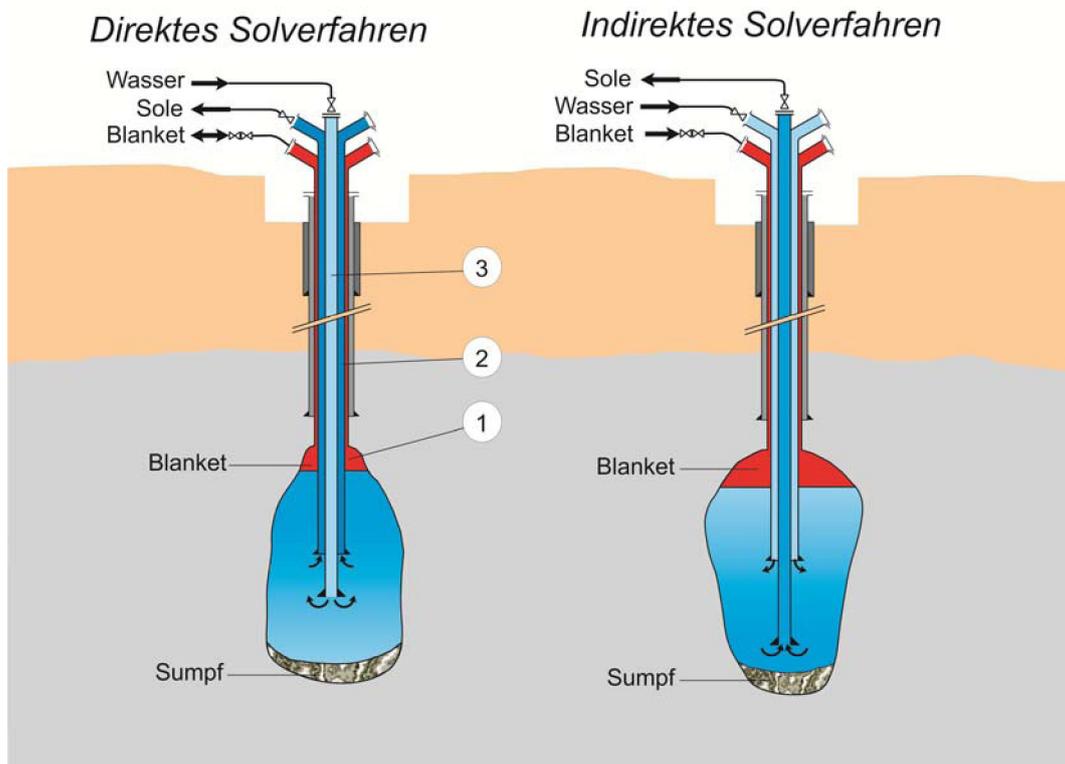


Abbildung 54: Darstellung des direkten und indirekten Solverfahrens. Aus: [114].

In der Regel wird bei der Erstellung einer Kaverne mit einer Sumpfsolphase im direkten Solverfahren begonnen. Hierbei gilt es, Kavernenvolumen für den Sumpfbereich zu schaffen, um die im Salz befindlichen Feststoffe der darüber liegenden Schichten während des weiteren Verlaufs der Kavernensolung aufnehmen zu können. Während dieser Phase wird Sole produziert, die noch nicht komplett aufgesättigt ist bzw. noch keinen hohen Salzgehalt aufweist. Je nach Anwendung kann diese sogenannte Dünnsole als Injektionsmedium für weitere Kavernen genutzt, bereits zur Salzproduktion verwendet oder abgeleitet werden. Nach Beendigung der Sumpfsolphase wird für die Hauptsolphase der Injektionsmodus auf indirekt umgestellt und die Position der Solstränge und der Blanketspiegel entsprechend der Solschritte angepasst. Das Ziel der Hauptsolphase ist die Entwicklung der Kaverne in dem vorgegebenen gebirgsmechanischen Rahmen und einer möglichst konstanten Solesättigung von mehr als 300 g Salz pro Liter Sole.

Der Solprozess lässt sich durch folgende Solparameter steuern:

- die Position (Tiefe) der Kontaktfläche zwischen Sperrmedium und Sole (Blanketspiegel),
- die Absetzteufen der Solrohre,
- das Solverfahren (direkt oder indirekt),
- die Solrate,
- die Soldauer.

In der soltechnischen Praxis werden diese Maßnahmen in Kombination verwendet, um die Salzproduktionsraten zu maximieren und um eine bestimmte Hohlraumform mit dem geplanten Volumen zu erzeugen sowie eine ungewollte Formentwicklung zu vermeiden. Dabei muss der geschaffene Hohlraum innerhalb geometrischer Grenzen liegen, die durch gebirgsmechanische Betrachtungen zur Standfestigkeit bei angestrebter Betriebsweise vorgegeben sind.

Zur Festlegung der erforderlichen Solparameter (Teufe Blanketspiegel, Absetzteufen der Solstränge, Fahrweise, Solrate und Soldauer) werden Solsimulationen (Computersimulationen) durchgeführt. Dabei werden die geologischen Erkenntnisse sowie Solversuche an Salzkernproben berücksichtigt. Basierend auf den Ergebnissen der Simulation wird kavernenbezogen ein Solkonzept bestehend aus mehreren Solschritten entwickelt. In dem Solkonzept werden die Solparameter für jeden Solschritt definiert.

Während der Kavernensolung werden gemäss Solkonzept zu definierten Zeitpunkten Hohlraumvermessungen der Kaverne (Sonarvermessung) durchgeführt, um das aktuelle Volumen und die Form der Kaverne zu erfassen. Die Messergebnisse werden mit der vorhergehenden Planung verglichen. Auf Grundlage der Sonarvermessung und eines Abgleichs zwischen der simulierten und der tatsächlich gemessenen Kavernenform wird das Solkonzept für die weiteren Solschritte kalibriert und ggf. überarbeitet. Dabei werden grundsätzlich Sicherheitsabstände zum gebirgsmechanischen Rahmen berücksichtigt, um ein Überschreiten des Rahmens auch bei Abweichungen zwischen simulierter und tatsächlicher Hohlraumentwicklung auszuschließen. Zusätzlich wird die Entwicklung des Kavernenvolumens zwischen den Messungen über eine Massenbilanzierung überwacht.

Überwachung während der Betriebsphase

Während des Betriebs werden Kavernen entsprechend ihrer Nutzung überwacht. Die Überwachung erfolgt dabei sowohl durch kontinuierliche als auch durch diskontinuierliche Methoden. Zu den kontinuierlichen Überwachungen bei Solegewinnungskavernen zählen die Aufzeichnungen des Drucks, der Temperatur und des Durchflusses von Wasser und Sole am Bohrlochkopf. Der Druck des Blanketmediums wird ebenfalls kontinuierlich überwacht.

Die Kontrolle des gesolten Volumens erfolgt über eine Massenbilanzberechnung auf der Grundlage der Dichte und damit der Salzsättigung von Proben der geförderterten Sole in Zusammenhang mit den kontinuierlich gemessenen Durchflussmengen und Temperaturen. Die Probennahme erfolgt diskontinuierlich in definierten Abständen (z. B. täglich) sowohl für Wasser als auch für die Sole. Das über die Massenbilanz bestimmte Kavernenvolumen wird zu festgelegten Zeitpunkten während der Kavernenentwicklung durch Hohlraum- bzw. Sonarvermessungen überprüft.

Zusätzlich werden in regelmäßigen Abständen (mindestens monatlich) Soleproben chemisch analysiert. Dabei werden zusätzlich zur Dichte die Ionengehalte und der Feststoffgehalt bestimmt. Daraus lassen sich weitere geologische Erkenntnisse zum Salzlager ableiten, die zur Steuerung und Überwachung des Solprozesses sowie zur Anpassung nachfolgender Planungen (z. B. der nächsten Solschritte) genutzt werden können.

Zur Umsetzung des Solkonzeptes sind entsprechende initiale Einstellungen und anschließende Überwachungen des Blanketspiegels erforderlich (Blanketmanagementsystem). Dazu werden Blanket-Röhrchen im Blanket-Ringraum, d. h. im Ringraum zwischen letzter zementierter Rohrtour und äusserem Solstrang installiert (**Abbildung 55**).

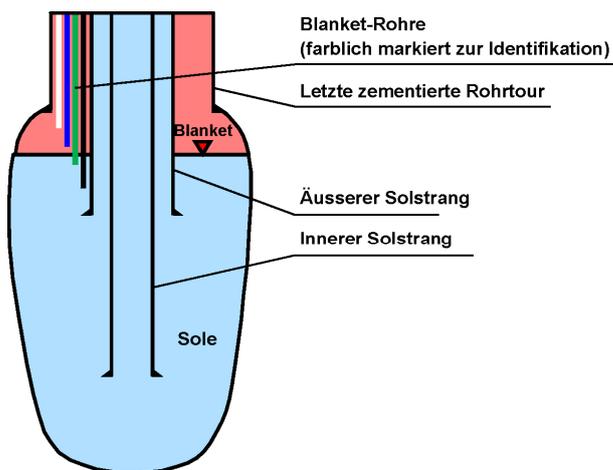


Abbildung 55: Prinzip der Blanket-Überwachung mittels Blanket-Röhrchen. Aus: [114].

Mehrere Blanket-Röhrchen werden mit unterschiedlicher Endposition zusammen mit der äusseren Solrohrtour eingebaut. Obertägig werden die Röhrchen an eine Drucküberwachung mit Absperrarmaturen angeschlossen. Je nachdem, ob sich das Ende eines Röhrchens oberhalb des Blanketspiegels, also im Gas, oder unterhalb, also in Sole, befindet, verhält sich der obertägig gemessene Druck unterschiedlich beim Öffnen der jeweiligen Absperrarmatur. Auf diesem Wege lässt sich ermitteln, wo sich der Blanketspiegel in Relation zu einem der Röhrchen (bezogen auf dessen Endposition) befindet, d. h. entweder unterhalb oder oberhalb aller Röhrchen-Enden bzw. in einer Teufe zwischen den jeweiligen Enden. Der Messbereich bzw. die Messgenauigkeit dieses Systems ergibt sich also aus der Anzahl und der jeweiligen Endposition

der Blanket-Röhrchen. Da die Position der Enden der Röhrchen auf dem äußeren Solstrang nachträglich nur verändert werden kann, wenn der Strang ausgebaut wird, muss die Position der Enden auf das Solkonzept und die erforderlichen Spiegel-Teufen abgestimmt sein.

Kavernen-/Hohlraumvermessung

Die Hohlraumvermessung von Kavernen zur Form- und Volumenbestimmung erfolgt mit Hilfe von Ultraschallsonden auf der Basis von Laufzeitmessungen.

Das Vermessungsprinzip basiert auf einer punktwisen, azimutalen Abtastung der Kavernenwand. Die Messung der Entfernung zur Kavernenwand basiert auf der gemessenen Laufzeit eines Schallimpulses von der Messsonde zur Kavernenwand und zurück sowie der Schallgeschwindigkeit im Medium, welche primär von der Dichte des Mediums und den Temperatur- und Druckverhältnissen in der Kaverne abhängt. Die echometrische Vermessung der Kavernengeometrie beinhaltet eine Vielzahl von Horizontalschnitten. Durch computergesteuerte Positionierungen der Ultraschallsensoren sind, ausgehend von der Messachse, alle Punkte in der Kaverne, die im gradlinigen Verlauf des Messsignales liegen, in einer Teufe erfassbar. Durch vertikale Bewegung der Sonde werden unterschiedliche Messpositionen angefahren. Durch Messungen mit gekipptem Sondenkopf werden der Boden und das Dach einer Kaverne sowie eventuell vorhandene Hintersolungen erfasst.

Nivellement

Aus den Massenbilanzberechnungen und den Ergebnissen der Hohlraumvermessungen sowie den Labortesten der Deformationseigenschaften des Salzes lassen sich Informationen über das Konvergenzverhalten der Kavernen gewinnen. Die Konvergenz führt wiederum zur Ausbildung einer Senkungsmulde an der Geländeoberfläche, da untertägig entstandene Volumenverluste an die Tagesoberfläche übertragen werden (Kapitel 7.3). Die Entwicklung der Bodensenkung wird in regelmäßigen Abständen durch geeignete Verfahren beobachtet. Üblicherweise erfolgt dies durch ein wiederholtes Oberflächennivellement. Sofern eine entsprechend notwendige Messgenauigkeit gewährleistet ist, können auch andere Verfahren wie z. B. satellitengestützte Methoden (Radar-Interferometrie) eingesetzt werden. Durch eine Nullmessung vor Beginn der Bohrungs- und Soltätigkeiten wird der Ausgangszustand dokumentiert.

Zur Durchführung des Oberflächennivellements werden entsprechende Höhenfestpunktfelder über das gesamte Solfeld angelegt und regelmäßig überwacht. Die Erfassung der oft nur sehr geringen Höhenänderungen erfolgt in der Regel jährlich durch Präzisionsnivellements. Auf diesem Wege lassen sich sowohl die Höhenänderungen absolut (Senkungen) als auch zeitliche Änderungen (Senkungsraten) ermitteln. Mit Hilfe von Senkungsrechnungen lassen sich auch weitere Parameter (Schief-lagen sowie Zerrungen und Pressungen) ableiten.

Zeitplan

Abbildung 56 stellt einen schematischen Zeitplan zur Kavernenüberwachung dar. Die Geländeoberfläche wird nicht nur während des Solbetriebes und der Stilllegung (und darüber hinaus) überwacht, sondern die Messungen beginnen vorher mit der Nullmessung. Während des Solbetriebes werden durchgehend Messwerte, die Informationen zur Soleproduktion, zum Solechemismus und gefördertem Volumen geben, aufgezeichnet und ausgewertet. Die Hohlraum- und Spiegelmessungen werden in vorher definierten Abständen durchgeführt. Beides wird z. B. im Solkonzept geplant, wobei sich die Abstände zwischen den Messungen nach Solrate und geschaffenem Hohlraumvolumen richten. Die Abstände zwischen den Spiegelmessungen nehmen zum Ende des Solbetriebes hin ab.

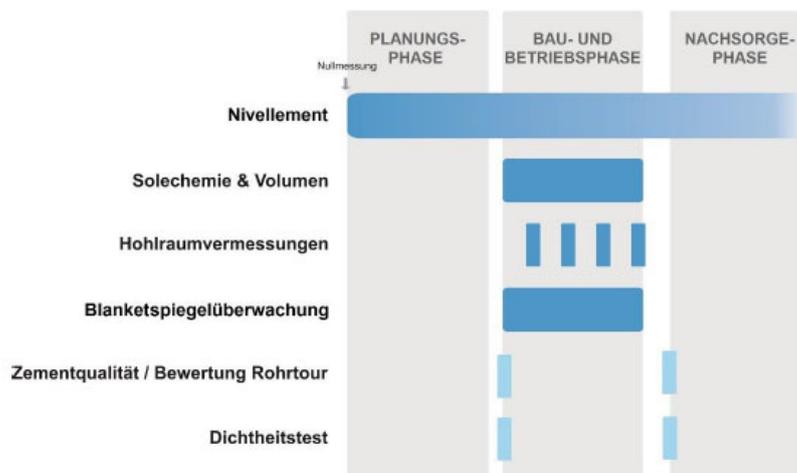


Abbildung 56: Schematischer Zeitplan zur Kavernenüberwachung. Aus: [114].

7.1.3 Auswirkungen in der Erkundungsphase

Es kann generell eine gute Übereinstimmung des Vorgehens der Schweizer Salinen AG mit dem Stand der Technik festgestellt werden.

Die für das «Nordfeld» bestehenden geologischen Punktdaten (Sondierbohrungen) werden mit einer 3D-Seismik sowie mit weiteren Sondierbohrungen und Bohrlochversuchen ergänzt. Auf diese Weise wird eine sehr gute Grundlage für eine sichere Solfeldplanung geschaffen.

7.1.4 Auswirkungen in der Bauphase

Es kann generell eine gute Übereinstimmung des Vorgehens der Schweizer Salinen AG mit dem Stand der Technik festgestellt werden.

Geringfügige Abweichungen mit entsprechenden Handlungsempfehlungen ergeben sich in folgenden Bereichen:

Solkomplettierung

Für die äusseren Solstränge verwendet die Schweizer Salinen AG keine gasdichten Gewindeverbinder. Da der äussere Solstrang aber mit dem Stickstoffblanket in Kontakt steht, sollten andere Rohre mit Verbindern genutzt werden, die als gasdicht klassifiziert sind. Alternativ wäre auch ein Nachrüsten der bestehenden Rohre mit einer Dichtung möglich.

Technisch ist es zwar möglich, dass die eingesetzten STC-Verbinder unter den im Bohrloch herrschenden Druckbedingungen gasdicht sein können, dies ist aber nicht sichergestellt. Bei weiterer Verwendung dieses Verbindertyps ist zu gewährleisten, dass ein mögliches Eindringen von Stickstoff in den äusseren Solstrang nicht zu einer Überschreitung des zulässigen Betriebsdruckes von angeschlossenen Bauteilen führt, d.h. dass der Stickstoff insgesamt sicher eingeschlossen bleibt. Darüber hinaus ist ein Arbeitsablauf (Prozess) festzulegen, wie in einem solchen Fall, d.h. bei Stickstoff im äusseren Solstrang, vorzugehen ist.

Dichtheitstest

Die Schweizer Salinen AG hat bislang die Dichtheitstestungen der Produktionsbohrungen ausschliesslich mit Sole durchgeführt. Es wurde insofern jeweils nur eine hydraulische Dichtheit, d. h. Dichtheit gegen Flüssigkeiten, nachgewiesen. Anforderung ist aber die Gasdichtheit der Produktionsbohrung einschliesslich der Zementation im Bereich des Rohrschuhs, da mit Stickstoff als Blanket gesolt wird. Zum Nachweis der Gasdichtheit ist ein Dichtheitstest mit gasförmigem Testmedium, z. B. Stickstoff, wie im Absatz «Testphase» beschrieben, durchzuführen. Der Stickstoff kann nach Durchführung des Tests in der Produktionsbohrung verbleiben und anschliessend als Blanket weitergenutzt werden.

7.1.5 Auswirkungen in der Betriebsphase

Es kann generell eine gute Übereinstimmung des Vorgehens der Schweizer Salinen AG mit dem Stand der Technik festgestellt werden.

7.1.6 Auswirkungen in der Nachsorgephase

Es kann generell eine gute Übereinstimmung des Vorgehens der Schweizer Salinen AG mit dem Stand der Technik festgestellt werden.

Eine Abweichung mit entsprechender Handlungsempfehlung ergibt sich in folgendem Bereich:

Nachsorge

Zu gegebener Zeit, vor dem endgültigen Verfüllen einer Produktionsbohrung, ist ein lokationsspezifisches Nachsorgekonzept mit geotechnischem Nachweis zu erstellen. Eventuell reicht auch eine generelle geotechnische Prüfung der Verwahrung. Dies ist mit dem gebirgsmechanischen Gutachter zu klären. Bei der Verfüllung einer Produktionsbohrung wird im Bereich der grundwasserführenden Schichten die Rohrtour mit

Kies verfüllt. Nach dem Stand der Technik und entsprechender Richtlinien ist die Bohrung im oberflächennahen Bereich zu einer solchen Tiefe zu zementieren, dass Süsswasserhorizonte, die für eine Nutzung vorgesehenen sind, überdeckt werden. Mindestens sind jedoch 100 m einzuhalten.

7.1.7 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau-, Betriebs- und Nachsorgephase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
SF-1	Solkomplettierung: Einsatz gasdichter Gewindeverbinder für die äusseren Solstränge.	Bau- und Betriebsphase
SF-2	Dichtheitstest: Nachweis der technischen Gasdichtheit der Produktionsbohrungen durch geeigneten Testaufbau und Einsatz eines gasförmigen Testmediums (Blanket-Stickstoff).	Bau-, Betriebs- und Nachsorgephase
SF-3	Nachsorge: Erstellen und Umsetzen von lokationsspezifischen Nachsorgekonzepten für alle Produktionsbohrungen nach Produktionsende.	Nachsorgephase

7.1.8 Beurteilung

Insgesamt entspricht das geplante Vorgehen der Schweizer Salinen AG weitestgehend dem Stand der Technik. Relevante Abweichungen zeigen sich lediglich in folgenden Bereichen:

- Solkomplettierung
- Dichtheitstest
- Nachsorge

Die entsprechenden Handlungsempfehlungen dazu sind oben beschrieben.

7.2 Induzierte Seismizität

Problemstellung

Die geplante Erschliessung von neuen Bohrfeldern im Umfeld der Saline «Riburg» sowie der Solbetrieb stellen einen Eingriff in den Untergrund dar. Es gilt deshalb einerseits die Auswirkungen von natürlichen Erdbeben auf die Stabilität der Solekavernen und andererseits die durch die untertägigen Bauvorhaben und die Soleförderung induzierte Seismizität zu beurteilen. Durch die geplanten Vorhaben könnten potenziell negative Auswirkungen auf die Umwelt (Erschütterungen, qualitative Beeinträchtigung von Grundwasser infolge Leckagen in den Bohrungen und/oder Solkavernen) entstehen. Als Grundlage für das folgende Kapitel dienen die Datenbank des Schweizerischen Erdbebendienstes [122][123] sowie verschiedene Expertenberichte,

welche für das Gebiet Rütihard (MuttENZ BL, Konzessionsgebiet Schweizerhalle) erstellt wurden [124][125][126]. Das folgende Kapitel beschreibt das Verhalten im Untergrund in den Projektphasen (1) Bau (Bohrungen), (2) Produktion und Betrieb sowie (3) Stilllegung und Nachbetrieb in Bezug auf die natürliche und induzierte Seismizität.

Betrachtungssperimeter

Der Betrachtungssperimeter für die Abfrage instrumentell registrierter Erdbeben zwischen 1975 und 2020 ist in **Abbildung 57** dargestellt. Insbesondere sollen oberflächennahe Erdbeben (<500 m) im Bereich der Saline «Riburg» betrachtet werden, welche im Zusammenhang mit der Soleförderung stehen könnten. Zusätzlich wird der grosstektonische Raum des Rheingrabens resp. der Dinkelberg-Tafeljurascholle in der Diskussion der Erdbebengefährdung berücksichtigt.



Abbildung 57: Betrachtungssperimeter für die Abfrage instrumentell registrierter Erdbeben 1975 – 2020.

7.2.1 Grundlagen

- [122] Schweizerischer Erdbebendienst SED (2020) Instrumenteller Erdbebenkatalog 1975 – 2020.
- [123] Fäh, D. et al. (2011) ECOS-09 Earthquake Catalogue of Switzerland Release 2011. Report and Database. Public catalogue, 17.4.2011. Swiss Seismological Service ETH Zürich, Report SED/RISK/R/001/20110417.
- [124] GEOTEST AG (2020, unpubliziert) Expertenbericht Soleförderung Rütihard – ExB-5 Seismizität.

- [125] DEEP.KBB (2019, unpubliziert) Expertenbericht Soleförderung Rütihard – ExB-1 Bau und technischer Betrieb.
- [126] IfG (2020, unpubliziert) Expertenbericht Soleförderung Rütihard – ExB-4 Gebirgsmechanische Bewertung.
- [127] Schweizerischer Erdbebendienst SED (2015) Gefährdungskarten. <http://seismo.ethz.ch/de/knowledge/seismic-hazard-switzerland/maps/hazard/> (aufgerufen 16.11.2020).
- [128] Mayoraz J., Lacave C. und Duvernay B. (2016) Erdbeben: Karten der Baugrundklassen – Erstellung und Verwendung.
- [129] SIA (2020) SIA 261:2020 Einwirkungen auf Tragwerke (Schweizer Norm SN 505 261). Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- [130] Energiedienst Holding AG (ohne Datum) Neubau Wasserkraftwerk Rheinfelden, Projektbericht.
- [131] Südkurier (2017) Rheinfelden: Sprengungen schrecken auf. <https://www.suedkurier.de/region/hochrhein/rheinfelden/Rheinfelden-Sprengungen-schrecken-auf;art372615,9415259> (aufgerufen am 16.11.2020).
- [132] Pfirter U. et al. (2019) Geologischer Atlas 1:25'000, Blatt 161, Sissach-Rheinfelden mit Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie, Swisstopo.
- [133] Vrettos C. (2009) Tunnelbauwerke unter Erdbebenbeanspruchung. Taschenbuch für den Tunnelbau.
- [134] Bäckblom G. und Munier R. (2002) Effects of earthquakes on the deep repository for spent fuel in Sweden base on case studies and preliminary model results.

7.2.2 Ausgangszustand

Erdbebengefährdung

Mit dem Oberrheingraben, welcher sich von Basel Richtung Norden erstreckt, befindet sich ein aktives Erdbebengebiet in nur 20 km Entfernung von der Saline «Riburg». Dies hat zur Folge, dass sich die Saline «Riburg» gemäss dem Schweizerischen Erdbebendienst am Rand des Perimeters mit erhöhter Erdbebengefährdung befindet [127] (**Abbildung 58** und **Abbildung 59**). Die erhöhte Erdbebengefährdung im Raum Basel ist vor allem auf die grossen historischen Erdbeben in den Jahren 250 und 1356 zurückzuführen (rekonstruierte Magnituden von 6 und 5.4). Seit 1356 sind in einem Radius von 20 km um Möhlin sechs weitere Erdbeben mit Magnituden ≥ 4 dokumentiert (1614, 1650, 1878, 1901, 1928, 1961) [123]. Diese Ereignisse hatten Magnituden zwischen 4.0 und 4.3 und sind somit bezüglich der Stärke resp. der freigesetzten seismischen Energie nicht mit den vorher genannten Ereignissen zu vergleichen.

Um eine Gefährdung der Kavernen und weiteren Installationen während der Produktionsphase aber insbesondere auch während der Verwahrungsphase besser evaluieren zu können, lohnt es sich deshalb die Definition der Erdbebengefährdung, welche auch die Wiederkehrperiode miteinbeziehen, näher zu betrachten.

Die Erdbebengefährdung wird definiert als die Wahrscheinlichkeit, mit der in einem Referenzzeitraum an einem bestimmten Ort ein bestimmter Wert eines Parameters der Bodenbewegung (z.B. maximale Bodenbeschleunigung) überschritten wird. Um die seismische Gefährdung zu bestimmen, greifen Seismologen zurück auf Informationen zur Erdbebengeschichte, zur Tektonik und zur Geologie sowie auf mit Instrumenten registrierte Erdbeben, historische Schadensbeschreibungen und Modelle der Wellenausbreitung bei Erdbeben [128]. Die Erdbebengefährdung wird oft anhand von Karten der Bodenbeschleunigung auf einem Referenzfels für verschiedene Eintretenswahrscheinlichkeiten dargestellt (**Abbildung 58** und **Abbildung 59**).

In **Abbildung 58** sind schweizweit die maximalen Bodenbeschleunigungen (PGA: peak ground acceleration) auf einem homogenen Referenzfels angegeben (Zeitraum 10% innerhalb von fünfzig Jahren (entspricht 500 Jahren¹)). In der Region der Saline «Riburg» liegt die maximale Bodenbeschleunigung gemäss **Abbildung 58** bei ca. 0.1 g (= 0.981 m/s²). Das heisst, dass innerhalb von 50 Jahren mit einer Wahrscheinlichkeit von 10%, oder innerhalb von 500 Jahren mit einer Wahrscheinlichkeit von 100%, ein seismisches Ereignis mit einer maximalen Bodenbeschleunigung von ca. 0.1 g zu erwarten ist.

Wird der Betrachtungszeitraum von 500 auf 2'500 Jahre ausgedehnt, so zeigt die Erdbebengefährdungskarte eine maximale Bodenbeschleunigung (PGA) von ca. 0.15 g (**Abbildung 59**). Das heisst, dass innerhalb von 50 Jahren mit einer Wahrscheinlichkeit von 2%, oder innerhalb von 2'500 Jahren mit einer Wahrscheinlichkeit von 100%, eine maximale Bodenbeschleunigung von ca. 0.15 g (ca. 1.5 m/s²) zu erwarten ist.

Weitere Hinweise bezüglich zu erwartender Erdbebeneinwirkungen liefert die Schweizer Norm SN 505 261 (SIA 261:2020 Einwirkungen auf Tragwerke [129]). Gemäss Norm liegt die Saline «Riburg» in der Erdbebenzone Z2 (**Abbildung 60**). Dementsprechend ist bei der Bemessung von Bauwerken von einer maximalen horizontalen Bodenbeschleunigung von $a_{gd} = 1.0 \text{ m/s}^2$ bei einer Referenz-Wiederkehrperiode von 475 Jahren auszugehen. Dies liegt zuzüglich eines bei Dimensionierungen in der Regel verwendeten Sicherheitszuschlags im Bereich des aus der Erdbebengefährdungskarte abgeleiteten Werts von 0.1 g resp. 0.981 m/s².

Mit ersten kleineren Schäden an Untertagebauten ist gemäss **Abbildung 61** ab einer maximalen Bodenbeschleunigung von 0.2 g zu rechnen. Am Standort «Riburg» beläuft sich die Erdbebengefährdung auf 0.1 g resp. 0.15 g für die Betrachtungszeiträume von 500 resp. 2'500 Jahren.

¹ 500 Jahre ist der Wert, der den Erdbebenbaunormen zugrunde liegt: Ein erdbebengerecht gebautes Wohn- oder Geschäftsgebäude sollte einem Erdbeben standhalten, welches sich an seinem Standort durchschnittlich einmal in 500 Jahren ereignet.

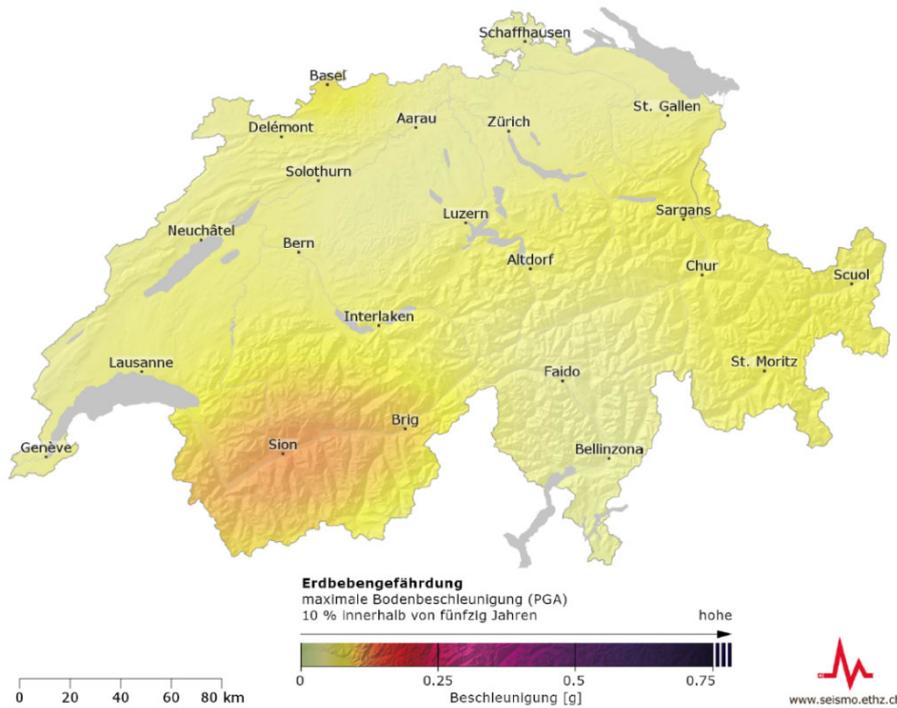


Abbildung 58: Erdbebengefährdungskarte: Maximale Bodenbeschleunigung (PGA), die auf felsigem Untergrund mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% innerhalb von 50 Jahren (500 Jahren) erfährt [127].

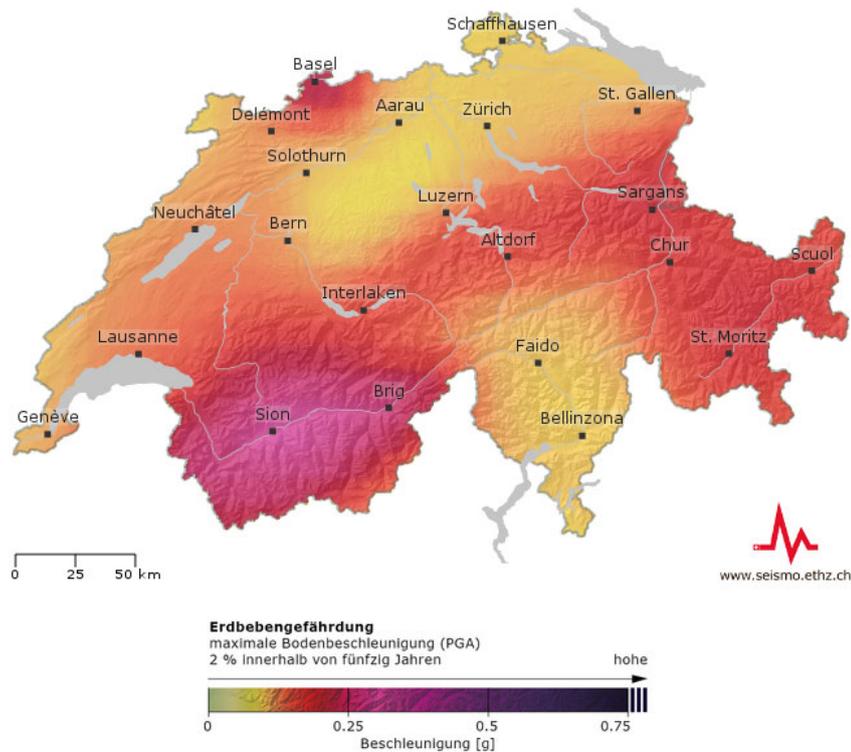


Abbildung 59: Erdbebengefährdungskarte: Maximale Bodenbeschleunigung (PGA), die auf felsigem Untergrund mit einer Wahrscheinlichkeit von 2% innerhalb von 50 Jahren (2'500 Jahre) erfährt [127].

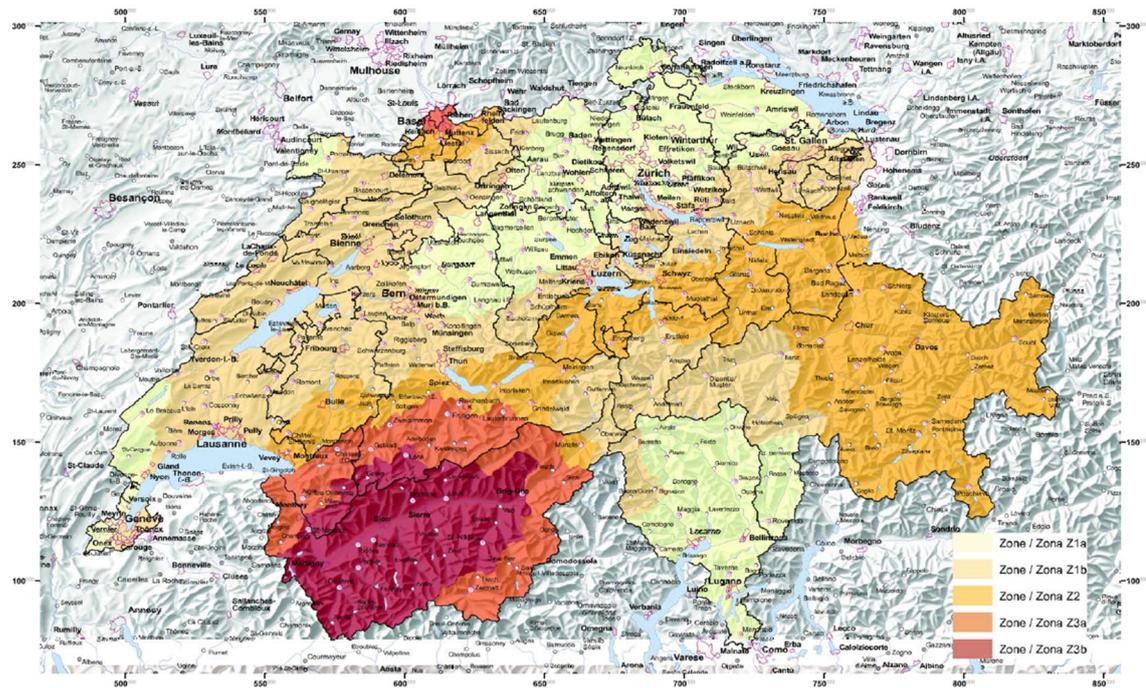


Abbildung 60: Erdbebenzonen in der Schweiz nach SIA 261:2020 [129]. Die Saline «Riburg» liegt in der Erdbebenzone Z2.

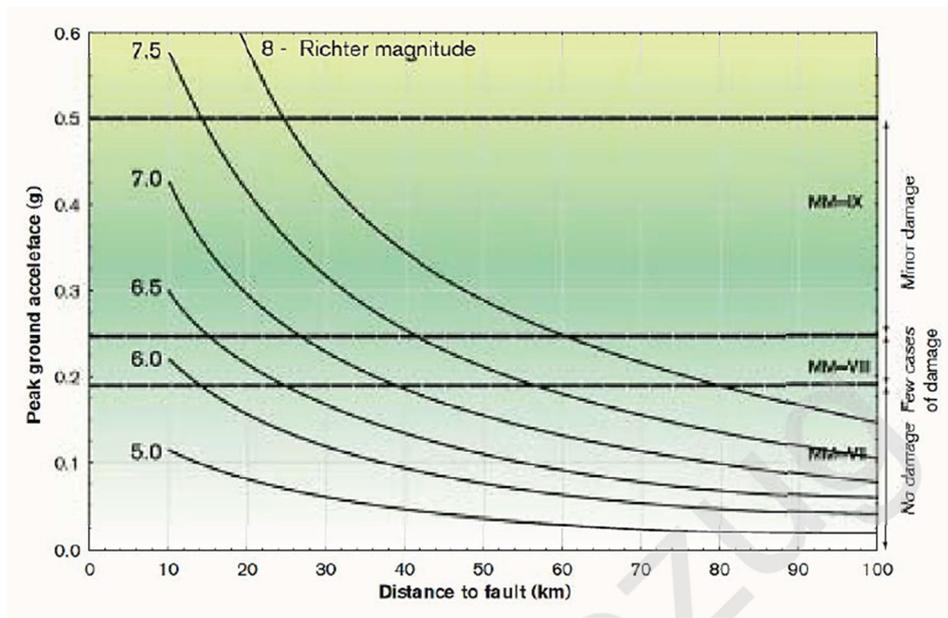


Abbildung 61: Beziehung zwischen Schäden an Untertagebauten und verschiedenen charakteristischen Größen (PGA, Magnitude und MM-Intensität) eines Erdbebens [134].

Erdbebenabfrage 1975 – 2020

Seit 1975 wird die seismische Aktivität in der Schweiz instrumentell durch den Schweizerischen Erdbebendienst erfasst und dokumentiert. Die im Betrachtungsperimeter registrierten Erdbeben liegen mehrheitlich im Magnitudenbereich 1.1 bis 2 (Abbildung 62) und die Mehrheit der Hypozentren befindet sich in einer Tiefe von 15 – 20 km (**Abbildung 63**). Das grösste im Betrachtungsperimeter aufgetretene Beben im Zeitraum 1975 – 2020 wies eine Magnitude von 2.8 auf.

Westlich der Saline «Riburg» auf dem Gebiet des «Chleigrüts» wurden am 18. und 19. Januar 2008 zwei Erdbeben mit einer Tiefe von 0 km registriert (Magnituden 1.5 und 1.6). Diese Beben sind mit grösster Wahrscheinlichkeit auf die Bauarbeiten im Zusammenhang mit dem Neubau des Wasserkraftwerkes Rheinfelden zurückzuführen [130]. Es ist also unwahrscheinlich, dass diese Erschütterungen durch den Betrieb der Saline «Riburg» ausgelöst wurden.

Eine Häufung von Erdbeben befindet sich nordwestlich der Saline «Riburg» in Deutschland bei Minseln (**Abbildung 64**). Ein Teil dieser Erdbeben (n = 9) ist mit negativen Tiefen angegeben und fand in den Jahren 2016 und 2017 statt. Diese oberflächlichen Erdbeben wurden mit grösster Wahrscheinlichkeit durch Sprengungen während des Baus des Herrschaftsbucktunnels ausgelöst [131]. Trotzdem bleibt nach Abzug dieser induzierten resp. anthropogenen Seismizität eine Häufung von Erdbeben im gleichen Raum. Dies könnte mit dem dort liegenden Bruchsystem des Minseln-Grabens, welches N-S und E-W verläuft, zusammenhängen [132].

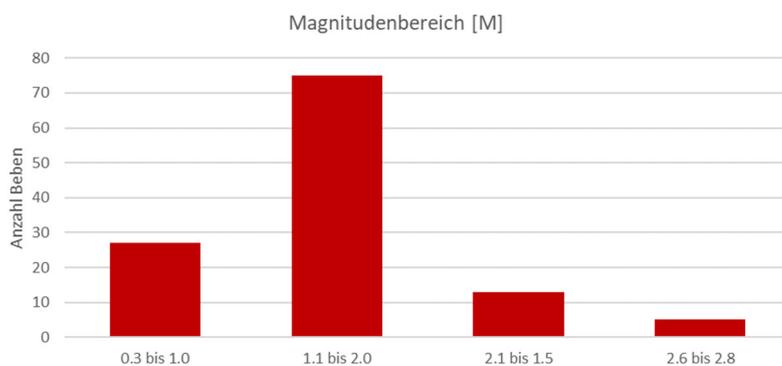


Abbildung 62: Verteilung der Magnituden der Erdbeben zwischen 1975 – 2020 im Betrachtungsperimeter (**Abbildung 64**).

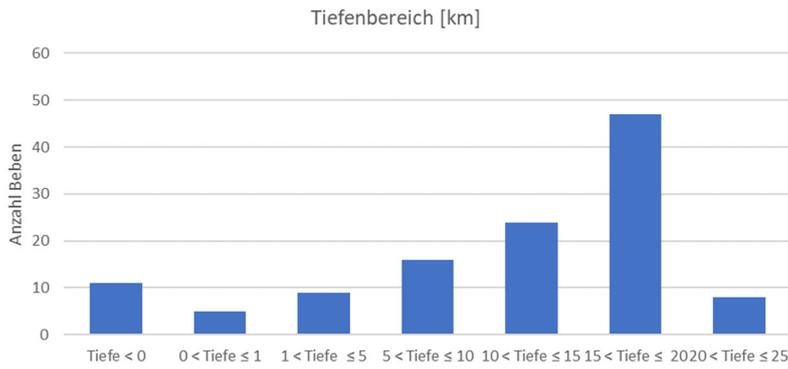


Abbildung 63: Verteilung der Herdtiefen der Erdbeben zwischen 1975 – 2020 im Betrachtungsperimeter (**Abbildung 64**).

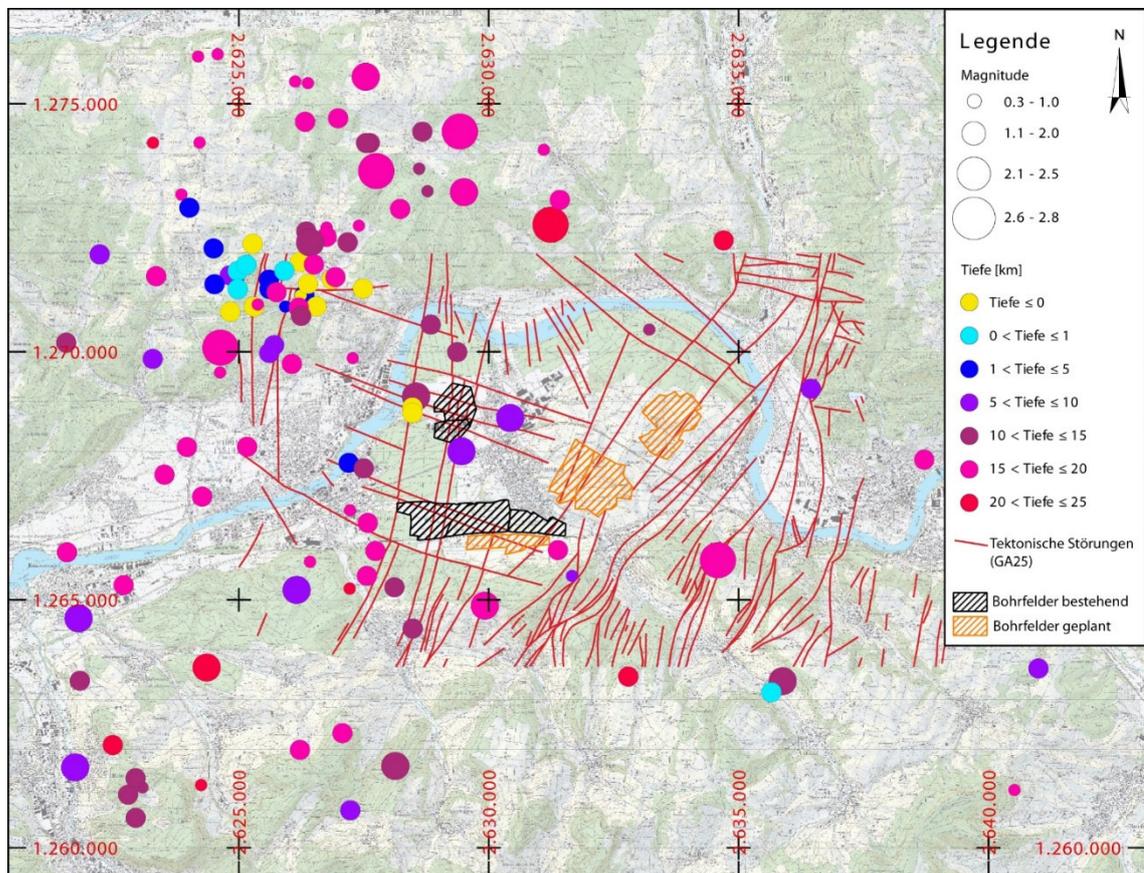


Abbildung 64: Geographische Verteilung der Erdbeben zwischen 1975 – 2020 im Betrachtungsperimeter. Die tektonischen Störungen wurden übertragen von [132].

Durch die Salzförderung induzierte Seismizität

Aus weltweiten Lösungsbergbauprojekten ist bekannt, dass beim Lösungsbergbau sehr schwache Seismizität (Mikroseismizität) auftreten kann (**Abbildung 65**). Entsprechend sind mikroseismische Aktivitäten bei der Realisierung von neuen Bohrfeldern sowie während der Soleförderung a priori nicht auszuschliessen. Vereinzelt sind auch Fälle bekannt, die teils starke Seismizität induziert haben. Diese dokumentierten Fälle unterscheiden sich allerdings grundlegend vom Standort Riburg in Bezug auf Tiefenlage und/oder Abbaumethode, so dass aus diesen Fällen keine allgemeinen Rückschlüsse für die Vorhaben in Raum Riburg gezogen werden können.

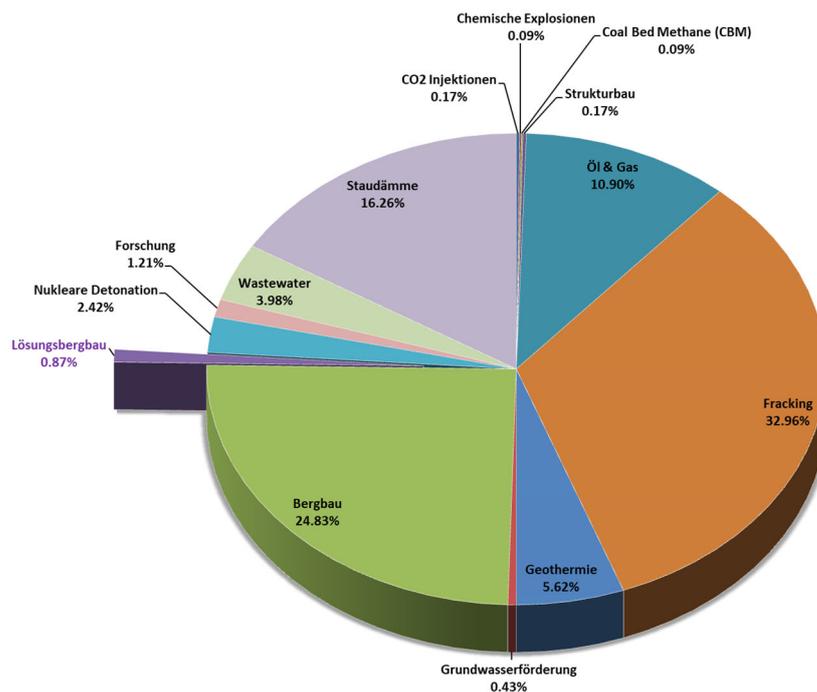


Abbildung 65: Induzierte Seismizität im Lösungsbergbau (weltweit). Grundsätzlich sind relativ wenig dokumentierte Fälle bekannt im Zusammenhang mit Lösungsbergbau (10 aus 1'156). Die Fälle mit starker induzierter Seismizität unterscheiden sich grundlegend vom geplanten Solfeld in «Riburg» bezüglich Tiefenlage und Lösungsbergbaumethode (Quelle: www.inducedearthquakes.org).

Die räumliche Analyse der Seismizität hat keine Hinweise dafür geliefert, dass die aufgetretene resp. instrumentell registrierte Seismizität im Umfeld der Saline «Riburg» im Zusammenhang mit den Aktivitäten der Schweizer Salinen AG steht. Diese Aussage wird zusätzlich gestützt durch die Ergebnisse eines mikroseismischen Testmonitorings der Schweizer Salinen AG im schon bestehenden Bohrfeld «Neumatt». Während einem Jahr wurde dort die mikroseismische Aktivität bei gleichzeitiger Kavernensolung messtechnisch überwacht. Dabei konnte kein seismisches Signal detektiert werden, das einem Bruchereignis im Solfeld zugeordnet werden konnte, obwohl das Messnetzwerk eine beachtliche Empfindlichkeit aufwies (ein natürliches Beben der Magnitude 0.6 konnte in einer Distanz von 17 km detektiert werden).

7.2.3 Auswirkungen in der Bauphase

Für die Bohrphase wird folgende Auswirkung bzw. folgendes Gefährdungsbild beurteilt:

- Induzierte Seismizität ausgelöst durch das Abteufen der Produktionsbohrungen.

Beurteilung

Gemäss Schweizerischem Erdbebendienst ist induzierte Seismizität durch den Bohrvorgang unwahrscheinlich. Bisläng sind keine schadenbringenden Beben bekannt, die durch Bohrungen ausgelöst worden sind.

Massnahmen

Aufgrund der Beurteilung sind keine Massnahmen in der Bohrphase zu ergreifen. Im Sinne der Transparenz und der Beweissicherung besteht die Option ein seismisches Monitoring, wie bereits in der Vergangenheit testweise realisiert, durchzuführen.

7.2.4 Auswirkungen in der Betriebsphase

Für die Betriebs- und Produktionsphase werden folgende Auswirkungen / Gefährdungsbilder beurteilt:

- Kollaps einer produktiven Kaverne durch die Einwirkung eines natürlichen Erdbebens.
- Induzierte Seismizität ausgelöst durch die Solung.

Beurteilung

Kollaps einer produktiven Kaverne durch die Einwirkung eines Erdbebens

Unterirdische Bauwerke gelten im Vergleich zu oberirdischen Bauwerken, wie Hochhäuser oder Brücken, als weniger erdbebengefährdet. Dieses günstige Verhalten wurde beispielsweise während des Erdbebens von Mexico City 1985 mit einer Magnitude 8.0 beobachtet: Unterirdische Bauwerke in weichem Boden blieben unbeschädigt im Gegensatz zu oberirdischen Bauwerken [133].

Auf der Basis einer breit angelegten Studie untersuchten Bäckblom und Munier [134] in systematischer Weise weltweit Erdbebenschäden an Untertagebauten. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist in Abbildung 62 zusammengefasst und zeigt, dass bis zu einer maximalen Bodenbeschleunigung (Peak Ground Acceleration PGA) von 0.2 g (Intensität VII oder Magnitude 6.0) keine Schäden an untertägigen Bauwerken aufgetreten sind.

Für die Beurteilung der Auswirkungen von Erdbeben auf eine Kaverne ist also zu prüfen, wie gross die durch das Erdbeben ausgelöste maximale Bodenbeschleunigung ist, die in einem bestimmten Zeitraum an einem gewissen Ort auftreten kann. Diese Information liefert die Erdbebengefährdungskarte. Da sich die Erdbebengefährdung in der Region «Riburg» mit ca. 0.1 g (500 Jahre) resp. ca. 0.15 g (2'500 Jahre) charakterisieren lässt, kommen wir zum Schluss, dass es auch unter Einwirkung selten auftretender natürlicher Beben zu keinen nennenswerten Schäden im Bereich von Salzkavernen kommen kann.

Induzierte Seismizität ausgelöst durch die Solung

Beim Solen der Kavernen können Spannungsumlagerungen zu induzierter Mikroseismizität führen. Diese Mikroseismizität ist generell sehr schwach (kann nur mit einem hochsensiblen Messnetzwerk detektiert werden) und wird als unproblematisch da nicht spürbar beurteilt.

Für stärkere induzierte Seismizität ausgelöst durch Aktivitäten der Schweizer Salinen AG, gibt es derzeit keine Hinweise (siehe oben Erdbebenabfrage 1975 – 2020). Die Gefährdung wird deshalb als sehr gering beurteilt.

Massnahmen

Als Massnahme zur Kontrolle der induzierten Seismizität wird die im ExB-4 Gebirgsmechanik [126] aufgeführte Forderung zur Einhaltung des Minimalspannungskriterium und des Dilatanzkriteriums gewährleistet. Das Minimalspannungskriterium erfordert, dass innerhalb einer Salzbarriere die durch den Gesteinsdruck induzierte Minimalspannung σ_{min} immer höher sein muss als der in der Kaverne herrschende Innendruck p_i . Das Dilatanzkriteriums verlangt, dass innerhalb der Salzbarriere kein Strukturbruch auftritt, der eine Initialisierung der Permeabilität bedeuten würde.

Zudem besteht im Sinne der Transparenz und der Beweissicherung die Option ein seismisches Monitoring, wie bereits in der Vergangenheit testweise realisiert, durchzuführen.

7.2.5 Auswirkungen in der Nachsorgephase

Für die Stilllegung und Nachbetriebsphase werden folgende Auswirkungen / Gefährdungsbilder beurteilt:

- Kollaps einer stillgelegten Kaverne durch die Einwirkung eines natürlichen Erdbebens.
- Induzierte Seismizität ausgelöst durch Druckanstieg infolge der Volumenkonvergenz einer soleverfüllten und verschlossenen Kaverne.

Beurteilung

Kollaps einer produktiven Kaverne durch die Einwirkung eines Erdbebens

Basierend auf dem ExB-5 [124] wird eine relevante schädliche Einwirkung auf Solkavernen durch ein Erdbeben als sehr unwahrscheinlich beurteilt. Mit massiven Kaverneneinstürzen resp. -verbrüchen ist nicht zu rechnen.

Induzierte Seismizität ausgelöst durch Druckanstieg infolge der Volumenkonvergenz einer soleverfüllten und verschlossenen Kaverne

Gemäss ExB-1 [125] ist aufgrund der Tiefenlage der von der Schweizer Salinen AG betriebenen oder geplanten Kavernen nur mit einer äusserst geringen Konvergenz in der Stilllegungs- und Nachbetriebsphase zu rechnen. Da eine salzgesättigte Sole aber nahezu inkompressibel ist, kann bereits eine geringe Volumenabnahme zu einem signifikanten Druckanstieg in der Kaverne führen. Dieser Druckanstieg in der Kaverne kann maximal den lithostatischen Überlagerungsdruck erreichen [126]. Erfahrungsgemäss ist bei einem langsamen Druckanstieg in der Kaverne aber nicht mit einem plötzlichen und unkontrollierten Aufreissen des Gebirges in Form von Makrorissen zu rechnen, sondern es bildet sich im Kavernendach eine begrenzte Zone mit Mikrorissen und erhöhter Permeabilität, der sog. Sekundärpermeabilität. Diese Sekundärpermeabilität sorgt dafür, dass Sole ins Gebirge migrieren kann und gleichzeitig der Druckaufbau in der Kaverne vermindert wird [125]. Da bei diesem Prozess keine Makrorisse zu erwarten sind, beurteilen wir die Gefahr, dass dabei starke und schadensbringende Seismizität induziert wird, als sehr gering.

Massnahmen

Für die Stilllegung und Nachbetriebsphase wird im ExB-1 [125] als Massnahmen ein Verwahrungskonzept gefordert, das sowohl die Ausführung des Verschlusses als auch geotechnische Aspekte berücksichtigt. Dieses Verwahrungskonzept wird phasenweise erstellt:

- Vor Erschliessung des Kavernenfeldes ist ein generelles (generisches) Verwahrungskonzept zu erstellen, das die geplanten Kavernen in ihrem generellen Design sowie ihrer Lage berücksichtigt.
- Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Verwahrungskonzept im lokationsspezifischen Nachweis darzustellen.

Darüber hinaus wird empfohlen, dass für die Erstellung der lokationsspezifischen Verwahrungskonzepte am Ende der Solphasen der Kavernen die in der Zwischenzeit neu gewonnenen geologischen, strukturgeologischen und (mikro-)seismischen Daten analysiert werden und dass geprüft wird, ob für die Verwahrung eine neue Beurteilung der Seismizität angezeigt ist.

7.2.6 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau-, Betriebs- und Nachsorgephase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
IS-1	Als Massnahme zur Kontrolle der induzierten Seismizität wird die im ExB-4 Gebirgsmechanik [121] aufgeführte Forderung zur Einhaltung des Minimalspannungskriterium und des Dilatanzkriteriums gewährleistet. Zudem besteht im Sinne der Transparenz und der Beweissicherung die Option ein seismisches Monitoring, wie bereits in der Vergangenheit teilweise realisiert, durch-zuführen.	Betriebs- und Nachsorgephase
IS-2	Vor Erschliessung des Kavernenfeldes ist ein generelles (generisches) Verwahrungskonzept zu erstellen, das die geplanten Kavernen in ihrem generellen Design sowie ihrer Lage berücksichtigt.	Betriebs- und Nachsorgephase
IS-3	Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Verwahrungskonzept im lokationsspezifischen Nachweis darzustellen.	Betriebs- und Nachsorgephase

7.2.7 Schlussfolgerung

In Bezug auf natürliche und induzierte Seismizität können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Die im Betrachtungsperimeter detektierten Erdbeben (ab 1975) stehen nicht im Zusammenhang mit den Aktivitäten der Schweizer Saline AG. Sie sind entweder natürlichen Ursprungs oder wurden durch andere Bauprojekte ausgelöst.

Da es weltweit nur wenige dokumentierte Fälle mit starker Seismizität im Lösungsbergbau gibt, welche sich zudem grundlegend in Bezug auf Tiefenlage und Lösungsbergbaumethode von der geplanten Erschliessung der neuen Bohrfelder der Saline «Riburg» unterscheiden, wird die Gefahr ausgehend von induzierter Seismizität als sehr gering beurteilt. Im Sinne der Transparenz, der Beweissicherung und der besseren Unterscheidung von natürlichen und induzierten Beben besteht die Option, dass während der Bohr- und Betriebsphase ein seismisches Monitoring durchgeführt wird.

Für die Stilllegungs- und Nachbetriebsphase wird empfohlen, die in der Zwischenzeit neu gewonnenen geologischen, strukturgeologischen und (mikro-)seismischen Daten zu analysieren und zu prüfen, ob für die Verwahrung eine neue Beurteilung der Seismizität angezeigt ist.

Die Stabilität von Kavernen unter Einwirkung von Erdbeben ist für alle Phasen gegeben, so dass diesbezüglich keine weiteren Abklärungen notwendig sind.

7.3 Lösungsbergbauinduzierte Senkungen

7.3.1 Problemstellung

Lösungsbergbauinduzierte Senkungen (Prozessbeschreibung)

Durch den im Solfeld «Nordfeld» geplanten Lösungsbergbau werden im Salzlager der Zeglingen-Formation Kavernen gesolt, d.h. es entstehen in kontrollierter Weise Hohlräume im Untergrund (**Abbildung 66**).

Als Folge der Hohlräumerschaffung ändert sich der Gebirgsspannungszustand. Im Falle von Steinsalz, dessen gebirgsmechanisches Verhalten von sogenannten visko-elastoplastischen Eigenschaften bestimmt wird, führt diese Zustandsänderung zu einem Kriechen des umgebenden Salzes. Das Salzkriechen bewirkt, dass das Kavernenvolumen mit der Zeit kontinuierlich abnimmt. Dieser Prozess wird als Konvergenz bezeichnet.

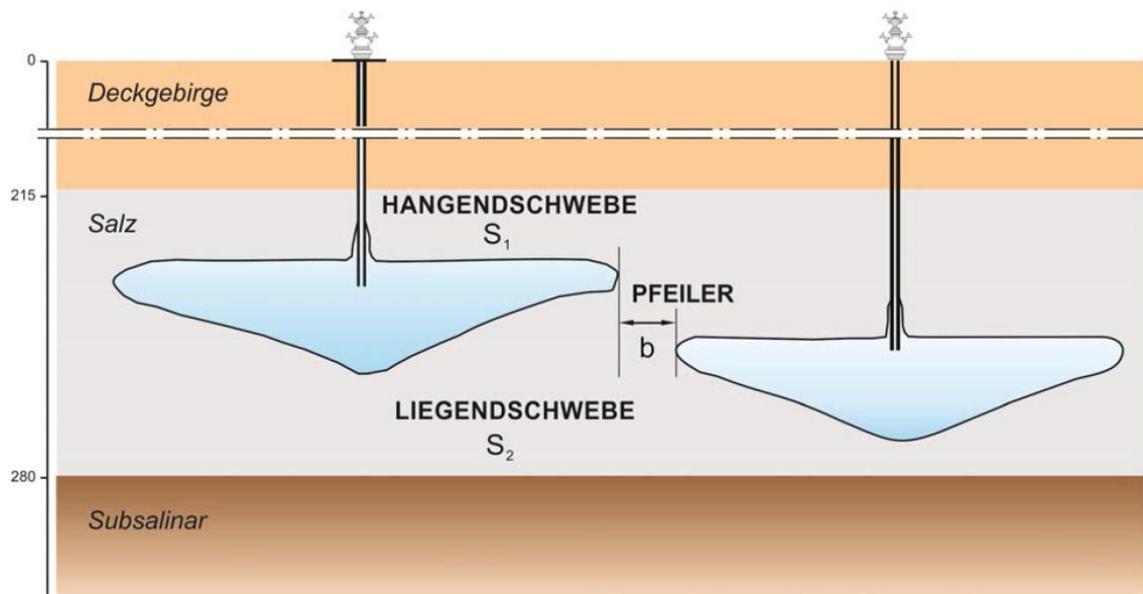


Abbildung 66: Schematische Darstellung des Lösungsbergbaus mit Nomenklatur wichtiger Haupttragelemente des die Kavernen umgebenden Gebirges. Abbildung aus [135].

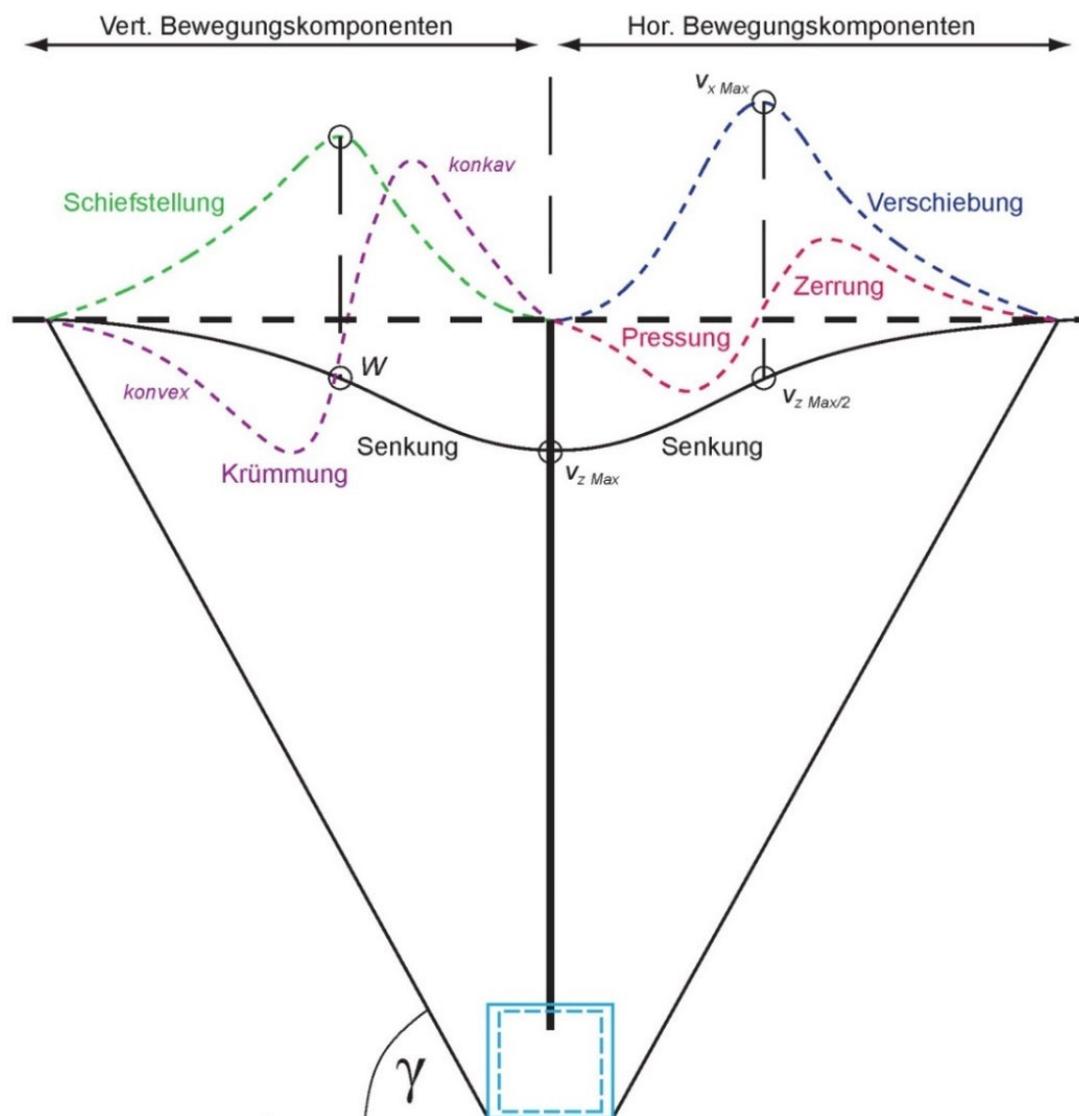
Der Konvergenzvorgang führt mit einer gewissen Verzögerung zu Deformationen an der Geländeoberfläche (Subsidenz), es bildet sich dort eine flache «Senkungsmulde» aus. Deformationen der Geländeoberfläche sind normal resp. zu erwarten, insbesondere über untief angelegten Solkavernen. Die Tiefenlage (ca. 200-350 m) der im «Nordfeld» geplanten Kavernen ist als untief zu bezeichnen, somit sind Geländedeformationen grundsätzlich zu erwarten.

Deformationskomponenten

Die Geländedeformation umfasst verschiedene Bewegungskomponenten, die sich in vertikale und horizontale Komponenten einteilen lassen (Tabelle 6 und **Abbildung 67**).

Tabelle 6: Deformationskomponenten an der Geländeoberfläche, aus [135].

Vertikale Komponenten [Einheit]	Horizontale Komponenten [Einheit]
Senkung v_z [mm]	Verschiebung v_x, v_y [mm]
Max. Senkung $v_{z \text{ Max}}$ [mm]	Max. Verschiebung $v_{xy \text{ Max}}$ [mm]
Schiefstellung v'_z [mm/m]	Längenänderung $\pm \Delta s$ [mm]
Krümmung v''_z [1/m]	Zerrung + ε [mm/m]
Krümmungsradius ρ_z [m]	Pressung - ε [mm/m]

**Abbildung 67:** Grafische Darstellung der Bewegungskomponenten über einer konvergierenden Salzkaverne (links: vertikale Bewegungskomponenten; rechts: horizontale Bewegungskomponenten). Abbildung aus [135].

Senkungsnullrand. Somit wird als Betrachtungsperimeter ein horizontaler Puffer von 300 m über die Grenze des Solfelds hinaus festgelegt. Innerhalb dieses Puffers wird sich rechnerisch der Senkungsnullrand befinden (**Abbildung 68**).

7.3.2 Grundlagen

- [135] GEOTEST AG / SOCON GmbH (2020, unpubliziert). Expertenbericht Soleförderung Rütihard – ExB-6 Senkungen und Bergschäden
- [136] DEEP.KBB GmbH (2019, unpubliziert). Expertenbericht Soleförderung Rütihard – ExB-1 Bau und technischer Betrieb Soleförderung
- [137] Kratzsch, H. (2005). Bergschadenkunde (Nachdruck). Bochum: Deutscher Markscheider-Verein e.V.
- [138] Lang, H.-J., Huder, J., Amann, P., & Puzrin, A. M. (2011). Bodenmechanik und Grundbau (9., bearbeitete Auflage).
- [139] Müller, D., & Preusse, A. (2018). Use of the area of main influence to fix a relevant boundary for mining damages in Germany. *International Journal of Mining Science and Technology*, 28(1), 79–83.
- [140] Schürken, J., & Finke, D. (2008). Bewertung von Bergschäden (3. Auflage). Bottrop-Kirchhellen: Verlag für Bergschadensliteratur.

7.3.3 Ausgangszustand

Geländedeformationen wie sie durch den geplanten Lösungsbergbau induziert werden, können auch aus natürlichen Prozessen resultieren. Mögliche natürliche Prozesse sind:

- Natürliche Lösung (Subrosion) von Steinsalz im Untergrund durch Grundwasser. Es entstehen so über lange Zeiträume Hohlräume im tieferen Untergrund (Salzkarst), die an der Geländeoberfläche zu Deformationen führen. Als regionales Beispiel hierfür ist z.B. das natürliche Senkungsgebiet von Muttenz zu nennen, wo vermutlich infolge einer natürlichen Salzlösung (Subrosion) im Untergrund relativ grosse Senkungsraten von bis zu 12 mm/a geodätisch ermittelt wurden.
- Rutschprozesse in Hangbereichen.

Für den Betrachtungsperimeter bestehen keine Hinweise zu natürlich vorhandenen Geländedeformationen. Nichtsdestotrotz soll die Ist-Situation (Ausgangszustand) soweit wie möglich erfasst und quantifiziert werden. Hierzu ist ein geeignetes Beweissicherungs- und Überwachungskonzept auszuarbeiten. Folgende Massnahmen sind zu prüfen (Liste nicht abschliessend):

- Geodätisches Senkungsmessnetz für den Betrachtungsperimeter aufbauen und periodisch (z.B. halbjährlich) messen.

- Zustandsaufnahmen an Gebäuden, Verkehrswegen und erdverlegten Leitungen im Betrachtungsperimeter (bei besonders empfindlichen Bauten und bei Auffälligkeiten bis 30 m über diese Linie hinaus).
- Rekonstruktion vergangener/bestehender Geländedeformationen im Betrachtungsperimeter mittels InSAR (Radarinterferometrie).
- Zustandsermittlung gegebenenfalls bestehender Drainagesysteme und Festlegen einer Überwachung.

7.3.4 Auswirkungen

Da die Senkungsbewegungen sehr langsam und zeitverzögert mit fortschreitendem Betrieb auftreten, wird auf eine Aufteilung der Betrachtungen in die unterschiedlichen Betriebsphasen verzichtet.

Geländedeformationen rufen an der Geländeoberfläche verschiedenartige Schäden hervor, je nachdem, ob es sich um Häuser, Industrie- und Verkehrsanlagen, Versorgungsleitungen oder um landwirtschaftlich genutzte Flächen handelt [137]. Tabelle vermittelt einen Überblick über die in Kapitel 7.3.1 vorgestellten Deformationskomponenten und deren mögliche Auswirkungen auf Objekte an der Geländeoberfläche.

Tabelle 7: Empfindlichkeit von Objekten an der Geländeoberfläche gegenüber unterschiedlichen Deformationselementen. 1 = geringe Empfindlichkeit, 2 = mittlere Empfindlichkeit, 3 = starke Empfindlichkeit, kein Eintrag = unempfindlich. Tabelle gekürzt aus [137].

Objekt	Senkung	Schiefelage	Krümmung	Verschiebung	Zerrung	Pressung
Wohnhaus		2	2		2	2
Bürogebäude		1	2		2	2
Häuserzeile		2	2		2	3
Strasse	1				2	2
Rohrfernleitung					2	2
Wasserleitung				1	2	2
Kanalisation	3				2	2
Gasleitung	1				2	2
Feld	2					
Wiese	2					
Wald	2					
Vorflut	3					

Die Frage, welche Senkungen (Setzungen) und/oder Senkungsdifferenzen für ein Bauwerk zulässig sind, kann nicht allgemein verbindlich beantwortet werden. Die Antwort hängt vom Verwendungszweck des Bauwerks, seiner Konstruktion, seinen allfälligen Verbindungen mit anderen Bauwerken und den Anschlüssen von Werkleitungen etc. ab [138].

Die Kenntnis der zulässigen Beanspruchung unterschiedlicher Infrastrukturen ist wichtig, da nicht jede Beanspruchung infolge Geländedeformation auch zwingend zu einem Schaden führt [139]. Es existieren in der Bergschadenkunde unterschiedliche Verfahren, mit denen die zulässigen Beanspruchungen von Bauwerken festgelegt werden können [140]. Zumeist werden dabei die Bauwerke im bergbaulichen Einflussbereich nach unterschiedlichen Attributen (z. B. Länge, Gebrauchsart etc.) klassifiziert und anschliessend in Abhängigkeit von deren Charakteristika zulässige Werte für die unterschiedlichen Deformationskomponenten definiert.

Senkungen

Bei einer kürzlich durchgeführten analytischen Senkungsvorausberechnung für ein vergleichbares Solfeld im Konzessionsgebiet Schweizerhalle (**Abbildung 69**) resultierte für einen Zeitraum von 100 Jahren eine flache Senkungsmulde mit einer prognostizierten max. Senkung im Zentrum der Mulde von 45 cm (mittlere Senkungsrate im Zentrum der Senkungsmulde somit ca. 4.5 mm/a). Dies ist mit geodätisch ermittelten Senkungsraten aus bestehenden Solfeldern der Schweizer Salinen AG vergleichbar [135]. Somit ist davon auszugehen, dass für das Solfeld «Nordfeld» für einen Zeitraum von 100 Jahren im Zentrum der Senkungsmulde Senkungen in der Grössenordnung von ca. 40-50 cm resultieren werden (mittlere Senkungsrate im Zentrum der Senkungsmulde somit ca. 4-5 mm/a). Zu den Rändern des Solfelds hin werden die Senkungsbeträge rasch abnehmen.

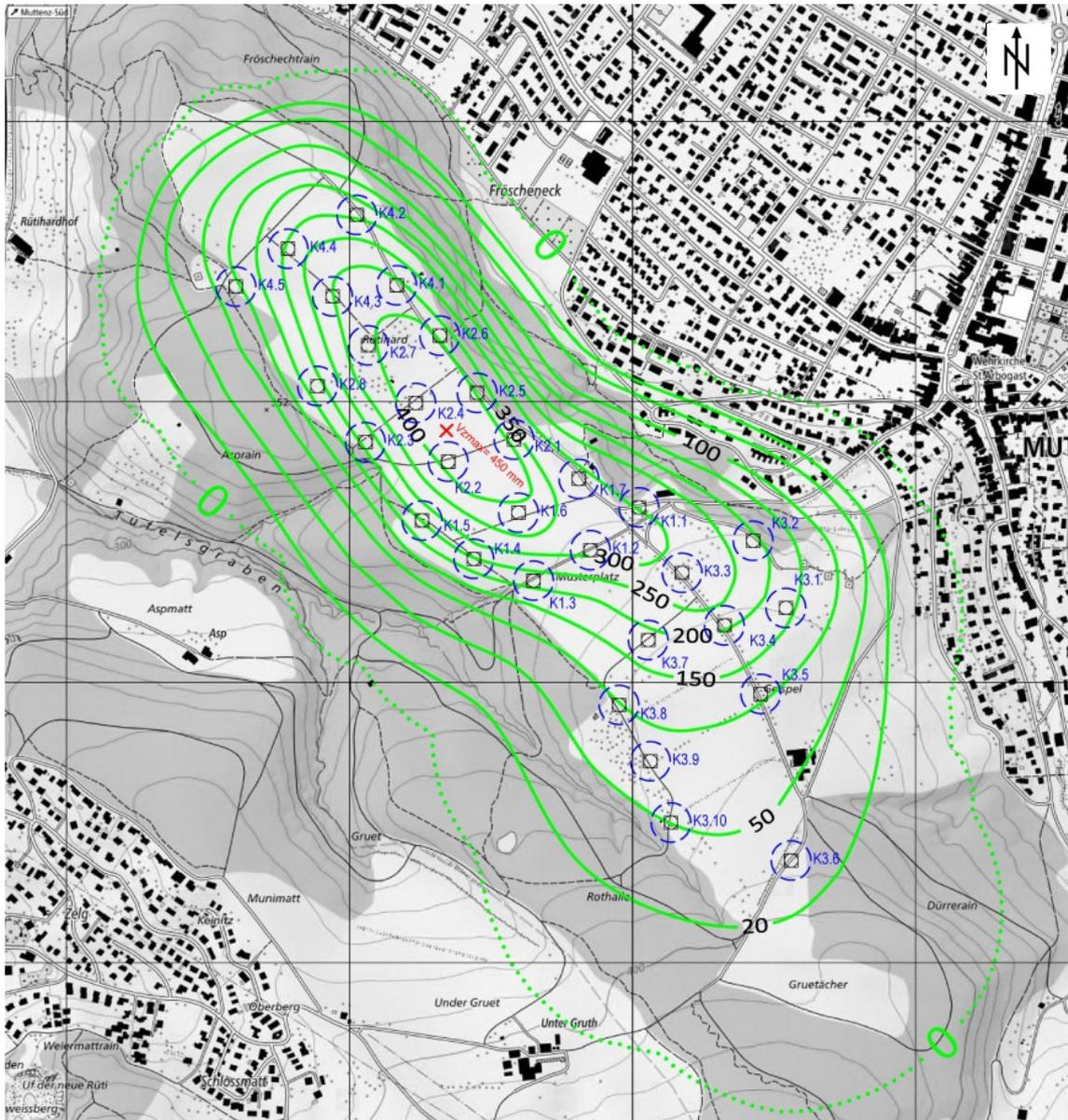


Abbildung 69: Senkungsvorausberechnung für einen Zeitraum von 100 Jahren für das geplante Solfeld «Rütihard» in Muttenz (Konzessionsgebiet Schweizerhalle) [135]. Der prognostizierte Senkungsnullrand ist grün gepunktet dargestellt, die Senkungs-Isolinien (Äquidistanz 20 mm resp. 50 mm) sind grün ausgezogen dargestellt. Für das «Nordfeld» sind vergleichbare Senkungsbeträge zu erwarten.

Schiefelage

In der erwähnten Vorausberechnung für das Solfeld «Rütihard» wurden für einen 100-jährigen Berechnungszeitraum maximale Schieflagen von ca. 2.2 mm/m bestimmt (**Abbildung 70**). Für das «Nordfeld» sind Schieflagen von vergleichbarer Gröszenordnung zu erwarten.

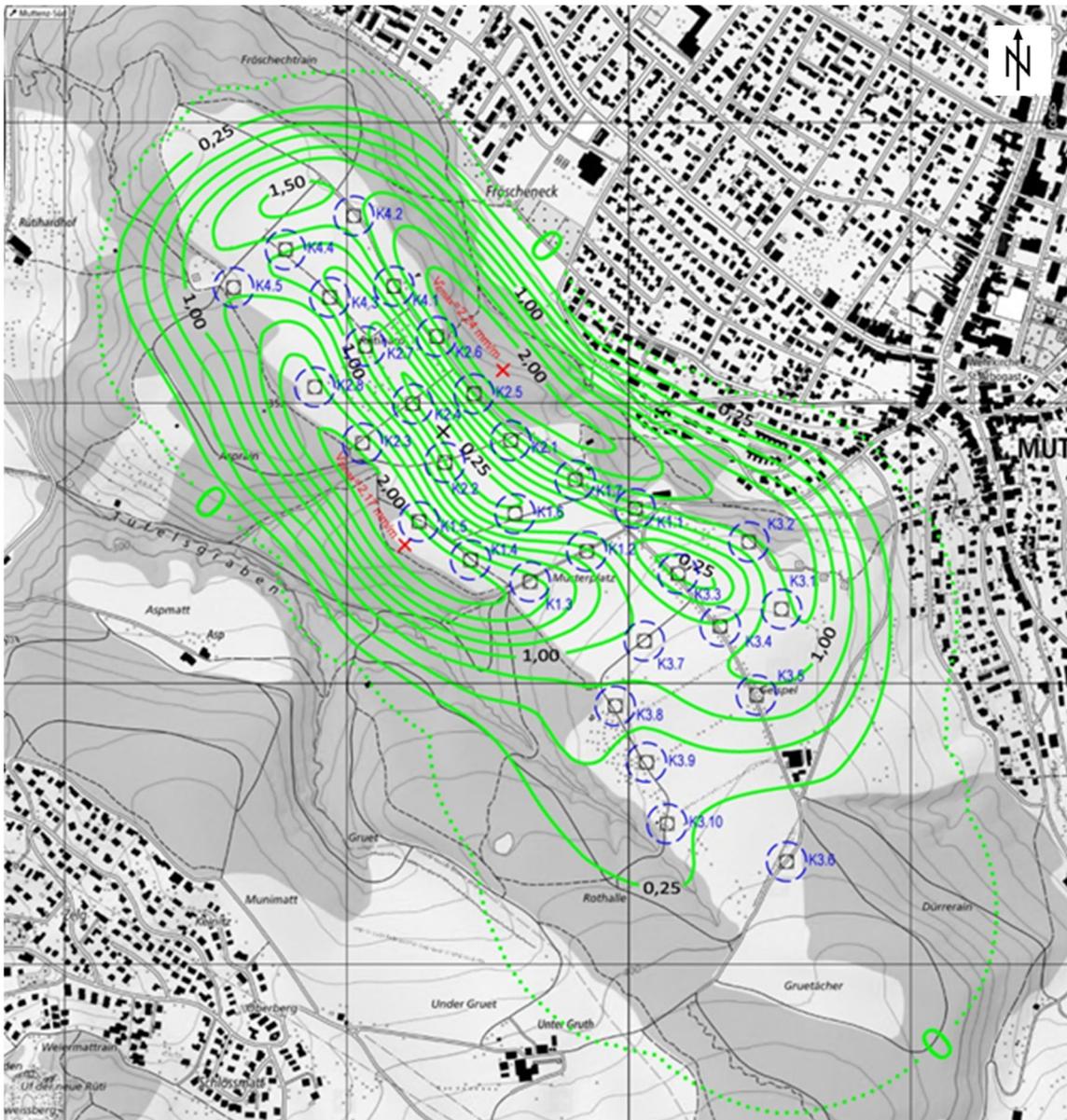


Abbildung 70: Vorausberechnung der resultierenden Schiefelage für einen Zeitraum von 100 Jahren [135]. Der prognostizierte Schieflagen-Einwirkungsbereich (= Senkungsnullrand) ist grün gepunktet dargestellt, die Schieflagen-Isolinien (Äquidistanz 0.25 mm/m) sind grün ausgezogen dargestellt. Die beiden Schieflagen-Maxima (jeweils ca. 2.2 mm/m) sind mit roten Kreuzen markiert. Für das «Nordfeld» sind vergleichbare Schieflagen zu erwarten.

Zerrungen und Pressungen

Die im Rahmen der Vorausberechnung für das Solfeld «Rüthard» ermittelten maximalen Zerrungen und Pressungen liegen für einen 100-jährigen Berechnungszeitraum deutlich unter 1 mm/m (**Abbildung 71**). Für das Solfeld «Nordfeld» ist von vergleichbaren Zerrungs- und Pressungsbeträgen auszugehen.

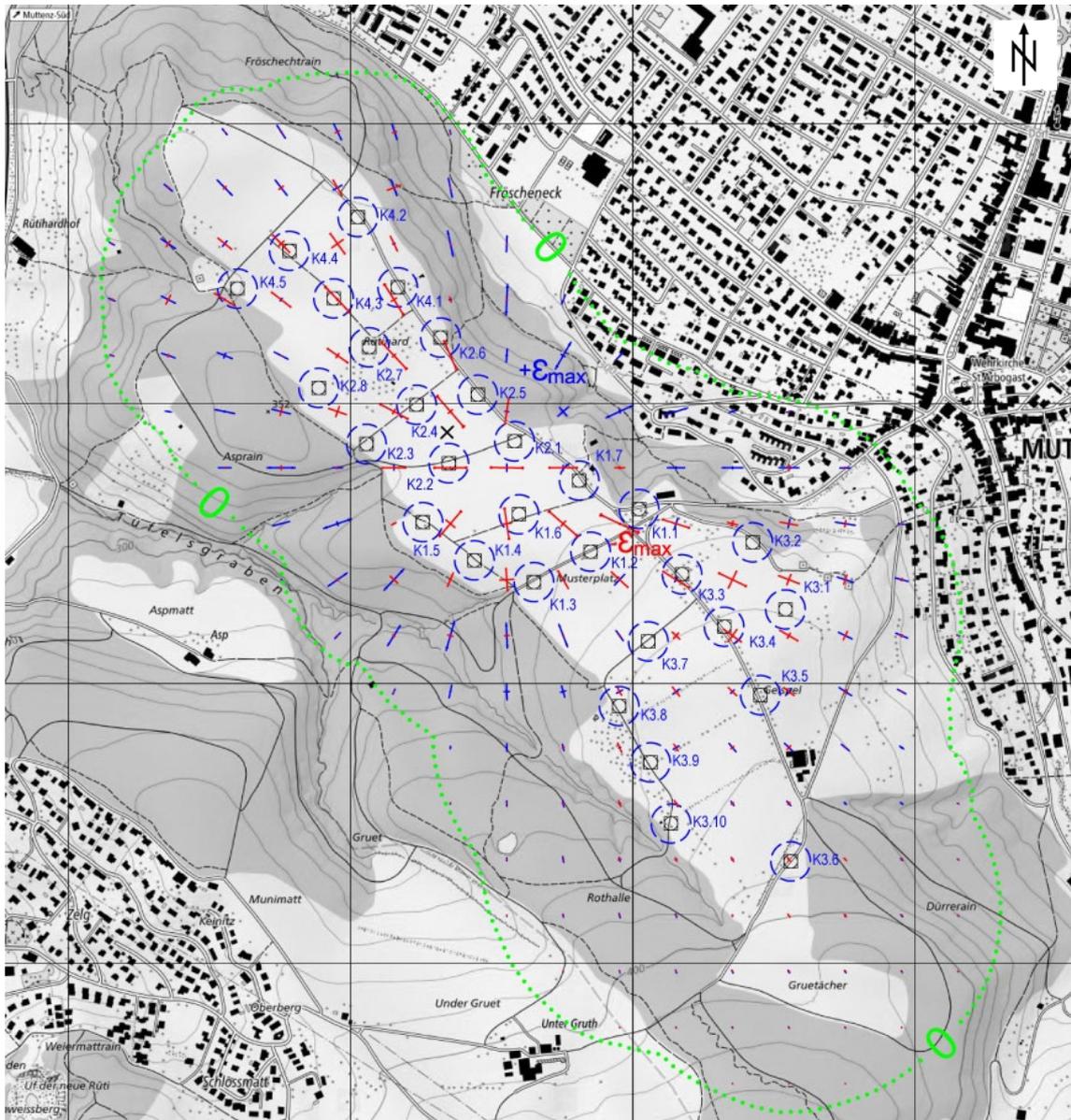


Abbildung 71: Vorausberechnung der resultierenden Pressungen und Zerrungen für einen Zeitraum von 100 Jahren [135]. Der prognostizierte Einwirkungsbereich (= Senkungsnullrand) ist grün gepunktet dargestellt. Die resultierenden Deformationen sind anhand von zwei orthogonal zueinanderstehenden Vektoren dargestellt (rot = Pressungen, blau = Zerrungen). Die maximalen Pressungen resp. Zerrungen betragen nach 100 Jahren 0.76 resp. 0.55 mm/m.

7.3.5 Massnahmen

Folgende Massnahmen sind zum Schutz der Umwelt während der Bau-, Betriebs- und Nachsorgephase umzusetzen:

Nr.	Massnahme	Phase
LIS-1	Analytische Vorausberechnung der Geländedeformationen vornehmen (vertikale und horizontale Deformationskomponenten).	Bauphase
LIS-2	Konzipierung und Umsetzung eines geeigneten Beweissicherungs- und Überwachungskonzepts (Mindestanforderungen: geodätisches Messnetz, Zustandsaufnahmen an Gebäuden, Verkehrswegen und erdverlegten Leitungen im Betrachtungsperimeter, Zustandsermittlung gegebenenfalls bestehender Drainagesysteme und Festlegen einer Überwachung)	Alle Phasen

7.3.6 Beurteilung

Die durch den Lösungsbergbau «Nordfeld» zu erwartenden Deformationsbeträge und Deformationsraten (Senkungen, Schiefelage, Zerrungen / Pressungen) sind gering und können von den meisten «normalen» Bauwerken schadlos aufgenommen werden. Dies hat eine entsprechende Untersuchung für das im Konzessionsgebiet Schweizerhalle geplante Solfeld «Rütihard» gezeigt.

Generell anfällig auf Deformationen sind beispielsweise alte Gussleitungen sowie Leitungen mit Minimalgefälle. Ob solche Leitungen im Bereich des geplanten Solfeldes vorhanden sind, muss im Rahmen eines Beweissicherungs- und Überwachungskonzepts erhoben werden.

Weiterhin kritisch zu beurteilen sind vorhandene Drainageleitungen. Deren Funktion kann durch Senkungen und Schiefstellungen beeinträchtigt werden (abhängig von aktuellen Leitungsgefällen), wodurch örtliche Vernässungen resultieren können. Auch dies muss im Rahmen eines Beweissicherungs- und Überwachungskonzepts abgeklärt werden.

Die SBB-Linie liegt am Rand des prognostizierten Einwirkungsbereichs. Die Deformationsbeträge dürften dort so klein ausfallen, dass keine negativen Auswirkungen auf die Trasse resultieren. Es empfiehlt sich aber, im Gleisbereich einzelne Fixpunkte für die geodätische Überwachung als Teil des Beweissicherungs- und Überwachungskonzepts zu platzieren.

8 MASSNAHMENÜBERSICHT

8.1 Massnahmentabelle

Die Massnahmen zum Schutz der Umwelt sind in den nachfolgenden Tabellen 8 bis 11 für jede Projektphase zusammenfassend aufgelistet. Die einzelnen Massnahmen sind jeweils auch in den entsprechenden Umweltkapiteln ausgewiesen (siehe Kapitel 6 und 7).

8.1.1 Massnahmen während der Projektierung und Submission

Tabelle 8: Massnahmen zum Schutz der Umwelt während der Projektierung/Submission

Nr.	Massnahme
Luftreinhaltung, Klima	
LU-1	In der Unternehmersausschreibung werden die Vorgaben und Massnahmen der Stufe B gemäss Baurichtlinie Luft berücksichtigt und im Werkvertrag geregelt.
Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	
ERS-1	An Bestandesbauten im Wirkungsbereich von Erschütterungen zu den Bohrplätzen werden vor Beginn der Bohrarbeiten durch eine entsprechende Fachperson Riss- und Zustandsaufnahmen durchgeführt.
Grundwasser / Hydrogeologie	
GW-1	Es wird ein Grundwasserüberwachungskonzept zur Überwachung der Grundwasserqualität ausgearbeitet. Dieses Konzept beinhaltet die Überwachungsorte, Angaben zur Messtechnik sowie das Messprogramm. Im Konzept ist zu berücksichtigen, dass der Ausgangszustand der Grundwasserqualität vor Produktionsbeginn zu erheben und zu überwachen ist; dass für die Grundwasserüberwachung Bohrungen bis an die Basis des Muschelkalk-Aquifers reichen, in genügender Anzahl vorhanden und räumlich entsprechend verteilt sind, so dass ein allfälliger Salzaustritt ins Grundwasser festgestellt werden kann und dass die Grundwasserüberwachung so lange durchgeführt wird, bis die Produktionsbohrungen endgültig verschlossen sind. Zusätzlich sind Abbruch-Kriterien (z.B. maximaler Anstieg der Leitfähigkeit an der Basis des Muschelkalk-Aquifers) zu formulieren. Wird ein Abbruch-Kriterium erreicht, ist die Produktion ganz oder in Teilen einzustellen.
GW-2	Die Abläufe und Massnahmen gemäss «Überwachungs- und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50] sind umzusetzen.
GW-3	Im Rahmen der Erkundung des geplanten Solfeldes «Nordfeld» führte die Schweizer Salinen AG im Herbst 2020 eine 3D-Reflexionsseismik durch. Sollten die Ergebnisse dieser Seismik Hinweise für unbekannte Störungen resp. Subrosionserscheinungen liefern, ist zu prüfen, ob die Situation neu zu beurteilen ist.
Oberflächengewässer	
OG-1	Bauarbeiten im Gewässerraum werden ausschliesslich ausserhalb der Laichschonzeiten ausgeführt, d. h. von Mai bis September.
OG-2	Die Bestimmungen zum Schutz der Gewässer werden in die Unternehmersausschreibung integriert.

Nr.	Massnahme
Boden, Fruchtfolgeflächen	
BO-1	Die Boden-relevanten Bauarbeiten (insb. Leitungsraben) werden in der Planung und Ausführung durch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) begleitet.
BO-2	Die Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) erstellt bei Bedarf für die Baueingabe ein Bodenschutzkonzept mit einem Pflichtenheft für die BBB. Bei Bedarf werden die Bodeneigenschaften gemäss Bodenkarten im Bereich der Bohrplätze und der Pumpstationen mit Bohrstockaufnahmen überprüft.
BO-3	In Bereichen mit Einträgen im Prüfperimeter Bodenaushub werden vor Baubeginn Ober- und Unterboden beprobt und auf die relevanten Schadstoffe untersucht. Ober-/Unterboden der Kat. I und II wird gleichenorts verwertet, stark belasteter Ober-/Unterboden (Kat. III) wird entsorgt.
BO-4	Die bodenkundlichen Eigenschaften und Anforderungen für die Bauausführung werden in die Unternehmerschreibung integriert und in den Werkvertrag aufgenommen.
Umweltgefährdende Organismen	
UGO-1	In der Vegetationsperiode vor Baubeginn werden im Projektperimeter (Leitungstrasse, Bohrplätze) Erhebungen und Kartierungen von invasiven Neophyten durchgeführt.
Störfallvorsorge, Unfälle und Betriebsstörungen	
SV-1	Das Projekt wird dem eidgenössischen Rohrleitungsinspektorat (ERI) sowie dem Betreiber der Erdgasleitungen zur Zustimmung unterbreitet.
SV-2	Vor Beginn der Bauarbeiten im Nahbereich (10 m) von den Erdgasleitungen werden frühzeitig das eidgenössische Rohrleitungsinspektorat (ERI) sowie die Betreiber der Erdgasleitungen informiert.
Wald	
WA-1	Der Wald wird im gesamten Projektperimeter bestmöglich geschützt und auf einen Holzschlag wird nach Möglichkeit vollständig verzichtet.
WA-2	Die genaue Ausführung der Bauarbeiten im Waldareal sowie in Bereichen mit einer Unterschreitung des minimalen Waldabstands sowie konkrete Schutzmassnahmen werden vor der Baueingabe mit den zuständigen Kreis- und Revierförstern vor Ort besprochen und im Baugesuch ausgewiesen.
WA-3	Für die Transportleitung im Waldweg des Waldareals «Unteri Rüchi» auf dem Grundstück Kat-Nr. 898 in Rheinfeldern wird eine Rodungsbewilligung beantragt. Das Rodungsgesuch mit Rodungsplan wird im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens eingereicht und öffentlich aufgelegt.
WA-4	Die Bestimmungen zum Schutz des Waldes (Abschränkungen, Zufahrten, Depotflächen ausserhalb Waldareal, etc.) während den Bauarbeiten werden bei der Unternehmerschreibung detailliert in die Submissionsunterlagen aufgenommen und im Werkvertrag geregelt.
Flora, Fauna, Lebensräume	
NAT-1	Für die umzusetzenden Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen sowie die ökologischen Ausgleichsmassnahmen wird von der Gesuchstellerin ein Basis-konzept erarbeitet und der Fachstelle Natur und Landschaft unterbreitet. Konkrete Massnahmen werden für jede Bauetappe im jeweiligen Baubewilligungsverfahren ausgewiesen.
NAT-2	Vorhandene Naturwerte (Bäume, Sträucher, Hecken, etc.) werden, wenn immer möglich gemieden und mit geeigneten Massnahmen (Abschränkung, Wurzelschutz, etc.) geschützt.

Landschaft und Ortsbild	
LO-1	Im Rahmen der Planung der Bauarbeiten der Transportleitung entlang des kantonalen Radwegs Zeiningen – Rheinfelden wird geprüft, ob während den Bauarbeiten eine temporäre Umleitung des Radwegs erforderlich ist.
Kulturdenkmäler, archäologische Stätten	
AR-1	Hinweis in der Untenernehmerausschreibung auf mögliche archäologische Funde bei Tiefbauarbeiten und archäologische Auflagen für die Bodeneingriffe.
AR-2	Frühzeitiger Einbezug der Kantonsarchäologie für allfällige Prospektionen sowie die Koordination des Vorgehens sowie frühzeitige Meldung des Baubeginns an die Kantonsarchäologie Aargau.
AR-3	Instruktion der Tiefbauunternehmer über archäologische Auflagen und über das Verhalten im Falle von archäologischen Funden unter Einbezug der Kantonsarchäologie.

8.1.2 Massnahmen während den Bauphasen

Tabelle 9: Massnahmen zum Schutz der Umwelt während den Bauphasen

Nr.	Massnahme
Luftreinhaltung, Klima	
LU-2	In der Bauphase werden die Massnahmen der Stufe B gemäss Baurichtlinie Luft umgesetzt.
LU-3	Baumaschinen und Geräte mit Dieselmotoren mit einer Leistung >37 kW sowie mit einer Leistung >18 kW ab Baujahr 2010 müssen über einen Partikelfilter verfügen und die Anforderungen nach Art. 19a und Anhang 4 Ziff. 3 LRV erfüllen.
LU-4	Baumaschinen, Geräte und Lastwagen müssen regelmässig und ordnungsgemäss gewartet sein. Die Fahrzeugflotte für Bautransporte muss mindestens die Anforderungen der Emissionsstufe Euro-V erfüllen und über einen Partikelfilter verfügen.
LU-5	Bei den Bautransporten werden kurze Transportwege angestrebt und Leerfahrten möglichst vermieden; beispielsweise durch Gegenfahren.
LU-6	Die Bauleitung und die Umweltbaubegleitung fordern vom Unternehmer eine Maschinenliste mit Angaben zu Leitung, Partikelfilter und Abgaswartung ein und kontrollieren die Angaben der auf der Baustelle im Einsatz stehenden Baumaschinen und Geräte.
Lärmschutz	
LÄ-1	Für alle Bau- und Bohrarbeiten werden generell Massnahmen der Stufe B umgesetzt. Bei den Bohrarbeiten werden nachts zudem Massnahmen der Stufe C angewendet.
LÄ-2	Für Bautransporte werden Massnahmen der Stufe A umgesetzt.
LÄ-3	Das Baustellen- und Bohrpersonal wird bezüglich lärmindernden Massnahmen und Verhalten instruiert und geschult.
LÄ-4	Um die Bohrplätze werden in der Nähe von lärmempfindlichen Nutzungen 4 m hohe Lärmschutzwände installiert.
LÄ-5	Lärmintensive Arbeiten werden möglichst vermieden und ausschliesslich tagsüber ausgeführt.

Nr.	Massnahme
Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	
ERS-2	Bei Bohrplätzen, die näher als 100 m zu Wohnhäusern liegen, werden für die Bohrarbeiten geeignete erschütterungsmindernde Massnahmen geprüft und umgesetzt.
Lichtemissionen	
LI-1	Bei nächtlichen Bau- und Bohrarbeiten sind Lichtquellen auf das notwendige Mass zu beschränken. Mit gezielten konstruktiven Massnahmen (Ausrichtung, Einhausung, Abschirmung) und geeigneten Leuchtmitteln (LED mit geringen UV-/Blauanteilen) sind unnötige Lichtemissionen zu verhindern. Im Bereich von Wohnnutzungen und ökologischen Schwerpunktgebieten sind Leuchtmittel besonders restriktiv einzusetzen.
Grundwasser / Hydrogeologie	
GW-4	Allfällige Reparaturen und Wartungsarbeiten von Maschinen werden ausschliesslich auf versiegelten und kontrolliert entwässerten Installationsplätzen durchgeführt. Unter Maschinen, die nur mit unverhältnismässigem Aufwand vom Einsatzort entfernt werden können, werden Auffangwannen platziert. Die eingesetzten Maschinen werden regelmässig gewartet.
GW-5	Für Fahrzeuge und Maschinen ist die Verwendung von biologisch rasch abbaubaren Hydraulikölen (Wassergefährdungs-klasse 0/1) vorgesehen.
GW-6	Treibstoffe und wassergefährdende Stoffe werden ausschliesslich in doppelwandigen Tanks in standfesten Auffangwannen mit einem Auffangvolumen von 100% gelagert.
GW-7	Ölwehrbesteck, Bindemittel und Auffangwannen sind entsprechend den gelagerten Öl- und Treibstoffmengen auf der Baustelle vorhanden.
GW-8	An der Oberfläche verhindern die sachgemässe Lagerhaltung von wassergefährdenden Stoffen, ein zementierter Bohr-schacht sowie ein geschweisstes und einzementiertes Standrohr mit Überstand die Versickerung von grundwasser-gefährdenden Stoffen.
GW-9	Beim Bohren wird eine wasserbasierte Bentonitspülung respektive eine reine Süsswasserspülung bis zum Salztop eingesetzt. Das Salzlager wird mit einer NaCl-gesättigten Spülung durchteuft. Weitere Spezifikationen zu den Spülungszusätzen befinden sich in Tabelle 2.
GW-10	Die potentiell quellfähige Bänkerjoch-Formation wird eigens hinter eine einzementierte Verrohrung (20"-Hilfsrohrtour) gebracht und geschützt.
GW-11	Der regionale Muschelkalk-Aquifer in der Schinznach-Formation wird zweifach mit zwei verschiedenen Rohr-touren geschützt. Die 13 3/8"-Ankerrohrtour wird unter und über dem Aquifer einzementiert werden. Im Bereich des Aquifers ist eine Ringraumfüllung mit Kies geplant, wenn Spülungsverluste auftreten. Die letzte 9 5/8"-Rohrtour wird durchgehend einzementiert. Damit werden wirksam ein Austausch von Flüssigkeiten zwischen Bohrung und Gebirge sowie hydraulische Kurz-schlüsse entlang der Bohrung verhindert.
GW-12	Als Massnahme zur Gewährleistung der Dichtheit und mechanischen Stabilität der Sicherheits-Salzscheibe wird die genaue Absetztiefe der letzten 9 5/8"-Rohrtour mit Hilfe von gebirgsmechanischen Berechnungen festgelegt.
GW-13	Vor Solbeginn wird die Qualität der Zementation der Rohr-touren mit Hilfe eines CBL-Logs festgestellt und die Dichtheit des Rohrschuhes der letzten 9 5/8"-Rohrtour wird mit Hilfe eines Dichtheitstests (Wasser- und Gasdichtheit) getestet.
GW-14	Als Massnahmen zur Kontrolle von unkontrollierten Laugungs- und Subrosionsprozessen im Übergangsbereich Ba-sis Obere Sulfatzone – Top Salzlager plant die Schweizer Salinen AG Produktionsbohrungen mit entsprechenden Hinweisen nicht in Betrieb zu nehmen und zu verfüllen.

Nr.	Massnahme
Grundwasser / Hydrogeologie	
GW-15	Ergeben sich beim Abteufen einer Produktionsbohrung Hin-weise für Subrosion an der Basis der Oberen Sulfatzone, d.h. im Übergangsbereich zum Salzlager, wird gemäss mündl. Mitteilung der Schweizer Salinen AG auf einen Solbetrieb in dieser Bohrung verzichtet und die Bohrung wird gemäss Stand der Technik verfüllt.
Oberflächengewässer	
OG-3	Die Eingriffe in den Gewässerraum sind auf das baulich Notwendige zu beschränken. Einrichtungen, Materialdepots und Abstellflächen müssen ausserhalb des Gewässerraums angeordnet werden.
OG-4	Bei Bau- und Bohrarbeiten an Gewässern ist die Lagerung von umweltgefährdenden Stoffen im Gewässerraum verboten und ausserhalb auf das Notwendigste zu beschränken. Gefahrenstoffe werden vor Fremdeinwirkung gesichert und in Auffangwannen mit ausreichendem Rückhaltevolumen gelagert.
OG-5	Das Abstellen von mobilen Betankungsanlagen und die Betankung selbst haben ausserhalb des Gewässerraums zu erfolgen.
OG-6	Ausserhalb der Arbeitszeiten sind Baumaschinen und Geräte ausserhalb des Gewässerraums abzustellen.
Entwässerung	
ENT-1	Die Behandlung von Baustellenabwasser erfolgt gemäss den gesetzlichen Bestimmungen (GSchG, GschV) sowie der SIA-Empfehlung Nr. 431 «Entwässerung von Baustellen».
Boden, Fruchtfolgeflächen	
BO-1	Die Boden-relevanten Bauarbeiten (insb. Leitungsraben) werden in der Planung und Ausführung durch eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) begleitet.
BO-5	Bodenarbeiten wie Abtrag, Anlegen von Depots, Rekultivierung, etc. werden nach Möglichkeit in den Sommermontagen (April bis Oktober) und ausschliesslich bei trockenen Witterungsverhältnissen und gut abgetrockneten Böden ausgeführt.
BO-6	Ober- und Unterboden sowie Boden mit chemischen, mineralischen oder biologischen Belastungen wird separat abgetragen, umgeschlagen, zwischengelagert und verwertet/entsorgt.
BO-7	Abgetragener Ober- und Unterboden ist, sofern unbelastet und aufgrund der Eigenschaften geeignet, möglichst vollständig als Boden zu verwerten. Die Ausdehnung und Qualität der Fruchtfolgeflächen sind mittelfristig zu erhalten.
BO-8	Bei Bedarf werden von der BBB zusätzliche Massnahmen zum physikalischen Bodenschutz wie Einsatz von Baggermatratzen, Beschränkung der Maschineneinsatzgrenzen oder die vorübergehende Einstellung von Bodenarbeiten angeordnet bzw. umgesetzt.
BO-9	Als Rekultivierungsziel gilt generell die mindestens gleichwertige Wiederherstellung der ursprünglichen Bodeneigenschaften sowie die Erfüllung der Anforderungen an eine Fruchtfolgefläche. Die Rekultivierung erfolgt nach der guten Praxis und dem Stand der Technik.
BO-10	Zuzuführendes Ersatzmaterial muss nachweislich chemisch, mineralisch und biologisch unbelastet sein. Der Unternehmer hat vor der Lieferung von Ersatzmaterialien eine entsprechende Materialdeklaration abzugeben.

Nr.	Massnahme
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	
AB-01	Material, welches organoleptische Hinweise auf Belastungen aufweist (Verfärbungen, Geruch, Fremdstoffe, Neophyten) wird abfallrechtlich eingestuft und bei Bedarf beprobt sowie einer gesetzeskonformen Verwertung/Entsorgung zugeführt.
AB-02	Abfälle werden möglichst vermieden oder vor Ort oder extern verwertet (geschlossene Kreisläufe).
Umweltgefährdende Organismen	
UGO-2	Oberirdische Pflanzenteile sowie mit Neophyten belasteter Boden werden gemäss den geltenden Vorgaben ([80], [83]) fachgerecht entsorgt.
UGO-3	Allfällig zugeführtes Ersatzmaterial (Boden, Aushubmaterial) muss nachweislich frei von Neophyten sein.
UGO-4	Frisch rekultivierte Böden werden schnellstmöglich angesät und begrünt. Begrünte Flächen und Ruderalflächen werden zudem mindestens einmal jährlich auf invasive Neophyten kontrolliert
UGO-5	Allfällige aufkommende bekämpfungspflichtige Neophytenvorkommen werden rasch mit geeigneten Massnahmen bekämpft.
Störfallvorsorge, Unfälle und Betriebsstörungen	
SV-3	Die Sicherheitsvorschriften des eidgenössischen Rohrinspektorats (ERI) sowie des Betreibers der Erdgasleitungen bei Arbeiten im Bereich von Erdgasleitungen werden vollumfänglich umgesetzt.
Wald	
WA-5	Vor Beginn von Bauarbeiten im Waldareal und in Bereichen mit einer Unterschreitung des minimalen Waldabstands wird mit den zuständigen Kreis- und Revierförstern ein Augenschein durchgeführt. Der Unternehmer wird zu den Massnahmen zum Schutz des Waldes instruiert und sensibilisiert.
WA-6	Bei Bauarbeiten im Wald und in Bereichen mit Unterschreitung des minimalen Waldabstands werden die angrenzenden Waldbestände bestmöglich geschont, indem Waldareale mit Abschränkungen (z. B. Lattenzaun, o. ä.) geschützt und bei Bedarf spezifische Massnahmen umgesetzt werden.
WA-7	Nach Abschluss der Bauarbeiten im Wald und in Bereichen mit einer Unterschreitung des minimalen Waldabstands wird mit den zuständigen Kreis- und Revierförstern eine Abnahme durchgeführt. Allfällige Instandsetzungs- und Ersatzmassnahmen werden durch die Bauherrschaft rasch veranlasst.
Flora, Fauna, Lebensräume	
NAT-2	Vorhandene Naturwerte (Bäume, Sträucher, Hecken, etc.) werden, wenn immer möglich gemieden und mit geeigneten Massnahmen (Abschränkung, Wurzelschutz, etc.) geschützt.
NAT-3	Wo eine Beeinträchtigung von Bäumen oder Sträuchern nicht zu vermeiden ist (Holzschlag), wird möglichst ortsgleich ein bezüglich Art, Menge und Qualität gleichwertiger Realersatz geleistet (Ersatzpflanzung).
NAT-4	Um die Beanspruchung von Grünflächen zu minimieren, werden möglichst keine neuen Erschliessungswege gebaut und die Bohrplätze möglichst entlang bestehender Flurwege angelegt.
NAT-5	Mit Ausnahme der Bohrarbeiten (24 h-Betrieb) werden alle übrigen Bauarbeiten für Bohrplätze und Transportleitungen sowie die Bautransporte möglichst ausschliesslich tagsüber und wochentags ausgeführt.
NAT-6	Während der Hauptsetz- und Brutzeit (1. April – 31. Juli) werden lärm-, licht- und erschütterungsintensive Arbeiten möglichst unterlassen.

Nr.	Massnahme
Landschaft und Ortsbild	
LO-2	Signalisation und bei Bedarf Beleuchtung der Baustelle entlang des Radwegs sowie in Abhängigkeit von RW-1 temporäre Umleitung des Radwegs.
Kulturdenkmäler, archäologische Stätten	
AR-2	Frühzeitiger Einbezug der Kantonsarchäologie für allfällige Prospektionen sowie die Koordination des Vorgehens sowie frühzeitige Meldung des Baubeginns an die Kantonsarchäologie Aargau.
AR-3	Instruktion der Tiefbauunternehmer über archäologische Auflagen und über das Verhalten im Falle von archäologischen Funden unter Einbezug der Kantonsarchäologie.
AR-4	Umsetzung archäologischer Auflagen und Massnahmen wie Prospektionen, archäologische Begleitung und Ausgrabung / Sicherung archäologischer Hinterlassenschaften etc. in der Bauphase.
AR-5	Sofortige Information der Kantonsarchäologie Aargau bei archäologischen Funden oder verdächtigen Befunden im Rahmen von Bauarbeiten, Sicherung des betroffenen Bereichs und Einstellen der örtlichen Bauarbeiten.
AR-6	Die Wegböschungen und andere typische Eigenheiten der IVS-Objekte werden sowohl in der Bau- als auch der Betriebsphase gemieden und geschützt.
Bau und technischer Betrieb Soleförderung	
SF-1	Solkomplettierung: Einsatz gasdichter Gewindeverbinder für die äusseren Solstränge.
SF-2	Dichtheitstest: Nachweis der technischen Gasdichtheit der Produktionsbohrungen durch geeigneten Testaufbau und Einsatz eines gasförmigen Testmediums (Blanket-Stickstoff).
Lösungsbergbauinduzierte Senkungen	
LIS-1	Analytische Vorausberechnung der Geländedeformationen vornehmen (vertikale und horizontale Deformationskomponenten).
Lösungsbergbauinduzierte Senkungen	
LIS-2	Konzipierung und Umsetzung eines geeigneten Beweissicherungs- und Überwachungskonzepts (Mindestanforderungen: geodätisches Messnetz, Zustandsaufnahmen an Gebäuden, Verkehrswegen und erdverlegten Leitungen im Betrachtungsperimeter, Zustandsermittlung gegebenenfalls bestehender Drainsysteme und Festlegen einer Überwachung)

8.1.3 Massnahmen während der Betriebsphase

Tabelle 10: Massnahmen zum Schutz der Umwelt während der Betriebsphase

Nr.	Massnahme
Umweltgefährdende Organismen	
UGO-4	Frisch rekultivierte Böden werden schnellstmöglich angesät und begrünt. Begrünte Flächen und Ruderalflächen werden zudem mindestens einmal jährlich auf invasive Neophyten kontrolliert
UGO-5	Allfällige aufkommende bekämpfungspflichtige Neophytenvorkommen werden rasch mit geeigneten Massnahmen bekämpft.

Nr.	Massnahme
Flora, Fauna, Lebensräume	
NAT-7	Die wenigen, während der Betriebsphase im Gelände visuell in Erscheinung tretenden Infrastrukturanlagen (z. B. Pumpstation) sind mit einer artenreichen Sichtschutzbepflanzung aus standorttypischen Sträuchern mit einem ausreichenden Krautsaum zu versehen.
Kulturdenkmäler, archäologische Stätten	
AR-5	Die Wegböschungen und andere typische Eigenheiten der IVS-Objekte werden sowohl in der Bau- als auch der Betriebsphase gemieden und geschützt.
Grundwasser / Hydrogeologie	
GW-14	Als Massnahmen zur Kontrolle von unkontrollierten Laugungs- und Subrosionsprozessen im Übergangsbereich Basis Obere Sulfatzone – Top Salzlager plant die Schweizer Salinen AG Produktionsbohrungen mit entsprechenden Hinweisen nicht in Betrieb zu nehmen und zu verfüllen.
GW-15	Ergeben sich beim Abteufen einer Produktionsbohrung Hinweise für Subrosion an der Basis der Oberen Sulfatzone, d.h. im Übergangsbereich zum Salzlager, wird gemäss mündl. Mitteilung der Schweizer Salinen AG auf einen Solbetrieb in dieser Bohrung verzichtet und die Bohrung wird gemäss Stand der Technik verfüllt.
GW-16	Die Kavernensolung wird mit einem N2-Blanket ausgeführt, welche ein unkontrolliertes Wachstum der Kaverne in die Höhe verhindert.
GW-17	Bei der Kavernensolung werden Blanketdruck / Blanketspiegel kontinuierlich überwacht und es findet eine Mengenbilanzierung statt. Allfällige Druckabfälle resp. Verluste können festgestellt und der Solbetrieb kann unterbrochen werden, um die Ursache festzustellen. Wenn die Ursache nicht mit technischen Massnahmen behoben werden kann, wird der Solbetrieb eingestellt und die Bohrung und die Kaverne still-gelegt und verschlossen.
GW-18	Der Kavernenhohlraum wird periodisch vermessen.
GW-19	Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Nachsorgekonzept im lokationspezifischen Nachweis darzustellen gemäss Vorgabe «Überwachungs- und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50].
GW-20	Überarbeitung der internen Arbeitsanweisung, wie mit still-gelegten Bohrungen umgegangen werden soll und Prüfung durch einen externen Experten.
GW-21	Geomechanischer Nachweis zur langfristigen Stabilität von Kavernen gemäss Vorgabe «Überwachungs- und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50].
Bau und technischer Betrieb Soleförderung	
SF-1	Solkomplettierung: Einsatz gasdichter Gewindeverbinder für die äusseren Solstränge.
SF-2	Dichtheitstest: Nachweis der technischen Gasdichtheit der Produktionsbohrungen durch geeigneten Testaufbau und Einsatz eines gasförmigen Testmediums (Blanket-Stickstoff).
Induzierte Seismizität	
IS-1	Als Massnahme zur Kontrolle der induzierten Seismizität wird die im ExB-4 Gebirgsmechanik [121] aufgeführte Forderung zur Einhaltung des Minimalspannungskriterium und des Dilatanzkriteriums gewährleistet. Zudem besteht im Sinne der Transparenz und der Beweissicherung die Option ein seismisches Monitoring, wie bereits in der Vergangenheit testweise realisiert, durchzuführen.
IS-2	Vor Erschliessung des Kavernenfeldes ist ein generelles (generisches) Verwahrungskonzept zu erstellen, das die geplanten Kavernen in ihrem generellen Design sowie ihrer Lage berücksichtigt.

Nr.	Massnahme
Induzierte Seismizität	
IS-3	Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Ver-wahrungskonzept im lokationsspezifischen Nachweis dar-zustellen.
Lösungsbergbauinduzierte Senkungen	
LIS-2	Konzipierung und Umsetzung eines geeigneten Beweissicherungs- und Über-wachungskonzepts (Mindestanforderungen: geodätisches Messnetz, Zustands-aufnahmen an Gebäuden, Verkehrswegen und erdverlegten Leitungen im Be-trachtungssperimeter, Zustandsermittlung gegebenen-falls bestehender Drai-nagesysteme und Festlegen einer Überwachung)

8.1.4 Massnahmen während der Nachsorgephase

Tabelle 11: Massnahmen zum Schutz der Umwelt während der Nachsorgephase

Nr.	Massnahme
Grundwasser / Hydrogeologie	
GW-19	Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Nachsorgekonzept im lo-kationsspezifischen Nachweis darzustellen gemäss Vorgabe «Überwachungs-und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50].
GW-20	Überarbeitung der internen Arbeitsanweisung, wie mit still-gelegten Bohrun-gen umgegangen werden soll und Prüfung durch einen externen Experten.
GW-21	Geomechanischer Nachweis zur langfristigen Stabilität von Kavernen gemäss Vorgabe «Überwachungs- und Nachsorgekonzept (16.04.2021)» [50].
Bau und technischer Betrieb Soleförderung	
SF-2	Dichtheitstest: Nachweis der technischen Gasdichtheit der Produktionsbohrun-gen durch geeigneten Testaufbau und Einsatz eines gasförmigen Testmedi-ums (Blanket-Stickstoff).
SF-3	Nachsorge: Erstellen und Umsetzen von lokationsspezifischen Nachsorgekon-zepten für alle Produktionsbohrlungen nach Produktionsende.
Induzierte Seismizität	
IS-1	Als Massnahme zur Kontrolle der induzierten Seismizi-tät wird die im ExB-4 Gebirgs-mechanik [121] aufgeführte Forderung zur Einhaltung des Minimal-spannungskriterium und des Dilatanzkriteriums gewähr-leistet. Zudem be-steht im Sinne der Transparenz und der Beweissicherung die Option ein seis-misches Moni-toring, wie bereits in der Vergangenheit testweise realisiert, durch-zuführen.
IS-2	Vor Erschliessung des Kavernenfeldes ist ein generelles (generisches) Ver-wahrungskonzept zu erstellen, das die geplanten Kavernen in ihrem generel-len Design sowie ihrer Lage berücksichtigt.
IS-3	Am Ende der Solung ist für die jeweilige Kaverne ein Verwahrungskonzept im lokationsspezifischen Nachweis dar-zustellen.
Lösungsbergbauinduzierte Senkungen	
LIS-2	Konzipierung und Umsetzung eines geeigneten Beweissicherungs- und Über-wachungskonzepts (Mindestanforderungen: geodätisches Messnetz, Zustands-aufnahmen an Gebäuden, Verkehrswegen und erdverlegten Leitungen im Be-trachtungssperimeter, Zustandsermittlung gegebenen-falls bestehender Drai-nagesysteme und Festlegen einer Überwachung)

9 UMWELTBAUBEGLEITUNG (UBB)

9.1 Grundlagen

[141] Schweizer Norm SN 640 610a, Umweltbaubegleitung (UBB), Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2002

[142] Umweltbaubegleitung mit integrierter Erfolgskontrolle, Einbindung in den Bau und Betrieb eines Vorhabens, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2007

9.2 Einsatz und Umfang Umweltbaubegleitung

Die Schweizer Salinen AG beabsichtigt, für die Bauphase der ersten Etappe der Bohrplätze und Bohrungen sowie die Linienbaustelle für die Transportleitung eine Umweltbaubegleitung (UBB) mit integrierter bodenkundlicher Baubegleitung (BBB) zu beauftragen. Diese Bauetappe erstreckt sich über einen Zeitraum von voraussichtlich rund anderthalb Jahren. Falls sich der Einsatz der UBB bewährt, wird auch in den darauffolgenden Bauphasen für die Etappen 2 – 5 des Solfelds «Nordfeld» eine UBB eingesetzt.

Die allgemeinen Leistungen der Umweltbaubegleitung und der bodenkundlichen Baubegleitung richten sich nach den Vorgaben der entsprechenden Wegleitung des BAFU [142] sowie der Schweizer Norm SN 640 610a [141]. Generell hat die UBB zum Ziel, die Bauherrin, die Bauleitung und die beauftragten Unternehmen in der umweltrechtlich konformen Ausführung des Vorhabens zu unterstützen sowie die projektintegrierenden Umweltmassnahmen umzusetzen und deren Erfolg zu überprüfen. Desweiteren umfasst der Leistungsumfang der UBB auch alle Belange und Massnahmen der bodenkundlichen Baubegleitung BBB.

Im aktuellen Zeit- und Planungsstand erachten wir es als wenig sinnvoll ein abschliessendes Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung festzulegen. Das Pflichtenheft soll jedoch nach Vorliegen der Baubewilligung und allfälliger Spezialbewilligungen noch vor Baubeginn definiert werden. Grundsätzlich wird das Pflichtenheft der UBB alle umweltrelevanten Massnahmen des vorliegenden Umweltverträglichkeitsberichts (vgl. Kapitel 8) sowie alle umweltrelevanten Auflagen aus dem Bewilligungsverfahren umfassen. Ausgenommen sind alle Umweltmassnahmen und -auflagen, für deren Umsetzung direkt Dritte (Förster, Landwirte, Gärtner, etc.) beauftragt werden.

Das definitive Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung und die bodenkundliche Baubegleitung wird im Rahmen einer späteren Auftragserteilung von der Bauherrin und der zu beauftragenden UBB/BBB gemeinsam festgelegt.

10 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das beschriebene Vorhaben weist sowohl fachlich als auch bezüglich seiner räumlichen und zeitlichen Systemgrenzen eine hohe Komplexität auf. Im vorliegenden Umweltverträglichkeitsbericht wurde versucht, diesen speziellen Rahmenbedingungen gerecht zu werden. Mit dem frühzeitigen Einbezug der zuständigen kantonalen Behörden und Fachstellen in die Planung wurden zudem die entsprechenden Anforderungen und Bedürfnisse aufgenommen und ein transparenter Austausch gepflegt.

Basierend auf den detaillierten Ausführungen im vorliegenden UVB können die zu erwartenden Umweltauswirkungen des Vorhabens in allen Projektphasen aufgezeigt und geeignete Massnahmen zu deren Beschränkung vorgeschlagen werden.

Die wesentlichsten Umweltauswirkungen ergeben sich grundsätzlich in den **Bauphasen**, wobei zwischen den Bauarbeiten für die Grunderschliessung des Solfelds «Nordfeld» sowie den wiederkehrenden Bau- und Bohrarbeiten der verschiedenen Etappen unterschieden werden kann. Von Bedeutung ist dabei insbesondere der Bau der Transportleitung zwischen der Saline «Riburg» und dem Solfeld «Nordfeld», welche voraussichtlich innerhalb von rund einem Jahr ausgeführt werden und somit nur kurzzeitige und lokale Auswirkungen haben (Linienbaustelle).

Die am stärksten betroffenen Umweltaspekte in den Bauphasen sind Grundwasser, Boden und Fruchtfolgeflächen, Lärm, Wald sowie Materialströme und Abfälle. Untergeordnet und/oder nur lokal betroffen sind zudem Lichtemissionen, Entwässerung und Gewässerschutz, Landschaft, Natur inkl. Neobiota sowie archäologische Fundstellen. Zu den Schwerpunktthemen wurden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung umfassende Massnahmen vorgeschlagen.

In der **Betriebsphase**, welche temporär bzw. befristet ist, beschränken sich die zu erwartenden Umweltauswirkungen auf den Bereich des Solfelds «Nordfeld» sowie auf einzelne Umweltaspekte. Massgeblich betroffen sind das Grundwasser, die temporär beanspruchten Böden sowie die Vorhaben-spezifischen Spezialthemen Soleförderung (inkl. Störfallvorsorge), induzierte Seismizität sowie lösungsbergbauinduzierte Setzungen. Während zum Schutz des Grundwassers und zur Vermeidung von betrieblichen Störungen spezifische Massnahmen vorgesehen sind, können die Auswirkungen auf die übrigen Umweltaspekte mit Standardmassnahmen sichergestellt werden.

In der **Nachsorgephase** stehen schliesslich die sichere Verwahrung der Bohrungen und Kavernen, der langfristige Schutz des Grundwassers sowie die Überwachung bezüglich Seismizität und Setzungen im Vordergrund.

Im **Endzustand** werden die für das Vorhaben erstellten Bauten rückgebaut, sodass in der Landschaft keine störenden Einflüsse mehr verbleiben werden. Die temporär beanspruchten Böden und Fruchtfolgeflächen werden im Endzustand wieder vollumfänglich für die landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung stehen. Durch umfassende ökologische Aufwertungsmassnahmen (Bepflanzungen, Kleinstrukturen, etc.) werden im Raum Möhlinerfeld auch bleibende Mehrwerte geschaffen.

Mit den im vorliegenden UVB vorgeschlagenen Vorgehen und Massnahmen kann das Vorhaben umweltverträglich realisiert werden und bietet für die Region verschiedene Chancen.

Wallisellen, den 11. Oktober 2024

Ecosens AG

Daniel Sabathy
Ressortleiter Umweltplanung

Lars Schudel
Stv. Ressortleiter Umweltplanung

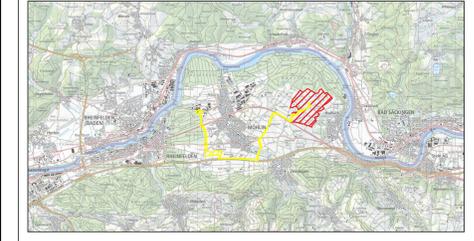
ANHANGVERZEICHNIS

- ANHANG 1:** Übersicht Kantonaler Nutzungsplan inkl. möglicher Bohrstandorte Salzabbau «Nordfeld» und Korridor für Transportleitungen
- ANHANG 2:** Massnahmen zur Luftreinhaltung auf Baustellen (Auszug aus Wegleitung «Luftreinhaltung auf Baustellen»)
- ANHANG 3:** Massnahmenkatalog lärmindernde Massnahmen (Auszug aus «Baulärm-Richtlinie»)

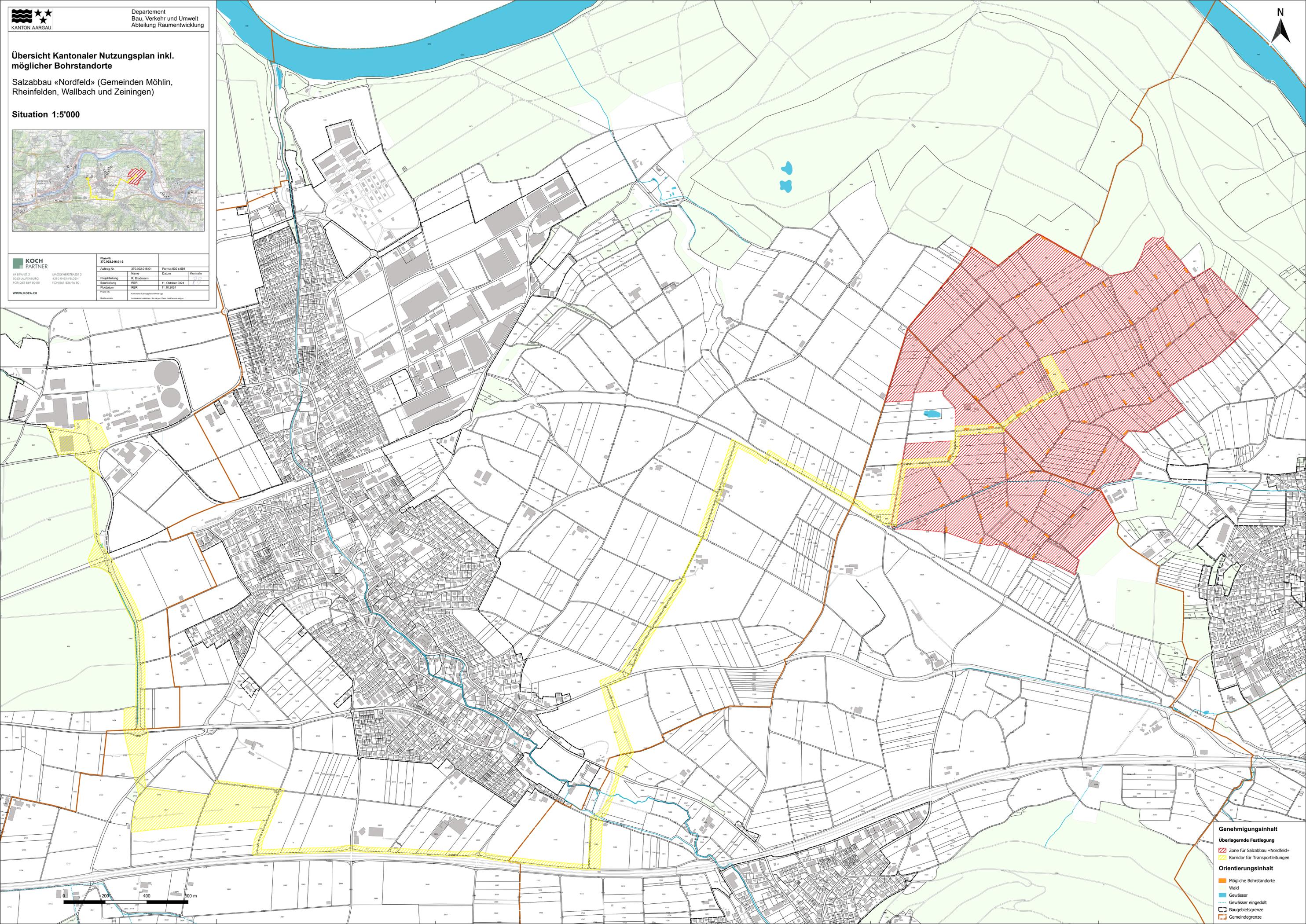
ANHANG 1

Übersicht Kantonaler Nutzungsplan inkl. möglicher Bohrstandorte
 Salzabbau «Nordfeld» (Gemeinden Möhlin, Rheinfelden, Wallbach und Zeiningen)

Situation 1:5'000



 KOCH PARTNER IM BRUNNEN 2 5000 LUZERN FON 041 858 96 80 WWW.KOPR.CH	Plan-Nr. 370.002.016.01-3	Format 630 x 914	
	Auftrag-Nr. 370.002.016.01	Name R. Bockmann	Datum 11. Oktober 2024
	Projekt-Nr. 370.002.016.01	Bearbeitung RBR	Kontrolle RBR
	Projekt-Nr. 370.002.016.01	Projekt-Nr. 370.002.016.01	Projekt-Nr. 370.002.016.01
	Projekt-Nr. 370.002.016.01	Projekt-Nr. 370.002.016.01	Projekt-Nr. 370.002.016.01



- Genehmigungsinhalt**
-  Zone für Salzabbau «Nordfeld»
 -  Korridor für Transportleitungen
- Orientierungsinhalt**
-  Mögliche Bohrstandorte
 -  Wald
 -  Gewässer
 -  Gewässer eingedolt
 -  Baugebietsgrenze
 -  Gemeindegrenze

ANHANG 2

> Luftreinhaltung auf Baustellen

Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

5 > Massnahmen zur Reduktion von Emissionen auf Baustellen

Der folgende Massnahmenkatalog soll die Vollzugsbehörden wie auch die Bauherren, Planer und Ausführende bei der praktischen Umsetzung der LRV auf Baustellen unterstützen. In Form einer Checkliste werden allgemeine und bauverfahrensspezifische Massnahmen zur Reduktion von Luftschadstoff-Emissionen auf Baustellen von der Planung/Projektierung bis zur Ausführung vorgegeben. Andere Massnahmen und Lösungen sind nicht ausgeschlossen, falls nachgewiesen wird, dass sie mindestens zu einer gleichwertigen Emissionsreduktion führen.

Die Basismassnahmen «A» stehen für die «gute Baustellenpraxis». Sie sind auf jeder Baustelle umzusetzen (vgl. Zusammenzug in Anhang 6). Für Baustellen in Stufe «B» sind zusätzlich zur guten Baustellenpraxis die im Folgenden unter «B» aufgeführten, spezifischen Massnahmen zu realisieren.

5.1 Vorbereitung und Kontrolle

V1	Feststellen der Art, Anzahl und Dauer von Bauarbeiten mit Emissionen im Rahmen eines Bauvorhabens.	A	B
V2	Kontakt mit der zuständigen Lufthygiene-Fachstelle zur Abklärung objektspezifischer Fragen und zur Interpretation der Baurichtlinie Luft.		B
V3	Umfassende Abklärungen bzgl. Einsatz geeigneter Maschinen und Geräte sowie der Planung entsprechender Bauweisen und -verfahren.		B
V4	Massnahmen und Auflagen in objektbezogenen Besonderen Bestimmungen für die Ausschreibungen konkret ausformulieren. Dadurch können praxisingerechte Unternehmerlösungen unter Konkurrenzverhältnissen erwirkt werden.		B
V5	Kriterien zur Überwachung und zu Korrekturen festlegen.		B
V6	Massnahmenkonzept für unvorhergesehene, störende Ereignisse (wie z. B. Ausfälle von Entstaubungsgeräten, Brandfälle) erarbeiten.		B

5.2 Mechanische Arbeitsprozesse

Stäube und Aerosole auf Baustellen bedingt durch Punktquellen oder diffuse Quellen (Einsatz von Maschinen und Geräten, Transporte auf Baupisten, Erdarbeiten, Materialgewinnung, -aufbereitung, -umschlag, Windverwehungen, usw.) sind durch adäquate Massnahmen an der Quelle zu reduzieren. Insbesondere bei staubenden Tätigkeiten, wie Schleifen – Fräsen – Bohren – Strahlen – Behauen – Spitzen, Abbauen – Brechen – Mahlen – Schütten – Abwerfen – Trennen – Sieben – Be-/Entladen – Greifen – Wischen – Transportieren, sind folgende Massnahmen zu treffen:

M1	Staubbindung durch Feuchthalten des Materials z. B. mittels gesteuerter Wasserbedüsung.	A	B
M2	Einsatz von Zerkleinerungsmaschinen, welche möglichst wenig Materialabrieb erzeugen, und welche das Aufgabegut durch Druck statt durch Aufprall zerkleinern.		B
M3	Feinzerkleinerungsanlagen mit Entstaubungsanlagen bestücken: Bei Produkten >5 mm eine Abscheidung und Entstaubung der Austrittsluft. Bei Produkten <5 mm eine Kapselung der Anlagen, Stauberfassung und Staubabscheidung. Wenn Materialart, Korngrösse oder vorgesehene weitere Verarbeitung eine Befeuchtung der Materialien nicht zulassen oder die Emissionsminderung ungenügend ist, anderweitige Massnahmen treffen, welche eine gleichwertige Emissionsminderung zulassen.		B
M4	Umschlagverfahren mit geringen Abwurfhöhen, kleinen Austrittsgeschwindigkeiten und geschlossenen Auffangbehältern verwenden.	A	B
M5	Zur Staubminderung sind Förderbänder im Freien auf dem Streckenbereich abzudecken. Alle Übergabestellen sind zu kapseln.		B
M6	Zutrimmarbeiten, d. h. das Zusammenschieben von Schüttgütern auf Umschlagplätzen, minimal halten, resp. Zutrimmplätze vor Wind schützen.		B
M7	Spritzbetonanwendung sind in der Regel im Nassspritzverfahren mit alkalifreien Zusatzmitteln auszuführen. Ausnahmen sind mit der Vollzugsbehörde abzusprechen.		B
M8	Die Füll- und Abzugsaggregate von Silos für staubhaltige oder feinkörnige Güter geeignet abkapseln und allfällige Verdrängungsluft entstauben.		B
M9	Lagerstätten mit Schüttgütern, wie Strassenaufbruch, Betonabbruch und Recyclingkiessande mit häufigem Materialumsatz, vor Windexponierung geeignet schützen. Z. B. durch ausreichende Befeuchtung, Schutzwände/-wälle oder Arbeitseinstellung bei ungünstigen Wetterlage.		B
M10	Lagerstätten für Schüttgüter mit seltenem Umsatz vor Windexponierung geeignet schützen mit Massnahmen, wie Abdecken mit Matten oder Tüchern, Begrünen.		B
M11	Auf unbefestigten Pisten Stäube z. B. mit Druckfass oder Wasserberieselungsanlage geeignet binden.	A	B
M12	Beschränken der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Baupisten auf beispielsweise 30 km/h.	A	B
M13	Transportpisten mit intensiver Nutzung mit einer geeigneten Befestigung, wie Belag oder Begrünung, versehen. Die Pisten regelmässig reinigen und Stäube binden, um Ablagerungen von Schüttmaterial auf der Piste zu vermeiden.		B
M14	Die Ausfahrten aus dem Baustellenbereich ins öffentliche Strassennetz mit wirkungsvollen Schmutzschleusen, wie Radwaschanlagen, versehen.		B
M15	Abbruch-/Rückbauobjekte möglichst grossstückig mit geeigneter Staubbindung (z. B. Benetzung) zerlegen.	A	B
M16	Bei grossflächigen Rückbauarbeiten, Abbrüchen und Sprengungen von Grossobjekten, welche eine Abkapselung nicht ermöglichen, ist eine geeignete alternative Staubbindung, wie intensive Benetzung oder Wasservorhang, vorzusehen.		B

Materialaufbereitung und Umschlag

Materiallager

Verkehrsflächen auf Bauarealen

Abbruch und Rückbau

5.3 Thermische und chemische Arbeitsprozesse

Bei thermischen Arbeitsprozessen auf Baustellen (Aufheizen (Belagsbau) – Schneiden – heiss Beschichten – Schweiessen, Sprengen) werden Gase und Rauche freigesetzt. Im Vordergrund stehen Massnahmen bei der (heissen) Verarbeitung von Bitumen (Strassenbeläge, Abdichtungen, Heissverkleben) sowie bei Schweissarbeiten.

Bei der Verarbeitung von lösemittelhaltigen Produkten oder bei chemischen (Abbinde)-Prozessen auf Baustellen werden u.a. Lösemittel freigesetzt (Tätigkeiten: Beschichten – Kleben – Ablaugen – Schäumen – Malen – Spritzen).

T1	Keine thermische Aufarbeitung (z. B. hot-remix) von teerhaltigen Belägen/Materialien auf Baustellen.	A	B
T2	Verwendung von Bitumen mit geringer Luftschadstoff-Emissionsrate (Rauchungsneigung).	A	B
T3	Verwendung von Bitumenemulsionen statt Bitumenlösungen (Strassenbelagsarbeiten). Ausnahmen sind vorgängig mit der Vollzugsbehörde abzusprechen.	A	B
T4	Reduktion der Verarbeitungstemperatur durch geeignete Bindemittelwahl.	A	B

Belags- und Dichtungsarbeiten
Verarbeitung von Strassenbelagsmaterialien

T5	Verwenden von Gussasphalten und Heissbitumen mit geringer Rauchungsneigung. Die Verarbeitungstemperaturen dürfen folgende Werte nicht überschreiten: • Gussasphalt maschineller Einbau: 220°C • Gussasphalt Handeinbau: 240°C • Heissbitumen: 190°C	A	B
T6	Einsatz von geschlossenen Heizkesseln mit Temperaturreglern.	A	B
T7	Einhausen der Sanierungs- und Einbaubereiche auf Brücken. Erfassen, Absaugen und Abscheiden der Aerosole nach dem Stand der Technik.		B

Gussasphalt, Heissvergussmassen, Heissbitumen (mobile Kocher)

T8	Verwenden von Bitumenbahnen mit geringer Rauchungsneigung.	A	B
T9	Schweisverfahren: Überhitzung der Bitumenbahnen vermeiden.	A	B
T10	Beim Verkleben der Dichtungsbahnen mit Heissbitumen gelten Massnahmen T5–T7.	A	B

Abdichtungsarbeiten

T11	Schweissarbeitsplätze sind so einzurichten, dass der Schweissrauch erfasst, abgesaugt und abgeschieden werden kann (z. B. mit Punktabsaugung).		B
-----	--	--	---

Schweiessen (Lichtbogen- und Gasschweiessen) von Metallen

T12	Umweltverträgliche Produkte für die Oberflächenbehandlung (Grundierungen, Voranstriche, Isolieranstriche, Ausgleichspachtel, Farbanstriche, Verputze, Haftbrücken, Primer usw.) sowie Klebstoffe und Fugendichtungen verwenden.	A	B
-----	---	---	---

Chemische Arbeitsprozesse

T13	Emissionsarme Sprengstoffe wie z. B. Emulsions-, Slurry- oder Wassergelsprengstoffe verwenden.	A	B
-----	--	---	---

Sprengen

5.4

Anforderungen an Maschinen und Geräte

G1	Emissionsarme Arbeitsgeräte, wie solche mit Elektromotoren, einsetzen.	A	B
G2	Ausrüstung und regelmässige Wartung von Geräten und Maschinen mit Verbrennungsmotoren nach Herstellerangaben.	A	B
G3	Für Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotoren ≤ 18 kW muss die regelmässige Wartung z. B. durch einen Wartungskleber dokumentiert werden.	A	B
G4	Alle Maschinen und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren > 18 kW müssen <ul style="list-style-type: none"> • identifizierbar sein, • gemäss Anhang 2 periodisch kontrolliert werden und über ein entsprechendes Abgaswartungsdokument verfügen und • eine geeignete Abgasmarke tragen. 	A	B
G5	Neue Arbeitsgeräte haben ab dem jeweiligen Datum der Inbetriebsetzung den Richtlinien 97/68 EG zu genügen.	A	B
G6	Arbeitsgeräte mit 2-Takt-Benzinmotoren und solche mit 4-Takt-Benzinmotoren ohne Katalysator sind mit Gerätebenzin nach SN 181 163 zu betreiben.	A	B
G7	Für Maschinen und Geräte mit Dieselmotoren sind schwefelarme Treibstoffe (Schwefelgehalt < 50 ppm) zu verwenden.	A	B
G8	Maschinen und Geräte mit Dieselmotoren mit einer Leistung > 18 kW und deren Partikelfiltersysteme müssen unter Beachtung der Übergangsfristen die Anforderungen gemäss Art 19a und Anhang 4 Ziffer 3 LRV einhalten. Ausgenommen sind Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotoren im Untertagebau ⁴ .	A	B
G9	Bei staubintensiven Arbeiten mit Maschinen und Geräten zur mechanischen Bearbeitung von Baustoffen (wie z. B. Trennscheiben, Schleifmaschinen), sind staubmindernde Massnahmen (wie z. B. Benetzen; Erfassen, Absaugen, Staubabscheiden ⁵) zu treffen.	A	B

5.5

Ausschreibungen

A1	In den Besonderen Bestimmungen und im Leistungsverzeichnis der Ausschreibung sind die Massnahmen der Baurichtlinie Luft konkret auszuformulieren.	A	B
A2	Unternehmerlösungen für emissionsreduzierende Massnahmen (Geräte, Arbeitsprozesse, Stoffe) verlangen (Ziel: Erhalt von praxisingerechten Massnahmen unter Konkurrenzbedingungen; diesbezüglich sind auch spezifische (gewichtete) Vergabekriterien seitens Bauherr festzulegen).		B

⁴ Untertag besteht ab 1.1.2002 die Pflicht, alle eingesetzten dieselbetriebenen Fahrzeuge und Geräte mit Partikelfiltersystemen auszurüsten; vgl. Suva Mitteilung AS456 vom 30.4.2001 und die Suva-Internetseite zum Partikelfilterobligatorium: www.suva.ch/scripts/suva/suvapro/partikelfilterobligatorium_d.asp.

⁵ vgl. Internetseite der Suva «Produkte für die Technik»: www.suva.ch/sapros und vgl. Liste geprüfter Geräte: www.BIA-HANDBUCHdigital.de/fs.html unter der Nummer 510 210.

5.6

Bauausführung

B1	Optimale Ablaufplanung. Rechtzeitige Bereitstellung der für die Arbeiten geeigneten Maschinen und Geräte. Der Unternehmer erstellt vor Baubeginn eine entsprechende Liste, die periodisch aktualisiert wird (vgl. Bsp. Anhang 3).		B
B2	Die Bauherrschaft oder eine von ihr beauftragte geeignete Stelle überwacht die korrekte Umsetzung der im Bewilligungsverfahren, Leistungsverzeichnis und Werksvertrag festgelegten emissionsbegrenzenden Massnahmen.	A	B
B3	Einbezug der emissionsbegrenzenden Massnahmen in ein projektbezogenes Qualitätsmanagementsystem (PQM), z. B. mit Kontrollkonzept/Kontrollplan und in Form von Audits.		B
B4	Schulung des Baupersonals über Entstehung, Ausbreitung, Wirkung und Minderung von Luftschadstoffen auf Baustellen mit dem Ziel, dass alle wissen, was in Ihrem Arbeitsfeld emissionsbegrenzend wirkt und wie sie nach eigenen Möglichkeiten ihren Beitrag zur Emissionsminderung leisten können.	A	B
B5	Die Bauherrschaft oder eine von ihr beauftragte geeignete Stelle (Bauleitung, Umwelt-Baubegleitung) erstellt gemeinsam mit den Unternehmen ein Konzept für Zuständigkeit und Verantwortlichkeiten beinhaltend: <ul style="list-style-type: none"> • Definition, Art und Häufigkeit der Kontakte mit den Luftreinhaltebehörden: <ol style="list-style-type: none"> a) im Normalbetrieb, b) bei Beschwerden, c) bei ausserordentlichen Fällen mit erhöhter Luftbelastung; • Vorschlag/Entscheid zusätzlicher, ergänzender oder korrigierender Massnahmen; • Zeitbedarf und Fristen bis zum Wirksamwerden der «Korrekturen»; • Informations- und Kontaktstelle zur betroffenen Nachbarschaft: Die Informationsstelle orientiert die von Luftschadstoff-Emissionen Betroffenen rechtzeitig und umfassend, um Missverständnisse auszuräumen und eine Vertrauensbasis zu schaffen. Die Orientierung umfasst mindestens Angaben über: <ul style="list-style-type: none"> - die totale Bauzeit, - emissionsreiche Bauarbeiten und deren voraussichtliche Dauer, - Vorgesehene Massnahmen zur Emissionsbegrenzung; <ul style="list-style-type: none"> • Anlaufstellen für Reklamationen (Beschwerdetelefonnummer) und vertiefte Informationen. 		B

Einsatzplanung, Arbeitsvorbereitung und Kontrolle (Umsetzung der emissionsbegrenzenden Massnahmen)

Instruktion des Baupersonals für umweltgerechtes Verhalten

Organisatorische Vorkehrungen, Information von Dritten

ANHANG 3

06
—
06

> Baulärm-Richtlinie

Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

3 > Massnahmenkatalog

Der Massnahmenkatalog soll die Bauherrschaft und damit die Architekten, Ingenieure und Unternehmer bei der praktischen Umsetzung der Baulärm-Richtlinie unterstützen. Er soll als Checkliste allgemeine und baustellen-spezifische Möglichkeiten zur Begrenzung von Baulärm aufzeigen.

3.1	Planung und Projektierung	18			
3.1.1	Vorbereitung und Kontrolle	18			
3.1.1.1	Früher Kontakt mit den zuständigen Behörden für Baulärmfragen	18			
3.1.1.2	Umfassende Abklärungen	18			
3.1.1.3	Massnahmenstufen resp. Massnahmen gemäss Baulärm-Richtlinie/Auflagen festlegen	18			
3.1.1.4	Kriterien zur Überwachung festlegen	18			
3.1.1.5	Massnahmenkonzept für unvorhergesehene, störende Ereignisse	18			
3.1.1.6	Vorübergehende Evakuierung intensiv betroffener Nachbarschaft	18			
3.1.2	Wahl der Bauweise / Bauverfahren	18			
3.1.2.1	Alternative Verfahren zum Abbruch nach dem «schlagenden Prinzip»	18			
3.1.2.2	Alternativen zum Rammen	18			
3.1.2.3	Lärmschutz bei Rammarbeiten	18			
3.1.2.4	Deckelbauweise	18			
3.1.2.5	Senkkastenbauweise	18			
3.1.2.6	Bergmännische Bauverfahren als Alternative zum Tagbau	18			
3.1.2.7	Geeignete Wahl der Systemgrenzen	19			
3.1.2.8	Einsatz von vorfabrizierten Bauelementen	19			
3.1.2.9	Grossflächenschalung oder Raumschalung	19			
3.1.2.10	Verwendung von Fließbeton oder selbstverdichtendem Beton (self compacting concrete)	19			
3.1.3	Ressourcenplanung und Massenbilanz	19			
3.1.3.1	Optimierung des Materialverbrauchs	19			
3.1.3.2	Wahl geeigneter Ablagerungsplätze/Wiederverwertung unter Berücksichtigung der geeigneten Wahl der Transportmittel	19			
3.1.4	Organisatorische Massnahmen	19			
3.1.4.1	Zeitabläufe während der lärmigen Bauphase tragen den Erholungszeiten Rechnung	19			
3.1.4.2	Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 9 Stunden pro Tag (7 bis 12 Uhr und 13 bis 17 Uhr)	19			
3.1.4.3	Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 8 Stunden pro Tag (7 bis 12 Uhr und 14 bis 17 Uhr)	19			
3.1.4.4	Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 7 Stunden oder weniger pro Tag (8 bis 12 Uhr und 14 bis 17 Uhr)	19			
3.1.5	Abschirmungen / Schallschutzfenster	19			
3.1.5.1	Provisorische Abschirmungen	19			
3.1.5.2	Schallschutzfenster	19			
3.1.6	Maschinen und Geräte	20			
3.1.6.1	Maschinen und Geräte mit Normalausrüstung	20			
3.1.6.2	Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem anerkannten Stand der Technik	20			
3.1.6.3	Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem neuesten Stand der Technik	20			
3.1.6.4	Lärmschutz an Kreissägen und Trennscheiben	20			
3.1.6.5	Geräte mit Elektromotor statt Verbrennungsmotor verwenden	20			
3.1.7	Bautransporte	20			
3.1.7.1	Alternative Transportmittel oder Transportwege (Verkehrskonzept)	20			
3.1.7.2	Transportfahrzeuge entsprechen der Normalausrüstung	20			
3.1.7.3	Transportfahrzeuge genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem anerkannten Stand der Technik	20			
3.1.8	Ausschreibung / Werkvertrag	20			
3.1.8.1	Lärmbezogene Vorgaben in «Besondere Bestimmungen» und im Werkvertrag genau festlegen	20			
3.1.8.2	Lärmbezogene Vergabekriterien festlegen	20			
3.2	Bauausführung	21			
3.2.1	Organisatorisch	21			
3.2.1.1	Präventives Konzept für Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten	21			
3.2.1.2	Überwachung und Kontrolle	21			
3.2.1.3	Orientierung der Lärmbetroffenen	21			
3.2.2	Einsatzplanung und Arbeitsvorbereitung	21			
3.2.2.1	Optimale Ablaufplanung	21			
3.2.2.2	Ausreichend leistungsstarke Maschinen und Geräte	21			
3.2.2.3	Arbeiten mit hohen Lärmemissionen gleichzeitig durchführen	21			
3.2.2.4	Konstruktive Massnahmen beim Schütten harter Materialien in metallene Auffangbehälter zur	21			
3.2.2.5	Lärmige Vorbereitungsarbeiten (z.B. Schalungen) und Reparatur- Servicearbeiten an lärmunempfindlichem Ort durchführen	21			
3.2.2.6	Standortwahl stationär eingesetzter Maschinen und Geräte	21			
3.2.3	Bautransporte	22			
3.2.3.1	Transporte gesamtheitlich planen	22			
3.2.3.2	Linienführung von Baupisten und Transportrouten	22			
3.2.3.3	Provisorische Lärmschutzwände	22			
3.3	Lärminderndes Verhalten (Anleitung für Baupersonal)	22			
3.3.1	Leitgedanke	22			
3.3.1.1	Alle leisten nach eigenen Möglichkeiten ihren Beitrag zur lärmarmen Baustelle	22			
3.3.2	Instruktion	22			
3.3.2.1	Schulung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen über Entstehung, Ausbreitung, Wirkung und Minderung von Lärm	22			
3.3.3	Beispiele	22			
3.3.3.1	Maschinen und Geräte	22			
3.3.3.2	Gegenstände legen statt werfen (z.B. Gerüstarbeiten)	22			
3.3.3.3	Vorhandene Lärmhindernisse nutzen (z.B. Türen, Fenster und Deckel schliessen)	22			

3.1 Planung und Projektierung

3.1.1 Vorbereitung und Kontrolle

Stufe

	A	B	C
3.1.1.1 Früher Kontakt mit den zuständigen Behörden für Baulärmfragen Zur Abklärung objektspezifischer Fragen und zur Interpretation der Baulärm-Richtlinie. <u>Bemerkung:</u> Zahlreiche Massnahmen führen rechtzeitig angeordnet zu keinem oder geringem Mehraufwand. Wenn die Arbeiten im Gang sind, kann die gleiche Massnahme ein Mehrfaches kosten.			
3.1.1.2 Umfassende Abklärungen Z.B. Sondierungen. Der Einsatz von geeigneten Maschinen und entsprechenden Methoden sowie der korrekte Zeitablauf verhindern unnötigen Lärm.			
3.1.1.3 Massnahmenstufen resp. Massnahmen gemäss Baulärm-Richtlinie/Auflagen festlegen Diese sollen in objektbezogenen Bestimmungen festgehalten werden.			
3.1.1.4 Kriterien zur Überwachung festlegen <u>Bemerkung:</u> Klare Vorgaben erleichtern die Umsetzung.			
3.1.1.5 Massnahmenkonzept für unvorhergesehene, störende Ereignisse			
3.1.1.6 Vorübergehende Evakuierung intensiv betroffener Nachbarschaft			

3.1.2 Wahl der Bauweise / Bauverfahren

Stufe

	A	B	C
3.1.2.1 Alternative Verfahren zum Abbruch nach dem «schlagenden Prinzip» <u>Bemerkung:</u> Alternativen zu Druckluftmeissel, Hydraulikmeissel und Schlagbohrgeräten. Diamantschneide-Verfahren (Trennschleifen); Hydraulisches Spalten; Hydraulische Schere (Betonbeisser).			
3.1.2.2 Alternativen zum Rammen Einvibrieren von Spundwandbohlen und Stahlträgern; Bohren statt Rammen und Vibrieren z.B. mit Drehbohrgerät; Bohrpfahlwände; Schlitzwand; Einpressen von Spundwandbohlen; Steil geböschte Baugruben mit alternativer Sicherung; Bodenverfestigung z.B. durch Injektionen oder Gefrieren.			
3.1.2.3 Lärmschutz bei Rammarbeiten Dämpfungsmassnahmen in der Schlagfuge; <u>Bemerkung:</u> Verwendung mit Futter (Holz oder Kunststoff). Lärmschutzturm (Kamin); Hochfrequenz-Vibratoren.			
3.1.2.4 Deckelbauweise			
3.1.2.5 Senkkastenbauweise			
3.1.2.6 Bergmännische Bauverfahren als Alternative zum Tagbau			

3.1.2.7	Geeignete Wahl der Systemgrenzen <u>Bemerkung:</u> Ausbruchverfahren bergmännisch oder im Tagbau.	A	B	C
3.1.2.8	Einsatz von vorfabrizierten Bauelementen	A	B	C
3.1.2.9	Grossflächenschalung oder Raumschalung	A	B	C
3.1.2.10	Verwendung von Fließbeton oder selbstverdichtendem Beton (self compacting concrete)	A	B	C

3.1.3 Ressourcenplanung und Massenbilanz

Stufe

3.1.3.1	Optimierung des Materialverbrauchs	A	B	C
3.1.3.2	Wahl geeigneter Ablagerungsplätze/Wiederverwertung unter Berücksichtigung der geeigneten Wahl der Transportmittel	A	B	C

3.1.4 Organisatorische Massnahmen

Stufe

3.1.4.1	Zeitabläufe während der lärmigen Bauphase tragen den Erholungszeiten Rechnung <u>Bemerkung:</u> Die Arbeitszeit soll auf die weniger empfindlichen Zeiten konzentriert werden. Die Arbeitszeit dauert in der Regel von 7 bis 12 Uhr und von 13 bis 17 Uhr, ausnahmsweise bis 19 Uhr.	A	B	C
3.1.4.2	Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 9 Stunden pro Tag (7 bis 12 Uhr und 13 bis 17 Uhr)	A		
3.1.4.3	Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 8 Stunden pro Tag (7 bis 12 Uhr und 14 bis 17 Uhr)		B	
3.1.4.4	Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 7 Stunden oder weniger pro Tag (8 bis 12 Uhr und 14 bis 17 Uhr)			C

3.1.5 Abschirmungen / Schallschutzfenster

Stufe

3.1.5.1	Provisorische Abschirmungen <u>Bemerkungen:</u> Mindestens 10 kg/m ² Wandflächengewicht. Verhinderung von Reflexionen und evtl. absorbierende Oberflächen. Kriterium für Lage und Höhe der Schallschutzwand: Die Sichtverbindung zwischen der Schallquelle und den Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung soll unterbrochen sein. Durch provisorische Schallschutzwände; <u>Bemerkungen:</u> Insbesondere bei Lärmproblemen in einer Richtung verwenden. Der Standort soll möglichst nahe bei der Emissionsquelle sein. Durch Aushubdeponien; Durch Nutzung von Installationsteilen als Abschirmung; <u>Bemerkung:</u> Z.B. Baubaracken, Baustellenumschliessung. Durch Schallschutzzelte, Schallschutzkabinen mit schweren Textilbahnen oder Wänden. Bemerkungen: Kann mit Staub- und Sprühschutz kombiniert werden.		B	C
3.1.5.2	Schallschutzfenster			C

3.1.6 Maschinen und Geräte Stufe

	A	B	C
3.1.6.1 Maschinen und Geräte mit Normalausrüstung			
3.1.6.2 Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem anerkannten Stand der Technik <i>Bemerkung:</i> Der anerkannte Stand der Technik orientiert sich an den Umweltkriterien aktueller EU-Richtlinien. Übergangsfristen können durch die Vollzugsbehörden bis zu einem Jahr gewährt werden. Die massgebenden Grenzwerte der Richtlinie 2000/14/EU für Outdoorgeräte sind in der Maschinenlärverordnung MaLV, Anhang 1, übernommen. (Information: www.bafu.admin.ch/uv-0606-d).			
3.1.6.3 Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem neuesten Stand der Technik <i>Bemerkung:</i> Der neueste Stand der Technik entspricht grundsätzlich den Vergabegrundlagen der Jury Umweltzeichen (im Zusammenwirken mit dem Deutschen Umweltbundesamt und dem Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung) namentlich dem Umweltzeichen 53 für lärmarme Baumaschinen (RAL-UZ 53, Information: www.blauer-engel.de).			
3.1.6.4 Lärmschutz an Kreissägen und Trennscheiben Kapselung durch Schutzhaube; Blätter mit niedriger Zahnhöhe und Diamanttechnik; Reduktion der Umfangsgeschwindigkeit; Sandwichblätter mit dämpfender Zwischenschicht.			
3.1.6.5 Geräte mit Elektromotor statt Verbrennungsmotor verwenden			

3.1.7 Bautransporte Stufe

	A	B	C
3.1.7.1 Alternative Transportmittel oder Transportwege (Verkehrskonzept) Diese sind zu prüfen im Falle langer Transportwege oder ungünstiger Lage im entsprechenden Verkehrsnetz.			
3.1.7.2 Transportfahrzeuge entsprechen der Normalausrüstung <i>Bemerkung:</i> Die Transportfahrzeuge müssen zudem in einwandfreiem Zustand sein.			
3.1.7.3 Transportfahrzeuge genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem anerkannten Stand der Technik <i>Bemerkung:</i> Der anerkannte Stand der Technik orientiert sich an den Umweltkriterien aktueller EU-Richtlinien. Übergangsfristen können durch die Vollzugsbehörden bis zu einem Jahr gewährt werden. Die schweizerische Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) konkretisiert die Lärmanforderungen. (Information: www.admin.ch/ch/d/sr/741_41/app6.html).			

3.1.8 Ausschreibung / Werkvertrag Stufe

	A	B	C
3.1.8.1 Lärmbezogene Vorgaben in «Besondere Bestimmungen» und im Werkvertrag genau festlegen			
3.1.8.2 Lärmbezogene Vergabekriterien festlegen <i>Bemerkung:</i> Nach Möglichkeit sind diese zu gewichten.			

3.2 Bauausführung

3.2.1 Organisatorisch

Stufe

	A	B	C
3.2.1.1 Präventives Konzept für Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten Es sind zu regeln: <ul style="list-style-type: none"> • Orientierung der betroffenen Nachbarschaft; • Entgegennahme von Beschwerden aus der Nachbarschaft (Anlaufstelle); • Verantwortlichkeiten für Vorschlag und Durchführung zusätzlicher Massnahmen; • Instanz, welche über Notwendigkeit und Umfang zusätzlicher Massnahmen entscheidet; • Zeitbedarf und Fristen bis zum Wirksamwerden zusätzlicher Massnahmen. • Die Bauleitung und die Unternehmung entwickeln dieses Konzept. 			
3.2.1.2 Überwachung und Kontrolle Kontrolle der im Leistungsverzeichnis und Werkvertrag festgelegten emissionsbegrenzenden Massnahmen.			
3.2.1.3 Orientierung der Lärmbetroffenen Orientierung mindestens über: <ul style="list-style-type: none"> • die totale Bauzeit; • die lärmige Bauphase; • die Dauer der lärmintensiven Bauarbeiten; • vorgesehene Massnahmen zur Emissionsbegrenzung; • Anlaufstelle. <u>Bemerkung:</u> Umfassende Orientierung insbesondere über nächtliche, lärmintensive Bauarbeiten in Absprache mit den zuständigen Behörden ist wichtig!			

3.2.2 Einsatzplanung und Arbeitsvorbereitung

Stufe

	A	B	C
3.2.2.1 Optimale Ablaufplanung <u>Bemerkung:</u> Die Wahl der für eine Arbeit geeignetsten Maschinen und Geräte und rechtzeitige Bereitstellung verkürzen die Dauer von Arbeitsphasen und damit die Einwirkdauer von Lärm.			
3.2.2.2 Ausreichend leistungsstarke Maschinen und Geräte <u>Bemerkung:</u> Der möglicherweise geringere Emissionspegel einer schwachen Maschine bringt im Endeffekt bei längerer Arbeitsdauer die grössere Lärmbelastung.			
3.2.2.3 Arbeiten mit hohen Lärmemissionen gleichzeitig durchführen Mit entsprechend längeren «ruhigen» Phasen ergeben sich über längere Zeitperioden gemittelt eine geringere Lärmbelastung. <u>Bemerkung:</u> In der Nähe von Strassen und Bahnen mit viel Verkehrslärm sollen Bauarbeiten mit hohen Lärmemissionen zu verkehrsreichen Zeiten ausgeführt werden.			
3.2.2.4 Konstruktive Massnahmen beim Schütten harter Materialien in metallene Auffangbehälter zur <ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Aufprallgeschwindigkeit; • Verkleinerung des Aufprallwinkels; • Dämpfung des Aufpralls. 			
3.2.2.5 Lärmige Vorbereitungsarbeiten (z.B. Schalungen) und Reparatur- Servicearbeiten an lärmunempfindlichem Ort durchführen			
3.2.2.6 Standortwahl stationär eingesetzter Maschinen und Geräte <ul style="list-style-type: none"> • Möglichst grosse Abstände zu lärmempfindlicher Nachbarschaft; • Tieflagen (evtl. Baugrube) und Abschirmungen (Deponien) nutzen; • Schallreflexion gegen empfindliche Nachbarschaft verhindern. 			

3.2.3	Bautransporte	Stufe
3.2.3.1	Transporte gesamtheitlich planen Das Ziel ist: minimale Anzahl Fahrten und optimale Nutzung der Transportkapazitäten.	A B
3.2.3.2	Linienführung von Baupisten und Transportrouten Diese müssen möglichst entfernt von Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung sein (insbesondere ES I und ES II). Dabei soll die Topografie schützend ausgenutzt werden und beispielsweise sollen Deponien abschirmend wirken.	A B
3.2.3.3	Provisorische Lärmschutzwände	B

3.3 Lärminderndes Verhalten (Anleitung für Baupersonal)

3.3.1	Leitgedanke	Stufe
3.3.1.1	Alle leisten nach eigenen Möglichkeiten ihren Beitrag zur lärmarmen Baustelle	A B C

3.3.2	Instruktion	Stufe
3.3.2.1	Schulung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen über Entstehung, Ausbreitung, Wirkung und Minderung von Lärm Ziel: Alle wissen, was in ihrem Arbeitsfeld lärmindernd wirkt.	A B C

3.3.3	Beispiele	Stufe
3.3.3.1	Maschinen und Geräte <ul style="list-style-type: none"> • mit möglichst grosser Distanz zu Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung aufstellen; • funktionsgerecht einsetzen; • nur im Betriebsbereich bedienen; • nur so lang wie nötig laufen lassen; • instand halten. 	A B C
3.3.3.2	Gegenstände legen statt werfen (z.B. Gerüstarbeiten)	A B C
3.3.3.3	Vorhandene Lärmhindernisse nutzen (z.B. Türen, Fenster und Deckel schliessen)	A B C