

ENERGIESPEICHER RIEDL

**DONAU-
KRAFTWERK
JOCHENSTEIN**
AKTIENGESELLSCHAFT

Planfeststellungsverfahren
Umweltverträglichkeitsstudie



Geologie und Hydrogeologie



Erstellt	IFB Eigenschenk	M. Zeitlhöfler	04.12.2020
Geprüft	IFB Eigenschenk	R. Kunz	04.12.2020
Freigegeben	DKJ/ES-R	C. Rucker	11.12.2020
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname	Datum

Fremdfirmen-Nr.:																								Aufstellungsort:										Bl. von Bl.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Aufgabenstellung	6
3	Verwendete Unterlagen	7
4	Untersuchungsraum	9
5	Untersuchungsmethodik	11
6	Bestandssituation	13
	6.1 Geologie	13
	6.1.1 Speicherseebereich	14
	6.1.2 Talboden	15
	6.2 Hydrogeologie	16
	6.2.1 Speicherseebereich	19
	6.2.2 Talboden	21
	6.3 Hydrogeologische Beweissicherung	23
	6.4 Sensibilitätsanalyse	25
7	Wesentliche positive und negative Auswirkungen - Bayern	28
	7.1 Bauphase	28
	7.1.1 Auswirkungen im Bereich des geplanten Speichersees	28
	7.1.2 Auswirkungen durch Stollen- und Schachtbauwerke	29
	7.1.3 Auswirkungen durch Lagerflächen	33
	7.1.4 Auswirkungen durch Baustelleneinrichtungsflächen	34
	7.1.5 Auswirkungen durch Straßen	36
	7.2 Betriebsphase	36
	7.2.1 Auswirkungen durch den Betrieb des Speichersees	37
	7.2.2 Auswirkungen durch den Betrieb des Kraftwerks und des Triebwasserstollens	39
8	Wesentliche positive und negative Auswirkungen - Österreich	39
9	Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen	40
	9.1 Maßnahmen in der Betriebsphase	43
10	Vorschläge für die Beweissicherung und Kontrolle	44
11	Nachsorgephase	46
12	Aufgetretene Schwierigkeiten	46
13	Zusammenfassung	47
	13.1 Aufgabenstellung	47
	13.2 Bestandssituation	47
	13.3 Auswirkungen - Bayern	49
	13.3.1 Bauphase	49
	13.3.2 Betriebsphase	50
	13.3.3 Nachsorgephase	51
	13.4 Auswirkungen - Österreich	51
	13.5 Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen ..	51
	13.5.1 Bauphase	51
	13.5.2 Betriebsphase	52
	13.6 Vorschläge für die Beweissicherung	52
	13.7 Gesamtbewertung	53
14	Literatur	53



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektübersicht.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.	5
Abbildung 2: Umgriff Untersuchungsgebiet.....		11
Abbildung 3: Hydrogeologisches Blockbild (Quelle: http://www.wwa-ts.bayern.de) .		17
Abbildung 4: Verteilung von Teileinzugsgebieten und versiegelten Flächen nach Errichtung des Speichersees (GWN = Grundwasserneubildung).		38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchungsmethoden	12
Tabelle 2: Sensibilitätsmatrix	27

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Lagepläne
Anlage 1.1:	Übersichtslageplan
Anlage 1.2:	Lageplan der Untersuchungsbohrungen
Anlage 1.3:	Lageplan der hydrogeologischen Probenahmepunkte
Anlage 2:	Manuskript der geologischen Karte 1 : 25.000 von Bayern Blatt 7448 Untergriesbach (Bayerisches Landesamt für Umwelt)
Anlage 3:	Tabellarische Auflistung der überwachten Brunnen und Quellen
Anlage 4:	Grafische und tabellarische Darstellungen hydrochemischer Parameter
Anlage 5:	Bohrprofile der bisher abgeteuften Erkundungsbohrungen (siehe Geologischer Bericht, Dokument Nr. JES-A001-IFBE1-B40085-10)
Anlage 6:	Grundwassergleichenpläne
Anlage 7:	Grundwasserstandsganglinien (Daten der Verbund AG)
Anlage 8:	Geologische Normalprofile
Anlage 9:	ENTFERNT – siehe Anlage 10 zu Bericht JES-A001-ESSM1-B40370-00-AFE (Bericht zu Erschütterungsmessungen mittels Vibro Scan Schwingungsgenerator)
Anlage 10:	Geologisch-Geotechnische Kartierung – Schlussbericht (Intergeo GmbH)
Anlage 11:	Gefährdungsanalyse bezüglich der Wasserversorgung Jochenstein im Hinblick auf die geplante Errichtung des Energiespeichers Riedl (IFB Eigenschenk).

1 Einleitung

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

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

Vor diesem Hintergrund plant die Donaukraftwerk Jochenstein AG im Oberwasserbereich des Kraftwerks Jochenstein die Errichtung eines modernen Pumpspeicherkraftwerks, im Folgenden als „Energiespeicher Riedl“ bezeichnet. Die Grundkonzeption des Energiespeichers Riedl (ES-R) ist in [Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Abbildung 1](#) dargestellt.

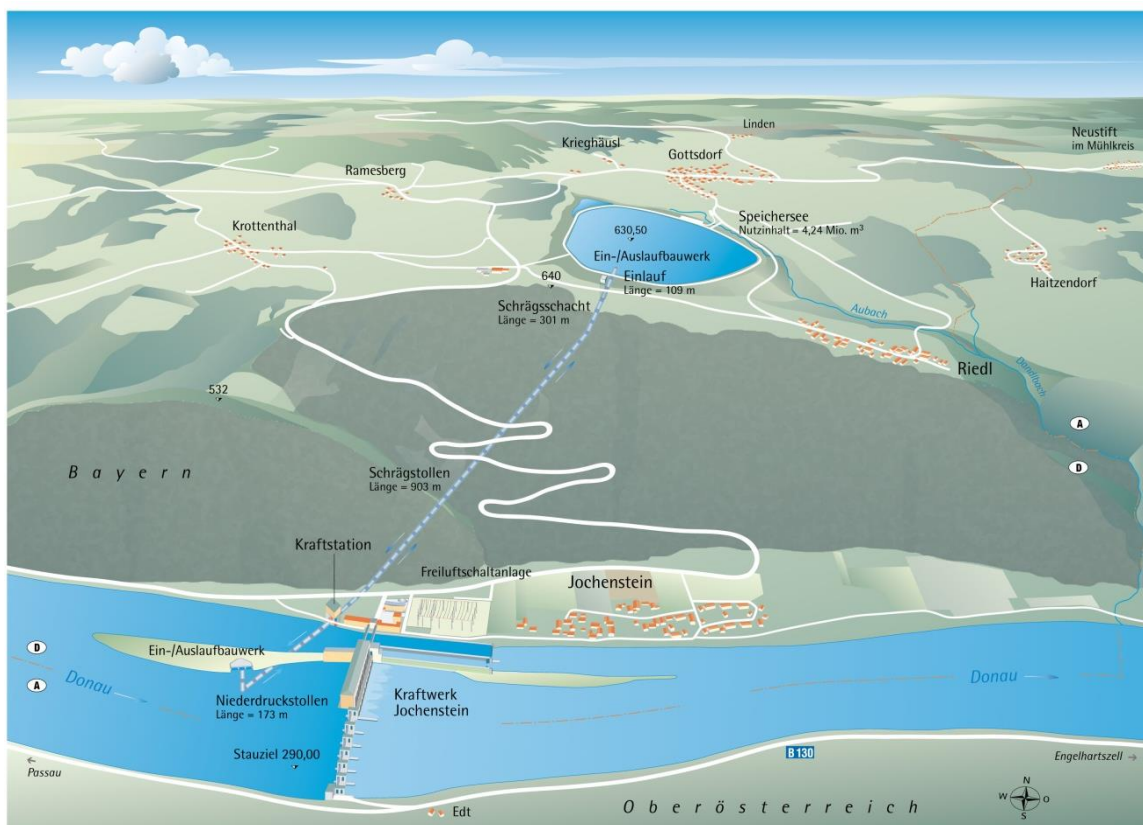


Abbildung 1: Projektübersicht (DKJ)

Das Wasser für die neue Anlage soll der Donau aus dem Stauraum Jochenstein am rechten Ufer des Trenndamms zwischen dem bestehenden Kraftwerk Jochenstein und der bestehenden Schleusenanlage über ein Ein-/Auslaufbauwerk sowohl entnommen als auch zurückgegeben werden. Ein neu zu errichtender Speichersee, welcher in der "Riedler Mulde" südwestlich der Ortschaft Gottsdorf und nördlich der Ortschaft Riedl vorgesehen ist, soll als Oberbecken verwendet werden. Die beiden Wasserkörper sol-

len durch Stollen zu einer Kraftstation als Schachtbauwerk im Talbodenbereich von Jochenstein verbunden werden, in welcher die beiden Pumpen und Turbinen aufgestellt werden sollen. Die erzeugte elektrische Energie soll in einem unterirdischen Kabelkanal in die bestehende Schaltanlage des Kraftwerks Jochenstein eingespeist werden. Alle Anlagenteile des Energiespeichers Riedl befinden sich auf deutschem Staatsgebiet.

Im Stauraum von Passau bis Jochenstein ist zudem die Umsetzung von insgesamt sieben gewässerökologischen Maßnahmen (GÖM) an der bayrischen Donau geplant. Hierzu zählen folgende Maßnahmen:

- V1: Vorschüttung Kiesbank und Kiesinsel Hafen Racklau
- V2: Vorschüttung Kiesbank Innstadt Passau
- V3: Adaptierung Kernmühler Sporn
- V4: Adaptierung Mannheimer Sporn
- V5: Neuerrichtung Stillgewässer Edlhof, Stauraum Jochenstein
- V6: Strukturierung und Adaptierung Leitwerk Erlau
- V7: Strukturierung und Adaptierung Altarm Obernzell

Der Energiespeicher Riedl ist eine Wasserkraftanlage, für deren Errichtung eine Planfeststellung und für deren Betrieb eine wasserrechtliche Bewilligung erforderlich ist. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens ist gemäß §§ 1 ff. in Verbindung mit Anlage 1 („Liste UVP-pflichtige Vorhaben“) des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

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

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

2 Aufgabenstellung

Die Aufgabe des vorliegenden Fachgutachtens Geologie und Hydrogeologie ist es, den aktuellen Zustand der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsraum darzulegen, mögliche positive wie negative Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Schutzgüter Boden und Grundwasser aufzuzeigen und mögliche Maßnahmen zur Verminderung oder Vermeidung negativer Auswirkungen zu erarbeiten.

Das geplante Pumpspeicherwerk besteht im Wesentlichen aus drei Teilen:

- Kraftstation bestehend aus Maschinenschacht, Krafthausgebäude und Energieableitung
- Triebwasserweg als Verbindung zwischen Donau und Speichersee
- Speichersee

Bei allen drei Kraftwerkskomponenten ist sowohl in der Bau- als auch untergeordnet in der Betriebsphase mit signifikanten Eingriffen in die geologischen und hydrogeolo-



gischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes zu rechnen. Durch das Ein-/Auslaufbauwerk werden im Pumpbetrieb bis zu 83 m³/s Donauwasser in den Speichersee gepumpt. Im Turbinenbetrieb werden über dieses Bauwerk bis zu 108 m³/s in die Donau eingeleitet. Dies erfordert eine entsprechende Dimensionierung des Ein-/Auslaufbauwerks sowie des Unterwasserstollens zum Kraftwerk. Das Kraftwerk selbst wird bis zu 60 m tief in Schachtbauweise in den Untergrund eingebunden. Hierbei werden durch die Baumaßnahme und durch den Betrieb oberflächennahes Grundwasser und Bergwasser berührt.

Der neu zu errichtende Triebwasserweg wird ausgehend vom Speichersee in der „Riedler Mulde“ unterirdisch durch die Donauleite zum Schachtkrafthaus und weiter zur Donau geführt. Beeinträchtigungen durch den Tunnelvortrieb sowie durch den Turbinen- bzw. Pumpbetrieb sollen im Folgenden erörtert werden.

Der Speichersee mit einem maximalen Inhalt von 4,85 Mio. m³ und einer Fläche von etwa 24,2 ha wird als asphaltiertes Ringdammbauwerk in den Untergrund eingebunden. Hierbei sind in der Bauphase größere Erdbewegungen notwendig. Bei der Errichtung eines solchen Bauwerks ist mit Auswirkungen vor allem auf die hydrogeologischen Verhältnisse des Baugebietes zu rechnen. In den folgenden Kapiteln wird dargelegt, welche Auswirkungen zu erwarten sind und durch welche Maßnahmen diese Auswirkungen andererseits zu mindern bzw. zu vermeiden sind.

Im Rahmen des vorliegenden Fachgutachtens erfolgt die Darstellung der örtlichen geologischen und tektonischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet. Zudem werden die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse anhand der Betrachtung von Quellen und Bohrungen erläutert.

Ausgehend vom Ist-Zustand und dessen Sensibilitätsbewertung werden quantitative und qualitative Auswirkungen auf die bestehenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse erläutert. Hierbei werden die Bau-, Betriebs- und Nachsorgephase betrachtet.

Davon abgeleitet werden die vorgesehenen Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung möglicher Auswirkungen dargestellt und Vorschläge zur Beweissicherung und Kontrolle der geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten unterbreitet.

Die Ergebnisse der Untersuchungen und Beurteilungen werden schließlich in einer zusammenfassenden Bewertung im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit des Projektes aus geologisch-hydrogeologischer Sicht unterzogen.

3 Verwendete Unterlagen

Folgende Fachberichte wurden bei der Erstellung des vorliegenden Gutachtens herangezogen:

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2006): Vorläufige Geologische Karte von Bayern 1:25.000 Blatt 7448 Untergriesbach. Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2010a): Hydrogeologischer Bericht. Brunnen- und Quellenerhebung. 13 S.; Deggendorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2010b): Raumordnungsverfahren. Gutachten Geologie und Hydrogeologie. 36 S.; Deggendorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2011a): Überprüfung von etwaigen Auswirkungen durch Schwall- und Sunk auf die Trinkwasserversorgung der Stadt Passau auf der Insel Soldatenau und der Wasserversorgung Obernzell. 29 S.; Deggendorf (IFB Eigenschenk).



IFB EIGENSCHENK GMBH (2011b): Ergänzende Baugrunduntersuchung mittels Schürfen. 53 S.; Deggendorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2011c): Erstabschätzung des grundwasserbürtigen Dränwas-seranfalls aus der geplanten Ringdränage unter dem Kontrollgang des Speicherbe-ckens 17 S.; Deggendorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2012): Gefährdungsanalyse bezüglich der Wasserversorgung Jochenstein im Hinblick auf die geplante Errichtung des Energiespeichers Riedl. 16 S.; Deggendorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2013a): Schlussbericht zu den Erkundungsbohrungen SB 21 bis SB 27 (Schrägbohrungen entlang Triebwasserweg). 42 S.; Deggendorf (IFB Ei-genschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2013b): Schlussbericht zu den Erkundungsbohrungen EB 21 bis EB 36 (Vertikalbohrungen Bereich Ein-/Auslaufbauwerk Speichersee und Bereich Krafthaus). 46 S.; Deggendorf (IFB Eigenschenk).

INTERGEO GMBH (2011a): Schlussbericht zu Erkundungsbohrungen EB 3 – EB 9 und Pegelbohrungen PB 3 – PB 11. 25 S.; Salzburg (INTERGEO GMBH).

INTERGEO GMBH (2011b): Schlussbericht zu den Pegelbohrungen JPB1/2010 und JPB2/2010. 10 S.; Salzburg (Intergeo GmbH).

INTERGEO GMBH (2011c): Schlussbericht zu Erkundungsbohrungen SB 1 und SB 2. 13 S.; Salzburg (Intergeo GmbH).

INTERGEO GMBH (2011d): Geologisch-geotechnische Kartierung – Schlussbericht. 33 S.; Salzburg (Intergeo GmbH).

KUNERT, N. (1977): Pumpspeicherwerk Riedl. – Ingenieur und Hydrogeologie. 42 S.; Olpe (Geotechnisches Büro Kunert).

ÖSTERREICHISCHE DONAUKRAFTWERKE AG (1984): Örtliche Beschreibung und geologischer Bericht für die Herstellung eines Belüftungs- und Probestollen für das Pumpspeicher-werkes Jochenstein – Riedl. 13 S.; Wien (Österr. Donaukraftwerke AG).

PÖYRY ENERGY GMBH UND RMD CONSULT (2011a): Planfeststellungsverfahren. Beschrei-bung des Bauablaufes. 29 S.; Salzburg (Pöyry Energy GmbH).

PÖYRY ENERGY GMBH UND RMD CONSULT (2011b): Planfeststellungsverfahren. Techni-scher Bericht. Triebwasserweg Vorbemessung Auskleidung. 17 S.; Salzburg (Pöyry Energy GmbH).

SCHÖBER, CHR. (2012): Planfeststellungsverfahren. Umweltverträglichkeitsstudie. Sprengtechnik. 30 S.; Lochen.

STENZEL, G. (1984): Pumpspeicherwerk Riedl – Oberbecken. Vorläufige Zusammen-stellung der Baugrunduntersuchungsergebnisse 1984. 14 S.; Nürnberg.

Weitere verwendete Daten und Unterlagen:

Deutscher Wetterdienst: Niederschlagsdaten für die Station Untergriesbach – Glotzing, Zeitreihe 1976 – 2005.

Deutscher Wetterdienst: Verdunstungsdaten für die Stationen Oberhaus und Fürsten-zell, Zeitreihe 1976 – 2005.



Geotechnisches Ingenieurbüro Prof. Fecker und Partner GmbH (GIF) (2011/12): Untersuchungsberichte zu den Bohrlochscannerbefahrungen an den vertikalen Erkundungsbohrungen.

Geotechnisches Ingenieurbüro Prof. Fecker und Partner GmbH (GIF) (2011/12): Untersuchungsberichte zu den Dilatometerversuchen an den vertikalen Erkundungsbohrungen.

HPC GmbH (2011/12): Untersuchungsberichte zu den hydraulischen Versuchen den vertikalen Erkundungsbohrungen.

SOLEXPARTS AG (2011/12): Untersuchungsberichte zu den Dilatometerversuchen an den Schrägbohrungen.

SOLEXPARTS AG (2011/12): Untersuchungsberichte zu den Hydraulischen Versuchen den Schrägbohrungen.

Terratec (2011/12): Untersuchungsberichte zu den Bohrlochscannerbefahrungen an den Schrägbohrungen.

VERBUND Hydro Power AG: Datenloggeraufzeichnungen der Grundwassermessstellen im Talbodenbereich des Kraftwerks Jochenstein und im Bereich des geplanten Speichersees des Energiespeichers Riedl, Zeitreihe 2010 - 2012.

4 Untersuchungsraum

Das zu untersuchende Projektgebiet befindet sich im äußersten Osten des Landkreises Passau im bayerisch-österreichischen Grenzgebiet nahe den Ortschaften Jochenstein und Gottsdorf. Das Projektareal umfasst mehrere geomorphologische Einheiten, darunter den Talboden des Donautals, in dem sich bereits die Staustufe Jochenstein befindet, den Steilhangbereich der Donauleite, durch den unterirdisch der geplante Triebwasserweg führt, sowie die „Riedler Mulde“, eine Senke zwischen den Ortschaften Gottsdorf und Riedl. Letztere ist als Standort für den künftigen Speichersee geplant.

Das genaue Untersuchungsgebiet wurde aufgrund der Bestandsituation bzgl. der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse festgelegt und wird im Folgenden detaillierter dargelegt.

Der Untersuchungsraum erfasst einen Bereich, der von direkten Auswirkungen des Vorhabens berührt bzw. möglicherweise berührt ist und in dem der Ist-Zustand flächendeckend erfasst wird.

Der Untersuchungsraum umfasst Bereiche,

- in denen direkt eingegriffen wird,
- in denen durch das Vorhaben das Grund- und Oberflächenwasser (Grundwasserhöhe bzw. Abflussmenge, Wasserbeschaffenheit) beeinflusst werden kann,
- in denen durch das Vorhaben in die geologischen Verhältnisse eingegriffen wird.

Der Wirkungsbereich von maximal möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser ist insbesondere von der Durchlässigkeit des Grundwasserleiters (k_f in m/s) und dem Betrag möglicher Höhenänderungen des Grundwasserspiegels (s in m) abhängig. Von Bedeutung ist die Grundwasserfließrichtung, das Grundwassergefälle und das effektive Hohlraumvolumen des Grundwasserleiters.



Die aus den Kenndaten ableitbare Reichweite R der Grundwasserabsenkung in m wird für Porengrundwasserleiter überschlägig nach empirischen Formeln, z.B. nach SICHARDT ermittelt:

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f \cdot M}$$

Alternativ kann die Reichweite auch durch die Installation eines Messnetzes von Grundwassermessstellen in Verbindung mit der Durchführung hydraulischer Versuche ermittelt werden. Solche Untersuchungen werden nach Fertigstellung sämtlicher Grundwassermessstellen im Talboden durchgeführt werden.

Für Kluftgrundwasserleiter ist solch eine überschlägige Abschätzung der Reichweite der Grundwasserabsenkung aufgrund des heterogenen und anisotropen Aufbaus des Kluftnetzwerkes generell nicht möglich. Im kompakten, wenig geklüfteten Gestein ist die Reichweite auf maximal wenige Meter beschränkt. Im Falle des Anschneidens größerer wasserführender Klüfte kann die Reichweite mehrere hundert Meter betragen. Aussagen diesbezüglich sind bei Vorliegen entsprechender hydraulischer Daten nur punktuell für den jeweiligen Grundwasseraufschluss möglich und können in der Regel nicht auf andere Bereiche im Kluftgrundwasserleiter übertragen werden.

Die Auswirkungen möglicher Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit sind abhängig von den tatsächlichen Fließbewegungen des Grundwassers und reichen deshalb weniger weit als eine mögliche Veränderung des Grundwasserstands.

Es wurde als Untersuchungsraum überwiegend ein Umgriff gewählt, der bis an den Rand bzw. die Wasserscheide der Grundwasserleiter reicht.

Der Umgriff ist im Süden durch den Vorfluter Donau begrenzt und im Westen und Osten durch auf die Donau zuströmende Seitenbäche. In Bereichen, in denen keine Seitenbäche vorhanden sind, wird hilfsweise die oberirdische Wasserscheide herangezogen und vereinfachend mit der unterirdischen gleichgesetzt.

Am Nordrand des Untersuchungsgebietes liegt die oberirdische Wasserscheide mehrere Kilometer nördlich des möglichen Einwirkbereichs, der sich aus der Lage des geplanten Speichersees ergibt. Der Speichersee befindet sich im Abstrom des Oberflächenabflusses, der im nördlichen oberflächlichen Einzugsgebiet auch nach dessen Errichtung über die bestehenden Vorfluter abgeführt wird. Reichweiten der Auswirkungen von Untertagearbeiten auf tiefere Grundwasservorkommen von mehreren Kilometern nach Norden (bis zur oberirdischen Wasserscheide) sind aufgrund der bisher ermittelten Gebirgsdurchlässigkeiten auszuschließen. Aus diesem Grunde wurde hier der Umgriff am Nordrand der Bebauung von Gottsdorf bzw. des Wasserschutzgebietes der Wasserversorgung Gottsdorf gewählt. Der Umgriff des Untersuchungsgebietes ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



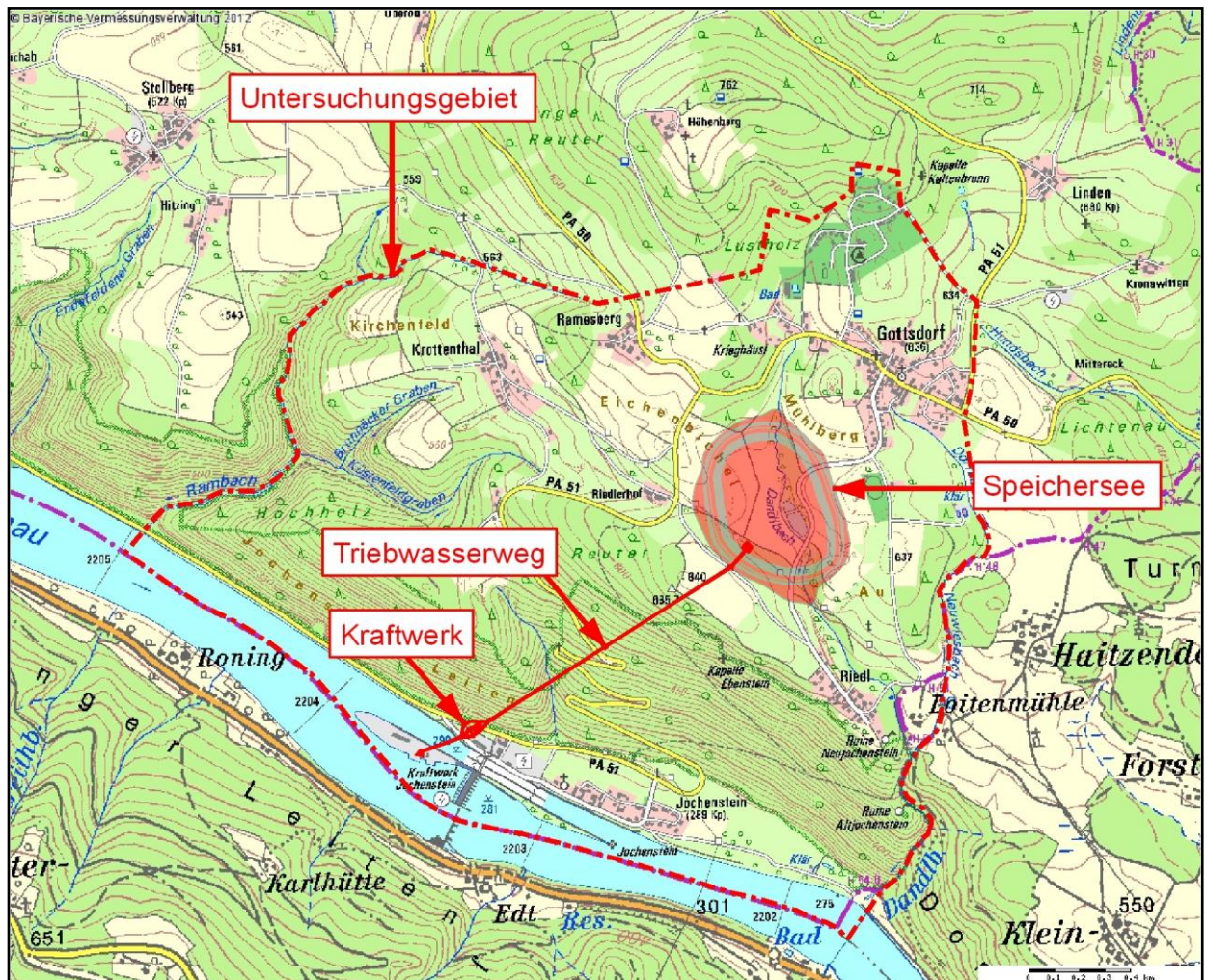


Abbildung 2: Umgriff Untersuchungsgebiet

5 Untersuchungsmethodik

Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens im Fachgebiet Geologie und Hydrogeologie werden nachfolgend dargestellte geowissenschaftliche Untersuchungsmethoden eingesetzt.

Nr.	Teilaspekt	Methoden	Ergebnisse
1	Geologie	örtliche geologische Kartierung unter Heranziehung bereits vorhandener Unterlagen und Daten (Bohrungen, geologischen Karten, etc.)	Geologische Karte des Untersuchungsgebiets im Maßstab 1 : 5.000
2	Grundwasserbenutzungsanlagen und Variabilität der natürlichen Hangquellen	örtliche Aufnahme von Brunnen und Quellen, Probenahme, Wasseruntersuchung, Schüttungsmessungen	Beweissicherung aller vorhandenen Brunnen und Quellen mit Darstellung der Ist-Situation hinsichtlich Lage, Ausbau, Eigentumsverhältnisse, Nutzungsverhältnisse, Ergiebigkeit, Variabilität, Wasserbeschaffenheit

Nr.	Teilaspekt	Methoden	Ergebnisse
3	Hydrogeologie: Grundwasserspiegel	Stichtagsmessungen und Erstellung Grundwassergleichen-plan	Grundwassergleichenplan
4	Hydrogeologie: Grundwasserspiegel	Fortlaufende Wasserstandsaufzeichnungen an Grundwassermessstellen mittels Datenlogger	Erkenntnisse Variabilität der Grundwasserhöhe
5	Hydrogeologie: Wasserkreislauf	Ermittlung von Gebietsniederschlag und Verdunstung aufgrund meteorologischer Daten des Deutschen Wetterdienstes sowie des oberirdischen Abflusses aufgrund von Abflussdaten	Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate nach der Wasserhaushaltsgleichung: Niederschlag – Verdunstung – oberirdischer Abfluss = Grundwasserneubildung (Angaben in mm/a bzw. l/s·m ²)
	Schadstoffeintrag in Boden und Grundwasser	Erfassung möglicher Einträge und Prognose möglicher Auswirkungen über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser	Prognose möglicher Auswirkungen durch Schadstoffeinträge
	Auswirkungen durch Veränderung der Oberflächensituation	Aufnahme / Beweissicherung der Eingriffsflächen, hydrologische Auswirkprognose	Beweissicherung der Ist-Situation, Abschätzung möglicher Wirkungen

Tabelle 1: Untersuchungsmethoden

Mit Hilfe der Ergebnisse der mit den oben dargelegten Methoden durchgeführten Untersuchungen wurde eine Sensibilitätsanalyse für die einzelnen Teilbereiche des Projektareals vorgenommen, die in der Folge zur Bewertung der Auswirkungen des Projektes herangezogen wurde.

Auf Basis der Dokumentation des geologisch-hydrogeologischen Ist-Zustandes wurde ein Inventar potentiell sensibler Objekte bzw. Aspekte für das Projektgebiet erstellt. Diesen wurde jeweils ein Grad der Sensibilität, klassifiziert in die Stufen „Keine bis geringe Sensibilität“ – „Mittlere Sensibilität“ – „Hohe Sensibilität“, zugewiesen. In jeder dieser Stufen wurde für die jeweiligen Objekte/Aspekte der Grad der Sensibilität konkret definiert. Dabei wurde die jeweilige Sensibilität unabhängig von der Intensität der Auswirkungen durch das geplante Projekt bewertet. So wurde beispielsweise die Wasserversorgung Jochenstein per se als hochsensibles Objekt eingestuft.

Für diese Objekte bzw. Aspekte wurden die Auswirkungen des Projektes unter Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung analysiert und die Erheblichkeit der jeweiligen Eingriffe bewertet. So wurden z.B. die Auswirkungen des Projektes für die an sich hochsensible Wasserversorgung Jochenstein als vernachlässigbar eingestuft, da einerseits die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse in Verbindung mit der Entfernung zur geplanten Baumaßnahme eine Beeinträchtigung der Wasserversorgung nicht erwarten lassen, andererseits durch den Maßnahmenkatalog zur Vermeidung von Auswirkungen eine zusätzliche Sicherheit der Wasserversorgungsanlage geschaffen wird.

6 Bestandssituation

Im Folgenden werden die Ergebnisse der geologischen und hydrogeologischen Erkundungen zusammengefasst und dargestellt. Diese umfassen das Abteufen von Vertikal- und Schrägbohrungen in Verbindung mit diversen geophysikalischen und hydraulischen Untersuchungen, eine hydrogeologische Beweissicherung an bestehenden Quellen im Bereich der Donauleite sowie an Quellen und Brunnen im Speicherseebereich, ein Grundwassermonitoring im quartären Grundwasserleiter des Donautals sowie ein Grundwassermonitoring im Bereich des künftigen Speichersees.

6.1 Geologie

Die nachfolgende Beschreibung der geologischen Einheiten im Untersuchungsgebiet basiert auf einer vorläufigen geologischen Karte von Bayern M 1 : 25.000, Blatt 7448 Untergriesbach des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (vgl. Anlage 2) sowie auf den Ergebnissen der geologischen Detailkartierungen (INTERGEO, 2011d, Anlage 10). Die darin dargestellten geologischen Einheiten konnten mit Hilfe der im Rahmen des Projekts abgeteuten Erkundungsbohrungen (INTERGEO, 2011a, b, c) in der Regel verifiziert werden.

Es wurden im Rahmen von zwei Bohrkampagnen insgesamt 44 Erkundungsbohrungen mit Tiefen von 25 bis 550 m abgeteuft (vgl. Lagepläne in Anlage 1 und Bohrprofile in Anlage 5). Davon entfallen auf den Bereich des Speichersees 17 Vertikalbohrungen mit Endteufen von 30 bis 100 m u. GOK, auf den Bereich der geplanten Kraftstation bzw. des Ein-/Auslaufbauwerks an der Donau 15 Vertikalbohrungen mit Endteufen von 25 bis 80 m u. GOK. Zusätzlich wurden bzw. werden drei Schrägbohrungen mit Bohrwinkeln von 35° - 49° und Längen von 120 bis 180 m unter dem Schleusenvorhafen durchgeführt.

Entlang des geplanten Triebwasserweges wurden insgesamt vier subhorizontale bzw. schräge Erkundungsbohrungen mit Bohrlängen von 300 bis 550 m abgeteuft.

Im Rahmen der ursprünglichen Planung, nach der das Ein-/Auslaufbauwerk des Triebwasserweges am Unterwasser der Stauhaltung Jochenstein installiert werden sollte, wurden entlang des seinerzeit geplanten Triebwasserweges zudem zwei Schrägbohrungen mit Bohrlängen von 453 und 500 m niedergebracht. Im Umfeld der ursprünglich geplanten Kraftstation wurden zwei vertikale Erkundungsbohrungen an der Donau etwa 200 m südöstlich der Werkssiedlung Jochenstein und zwei vertikale Pegelbohrungen etwa 120 und 180 m östlich der Trinkwasserbrunnen der Ortschaft Jochenstein jeweils mit Endteufen zwischen 50 und 60 m u. GOK errichtet.

Dieses umfangreiche Untersuchungsprogramm gibt detaillierte Aufschlüsse über die Untergrundverhältnisse an den jeweiligen Kraftwerksteilen. Die an den Bohrlöchern durchgeführten geotechnischen und hydraulischen Versuche liefern wertvolle Daten zur Gebirgsfestigkeit und -durchlässigkeit.

Die geologisch-tektonischen Gegebenheiten im Speicherseebereich und im Talboden beim Kraftwerk Jochenstein unterscheiden sich zu einem gewissen Grad. Aus diesem Grund werden die folgenden Beschreibungen der Ergebnisse der Bestandsuntersuchungen getrennt nach Speicherseebereich und Talboden dargelegt.

Beiden Teilbereichen ist allerdings der generelle lithologische Aufbau des Festgesteins gemein. Dieser besteht sowohl aus magmatischen Gesteinen (Granit) als auch aus hochmetamorphen Gesteinen (Gneise u. ä.). Im Bereich der Donauleiten sind zudem Gesteine der sogenannten „Bunten Serie“ in die Gneise und Granite eingeschaltet. Diese ist aus einer Wechsellagerung von meist tektonisch überprägten Gneisen, Silikatmarmor, Kalksilikaten, Amphiboliten, und Serpentinitten aufgebaut und weist deut-



lich geringere Gebirgsfestigkeiten als die mylonitischen Gneise, Diatexite und Granite auf.

Aufgrund des hohen Aufschmelzungsgrades einzelner metamorpher geologischer Einheiten bewegen sich diese bereits im Übergangsbereich zwischen metamorphem und magmatischem Gestein (homogenisierte Diatexite). Sowohl Magmatite als auch Metamorphite wurden im Bereich der Donauleiten bzw. des Donautals bei hohen Temperaturen stark mylonitisch überprägt. Dies liegt darin begründet, dass im Donautal ein Ausläufer der Pfahlstörung verläuft. Diese Störung wurde im späten Paläozoikum angelegt und war über längere Zeiträume aktiv, was verschiedene Stadien der Deformation (Mylonitisierung, Katakklase, bruchhafte Deformation mit Kluftmineralisierungen und Harnischen, Verfaltungen) belegen. Im Zuge der Intrusion hydrothermalen Lösungen, die zur Bildung der Pfahlquarze führten, wurde auch das Gestein im Untersuchungsgebiet teilweise mit Quarz imprägniert.

6.1.1 Speicherseebereich

Im Bereich des geplanten Speichersees stehen verschiedene magmatische und metamorphe Gesteine unter einer Überdeckung aus Zersatz und Hanglehm an. Ein schematischer Aufbau des Untergrundes in diesem Bereich ist in Anlage 8 als repräsentatives Normalprofil dargestellt.

In den meisten Erkundungsbohrungen des Speicherseebereiches wurde als oberste Schicht eine Lage aus Fließerde bzw. Hanglehm erbohrt, die Mächtigkeiten von bis zu 3 m erreichen kann. Im Bereich topographischer Rücken, bzw. im Oberhangbereich, kann die Mächtigkeit dieser Deckschicht bis auf wenige Dezimeter zurückgehen bzw. komplett fehlen.

Unterhalb der Fließerden bzw. Hanglehme beginnt der Übergangsbereich zum Kristallinersatz. Diese Schicht ist in der Regel nicht scharf begrenzt, sondern geht von stark verwittertem, entfestigtem, grusigem Material über bis hin zum verwitterten Festgestein. Die Mächtigkeit der Zersatzschicht kann im Einzelfall stark schwanken. So wurden bei den bisher abgeteuften Bohrungen Zersatzmächtigkeiten von 1 m bis fast 20 m erbohrt. Die starken Mächtigkeitsschwankungen liegen zum einen in der unterschiedlichen Verwitterungsfähigkeit der einzelnen Gesteinsarten und im Vorhandensein von Kluft- und Störungszonen im Untergrund begründet, zum anderen in gravitativen Umlagerungsprozessen, die Zersatzmaterial hangabwärts transportieren.

Die Zersatzzone geht in ihrem unteren Bereich allmählich in eine Zone mit stark geklüftetem Festgestein über. In diesem Bereich entstehen hohe Kluftdichten zum Teil durch Druckentlastungseffekte, die von der Abtragung auflagernden Materials durch Erosionsprozesse stammen. Nach unten geht diese Zone der Kleinzerklüftung allmählich in unverwitterten und kompakteren Fels über. Tendenziell nehmen die Kluftdichten mit zunehmender Tiefe ab. Dennoch sind auch in größeren Tiefen immer wieder Bereiche mit höheren Kluftdichten zu verzeichnen. Diese sind das Resultat bruchhaft deformierter Störungen. Die Abnahme der Klufthäufigkeiten mit zunehmender Tiefe ist vor allem in den tieferen Vertikalbohrungen erkennbar. In den Pegelbohrungen des Speicherseebereiches, die in der Regel nur bis 30 m abgeteuft wurden, ist diese Tendenz nur vereinzelt erkennbar.

Im Bezug auf Kluftorientierungen zeigen die im Rahmen der Bohrlochscans eingemessenen Trennflächen, dass in den abgeteuften Erkundungsbohrungen verschiedene Kluftscharen angetroffen wurden. Hierbei fällt zunächst auf, dass die dominante Kluftschar zumeist horizontal bis schwach einfallend gelagert ist. Dieser Umstand liegt zum Teil in der Orientierung einer Vertikalbohrung begründet.

Demnach sind horizontale Klüfte in einer vertikalen Bohrung überrepräsentiert. Ein weiterer Grund für die verhältnismäßig starke Präsenz flach einfallender Klüfte ist



auch der Umstand, dass das metamorphe Gefüge in diesem Bereich flach in nördliche bis östliche Richtungen einfällt. Dieses Gefüge verursacht in der Regel eine Vorzugsrichtung, in welcher sich Trennflächen ausbilden.

Weitere Kluftscharen verlaufen mehr oder weniger parallel zur Donau mittelsteil bis steil einfallend in west-nordwestlich, ost-südöstlicher bis nordwest-südöstlicher Richtung.

Untergeordnete Kluftsysteme verlaufen in der Regel Nord-Süd bis Nordost-Südwest. Auch diese beeinflussen bisweilen die Oberflächenmorphologie, wie es in diesem Fall der Verlauf des Dandlbachs im Bereich der Donauleite anzeigt.

6.1.2 Talboden

Im Gegensatz zum Speichersee wurde im Bereich des Talbodens in der Umgebung des Kraftwerkes Jochenstein die Zersatzdecke von der vorbeifließenden Donau weitgehend ausgeräumt. An ihrer Stelle wurden bis zu ca. 16 m mächtige Ablagerungen von Flusssedimenten deponiert.

Diese bestehen in ihrem oberen Bereich (in der Regel bis zu 4 m unter Gelände) aus feinsandigen und schluffigen, bisweilen auch tonigen Hochflutablagerungen bzw. eiszeitlichen äolischen Ablagerungen. Unter dieser Überdeckung stehen dann bis zu 12 m mächtige sandige Kiese bzw. kiesige Sande an. Im Bereich der Stauhaltung Jochenstein wurde ein Teil dieser Ablagerungen im Zuge der Baumaßnahmen der Schleuse Jochenstein abgetragen und durch sandig-schluffiges Auffüllmaterial ersetzt. Die Donauschotter stehen dort allerdings nach wie vor mit Mächtigkeiten von bis zu 8 m an. An der Unterkante der kiesigen Ablagerungen beginnt in der Regel abrupt das Festgestein. Bisweilen ist im Übergangsbereich eine stark klüftige Festgesteinsschicht von 0,5 – 1,0 m zu verzeichnen. Aus hydraulischer Sicht ist diese noch zum Grundwasserleiter der Donauschotter zu rechnen. Diese Zone ist in der Regel stark zerrüttet und Kluftvorzugsrichtungen sind nicht erkennbar.

Das darunter liegende Festgestein ist in der Regel stark mylonitisiert und mit hydrothermalen Lösungen imprägniert. Klüfte sind vielfach mit mehreren Millimeter starken Mineralbelägen aus Quarz, Kalzit, Chlorit und Epidot belegt. Im ungestörten Gesteinsverband kann davon ausgegangen werden, dass diese Klüfte hydrothermal verheilt, also verschlossen und kaum durchgängig sind. Dennoch wurden in den Bohrlochscans vereinzelt offene Klüfte aufgezeichnet. Genauerer Aufschluss zur Durchgängigkeit der angefahrenen Klüfte geben die an den Erkundungsbohrungen durchgeführten hydraulischen Versuche.

Die ermittelten Werte ergaben für das Festgestein im Talboden Gebirgsdurchlässigkeiten von 10^{-6} bis 10^{-11} m/s, wobei der Großteil der Werte zwischen 10^{-7} und 10^{-9} m/s liegt.

Häufigkeitsverteilungsanalysen der Kluftdichten zeigen eine schwache tendenzielle Abnahme der Kluftdichten mit zunehmender Tiefe unter GOK. Es wurden auch in größeren Tiefen immer wieder stärker geklüftete Bereiche angefahren. Die Kluftdichteverteilung der Bohrung EB26, die im Bereich der geplanten Kraftstation abgeteuft wurde, zeigt, dass unterhalb einer Tiefe von etwa 67 m unter GOK eine starke Abnahme der Kluftdichten zu verzeichnen ist.

Bezüglich der Kluftrichtungen zeigen die Untersuchungen an Bohrungen im Talboden eindeutige Vorzugsrichtungen als im Speicherseebereich. Vor allem westnordwest-ostsüdost streichende, mittelsteil bis steil einfallende Klüfte dominieren die Verteilung. Diese Richtung verläuft sowohl parallel zur Donau als auch zur Pfahlstörung, in deren südlicher Parallelstörung sich die Donau im Laufe ihrer Geschichte eingetieft hat. Nord-südlich bis nordost-südwestlich verlaufende Kluftscharen spielen nur eine



sehr untergeordnete Rolle. Ebenso sind horizontale bis flach einfallende Klüfte nur sehr schwach vertreten. Dies liegt zum einen darin begründet, dass die oberflächen-nahe Zone der Kleinzerklüftung, in der Druckentlastungseffekte zum Tragen kommen, weitgehend von der Donau ausgeräumt wurde, zum anderen darin, dass die ursprüngliche metamorphe Schieferung durch die starke mylonitische Zerrüttung des Gesteins größtenteils stark überprägt wurde.

Das in Anlage 9 dargestellte Normalprofil des Schichtaufbaus im Bereich des Talbodens verdeutlicht nochmals den generellen Unterschied zu den geologischen Verhältnissen im Bereich des geplanten Speichersees.

6.2 Hydrogeologie

Nach der hydrogeologischen Raumgliederung von Bayern (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, 2003) liegt das Untersuchungsgebiet im hydrogeologischen Großraum „Südostdeutsches Grundgebirge“ und umfasst den Teil der böhmischen Masse, der in die variszische Orogenese einbezogen wurde. Hier stehen magmatische und unterschiedlich stark metamorphe Einheiten an, die eine Mittelgebirgslandschaft bilden.

Der Teilraum Oberpfälzer-Bayerischer Wald wird als Festgesteins-Kluftgrundwasserleiter mit überwiegend geringer bis äußerst geringer Durchlässigkeit und silikatischem Gesteinschemismus charakterisiert. Grundwasser findet sich vorwiegend in Dehnungsklüften und Störungen, deren Anteil am Gesteinshohlraum zur Tiefe hin abnimmt. Die weitgehend kluftfreie Zone des Kristallins im tieferen Untergrund bildet die Grundwassersohle des Kristallin-Grundwasserstockwerks.

In unterschiedlicher Mächtigkeit sind über den Graniten und Metamorphiten örtlich Verwitterungsdecken ausgebildet, die dann Grundwasser als gekoppelter Poren- und Kluftgrundwasserleiter führen können (Vergrusung des Gesteins). Die Grundwasservorkommen im Zersatz sind in der Regel ungespannt. [Abbildung 3](#) stellt die Grundwassersituation im Grundgebirge schematisch dar.

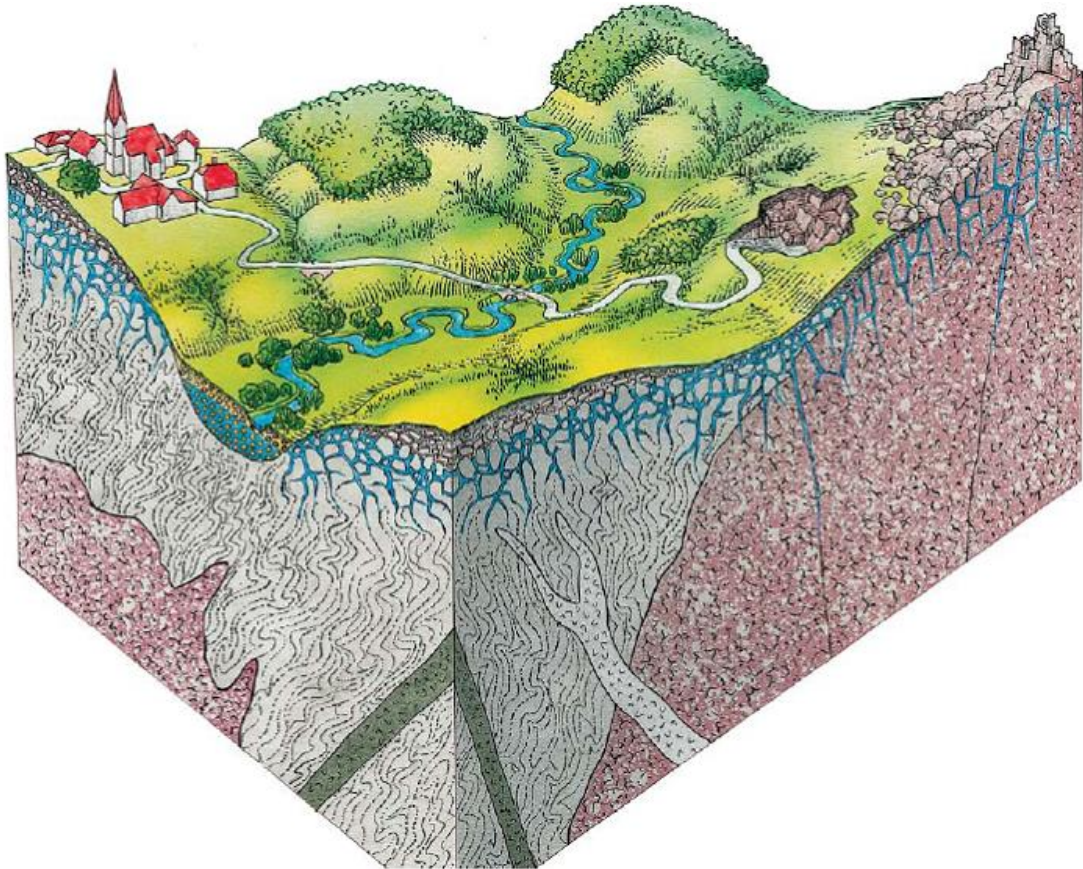


Abbildung 3: Hydrogeologisches Blockbild (Quelle: <http://www.wwa-ts.bayern.de>)

Wegen der in der Regel geringen Ergiebigkeiten unter wechselnden Kluftsituationen ist die Grundwasserführung meist nur von lokaler Bedeutung.

Gemäß BAYERISCHEM GEOLOGISCHEN LANDESAMT (2003) entspricht eine geringe Durchlässigkeit der k_f -Wert-Spanne von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s und eine äußerst geringe Durchlässigkeit einem k_f -Wert von $< 1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Innerhalb der überwiegend äußerst gering durchlässigen kristallinen Gesteine erfolgt die Grundwasserführung hauptsächlich über Klüfte, die erfahrungsgemäß lokal Durchlässigkeiten von bis zu 10^{-3} m/s aufweisen können.

Die Klüfte haben typische Hauptrichtungen, die an die Tektonik des Gebietes gebunden sind und auch im Oberflächenrelief der Region zum Ausdruck kommen. Für das Grundgebirge des Bayerischen Waldes in der Arberregion, das tektonisch in ähnlicher Weise wie das vorliegende Untersuchungsgebiet überprägt wurde, wies ZEITLHÖFLER (2007) nach, dass topographische Lineamente meist subparallel zu einer dominanten Kluftschar verlaufen. Diese Klüfte verlaufen somit mehr oder weniger hangparallel und weisen durch gravitative Aufweitungen („Hangzerreißung“) die höchsten Durchlässigkeiten auf. RAUM (2002) ermittelte durch Fluoreszenztracerversuche im zentralen Bayerischen Wald, dass die höchsten Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers vielfach nicht parallel zur Hangfalllinie, sondern spitzwinklig zum Streichen eines Hangs auftreten.

Die Hauptkluftrichtungen liegen überwiegend donauparallel und streichen somit etwa westnordwest-ostsüdost bis nordwest-südost. Die zweite Hauptkluftrichtung streicht etwa Nord-Süd.

Die Grundwasserfließrichtung im kristallinen Kluftgrundwasserleiter ist auf den Vorfluter Donau nach Süden gerichtet.

In den Deckschichtenaquiferen im Kristallinersatz und den quartären Ablagerungen ist die Grundwasserfließrichtung in der Regel auf die lokalen Bäche und Gräben als Vorfluter gerichtet. Mitunter von der topographischen Fallrichtung abweichende Fließrichtungen erfolgen innerhalb von Inhomogenitäten im Kristallinersatz, die an vergrusste ehemalige Kluftstrukturen gebunden sind.

Im Talbodenbereich der Donau liegt ein Porengrundwasserleiter vor, der durch die zwei Trinkwasserbrunnen GJ4 und GJ5 der Wasserversorgung Jochenstein erschlossen wird.

Analog zu den unterschiedlichen geologischen Verhältnissen im Speicherseebereich und im Talboden des Kraftwerks Jochenstein herrschen somit auch unterschiedliche hydrogeologische Verhältnisse in den beiden Teilbereichen vor. Im Folgenden werden die hydrogeologischen Besonderheiten der einzelnen Teilgebiete gesondert dargestellt.

Für das gesamte Untersuchungsgebiet wurde der Wasserhaushalt ermittelt. Zur Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate nach der Wasserhaushaltsgleichung wurden vom Deutschen Wetterdienst Daten für Niederschlag und Verdunstung für den 30-jährigen Auswertungszeitraum von 1976 bis 2005 zur Verfügung gestellt.

Für die Station Untergriesbach – Glotzing, die von der Lage und den örtlichen Verhältnissen in etwa dem Speicherseebereich entspricht, wurde ein Jahresniederschlag von 1122,3 mm ermittelt. Die Verdunstung wurde anhand der Klimastationen Oberhaus und Fürstenzell mit 634,6 mm ermittelt.

Hieraus errechnet sich ein Gesamtabfluss in Höhe von 487,7 mm/Jahr, gerundet 490 mm/Jahr.

Für die Planung des Energiespeichers Riedl wurden vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf hydrologische Daten für den Dandlbach mitgeteilt. Aus dem mittleren Abfluss für beide Standorte lässt sich eine Abflussspende von durchschnittlich 19 l/s x km² errechnen. Dies entspricht einem Abfluss von rund 600 mm/Jahr. Im Schreiben vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf wird die Genauigkeit mit $\pm 25 \%$ angegeben.

Zur Ermittlung der Grundwasserneubildung wird der Informationsbericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft Heft 5/1996 mit dem Titel „Die Grundwasserneubildung in Bayern berechnet aus den Niedrigwasserabflüssen der oberirdischen Gewässer“ herangezogen.

Der nächstgelegene Pegel ist die Messstelle Rannasäge Nr. 1916800 an der Ranna, welche sich nur etwa 5 km nördlich des Untersuchungsgebietes befindet. Für die Jahresreihe 1987 bis 1995 wird der mittlere, aus dem Grundwasser stammende Abfluss MQ_G mit 322 mm/Jahr angegeben. Die spezifische Grundwasserneubildung MQ_G/MQ gibt an, welchen Anteil der Grundwasserabfluss am Gesamtabfluss hat. Dieser wird vorliegend mit 46 % angegeben. In einer ersten Annäherung beträgt im Untersuchungsgebiet damit die Grundwasserneubildung 46 % des Abflusses in Höhe von 490 mm/Jahr, also 225 mm/Jahr.

In der oben genannten Publikation wurde für das Quartär des Donautals keine Grundwasserneubildung aus Niedrigwasserabflüssen berechnet. Stattdessen wird zur Abschätzung der Grundwasserneubildung im Talboden bei Jochenstein ein Literaturwert aus den Erläuterungen zur hydrogeologischen Karte 1 : 100.000, Planungsregion 12 Donau-Wald, herangezogen. Gemäß dieser Veröffentlichung liegt der Medianwert der Grundwasserneubildung im Quartär des Donautals bei 180 mm/Jahr. Die Spanne zwischen 10 %- und 90 % Quantil erstreckt sich von 110 bis 265 mm/Jahr.



6.2.1 Speicherseebereich

Im Bereich des geplanten Speichersees ist aus den bisher gewonnenen Daten kein Stockwerksbau einzelner Grundwasserleiter erkennbar. Vielmehr steht das Grundwasser zumeist im Bereich der Zersatzzone bzw. der darunter liegenden Zone der Kleinzerklüftung an. Da bei den Erkundungsbohrungen in diesem Bereich während der Bohrarbeiten in der Regel keine signifikanten Wasserstandsänderungen aufgetreten sind, ist davon auszugehen, dass zumindest im oberflächennahen Bereich bis etwa 50 m unter Gelände wasserführende Klüfte des Festgesteins mit dem in der Zersatzzone stehenden Grundwasser hydraulisch kommunizieren.

Zwei mit Hilfe von Datenloggermessungen durchgeführte Stichtagsmessungen (siehe Grundwassergleichenpläne in Anlage 6) im Juni und August 2011 zeigen keine auffälligen Unterschiede im Verlauf der Grundwassergleichen sowie in den Standrohrspiegelhöhen der einzelnen Messstellen. Die Wasserspiegelschwankungen betrugen in den meisten Messstellen zwischen den zwei Stichtagsmessungen lediglich wenige Zentimeter bis Dezimeter, allein in der Messstelle D 2 wurde ein Wasserspiegelunterschied von etwa 2 m verzeichnet.

Der Verlauf der Grundwassergleichen in Anlage 6 deutet im Bereich des Riedler Beckens einen allgemeinen Grundwasserfluss hin zum Dandlbach an. Dieser fungiert somit erwartungsgemäß als Vorfluter.

Aufgrund der allgemein sehr steilen Gradienten der Grundwasseroberfläche (beispielsweise beträgt das Grundwassergefälle zwischen Messstelle W 1 und PB 9 an die 9 %) ist anzuzweifeln, ob es sich in diesem Teilbereich um einen zusammenhängenden Grundwasserkörper handelt. Sehr steile Gradienten in der Grundwasseroberfläche bedingen in der Regel entweder hohe Volumenströme oder sehr kleine Durchlässigkeitsbeiwerte. Beides ist in diesem Fall nicht zu erwarten. Aus diesem Grund ist auch die Erstellung eines Grundwassermodells wenig zweckmäßig.

Aufgrund der topographischen Lage des Speichersees sowie der oben angeführten Grundwasserneubildung ist mit großen Volumenströmen, wie sie beispielsweise im Grundwasserbegleitstrom zu größeren Flüssen existieren, nicht zu rechnen. Auch ist im Bereich der Grundwasseroberfläche nicht mit extrem geringen Durchlässigkeitsbeiwerten zu rechnen, die entsprechend steile Gradienten des Grundwasserflusses verursachen könnten. Hydraulische Versuche an einzelnen Bohrlöchern ergaben für den Tiefenbereich der angebohrten Grundwasserspiegel, also dem Übergangsbereich Locker-Festgestein Durchlässigkeitsbeiwerte von 10^{-5} m/s bis 10^{-7} m/s.

Das oberflächliche Einzugsgebiet der Riedler Mulde wurde mit etwa 0,67 km² planimetriert (vgl. Abbildung 4 im Kapitel 7.2.1). Wird, wie in Kapitel 6.2 dargelegt, eine durchschnittliche Grundwasserneubildung von 19 l/s x km² angesetzt, so ergibt sich daraus eine für das Einzugsgebiet des Speichersees spezifische Grundwasserneubildung von 12,7 l/s. Der größte Teil davon wird als oberflächenahes Grundwasser über die quartären Deckschichten und den Kristallinzersatz bzw. den oberflächennah kleinzerklüfteten und verwitterten Fels zum Vorfluter Aubach abgeführt. Für diese Betrachtungen werden randliche Zuströme aus benachbarten Einzugsgebieten (z. B. über weitreichende Kluftzonen) nicht berücksichtigt, da hierfür keinerlei Datengrundlage besteht bzw. diese als sehr gering eingeschätzt werden.

Die Größenordnung der Grundwasserneubildung für den tieferen kristallinen Kluftgrundwasserleiter aus diesem Einzugsgebiet kann nicht genau quantifiziert werden. Da das kompakte Kristallin allerdings weitgehend undurchlässig ist und die Infiltration von neu gebildetem Grundwasser vor allem linienhaft über Kluftzonen und Störungen erfolgt, ist davon auszugehen, dass nur ein sehr kleiner Teil der ermittelten 12,7 l/s aus dem Einzugsgebiet dem tieferen Kluftgrundwasserleiter zufließt.



Aus den Daten der hydrogeologischen Beweissicherung kann für das Einzugsgebiet überschlägig eine Grundwasserneubildung im kristallinen Kluftgrundwasserleiter von maximal 1,1 l/s abgeschätzt werden, wie nachfolgend erläutert wird.

Hierzu wurde eine mittlere Abflussdifferenz der Oberflächenwassermessstellen Aubach-Gottsdorf und Aubach-Oberbecken von 7,9 l/s ermittelt. Der Bachabschnitt zwischen diesen beiden Messstellen entwässert eine ca. 0,58 km² große Teilfläche des Gesamteinzugsgebietes der Riedler Mulde. In diesem Teileinzugsgebiet findet somit eine Grundwasserneubildung von ca. 11 l/s statt. Dort liegen zudem mehrere privat genutzte Quellen, die zusammen im Mittel eine Schüttung von ca. 2,0 l/s aufweisen. Der kombinierte Abfluss von Vorfluter und Quellen ergibt somit für das Teileinzugsgebiet der Bachstrecke zwischen den Messpunkten Aubach-Gottsdorf und Aubach-Oberbecken einen Volumenstrom von knapp 10 l/s und somit ein Bilanzdefizit von 1 l/s, das der Grundwasserneubildung im kristallinen Kluftgrundwasserleiter zugeordnet wird.

Extrapoliert man diese Werte auf die Größe des gesamten Einzugsgebietes (0,67 km²), so beträgt der Abfluss über die Vorflut ca. 11,6 l/s und die Exfiltration in den kristallinen Grundwasserleiter ca. 1,1 l/s bzw. 52 mm/a. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die vom Wasserwirtschaftsamt Deggendorf übermittelten Daten zur Grundwasserneubildung eine Genauigkeit von $\pm 25\%$ besitzen und dieser Schwankungsbereich knapp das Dreifache der ermittelten Grundwasserneubildung im kristallinen Kluftgrundwasserleiter beträgt.

Für den Tiefenbereich bis 100 m unter GOK wurden an ausgewählten Vertikalbohrungen diverse hydraulische Tests durchgeführt. Die dabei ermittelten Gebirgsdurchlässigkeiten schwanken stark in Abhängigkeit vom Zerklüftungsgrad des getesteten Gesteins. Aus insgesamt 15 Packertests wurden für die Bohrungen im Bereich des Speichersees Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von 10^{-5} bis 10^{-10} m/s ermittelt. Die Gegenüberstellung dieser Werte mit den Kluftdichten zeigt einen deutlichen Zusammenhang zwischen Zerklüftungsgrad und Durchlässigkeit des Gesteins. Für den untersuchten Teufenbereich ist eine Abnahme der Durchlässigkeitsbeiwerte mit zunehmender Tiefe nicht erkennbar. Die Durchlässigkeit ist lediglich an das Vorhandensein klüftiger Bereiche gebunden.

Zur Bestimmung der Durchlässigkeiten des tieferen Untergrunds im Bereich des Speichersees kann die Schrägbohrung SB 1 herangezogen werden. Diese wurde mit einem Winkel von 60° über eine Strecke von 500 m in Richtung Donautal abgeteuft. Somit wurde eine vertikale Tiefe unter dem Ansatzpunkt von etwa 430 m erreicht. Der Wertebereich der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte zeigt hier klar, dass in Tiefen unterhalb etwa 100 m unter GOK mit stark verringerten Durchlässigkeiten zu rechnen ist.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte liegen im Tiefenbereich zwischen 100 m und etwa 430 m unter Gelände im Bereich von 10^{-8} – 10^{-11} m/s. Obwohl eine Tendenz zu geringen k_f -Werten mit zunehmender Tiefe erkennbar ist, wurden immer wieder durchlässigere Bereiche durchörtert. Wie auch bei den Vertikalbohrungen konnten aufgrund der Verwendung von Spülwasser keine Bergwasserzutritte während des Bohrvorgangs beobachtet werden. Somit wurde die Bergwasserführung aus den Wasserständen nach Abschluss der Bohrarbeiten (Ruhewasserspiegel) ermittelt. Zudem wurde die Bohrung EB 22 als Grundwassermessstelle im Festgestein ausgebaut.

Während bei den Vertikalbohrungen der Bohrwasserspiegel zwischen dem Anbohren von Grundwasser und dem Abschluss der Bohrarbeiten nur wenig schwankte, stieg das bei Bohrmeter 47,6 angetroffenen Grundwasser in der Bohrung SB 1 (dies entspricht ungefähr einer vertikalen Tiefe von 41 m unter GOK) bis auf etwa 11,50 m unter GOK bei Beendigung der Bohrarbeiten an. Dies ist mit dem Anbohren einer lokal mit gespanntem Grundwasser erfüllten Kluft zu erklären.



Die im Bereich des aktuell geplanten Triebwasserweges abgeteufte Schrägbohrungen trafen nur zum Teil Bergwasser an. Flowmeterbefahrungen in den Bohrungen SB 21 und SB 23 zeigten keine nennenswerten Wasserzutritte in größerer Tiefe. In Bohrung SB 21 wurde der Hauptwasserzutritt bei ca. 58 m u. GOK ermittelt, darunter war kein Grundwasserfluss messbar. Hydraulische Versuche an dieser Bohrung ergaben für den Tiefenbereich zwischen 65 und 422 m u. GOK Durchlässigkeitsbeiwerte von 10^{-8} – 10^{-11} m/s.

In Bohrung SB 23 konnten bei einem Ruhewasserspiegel von etwa 25,5 m u. GOK unterhalb der Sperrverrohrung bei 90 m u. GOK keine Wasserzutritte gemessen werden. In Bohrung SB 22 wurde bis mindestens 490 m unter Ansatzpunkt gebräches Gebirge mit einer erhöhten Durchlässigkeit erbohrt. Der Bergwasserandrang lag in Bohrung SB 22 aktuell zwischen 0,3 und 11,25 l/s, der Bergwasserdruck auf Höhe des Ansatzpunktes bei maximal 0,8 bar. In Bohrung SB 24, die vom Talboden aus über eine Strecke von 400 m in die Donauleiten abgeteufte wurde, war über die gesamte Länge kein Bergwasser anzutreffen.

Die Ergebnisse aus den Bohrungen SB 21 und SB 24 zeigen, dass das Gebirge entlang des Triebwasserweges über lange Strecken hydraulisch weitgehend dicht ist. Ein potentiell erhöhter Bergwasserandrang ist in der Schrägstollenstrecke zwischen ca. Station 420 und 1050 m möglich. Dort stehen zumeist kataklastisch überprägte Gesteine der „Bunten Serie“ an.

6.2.2 Talboden

Im Talboden am Fuß der Donauleite existiert ein mehrere Meter mächtiger Porengrundwasserleiter, der von der Ortschaft Jochenstein mit zwei Brunnen wasserwirtschaftlich genutzt wird. Dieser obere Grundwasserleiter ist aufgebaut aus einer bis zu 4 m mächtigen Deckschicht aus feinkörnigen Hochflutablagerungen bzw. äolischen Ablagerungen, die das Grundwasservorkommen vor oberflächlichem Eintrag von Schadstoffen schützt.

Unter dieser Schicht stehen im Allgemeinen 8 bis 10 m mächtige sandige Kiese bzw. kiesige Sande an. Ein in diesen Sedimenten durchgeführter Pumpversuch ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert von $7 \cdot 10^{-4}$ m/s. Pumpversuche an den neu errichteten Grundwassermessstellen EB 23, EB 27 und EB 33 lieferten Durchlässigkeitsbeiwerte von $5 \cdot 10^{-4}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die Grundwassersohle bilden die magmatischen und metamorphen Gesteine des Grundgebirges, die in diesem Bereich bei etwa 17 m u. GOK anstehen. Der Schichtaufbau in diesem Bereich kann den Normalprofilen in Anlage 9 bzw. den Bohrberichten zu den im Nahbereich der Brunnen abgeteufte Pegelbohrungen JPB 1 und JPB 2 (INTERGEO, 2011b) sowie den Bohrberichten der Vertikalbohrungen EB21 bis EB36 (IFB EIGENSCHENK, 2013b, Dokument Nr. JES-A001-IFBE-B40099_00) entnommen werden.

Wie aus den Grundwassergleichenplänen in Anlage 6 hervorgeht, verläuft die Grundwasserfließrichtung mit einem Gefälle von etwa 1 ‰ mehr oder weniger parallel zur Donau. Wie der Grundwassergleichenplan vom Stichtag 10.10.2012 zeigt, exfiltriert die Donau bei rasch ansteigendem Pegel kurzzeitig in den Grundwasserleiter. Die Auswertung von Pegelganglinien ergab, dass dieses Fließregime maximal 10 Tage anhält, bevor sich die Grundwasserfließrichtung wieder zur Donau hin umkehrt.

Aufgrund des geringen Grundwassergefälles wurden für diesen Grundwasserleiter überschlägig Abstandsgeschwindigkeiten von 10 bis 25 cm/Tag ermittelt.

Im Bereich zwischen dem Kraftwerk Jochenstein und der Ortschaft Jochenstein verlaufen die Grundwassergleichen sehr homogen und zeigen bei normalen Donauwasserständen einen donauparallelen Grundwasserfluss. In diesem Abschnitt ist die Donau durch eine abgedichtete Ufermauer in Form einer vor Ort auf das Festgestein



betonierten Schwergewichtsmauer vom Grundwasserleiter abgekoppelt. Diese endet in etwa auf Höhe des Westrandes der Werkssiedlung Jochenstein. Östlich davon schwenkt der Grundwasserstrom bei normalen Abflussverhältnissen (vgl. Grundwassergleichenplan vom 22.10.2012) in Richtung Süden und entwässert in den Vorfluter. Schwankungen der Donauwasserstände übertragen sich mit nur minimaler zeitlicher Verzögerung auf die Grundwasserstände in den Messstellen des Talbodens (vgl. Anlage 7).

Unterhalb des quartären Porengrundwasserleiters des Donautals steht ein gering bis äußerst gering durchlässiger Kluftgrundwasserleiter an. Da die Verwitterungszone von der sich eintiefenden Donau weitestgehend ausgeräumt wurde, existiert hier ein scharfer Kontrast zwischen dem oberen hochdurchlässigen und dem unteren sehr gering durchlässigen Grundwasserstockwerk. Es existiert lediglich eine geringmächtige Übergangszone von 0,5 bis 1,0 m Schichtdicke, die aus stark zerrüttetem Festgestein besteht. Diese steht mit dem hangenden Porengrundwasserleiter in hydraulischem Kontakt und weist Durchlässigkeitsbeiwerte auf, die nur unwesentlich geringer als die der darüber liegenden Sande und Kiese sind.

An der im Herbst 2011 abgeteuften Vertikalbohrung EB 26, in der mylonitische Gneise mit vereinzelt Granit- und Quarzgängen erbohrt wurden, wurde zur Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit ein umfangreiches hydraulisches Versuchsprogramm durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte im Vergleich zu den im Speicherseebereich ermittelten (bei ähnlichen Kluftdichten) um etwa 2 bis 3 Größenordnungen niedriger liegen. Auch zeigte sich an dieser Bohrung, dass höhere Kluftdichten nicht unbedingt in jedem Fall zu höheren Durchlässigkeiten führen müssen. So weist beispielsweise der Tiefenbereich zwischen 22,5 und 31 m die höchste Kluftdichte der gesamten Bohrung auf. Gleichzeitig sind hier allerdings auch die geringsten Durchlässigkeitsbeiwerte zu verzeichnen.

Wie bereits im vorhergehenden Kapitel zur Geologie des Talbodens erwähnt, liegt der Grund hierfür höchstwahrscheinlich in der hydrothermalen Verheilung vormals offen stehender Klüfte. Obwohl entlang dieser Flächen bei der Entnahme von Bohrkernen oftmals Brüche verlaufen, sind diese Klüfte im ungestörten Gesteinsverband aufgrund ihrer Mineralisierung nur sehr gering durchlässig.

Die weiteren bisher abgeteuften Vertikalbohrungen im Talbereich zeigten ebenfalls eine relativ homogene Lithologie, die aus hellen flaserigen Graniten bzw. dunklen mylonitisch überprägten Gneisen, vereinzelt mit Quarzgängen durchsetzt, besteht. In diesen Bereichen liegt die Klüftungsneigung der Gesteine vorwiegend in den auf sie wirkenden tektonischen Spannungen begründet. Die im Bohrkern vielfach als offene Klüfte angetroffenen Trennflächen sind im ungestörten Gesteinsverband meist mit Kluftletten oder Mineralisierungen abgedichtet bzw. verheilt.

Dies ist durch die Präsenz von Mineralbelägen (vielfach Kalzit und Quarz, oft auch Epidot/Chlorit, vereinzelt auch Graphit) auf Trennflächen, Kalzitadern im kompakten Bohrkern, und letztendlich auch durch die hydraulischen Versuche, die sogar in augenscheinlich gestörten Bereichen meist Durchlässigkeitsbeiwerte von $< 10^{-7}$ m/s ergaben, begründet.

Dagegen wurden in der Schrägbohrung SB 2, die etwa 1,2 km östlich des geplanten Triebwasserweges flach geneigt in die Donauleite abgeteuft wurde, Wechselfolgen lithologisch stark unterschiedlicher Gesteine erbohrt. Diese reichen von Gneisen und Graniten über Amphibolite und Serpentine bis hin zu Kalksilikaten und Silikatmarmoren. Diese verschiedenen Gesteine unterscheiden sich auch in ihrer Reaktion auf tektonische Spannungen und somit in ihrer Klüftungsneigung. Zusätzlich sind in Marmorlagen (ganz selten anzutreffen) Lösungserscheinungen aufgrund von saurem Grundwasser denkbar. Dort kann es vereinzelt zu Verkarstungserscheinungen und damit verbunden zu einem verstärkten Bergwasserandrang kommen. In Bohrung SB



22 wurde über eine Bohrstrecke von ca. 490 m eine ähnliche Wechselfolge mit teilweise kataklastischer Überprägung angetroffen.

In der im November 2011 fertiggestellten Schrägbohrung SB 24, die im Bereich des geplanten Triebwasserwegs bis 400 m mit einer Neigung von 4° in die Donauleite abgeteuft wurde, wurden im Gegensatz zur Bohrung SB 2, bzw. SB 22 durchwegs kompakte hochmetamorphe Gneise, Diatexite und Granite, lokal mit Quarzgängen durchsetzt, erbohrt. Die Klüftung fällt meist weitständig mittelsteil ein und zeigt vielfach mit Epidot bzw. Chlorit (Vergrünungen), z.T. auch kalzitisch und limonitisch bestegte Trennflächen. Verzeinzelt sind zerrüttete Scherzonen mit Breiten von in der Regel weniger als einem Meter zu beobachten. Über die gesamte Bohrlänge der Bohrung SB 24 wurde kein Bergwasser angetroffen.

6.3 Hydrogeologische Beweissicherung

Zur Beweissicherung des hydrogeologischen Ist-Zustands wurde ein umfangreiches Überwachungs- und Messprogramm zusammengestellt. So werden im Bereich der Donauleiten insgesamt 43 Hangquellen auf ihre Schüttung hin untersucht und hydrochemisch beprobt. In gleicher Weise werden die Oberflächengewässer Dandlbach, Aubach, Rambach, Küstenfeldgraben und Brunnäckergraben in regelmäßigen Abständen überwacht. Eine tabellarische Zusammenstellung der Messpunkte befindet sich in Anlage 3.

Sowohl im Talboden als auch im Bereich des geplanten Speichersees befinden sich mehrere wasserwirtschaftlich relevante Wasserfassungen. Diese umfassen zum einen die öffentliche Wasserversorgung Gottsdorf (4 Quellen) und die Wasserversorgung Jochenstein (2 Brunnen im Talboden), sowie insgesamt 29 privat genutzte Brunnen bzw. Quellen im Bereich Riedl und Gottsdorf. Insgesamt wird die Beweissicherung an 84 Objekten durchgeführt.

Die im Folgenden dargelegten Beschreibungen von Quellschüttungen und hydrochemischen Parametern sind in Anlage 4 grafisch und tabellarisch dargestellt und zusammengefasst. Die Schüttungen der Hangquellen im Bereich der Donauleiten zeigen sowohl einen jahreszeitlichen Gang als auch eine hohe Variabilität bei den Schüttungen. So war vor allem in den Wintermonaten 2010/11 ein starker Anstieg der Quellschüttungen bis auf 0,5 l/s in Einzelfällen zu verzeichnen. Ein zweiter stärkerer Anstieg zeichnete sich nach den starken Niederschlagsereignissen in der zweiten Augushälfte des Jahres 2011 ab. Im dazwischenliegenden Zeitraum gingen bei allen Quellen die Schüttungen stark zurück. Dies ist auf das relativ trockene Frühjahr 2011 zurückzuführen. Bei einigen Quellen wurde zu keinem Probenahmezeitpunkt ein messbarer Wasseraustritt ermittelt. Diese „Quellen“ treten allenfalls als lokale temporäre Vernässungsbereiche in Erscheinung.

Die starke Variabilität der Quellschüttungen sowie deren hohe Korrelation mit Niederschlags- bzw. Schneeschmelzeereignissen lässt schließen, dass die Hangquellen im Bereich der Donauleiten oberflächennah abfließendes Grundwasser (Interflow) zutage fördern. Somit ist davon auszugehen, dass sich die Quellen vor allem aus Hangschutt und umgelagertem Verwitterungsmaterial speisen und nicht an einen tieferen Kluftgrundwasserleiter im Festgestein angebunden sind.

In gleicher Weise lassen sich auch die Ergebnisse der hydrochemischen und physikalischen Parameter der Hangquellen interpretieren. Die gemessenen Wassertemperaturen zeigen einen ausgeprägten Jahresgang. So wurden die tiefsten Temperaturen von Dezember bis Februar 2010 bzw. 2011 gemessen. Mit der Lufterwärmung im Frühjahr steigt auch die Wassertemperatur an. So wurden im Juli 2011 Werte von bis zu 19,5° C gemessen. Mit Beginn des Herbstes 2011 fielen dann die Temperaturen allgemein wieder ab.



Der Jahresgang des Sauerstoffgehalts in den beprobten Wässern der Hangquellen korreliert im Allgemeinen mit den Schüttungen und Wassertemperaturen. Somit besteht auch hier ein zeitlicher Zusammenhang mit Niederschlagsereignissen, die relativ stark sauerstoffgesättigtes Wasser in den Untergrund einbringen. Die generell hohen Sauerstoffgehalte von in der Regel 8 mg/l bis über 12 mg/l bestätigen ebenfalls die oberflächennahe Provenienz des Quellwassers.

Die gemessenen pH-Werte in den Wässern der Hangquellen bewegen sich weitgehend im neutralen Bereich. Auch sie unterliegen einem jahreszeitlichen Gang, der in seinem Verlauf an die bereits erwähnten Parameter erinnert. Die gemessenen elektrischen Leitfähigkeiten in den Wässern der Hangquellen zeichnen sich durch eine hohe Variabilität aus, ein jahreszeitlicher Gang ist in den meisten Fällen nicht offensichtlich. Die extrem schwankenden Messwerte deuten auf punktuelle Einträge von Substanzen in das Quellwasser hin. Diese sind potentiell anthropogener Herkunft (Straßensalzung, Düngung, etc.). Auch dieser Umstand bestätigt, dass das zutage geförderte Quellwasser nicht aus einem tieferen Kluftgrundwasserleiter stammt.

Die überwachten Oberflächengewässer zeigen bezüglich ihres Abflusses eine starke Abhängigkeit vom jahreszeitlichen Gang (Trockenperioden, Schneeschmelze) sowie von starken Niederschlagsereignissen. Die hydrochemischen Parameter variieren in Abhängigkeit vom Abfluss.

Die Quellen der Wasserversorgung Gottsdorf sind im Wald nordwestlich der Ortschaft gefasst. Die Schüttungen der vier Quellen variieren zwischen 0,4 und 2,3 l/s.

Die überwachten Vor-Ort-Parameter der Quellen weisen für Quellwässer aus dem kristallinen Grundgebirge typische Werte auf. So sind generell niedrige elektrische Leitfähigkeiten zu beobachten, die in der Regel unter 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegen. Im Jahresgang sind diese Werte relativ stabil, was auf fehlende Einträge von mineralischen Substanzen (z. B. durch Straßensalzung oder Düngung) hinweist. Die gemessenen pH-Werte bewegen sich im Allgemeinen im neutralen bis leicht sauren Bereich, was für diese Region ebenfalls typisch ist. Die gemessenen Wassertemperaturen bleiben im Jahresgang verhältnismäßig konstant. Lediglich die Wasserproben der Messstelle WVG 25 zeigen einen gewissen Jahresgang. Bei dieser Messstelle ist allerdings der Probenahmeort mehrere 100 m vom Quellort entfernt, so dass hier eine Wassererwärmung beim Durchfluss der Leitung anzunehmen ist. Die relativ hohen Sauerstoffwerte, die im Bereich zwischen 9 und 11 mg/l liegen, sind typisch für Quellwässer, die sich aus oberflächennahem Grundwasser speisen. Die gemessenen Nitratwerte liegen bei allen Quellen der Wasserversorgung Gottsdorf zwischen 6 und 10 mg/l. Dies deutet daraufhin, dass keine signifikanten anthropogenen Einträge (Landwirtschaft, Straßensalzung) bestehen.

Die sich im Raum Riedl und Gottsdorf in Privatbesitz befindlichen „Brunnen“ werden in der Regel zur Gartenbewässerung genutzt. Oftmals sind diese Brunnen mit Betonringen gefasste, ehemalige Quellen, die oberflächennahes Wasser fassen. Dies zeigt sich im Temperaturverlauf der beprobten Wässer. Es besteht ein deutlicher Jahresgang, bei dem die Temperaturminima in den Wintermonaten und die –maxima in den Sommermonaten zu verzeichnen sind. Die Temperaturverläufe sind in einigen Brunnen extremer als in anderen. Die Gründe hierfür sind zum einen in der Art des Ausbaus des Brunnens (mögliche Erwärmung im Brunnenschacht), des Flurabstands des Grundwassers, aber auch in der Herkunft des Wassers (Grundwasser oder Oberflächenwasser) zu suchen. Der Vergleich der Temperaturamplituden mit denen der Sauerstoffgehalte zeigt, dass Brunnen mit extrem hohen Sommertemperaturen auch extrem niedrige Sauerstoffgehalte in diesen Monaten aufweisen. Dies deutet dort auf eine Stagnation des Wassers in der Brunnenfassung hin.

Die elektrischen Leitfähigkeiten der Privatbrunnen bewegen sich in der Regel zwischen 100 und 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In einigen Brunnen unterliegen sie starken Schwankun-



gen. Diese Brunnen sind in der Regel im Ortsbereich von Gottsdorf verortet, so dass hier anthropogene Einflüsse wohl die Ursache sind.

Die pH-Werte in den Privatbrunnenwässern zeigen Ganglinien, die vergleichbar mit denen der Privat- und Hangquellen sind. Die Maxima und Minima der Verteilung zeigen eine gewisse zeitliche Verzögerung.

Da das hydrogeologische Beweissicherungsprogramm eine große Menge an Messdaten liefert, wurden im Sinne einer besseren Übersichtlichkeit zusätzlich repräsentative Objekte ausgewählt, anhand derer die zeitlichen Verläufe von Ergiebigkeiten und hydrochemischen Parametern verdeutlicht werden können. Für die Auswahl dieser Objekte wurden verschiedene Kriterien berücksichtigt.

Diese beinhalten das Weiterbestehen der Brunnen und Quellen nach Errichtung des Speichersees, eine weitgehend kontinuierliche Messreihe (Quellen, die nur vereinzelt schütten, wurden nicht berücksichtigt) sowie diverse geologische und hydrogeologische Gesichtspunkte. So wurden insgesamt 34 von 84 Brunnen, Quellen und Abflussmessstellen ausgewählt, die über den größten Teil des Messzeitraums Schüttungen $> 0,1$ l/s aufweisen. Diese liegen entweder im oberflächlichen Einzugsgebiet der Riedler Mulde oder im Umfeld geologischer Strukturen, die die Riedler Mulde kreuzen. Bei letzteren handelt es sich um vermutete bzw. bekannte Störungen (z. B. das Lineament, das sich parallel zur Donauleiten vom Riedler Hof zur Ortschaft Riedl zieht) bzw. um die aus den Bohrlochuntersuchungen ermittelten Hauptklufttrichtungen. Zusätzlich zur vorherrschenden WNW-ESE-Richtung ist dies im Untersuchungsgebiet eine \pm N-S gerichtete Kluftschar, sodass zusätzlich repräsentative Hangquellen an der Donauleiten südlich des geplanten Speichersees ausgewählt wurden. Die Lagen betreffenden Objekte wurden im Lageplan in Anlage 1.3.7 und ihre Messwerte gesondert in Anlage 4 dargestellt.

Die beiden Brunnen der Wasserversorgung Jochenstein (GJ 4 und GJ 5) erschließen den oberflächennahen Porengrundwasserleiter der Donauschotter. Die mittlere jährliche Verbrauchsmenge der versorgten Haushalte lag für den Zeitraum 2007 – 2011 bei etwa 10.400 m^3 . Die gemessenen Wassertemperaturen zeigen einen jahreszeitlichen Gang, bei dem die niedrigsten Temperaturen im Januar und die höchsten im Spätsommer zu verzeichnen sind. Die pH-Werte bewegen sich im neutralen bis leicht basischen Bereich. Die gemessenen Sauerstoffgehalte zeigen einen geringen jahreszeitlichen Gang, bei dem mit zunehmender Erwärmung des Grundwassers über die Sommermonate die Sauerstoffgehalte leicht sinken. Die elektrischen Leitfähigkeiten der analysierten Wässer bewegen sich im Bereich zwischen 300 und $500 \text{ }\mu\text{S/cm}$. Die Nitratwerte der analysierten Wässer liegen zwischen 5 und 12 mg/l . Dies deutet auf keine signifikanten Nitratreinträge durch Landwirtschaft hin. Die gemessenen Chlorkidgehalte sind im Winter und Frühjahr im Vergleich zu den Herbstmonaten leicht erhöht. Ein Einfluss der winterlichen Straßensalzung auf das erschlossene Grundwasser ist somit anzunehmen.

6.4 Sensibilitätsanalyse

Auf Grundlage der oben beschriebenen geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsraum wird nachfolgend die Sensibilität der im Zuge der geplanten Baumaßnahme beanspruchten Areale beleuchtet. Die Bewertung erfolgt unter Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen und der dadurch möglicherweise betroffenen Umwelt. Die Intensität der Auswirkungen der geplanten Maßnahmen fließt nicht in die Sensibilitätsanalyse ein. Diese wird in der Auswirkungsanalyse behandelt. Zur Beurteilung der Sensibilität werden drei Bewertungskategorien unterschieden, die durch allgemein formulierte und fachlich nachvollziehbare Kriterien definiert werden.



Keine bis geringe Sensibilität

- Geringe Durchlässigkeiten im Bergwasserkörper: Keine offenen Klüfte
- Kompakter Fels, keine aufgelockerten und zerrütteten Zonen im Bereich des Triebwasserstollens, keine parallel zum Stollenvortrieb einfallenden Schicht- oder Schieferungsflächen
- Mächtige geringdurchlässige Deckschichten über dem Grundwasserkörper im Bereich von im Rahmen der geplanten Maßnahme genutzten Flächen
- Keine Trinkwasserversorgungsanlagen im Einflussbereich der Anlagenteile
- Anlagen berühren keine Wasserschutzgebiete
- Keine hochmineralisierten oder baustoffaggressiven Wässer oder andere geogene Gefahrenstoffe beim Stollenvortrieb zu erwarten
- Keine Hanginstabilitäten im Einflussbereich von Anlagenteilen zu erwarten
- Keine Anlagenteile im Bereich von Altablagerungen oder Abbaugebieten

Mittlere Sensibilität

- Mäßig gute Durchlässigkeiten im Bergwasserkörper, geringe Wasserzutritte
- Geringer Anteil an aufgelockerten oder gestörten Zonen entlang der Stollentrasse
- Gering durchlässige Deckschichten über dem Grundwasserkörper im Bereich von im Rahmen der geplanten Maßnahme genutzten Flächen
- Einzelwasserversorgungen im Einflussbereich der Anlagenteile
- Anlagenteile berühren Wasserschutzgebiete
- Mit dem Auftreten hoch mineralisierter oder betonaggressiver Wässer oder anderer bauerschwerdender geogener Gefahrenstoffe in technisch beherrschbaren Ausmaß ist zu rechnen
- Kleinräumige, technisch beherrschbare Hanginstabilitäten liegen bereits vor bzw. können durch die geplanten Maßnahmen geschaffen werden
- Anlagenteile im Nahbereich von Altablagerungen oder Abbaugebieten

Hohe Sensibilität

- Gute Durchlässigkeiten im Bergwasserkörper mit starker Wasserführung
- aufgelockerte und gestörte Zonen entlang der Stollentrasse
- Fehlen von geringdurchlässigen Deckschichten über dem Grundwasserkörper im Nahbereich der im Rahmen der geplanten Maßnahme genutzten Flächen
- Wichtige kommunale Wasserversorgungen im Einflussbereich der Anlagenteile
- Anlagenteile berühren Wasserschutzgebiete
- Mit dem Auftreten hochmineralisierter oder betonaggressiver Wässer oder anderer geogener Gefahrenstoffe ist auf weiten Teilen der Stollentrasse zu rechnen
- Flächige Hanginstabilitäten sind durch Baumaßnahmen bzw. notwendige Rodungen zu erwarten
- Anlagenteile oder Nutzflächen auf Arealen mit Altablagerungen oder in Abbaugebieten

Keine bis geringe Sensibilität liegt dann vor, wenn für alle Teilbereiche die in obiger Aufstellung als gering eingestuft Kategorien Anwendung finden. Von mittlerer Sensibilität ist zu sprechen, wenn einzelne Bewertungskriterien dieser Kategorie zutreffen. Gleiches gilt für die Einstufung in die Kategorie hohe Sensibilität.



	Kriterium	Sensibilität		
		keine bis gering	mittel	hoch
Speicherbeckenbereich	Gebirgsdurchlässigkeit		x	
	Beschaffenheit Fels		x	
	Deckschichten Grundwasser			x
	Wasserversorgungen öffentlich	x		
	Wasserversorgungen privat (Brauchwasser)			x
	Wasserschutzgebiete	x		
	betonaggressive Wässer, geogene Gefahrenstoffe	x		
	Hanginstabilitäten	x		
	Verdachtsflächen Altlasten	x		
	Oberflächengewässer			x
Donauleite / Talboden / Kraftwerksbereich	Gebirgsdurchlässigkeit		x	
	Beschaffenheit Fels		x	
	Deckschichten Grundwasser		x	
	Wasserversorgungen öffentlich			x
	Wasserversorgungen privat (Brauchwasser)	x		
	Wasserschutzgebiete			x
	betonaggressive Wässer, geogene Gefahrenstoffe	x		
	Hanginstabilitäten	x		
	Verdachtsflächen Altlasten	x		
	Hangquellen im Bereich der Donauleite		x	
	Oberflächengewässer		x	

Tabelle 2: Sensibilitätsmatrix

Die Tabelle 2 zeigt die Sensibilität des Ist-Zustandes im Überblick, wie sie aus den obigen Erläuterungen hervorgeht.

Das oben dargestellte Bewertungsschema ist unterteilt in die Bereiche Speicherseebereich und Donauleite/Talboden/Kraftwerksbereich. Dies ist in den unterschiedlichen dort vorherrschenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen begründet.

Im Bereich des geplanten Speichersees ist einigen Teilbereichen eine hohe Sensibilität zuzuordnen. Grund ist die bauliche Umgestaltung von Oberflächengewässern (Verlegung des Aubachs) sowie die im Rahmen der Baumaßnahme nicht auszuschließenden Auswirkungen auf privat genutzte Quell- und Brunnenfassungen. Zudem unterliegen die Mächtigkeiten der Deckschichten (Fließerden und Hanglehme) im Bereich der geplanten Baumaßnahme starken Schwankungen. In Bereichen mit fehlenden oder sehr geringmächtigen bindigen Deckschichten ist ein punktueller Eintrag von Schadstoffen z.B. bei Mineralölleckagen bzw. von mineralischen Substanzen bei Betonierungsarbeiten in das oberflächennahe Grundwasser im Zuge der Baumaßnahme daher nicht auszuschließen. Dies trifft vor allem auf Areale zu, auf denen im Zuge von Massenbewegungen die Deckschichten entfernt werden. Einer Gefährdung von Boden und Grundwasser nach Leckagen kann jedoch durch Ergreifen entsprechender Gegenmaßnahmen zur Vermeidung einer Kontamination des Untergrundes entgegengewirkt werden.

In Kapitel 9 ist ein Maßnahmenkatalog dargelegt, der für jeden Teilbereich der Gefährdungskaskade „Verunreinigung des Bodens → Verunreinigung des Grundwassers → Verlagerung einer Grundwasserverunreinigung entlang der Grundwasserfließrichtung“ spezifische Gegenmaßnahmen, wie etwa das Vorhalten von Bindemitteln, die Betankung und Wartung von Fahrzeugen und Maschinen auf dafür geeigneten Flächen, oder die unverzügliche Abtragung und fachgerechte Entsorgung kontaminierter Bodenbereiche, vorsieht.



Dem Teilgebiet Talboden/Kraftwerksbereich ist ebenfalls bezüglich bestimmter Kriterien eine hohe Sensibilität zuzuordnen. Grund hierfür ist die relative Nähe der Baumaßnahmen zu Wasserschutzgebieten und der öffentlichen Wasserversorgung Jochenstein. Hier ist bei der Auswirkungsanalyse besonderes Augenmerk auf die Fließrichtung und -geschwindigkeit des Grundwassers im Porengrundwasserleiter des Donauquartärs zu richten, um die Ausbreitung potentiell in den Untergrund eingebrachter Substanzen beurteilen zu können. Zum Schutz des quartären Porengrundwasserleiters ist in Kapitel 10 ein Maßnahmenkatalog dargelegt. Zusätzlich wurde aufgrund der hohen Sensibilität der Wasserversorgungsanlage Jochenstein eine spezielle Gefährdungsanalyse angefertigt, die in Anlage 11 enthalten ist.

Hinsichtlich der weiteren Kriterien, wie Beschaffenheit und Durchlässigkeit des Gebirges, werden für beide Teilbereiche geringe bis mittlere Sensibilitäten angenommen. Die mittlere Sensibilität hinsichtlich der Kriterien Gebirgsdurchlässigkeit, Beschaffenheit Fels, sowie Hangquellen im Bereich der Donauleite bezieht sich vor allem auf all jene Bereiche, die im Nahbereich des Triebwasserstollens sowie deren Baumaßnahmen liegen.

7 Wesentliche positive und negative Auswirkungen - Bayern

Durch das geplante Vorhaben sind mit Ausnahme dann fehlender Einträge durch die Landwirtschaft im Speicherseebereich keine positiven Auswirkungen auf das Gebiet der Geologie bzw. Hydrogeologie erkennbar. Mögliche negative Auswirkungen durch die geplante Maßnahme sind nachfolgend getrennt für die Bauphase sowie die Betriebsphase dargestellt.

Die wesentlichen Anlagenteile, die im Rahmen der Auswirkungsanalyse behandelt werden, sind im Folgenden aufgeführt:

- Ein- und Auslaufbauwerk in der Stauhaltung Jochenstein
- Unterwasserstollen im Bereich der Schleusenvorhafens
- Kraftstation
- Schrägstollen
- Schrägschacht
- Ein-/Auslaufbauwerk Speichersee
- Speichersee

Relevante Auswirkungen durch die Nutzwasserentnahme aus der Donau auf Geologie und Hydrogeologie sind nicht erkennbar.

7.1 Bauphase

7.1.1 Auswirkungen im Bereich des geplanten Speichersees

Zur Schaffung eines Speichersees für den Energiespeicher Riedl ist geplant, in der Riedler Mulde einen künstlichen Speichersee mit einem maximalen Volumen von 4,85 Millionen Kubikmetern und einer Fläche von etwa 24,2 ha zu errichten. Die Errichtung dieses Bauwerks lässt im neu versiegelten Beckenbereich umfangreiche Auswirkungen auf den derzeitigen Wasserhaushalt erwarten. Diese Auswirkungen betreffen sowohl den Oberflächen- als auch den Grundwasserhaushalt.

In der Bauphase wird sukzessive die Fläche des Speichersees zum Untergrund hin versiegelt. Dies zieht in diesem Bereich eine Verringerung der Grundwasserneubil-



derung nach sich. Diese wird sich langfristig auf den für die Betriebsphase (Kapitel 7.2.1) abgeschätzten Wert einpendeln. Die im Folgenden beschriebenen baulichen Eingriffe in die Vorflutverhältnisse wirken sich zudem auf die Menge und die räumliche Verteilung des Grundwasserabflusses in den lokalen Vorfluter aus.

Der markanteste Eingriff in den bestehenden Wasserhaushalt ist die Verlegung des Aubachs an die Ostseite des Speichersees. Da dieser im Bereich des Speichersees als Vorfluter fungiert, ist sowohl in der Bauphase als auch beim Betrieb des Pumpspeicherwerks mit einer nachhaltigen Veränderung des Grundwasserflusses in diesem Bereich zu rechnen. Diese Veränderung wirkt sich potentiell auch auf die Wasserführung des Aubachs aus, da ein Teil des Grundwasserabflusses durch den Speichersee abgesperrt wird. Dieser wird im Wesentlichen über eine Ringdrainage unter dem Speichersee abgeführt und im Bereich des Zugangs zum Kontrollgang in den Aubach eingeleitet.

Es ist zu erwarten, dass der westlich des Speichersees vorhandene Grundwasserandrang größtenteils erst unterhalb des Speichersees dem Aubach zufließen wird. Somit ist mit einer geringeren Wasserführung des Aubachs in seinem Oberlauf zwischen Gottsdorf und dem Südrand des Speichersees zu rechnen.

Des Weiteren ist eine temporäre Veränderung der Wasserbeschaffenheit im Baubereich des geplanten Speichersees durch die Baumaßnahme möglich. Mögliche Veränderungen umfassen temporäre Erhöhungen der Konzentrationen von in Karbonaten enthaltenen Ionen (z.B. Ca^+ , Mg^{2+}), der elektrischen Leitfähigkeit sowie der Temperatur des Grundwassers bei Kontakt des Grundwassers mit Baumaterialien wie Zement (Hydratationswärme). Durch Verdünnungseffekte klingen solche Erhöhungen zeitnah wieder ab. Leckagen von Betriebsflüssigkeiten an Baumaschinen können ebenfalls eine temporäre lokale Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit bedingen. Durch das Vorhalten geeigneter Bindemittel und das unverzügliche Einleiten von Gegenmaßnahmen lässt sich im Falle einer Leckage die Beeinträchtigung der Wasserbeschaffenheit minimieren bzw. vermeiden. Landwirtschaftliche Einträge entfallen dagegen zukünftig in diesem Bereich.

Im Bereich des geplanten Speichersees treten mehrere Quellen zutage, die zum Teil zu Brauchwasserzwecken genutzt werden. Die bestehenden Brauchwasserquellen werden im Zuge der Aushubarbeiten für die Beckenaufstandsfläche neu gefasst, zu einer neu zu errichtenden Zisterne im Bereich des Zugangs zum Kontrollgang ausgeleitet und an die bestehende Leitung angebunden.

7.1.2 Auswirkungen durch Stollen- und Schachtbauwerke

Die Anlage des Triebwasserstollens sowie die Errichtung des Schachtkraftwerks stellen einen Eingriff in die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse dar. Die untertägige Anlage mit dem Schrägschacht, der Flachstrecke, dem Kraftwerksschacht und dem Unterwasserstollen reichen bis maximal 350 m unter Geländeoberfläche. Im Folgenden werden die Auswirkungen der Errichtung der einzelnen Bauwerke dargestellt.

7.1.2.1 Stollen

Der geplante Triebwasserstollen soll über eine Länge von etwa 1.300 m durch die Donauleiten hinauf zum Speichersee getrieben werden. Dabei wird der Stollen über seine Gesamtlänge im zyklischen Vortrieb angelegt.

Je nach erbohrter Gesteinsart bzw. tektonischen Verhältnissen ist das Antreffen (im Vergleich zu anderen Grundwasserlandschaften) geringer Mengen von Bergwasser möglich.



Die bereits im Rahmen der ersten Planung abgeteufte Bohrung SB 1 (etwa 1.200 m östlich des geplanten Triebwasserstollens) erschloss dort in ihrer Gesamtlänge einen Bergwasserzufluss von etwa 3 l/s. Als Resultat ist eine temporäre Absenkung des Bergwasserspiegels möglich. Die Auswirkungen dadurch können durch das Abdichten von wasserführenden Klüften minimiert werden. In der in die Donauleiten abgeteufte Bohrung SB22 fielen zwischen 0,3 und 11,25 l/s Bergwasser an. Die vom Talboden aus 400 m in die Donauleite gebohrte Schrägbohrung SB 24 im Bereich des geplanten Vorhabens traf hingegen kein Bergwasser an.

Aufgrund der vorgesehenen Auskleidungs- und Injektionsarbeiten entlang des Triebwasserweges ist keine mittel- bis langfristige Absenkung des Bergwasserspiegels zu erwarten. Der komplette hochdruckseitige Triebwasserweg wird als hinterbetoniertes stahlgepanzertes Rohr angelegt. Der niederdruckseitige Abschnitt (Unterwasserstollen) wird mit Ringbetonauskleidung ausgeführt.

Um einen dichten, kontinuierlichen Kontakt zwischen Auskleidung und Gebirge herzustellen, ist eine mehrstufige Injektion über radiale Bohrlöcher sowohl in den Ringbeton- als auch in der Panzerungsstrecke geplant.

Für den gepanzerten Abschnitt des hochdruckseitigen Triebwasserweges sind folgende Regelinjektionen vorgesehen:

- Firstkontakthinjektionen in der Flachstrecke.
- Abschnittsweises Verpressen der Längsdrainagen.
- Spaltinjektionen in den Spalt Panzerung – Beton.
- Gebirgsvergütende Injektionen über radiale, 4 m lange Bohrlöcher im Fels. Zusätzlich wird bei jedem Bohrloch durch das Setzen eines Packers im Beton der Spalt Beton – Ausbruchsrund/Vortriebssicherung verpresst.

Die oben genannten Auskleidungs- und Injektionsarbeiten dienen der Konsolidierung des Gebirges und der Reduzierung der Gebirgsdurchlässigkeit in direkter Umgebung des Stollens. Nach Fertigstellung dieses Ausbaus ist kein nennenswerter Bergwasserzutritt in den Triebwasserweg mehr zu erwarten.

Mit einer Beeinträchtigung der Wasserführung der Quellen im Hangbereich der Donauleite durch die temporäre Absenkung des Bergwasserspiegels ist aus folgenden Gründen nicht zu rechnen. Wie die bisherigen Ergebnisse der hydrogeologischen Beweisicherung zeigen, weisen die von den Quellen geförderten Wässer den Charakter von sehr oberflächennahem Grundwasser auf. Somit ist davon auszugehen, dass die Quellen nicht in Kontakt mit dem Bergwasser stehen und somit auch keine Beeinträchtigung durch einen eventuell abgesenkten Bergwasserspiegel erfahren. Es ist zusätzlich davon auszugehen, dass das Bergwasser erst im Talbodenbereich aus dem Fels visuell verborgen direkt dem Donauquartär bzw. dem vorgelagerten Schuttfächer am Hangfuß zuströmt. Auswirkungen der Anlage des Triebwasserstollens auf die Wasserbeschaffenheit der Hangquellen sind aufgrund der Tiefenlage des Stollens auszuschließen.

Sprennarbeiten im Rahmen des Tunnelvortriebs führen möglicherweise zu einer Verschließung bzw. Verlegung von wasserführenden Klüften, was sich örtlich dauerhaft auf die Wasserführung auswirken kann. Solche Änderungen sind kleinräumig begrenzt und werden nicht messtechnisch nachweisbar sein.

7.1.2.2 Maschinenschacht

Die geplante Kraftstation für den Energiespeicher Riedl soll auf dem Gelände des bestehenden Kraftwerks Jochenstein als Schachtbauwerk erstellt werden. Dieses Bauwerk wird bis zu 60 m tief in den Untergrund eingebunden.



Die geplanten Baumaßnahmen können sich in mehrfacher Hinsicht auf die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse auswirken. Im Zuge der Baumaßnahmen wird sowohl in den quartären Porengrundwasserleiter als auch in den darunterliegenden Kluftgrundwasserleiter eingegriffen.

Im Bereich der geplanten Kraftstation steht das Grundwasser in den Schottern der Donau bei etwa 9 bis 10 m unter Gelände mit freier Oberfläche an. Die Sohle des Porengrundwasserleiters liegt bei etwa 17 bis 18 m unter Gelände. Direkt nordwestlich an die Kraftstation anschließend wurde im Zuge der Errichtung des Kraftwerks Jochenstein in den 1950er Jahren eine Dichtwand installiert, die den Grundwasserzufluss in Richtung Kraftstation und den Grundwasserabfluss in Richtung der Trinkwasserbrunnen in Jochenstein hemmt. Der Grundwasserspiegel südöstlich der Dichtwand liegt etwa 8-9 m niedriger als nordwestlich davon.

Für die Bauphase ist vorgesehen, die erforderlichen Baugruben mit Abdichtungen und einer Restwasserhaltung zu bewerkstelligen, so dass hier der Eingriff auf das Grundwasser minimiert wird. Der Porengrundwasserleiter im Talbodenbereich wird im Querschnitt lediglich durch den geplanten Lotschacht und das Krafthaus verändert. Der Aufstau im Grundwasseranstrom bzw. der Abstau im Grundwasserabstrom durch solche technischen Absperrungen ist aufgrund der hohen Durchlässigkeit der Donaukiese (10^{-2} bis 10^{-4} m/s) gering. Es ist zu erwarten, dass dieser nur einen Bruchteil der natürlichen Grundwasserschwankung beträgt.

Weiterhin kann es während der Bauphase zu einer temporären Veränderung der Wasserbeschaffenheit im Nahbereich der Baumaßnahme kommen. Im konkreten Fall ist der temporäre Eintrag von im Zuge der Baumaßnahme verwendeten Substanzen, wie beispielsweise Carbonate aus Zementierungs- und Betonierungsarbeiten, in das Grundwasser denkbar. Der Eintrag solcher Substanzen kann eine gewisse Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeiten im Grundwasserabstrom, die aber über kurze räumliche und zeitliche Abstände durch Verdünnungseffekte wieder abklingt, sowie eine leichte, lokal sehr begrenzte Anhebung der Grundwassertemperatur durch die Hydrationswärme von Zement (in der Regel $< 1^{\circ}\text{C}$) bedingen. Erfahrungen aus zahlreichen ähnlich gearteten Baumaßnahmen zeigen, dass derartige Beeinträchtigungen gering, lokal begrenzt und temporär sind.

Weitere Grundwasserkontaminationen könnten sich durch Mineralölleckagen an Baufahrzeugen ergeben. Für derartige Fälle werden in den entsprechenden Bereichen Ölbindemittel im ausreichenden Maße bereitgehalten. Austretende Kraftstoffe oder Schmiermittel werden damit umgehend gebunden und kontaminiertes Material wird gesetzeskonform entsorgt, so dass nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität vermieden werden können.

Aufgrund der geringen Abstandsgeschwindigkeiten im Grundwasserleiter von wenigen Dezimetern pro Tag und der Distanz zu den Brunnen der Wasserversorgung Jochenstein von etwa 1.000 m ist keine Beeinträchtigung des dort geförderten Wassers zu erwarten. Potentielle Schadstoffeinträge werden durch die, geringen Abstandsgeschwindigkeiten, hohe Filterwirkung des Porengrundwasserleiters und durch Verdünnungseffekte im verhältnismäßig weitläufigen Aquifer minimiert. Berechnungen ergaben, dass der Grundwasserstrom für die Fließstrecke von der Kraftstation bis zur Westgrenze der Zone 3 des Wasserschutzgebietes (ca. 570 m) über sechs Jahre benötigt. Das Merkblatt Nr. 1.2/7 „Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung“ des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR UMWELT (2010) zitiert mehrere Fälle von Grundwasserverunreinigungen (u. a. durch Mineralölkohlenwasserstoffe), bei denen die eingetragenen Schadstoffe bereits nach einer Fließdauer von etwa drei Jahren weitgehend zurückgehalten wurden. In einer Studie über Fahnenlängen bei Schadensfällen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW) und dem Benzinadditiv MTBE stellten STUPP ET AL. (2006) fest, dass sich in der überwiegenden Mehrzahl der analysierten Fälle die Kontamination maximal 500 m im Grundwasserabstrom des Scha-



densherdes reichte. Längere Fahnen traten in der Regel nur bei der Freisetzung sehr großer Schadstoffmengen (mehrere tausend Kilogramm) in hochdurchlässigen Grundwasserleitern (k_f -Werte $> 10^{-3}$ m/s bei größeren Grundwassergradienten ($> \text{ca. } 1\text{‰}$) auf. Für eine detaillierte Gefährdungsanalyse der Wasserversorgung Jochenstein wird auf Anlage 11 verwiesen.

Für den Bereich des Unterwasserstollens zwischen Ein- und Auslaufbauwerk sowie für das Ein- und Auslaufbauwerk selbst besteht ein ähnliches Inventar an zu erwartenden Auswirkungen wie bei der Errichtung der Kraftstation bzw. des Triebwasserstollens. Im Einzelnen bedeutet dies, dass auch beim Vortrieb des Unterwasserstollens wasserführende Klüfte angebohrt werden können. Der Wasserzutritt daraus kann durch das Abdichten der Klüfte gehemmt werden.

Aufgrund der vorgesehenen Auskleidungs- und Injektionsarbeiten entlang des Unterwasserstollens ist keine mittel- bis langfristige Absenkung des Bergwasserspiegels zu erwarten. Dieser niederdruckseitige Abschnitt wird mit Ringbetonauskleidung ausgeführt. Um einen dichten, kontinuierlichen Kontakt zwischen Auskleidung und Gebirge herzustellen, ist eine mehrstufige Injektion über radiale Bohrlöcher in der Ringbetonstrecke geplant.

Nach PÖRY ENERGY GMBH UND RMD CONSULT (2011b) sind im Bereich des Unterwasserstollens folgende Regelinjektionen vorgesehen:

- Firstkontakthinjektionen im Niederdruckstollen zur Auffüllung des Absetzspaltes.
- Gebirgsvergütende Injektionen über radiale, 5 – 7 m lange Bohrlöcher im Fels. Zusätzlich wird bei jedem Bohrloch durch das Setzen eines Packers im Beton der Spalt Beton – Ausbruchsrund/Vortriebssicherung verpresst.
- Vorspanninjektionen, um die Betonschale nach Abklingen des Schwindens vorzuspannen und auch bei größerem Innendruck in rissfreiem Zustand zu halten. Bei jedem Bohrloch wird durch das Setzen eines Packers im Beton der Spalt Beton – Ausbruchsrund/Vortriebssicherung verpresst.

Die oben genannten Auskleidungs- und Injektionsarbeiten dienen der Konsolidierung des Gebirges und der Reduzierung der Gebirgsdurchlässigkeit in direkter Umgebung des Stollens. Nach Fertigstellung dieses Ausbaus ist kein nennenswerter Bergwasserzutritt in den Triebwasserweg mehr zu erwarten.

Als Besonderheit in diesem Bereich stellt sich die Unterquerung des Schleusenvorhakens dar, wobei in diesem Bereich potentiell hydraulische Verbindungen zwischen Donau und Unterwasserstollen hergestellt werden können. Ein in der Schrägbohrung SB 26 durchgeführter Pumpversuch mit gleichzeitiger Wasserprobenahme zeigte keine erkennbaren hydraulischen Verbindungen zwischen Bohrloch und Donau. Die an dieser Bohrung durchgeführten hydraulischen Versuche ergaben Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $4 \cdot 10^{-7}$ und $3 \cdot 10^{-9}$ m/s. Somit wurden in dieser Bohrung keine stark wasserwegsam Bereiche angetroffen.

Im Bereich des Ein- und Auslaufbauwerks kann es im Zuge der Baumaßnahmen zu temporären Änderungen des Grundwasserspiegels auf dem Trenndamm kommen. Da der Trenndamm beiderseits von der Donau umflossen wird, ist hier eine Abdichtung der Baugrube gegen das Grundwasser notwendig. Diese wird im Bereich des quartären Porengrundwasserleiters mittels einer ringförmigen überschnittenen Bohrpfahlwand hergestellt. Somit ist die Reichweite einer Grundwasserspiegeländerung lokal begrenzt.

Auch in diesem Bereich könnten sich Wasserkontaminationen durch Mineralölleckagen an Baufahrzeugen ergeben. Daher sind hier im ausreichenden Maße Ölbindemittel vorzuhalten, um eine Ausbreitung von Schadstoffen zu vermeiden.

Zusätzlich würde eine Ausbreitung von Schadstoffen durch die Baugrubenabdichtung stark gehemmt werden.

7.1.3 Auswirkungen durch Lagerflächen

Im Projektgebiet sind insgesamt drei Zwischenlagerflächen mit einem Gesamtausmaß von 86.000m² geplant. Bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit des abzulagernden Materials von 5 m ergibt sich unter Berücksichtigung von Abböschungen ein Gesamtlagervolumen von 430.000 m³. Generell ist geplant, das Aushub- und Ausbruchsmaterial soweit möglich einer Wiederverwertung innerhalb des Baustellenbereichs zuzuführen.

Wenn möglich, wird das ausgehobene Material ohne Zwischenlagerung sofort wieder eingebaut. Die Zwischenlagerung nicht sofort verwertbarer bzw. aufzubereitender Massen erfolgt auf den dafür im Baubereich vorgesehenen Lagerflächen. Zusätzlich zu den geplanten Lagerflächen ist vorgesehen, Tunnelausbruchsmaterial auf an der Donau stationierte Lastkähne zu verbringen und zur entsprechenden Verwertung abzutransportieren. Das Gelände der Zwischenlagerflächen an Land wird jeweils entsprechend den Erfordernissen für die Ablagerung profiliert.

Da sowohl Tunnelausbruch- als auch Bodenaushubmaterial aus anthropogen nicht bis gering veränderten Bereichen entnommen werden, sind relevante Schadstoffkontaminationen des Abraums auszuschließen. Aufgrund der beschriebenen geologischen Verhältnisse sind geogene Schadstoffbelastungen des Aushub- und Ausbruchsmaterials nicht erkennbar.

Aufgrund des Einsatzes von Sprengstoffen in Teilabschnitten des Stollenvortriebs sowie des Kraftwerkbaus können erhöhte Konzentrationen von Nitrat, Nitrit, Ammonium und Phosphat im Ausbruchsmaterial nicht ausgeschlossen werden. Langjährige Erfahrungen bei ähnlich gearteten Tunnelbaumaßnahmen zeigen, dass der Sprengstoff selbst in der Regel bei der Explosion quantitativ vollständig umgesetzt wird und nicht mehr im Boden oder im Bodenwasser nachweisbar ist. Lediglich dessen Oxidationsprodukte Nitrat, Nitrit und Ammonium können bei unsachgemäßer Lagerung von Ausbruchsmaterial in den Boden bzw. das Bodenwasser gelangen. Somit ist eine Gefährdung von Trink- oder Brauchwasser durch die verwendeten Sprengstoffe aufgrund ihrer vollständigen Umsetzung weitgehend auszuschließen. Erhöhte Konzentrationen von Umsetzungsprodukten in Trink- oder Brauchwasser sind ebenfalls nicht zu erwarten, da im Einsatzbereich der Sprengstoffe keine hydraulischen Verbindungen zu wasserwirtschaftlich genutzten Grundwasserleitern bestehen und das Ausbruchsmaterial wie unten dargelegt sachgemäß zwischengelagert wird. Die Klassifizierung des Materials erfolgt im laufenden Betrieb durch einen Geologen an der Ausbruchsstelle.

Gemäß Schutter- und Abfallkonzept (PÖYRY, 2011a) wird nach jeder erfolgter Sprengung das Haufwerk vor Beginn der Schutterung nach Sprengmittelresten (Zünder, Zünddrähte, Patronen usw.) abgesucht. Nach Umschlag auf der Zwischenlagerfläche wird eine zweite visuelle Untersuchung durchgeführt. Die Zwischenlagerung von Ausbruchsmaterial erfolgt ausschließlich auf der eigens dafür ausgelegten Zwischenlagerfläche 1 (s. u.). Aus dem Haufwerk auf der Zwischenlagerfläche werden regelmäßig Proben entnommen, die auf makroskopisch erkennbare Sprengmittelrückstände, bzw. labortechnisch nachweisbare relevante chemische Verbindungen untersucht werden.

Sonderabfälle, wie mit Spritzbetonresten verunreinigtes Ausbruchsmaterial und weitere in das Aushub- und Ausbruchsmaterial gelangte Materialien werden von der ausführenden Baufirma gesondert gesammelt und fachgerecht entsorgt. Größere Mengen an Spritzbeton sind im Ausbruchsmaterial nicht zu erwarten, da aufgrund der weitgehenden Gebirgsstabilität eine temporäre Sicherung der Ortsbrust mittels Spritzbeton nur in Einzelfällen notwendig sein wird. Der nach dem Ausbruch aufgetragene Spritz-



beton verbleibt in den Hohlraumbauwerken und gelangt nicht auf die Zwischenlagerflächen.

Generell sind aus folgenden Gründen durch die Errichtung der Lagerflächen in der Bauphase keine nachhaltigen Auswirkungen auf die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse zu erwarten:

- Es existieren keine Quellaustritte im Bereich der Lagerflächen.
- Niederschlagswässer versickern im Aushubmaterial oder fließen unter Zwischenschaltung vom Absetzbecken bzw. Reinigungsanlagen zum Vorfluter ab.
- Alle Flächen liegen in baumfreiem Gelände bzw. auf bereits anthropogen veränderten Flächen. Rodungen und die damit verbundenen Erosionserscheinungen sind daher nicht erforderlich. Die Lagerflächen selbst werden nach Fertigstellung rekultiviert.

Folgende Zwischenlagerflächen sind neben der Zwischenlagerung auf Lastkähnen in der Donau geplant:

Zwischenlagerfläche 1 – Schleusentrenndamm

Auf der westlichen Spitze des Trenndamms zwischen Donau und Schleusenvorhafen ist eine 5.300 m² große Zwischenlagerfläche geplant. Dieses Gelände ist anthropogener Natur, so dass hier keine natürlichen geologischen bzw. hydrogeologischen Verhältnisse beeinträchtigt werden. Bei sachgemäßer Lagerung des Ausbruchs- bzw. Aushubmaterials sind hier keine negativen Auswirkungen zu befürchten. Zu diesem Zweck wird auf dieser Fläche eine Abdichtung mit umfassendem Drängaben und Pumpensumpf installiert. Aus dem Haufwerk austretende Sickerwässer werden über eine Gewässerschutzanlage geleitet und gereinigt (PÖYRY, 2011a).

Zwischenlagerfläche 2 – Speichersee Südwest

Diese Lagerfläche mit einer Fläche von 53.500 m² befindet sich am südwestlichen Rand des geplanten Speichersees. Dort stehen unter einer Überlagerung von Hanglehm und Fließerden bzw. Kristallinzersatz Granite und hochmetamorphe Gneise an. Da sich die geplante Fläche im Oberhangbereich befindet, ist mit einer relativ geringmächtigen Deckschicht zu rechnen. Die anstehenden Gneise und Granite sind im oberflächennahen Bereich verhältnismäßig stark zerlegt, der Grad der Zerklüftung geht mit zunehmender Tiefe zurück.

Da in diesem Zwischenlagerbereich lediglich Aushubmaterial aus dem Bereich des geplanten Speichersees abgelagert werden soll, das ohnehin in diesem Areal natürlich vorkommt, sind negative Auswirkungen auf die geologischen bzw. hydrogeologischen Verhältnisse nicht zu erwarten.

Zwischenlagerfläche 3 – Speichersee Ost

Dieses Areal mit einer Fläche von 27.200 m² ist aus geologischer wie hydrogeologischer Sicht mit der Zwischenlagerfläche 2 vergleichbar. Auch hier stehen hochmetamorphe Gneise bzw. Granite unter einer mehr oder weniger mächtigen Deckschicht aus Hanglehm bzw. Fließerden an. Da auch hier Aushubmaterial zur Ablagerung kommt, das in der Umgebung natürlich vorkommt, entstehen keine negativen Auswirkungen durch die Ablagerungen.

7.1.4 Auswirkungen durch Baustelleneinrichtungsflächen

Im Zuge der Projektausführung werden insgesamt fünf Baustelleneinrichtungsflächen (BE-Flächen) eingerichtet. Im Folgenden werden die BE-Flächen kurz beschrieben.

Die **BE-Fläche 1** befindet sich auf dem Trenndamm zwischen Donau und Schleusenvorhafen. Dort wird das geplante Ein-/Auslaufbauwerk errichtet. Es erstreckt sich



über eine Fläche von 9.600 m² und liegt auf bereits stark anthropogen beeinflusstem Gelände. Dort wurden im Zuge der Errichtung des Kraftwerks Jochenstein Auffüll- und Befestigungsarbeiten durchgeführt. Wie aus den Erkundungsbohrungen in anderen Auffüllungsbereichen des Kraftwerkareals hervorgeht, wurde dort in der Regel sandig-schluffiges Material verbaut.

BE-Fläche 2 befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite des Schleusenvorhafens im Bereich des geplanten Schachtkraftwerks. Das Areal umfasst eine Fläche von 11.500m². In diesem Bereich wurde bereits während des Baus der Staustufe Jochenstein Auffüllmaterial mit einer Mächtigkeit von etwa 8 bis 9 m abgelagert. Darunter stehen mit einer Mächtigkeit von etwa 8 bis 10 m sandige Kiese bzw. kiesige Sande des Donauquartärs an. Diese Kiese stellen einen lokal genutzten Grundwasserleiter dar. An der Unterkante dieses Grundwasserleiters stehen geklüftete Festgesteine des ostbayerischen Kristallins an.

BE-Fläche 3 befindet sich mit einer Fläche von 12.700 m² im Bereich des existierenden Umspannwerkes. Das Gelände liegt im Bereich des quartären Talgrundwasserleiters. Unter einer Deckschicht von etwa 3,50 bis 4,00 m, die aus schluffigen bis feinsandigen, z. T. auch tonigen Hochflutablagerungen besteht, stehen mit einer Mächtigkeit von bis zu 12 m sandige Kiese bzw. kiesige Sande an. Dieser Porengrundwasserleiter wird von der Ortschaft Jochenstein wasserwirtschaftlich genutzt. An der Unterkante des Porengrundwasserleiters stehen geklüftete Festgesteine des ostbayerischen Kristallins an. Diese BE-Fläche liegt etwa 200 m westlich der Zone 3 des Wasserschutzgebiets für die Wasserversorgung Jochenstein und ca. 600 m westlich der Brunnen.

BE-Fläche 4 liegt mit einer Fläche von 422.000 m² südwestlich der Ortschaft Gottsdorf. Auf diesem Areal stehen unter einer Überdeckung mit Fließerden bzw. Hanglehmen mit schwankenden Mächtigkeiten hochmetamorphe Gneise (z. T. mylonitisch überprägt) an. Zwischen Deckschicht und unverwittertem Festgestein befindet sich eine Übergangszone vom Locker- zum Festgestein, die aus verschiedenen stark verwittertem Kristallinzersatz besteht. Durch das Zentrum dieser BE-Fläche fließt derzeit noch der Aubach, der im Zuge der Baumaßnahme nach Osten verlegt werden soll. Im Nahbereich des Baches befinden sich geringmächtige polygenetische Talfüllungen, die aus umgelagerten Deckschichten und Verwitterungsprodukten bestehen, das sich im Talwegbereich des Baches sammelt.

BE-Fläche 5 befindet sich am Westrand des geplanten Speichersees und umfasst eine Fläche von 16.500 m². Der geologische Aufbau des Untergrundes gleicht dem von BE-Fläche 4, mit der Ausnahme, dass dort die polygenetischen Talfüllungen des Aubachs fehlen.

Mögliche negative Auswirkungen der Baustelleneinrichtungsflächen bestehen vor allem in der Gefahr von Schadstofffreisetzungen aus dem Baubetrieb. Hierbei sind einerseits Leckagen an Betriebsflüssigkeitsleitungen von Baufahrzeugen, andererseits Areale der Fahrzeugbetankung und der Lagerung von Treibstoff besondere Gefährdungsschwerpunkte. Die wesentlichen wassergefährdenden Stoffe, die auf den BE-Flächen auftreten, sind:

- Mineralöle und Treibstoffe für Fahrzeuge
- Korrosionsschutzmittel
- Batteriesäure
- erforderliche Zusatzstoffe bei der Betonerzeugung
- Weitere wassergefährdende Stoffe, die im Zuge der Baumaßnahme zum Einsatz kommen



Zur Vermeidung der Einbringung wassergefährdender Stoffe in den Untergrund sind verschiedene Schutzmaßnahmen vorgesehen.

Es werden jeweils nur die erforderlichen Mindestmengen gelagert. Auf allen Baustelleneinrichtungsflächen werden ausreichend Ölbindemittel und Ölsperren vorgehalten, um auftretende Verunreinigungen durch Mineralöle schnellstmöglich zu beheben und einzudämmen. Das anfallende kontaminierte Material wird gesetzeskonform entsorgt.

Bestehende Quellaustritte existieren nur im Bereich der BE-Fläche 4. Auf deren Überbauung im Zuge der Errichtung des Speichersees wurde bereits hingewiesen.

Zusammenfassend sind negative Auswirkungen durch den ordnungsgemäßen Betrieb der Baustelleneinrichtungsflächen bei Einhaltung der Schutzmaßnahmen als gering einzustufen.

7.1.5 Auswirkungen durch Straßen

Während der Bauphase des Energiespeichers Riedl sind einerseits der Neubau bzw. die Verlegung von Straßen geplant, andererseits ist auf bestehenden Zufahrtsstraßen mit einem erhöhten Verkaufsaufkommen zu rechnen. Straßenbauarbeiten finden größtenteils im Bereich des geplanten Speichersees statt. Dort wird an der Ostseite des Speichersees die Verbindungsstraße Gottsdorf-Riedl zusammen mit dem Aubach nach Osten verlegt. Die geplante Straße verläuft an einer Hangflanke, die aus hochmetamorphen Gneisen und Graniten aufgebaut ist. Diese Gneise und Granite werden in der Regel von einer bis zu mehreren Metern mächtigen Zersatzzone überlagert. Als oberste Deckschicht sind Fließerden und Hanglehme mit lokal variablen Mächtigkeiten zu erwarten.

Weiterhin wird die um den Südrand des Speichersees verlaufende Straße in Teilen verlegt. Die dortigen geologischen Verhältnisse unterscheiden sich nicht signifikant von denen im Bereich der Verbindungsstraße Gottsdorf-Riedl.

Von den bestehenden Straßen werden einige Zufahrtsstraßen hin zu Einrichtungen am Speichersee gebaut. Diese Stichstraßen erstrecken sich über Länge von weniger als 150 m. Die dortigen geologischen Verhältnisse unterscheiden sich nicht wesentlich von den bereits beschriebenen.

Der Hauptverkehrsweg, der die Kraftstation mit dem geplanten Speichersee verbindet, ist die Kreisstraße PA51 zwischen Jochenstein und dem Riedler Becken. Obwohl dort keine baulichen Veränderungen geplant sind, ist während der Bauphase mit einem geringfügig erhöhten Verkehrsaufkommen (vgl. Fachgutachten Verkehr) zu rechnen. Das Verkehrsaufkommen wird durch optimierte Bauplanung minimiert. Ein geringfügig erhöhtes Verkehrsaufkommen erhöht auch geringfügig die Möglichkeit von Schadstoffeinträgen in den Untergrund.

Für alle Straßen, die im Zuge des Projektes genutzt werden, gilt, dass die Freisetzung von Schadstoffen im Zusammenhang mit Mineralölleckagen nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Aus diesem Grund sind in ausreichenden Mengen Ölbindemittel vorzuhalten und im Falle einer Leckage kurzfristig einzusetzen. Damit wird der Schadstoffeintrag in den Untergrund effektiv unterbunden.

Zusammenfassend sind keine relevanten Auswirkungen auf die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse durch die Anlage bzw. Verlegung sowie die Benutzung von Verkehrswegen unter Einhaltung von Vorsichtsmaßnahmen zu erwarten.

7.2 Betriebsphase



In der Betriebsphase sind mögliche Auswirkungen deutlich nachrangiger, da in dieser Phase nicht mehr aktiv in den Untergrund durch Baumaßnahmen eingegriffen wird. Die durch die Errichtung des Speichersees bedingten Veränderungen des Grundwasserhaushalts in dessen Umfeld bleiben insofern bestehen, als sie durch die errichteten Bauwerke hervorgerufen werden.

7.2.1 Auswirkungen durch den Betrieb des Speichersees

Durch die Errichtung des geplanten Speichersees und der damit verbundenen Verlegung des lokalen Vorfluters (Aubach) sind lokale Veränderungen im Grundwasserhaushalt zu erwarten. Durch den Bau eines wasserdichten Speichersees wird einerseits der oberflächennahe Grundwasserfluss gehemmt, andererseits wird durch die effektive Versiegelung einer Fläche von ca. 26 ha lokal die Grundwasserneubildung reduziert.

Bei Zugrundelegung der im Kapitel zur Hydrogeologie ermittelten Abflussspende von durchschnittlich $19 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ reduziert sich effektiv die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet des Aubachs um etwa $4,9 \text{ l/s}$. Durch Staueffekte bzw. aufgrund der Abführung von anfallendem oberflächennahem Grundwasser über Drainageleitungen sind lokale Veränderungen der Grundwasserstände zu erwarten. Das über die Drainagen gefasste Wasser wird unterhalb des Speichersees über den Dandlbach abgeschlagen. Es ist vorgesehen, den Lauf des Aubachs zu verlegen und nach gewässerökologischen Gesichtspunkten zu gestalten.

Eine exakt prognostizierte Grundwasserbilanz im Speicherseebereich ist für die Betriebsphase nicht möglich. Basierend auf der in Kapitel 6.2.1 dargelegten Bilanzierung des Ist-Zustandes können dennoch einige überschlägige Aussagen über den zu erwartenden Grundwasserhaushalt getroffen werden.

Das oberflächliche Einzugsgebiet des Speicherseebereiches wird aufgrund der Flächenversiegelung durch die Asphaltbetonschale in seiner Fläche von ca. $0,67$ auf ca. $0,41 \text{ km}^2$ reduziert. Dementsprechend verringert sich die mittlere Grundwasserneubildung um ca. $4,9 \text{ l/s}$ von $12,7$ auf $7,8 \text{ l/s}$.

Durch die Errichtung des Speichersees und die Verlegung des Aubachs auf dessen Ostseite strömt nur der Abfluss aus dem Einzugsgebiet östlich des Speichersees ausschließlich auf natürlichem Wege dem Vorfluter zu. Westlich davon teilt sich der Grundwasserabfluss auf in eine Komponente, die über die Ringdrainage des Speichersees gefasst und südlich davon in den Dandlbach abgeleitet wird, und eine Komponente, die über den oberflächennahen Grundwasserleiter dem Vorfluter zuströmt.

Für den Abfluss aus dem Einzugsgebiet östlich des Speichersees wird ein Volumenstrom von durchschnittlich ca. $3,5 \text{ l/s}$ abgeschätzt. Der Grundwasserabfluss westlich davon von durchschnittlich ca. $4,3 \text{ l/s}$ teilt sich auf in ca. 3 l/s (vgl. IFB EIGENSCHENK, 2011c), die über die Ringdrainage abgeführt werden, und ca. $1,8 \text{ l/s}$, die dem Vorfluter auf natürlichem Wege zuströmen. Abbildung 4 zeigt die Neuverteilung der Einzugsgebietsflächen nach Errichtung des Speichersees.

Aufgrund der durch den Speichersee verkleinerten Infiltrationsfläche reduziert sich auch die Grundwasserneubildung im kristallinen Kluftgrundwasserleiter auf etwa $0,7 \text{ l/s}$, wobei auch an dieser Stelle nochmals auf die große Unschärfe der Eingangsdaten verwiesen wird, die signifikant höher liegt, als der hier abgeschätzte Wert.

Im direkten Abstrom des Speichersees befinden sich keine Grundwasserfassungen, die durch die veränderten Abflussverhältnisse beeinträchtigt werden könnten. Südlich des Speichersees befinden sich lediglich ein privat genutzter Brunnen in der Ortschaft Riedl und eine privat genutzte Quelle an der Loitenmühle auf österreichischem



Staatsgebiet. Beide Wasserfassungen liegen außerhalb des Einzugsgebietes des Speichersees. Demnach sind hierfür keine Auswirkungen zu erwarten.

Auf der Fläche des geplanten Speichersees selbst befinden sich insgesamt sechs privat genutzte Quellen, die im Zuge der Maßnahme überbaut werden. Die Schüttungen dieser Quellen wurden über einen längeren Zeitraum im Rahmen der hydrogeologischen Beweissicherung dokumentiert. Die Eigentümer der überbauten Wasserfassungen werden in gleicher Höhe mit Wasser aus der Ringdrainage kompensiert.

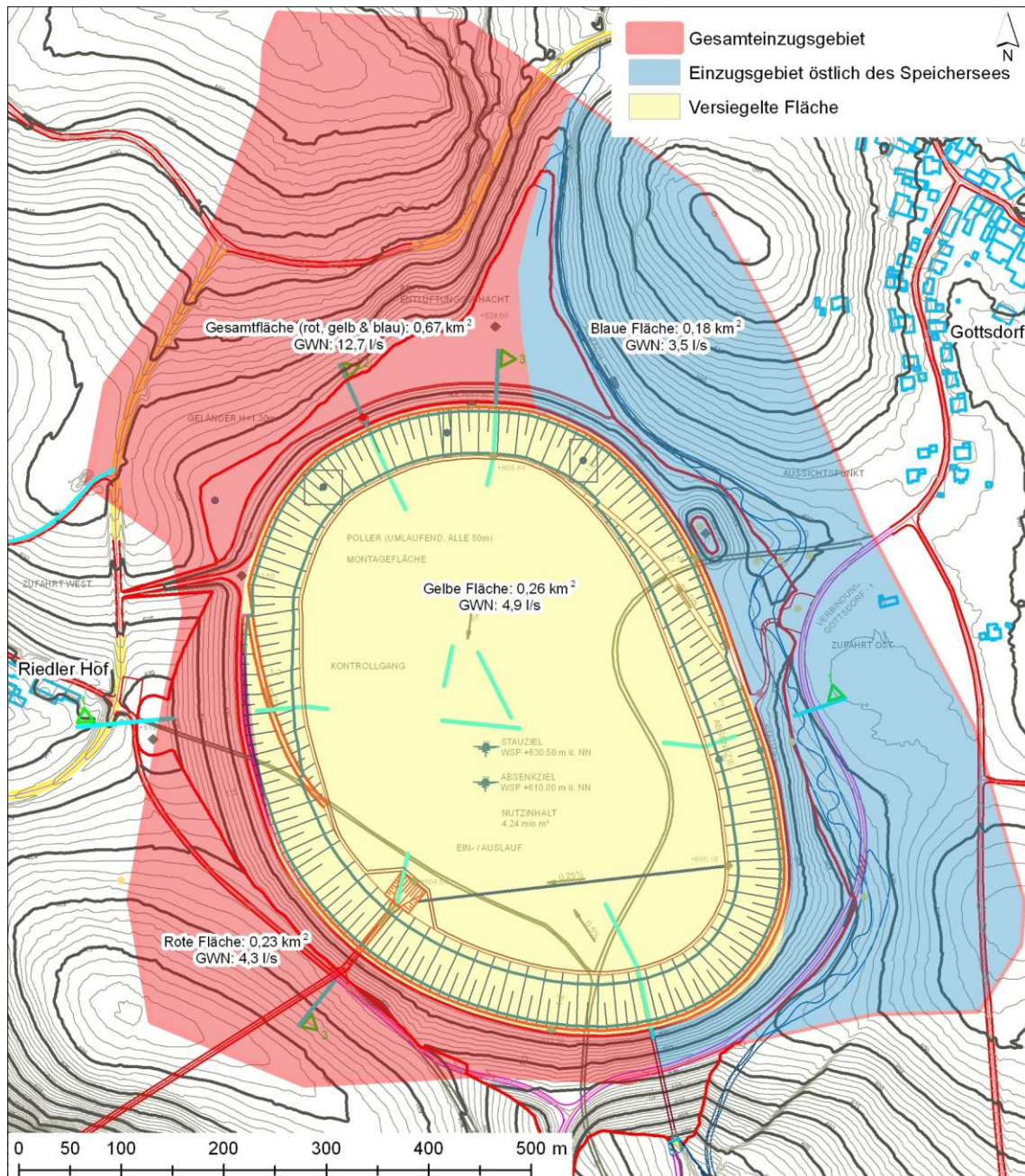


Abbildung 4: Verteilung von Teileinzugsgebieten und versiegelten Flächen nach Errichtung des Speichers (GWN = Grundwasserneubildung).

Somit bewirkt die Anlage des Speichersees in dessen unmittelbarem Nahbereich signifikante Veränderungen der Bestandssituation. Durch Maßnahmen wie die Verlegung des Aubachs und seine Neuanlage als naturnahes Gewässer sowie die Zuführung des Grundwasserabstromes in den Dandlbach über die Ringdrainage werden die Auswirkungen auf das oberflächennahe Einzugsgebiet des Vorfluters minimiert. Es ist davon auszugehen, dass sich das hydrogeologische Prozess-Response-System im Bereich

des Speichersees langfristig auf die durch die beschriebenen Maßnahmen veränderte Abflusssituation ohne nennenswerte nachteilige Auswirkungen einstellen wird.

7.2.2 Auswirkungen durch den Betrieb des Kraftwerks und des Triebwasserstollens

Durch die hinreichende Abdichtung von im Vortrieb angetroffenen kluftwasserführenden Zonen im untertägigen Bereich wird eine dauerhafte Absenkung des Bergwasserspiegels unterbunden, so dass keine relevanten Auswirkungen im Bereich der Hangleiten zu befürchten sind. Wie bereits in den vorangegangenen Ausführungen dargelegt, wird der Wasserhaushalt der Quellen im Bereich der Donauleiten auch in der Betriebsphase nicht beeinträchtigt werden, da sich diese Quellen ohnehin aus oberflächennahem Wasser (Interflow) speisen.

Hinsichtlich des tieferen Bergwasserspiegels sind ebenfalls keine Auswirkungen des Betriebs des Triebwasserstollens zu erwarten, da das umgebende Gebirge mittels Auskleidungs- und Injektionsarbeiten konsolidiert und der Bergwasserzutritt in den Stollen gehemmt wird.

Die Abdichtung des Stollens gegen das Bergwasser erfolgt durch die Anlage als hinterbetoniertes stahlgepanzertes Rohr im Bereich des hochdruckseitigen Triebwasserweges. Der niederdruckseitige Abschnitt wird mit Ringbetonauskleidung ausgeführt. Um einen dichten, kontinuierlichen Kontakt zwischen Betonschale und Gebirge herzustellen, wird der dazwischenliegende Spalt wie auch das umliegende Gebirge mit einer Injektionssuspension verpresst (vgl. Kapitel 7.1). Nach Fertigstellung dieses Ausbaus ist während der Betriebsphase kein nennenswerter Bergwasserzutritt in den Triebwasserweg mehr zu erwarten.

Der Porengrundwasserleiter im Talbodenbereich wird in seinem Querschnitt durch das Schachtkraftwerk verändert. Da aber unmittelbar oberstromig des geplanten Kraftwerks der Grundwasserfluss bereits durch eine eingebaute Dichtwand gehemmt ist, sind die zusätzlichen Auswirkungen des Kraftwerksbaus nur von sehr geringem Ausmaß.

Bei einer fachgerechten Errichtung des Kraftwerkschachtes sind in der Betriebsphase mögliche Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit nicht erkennbar.

8 Wesentliche positive und negative Auswirkungen – Österreich

Bei der Festlegung des Untersuchungsgebietes wurde als östliche Begrenzung des Einwirkbereiches der Maßnahmen der Dandlbach, der in seinem südlichen Bereich gleichzeitig die Staatsgrenze darstellt, gewählt. Dieser stellt in diesem Bereich den Vorfluter für Oberflächenabfluss und oberflächennahes Grundwasser dar und begrenzt somit das Einzugsgebiet nach Osten hin.

Die räumlichen Auswirkungen der Untertagearbeiten sind auf einen Umkreis von wenigen hundert Metern um die jeweiligen Baumaßnahmen beschränkt und erreichen somit nicht das Österreichische Staatsgebiet.

Im Hinblick auf die Schutzgüter Boden und Grundwasser sind daher für das Österreichische Staatsgebiet keine positiven oder negativen Auswirkungen durch die geplante Maßnahme zu erwarten.



9 Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen

Mit dem vorliegenden Planungsstand wurden durch entsprechende Hinweise bereits in vielfältiger Weise Maßnahmen zur Minimierung von Auswirkungen auf die hydrogeologischen und geologischen Verhältnisse berücksichtigt. Insbesondere wurde durch die Verlegung des geplanten Triebwasserstollens im Talbereich ca. 1 km donauaufwärts eine Gefährdung der Wasserversorgung Jochenstein minimiert. Nachfolgend werden diese aufgeteilt nach Maßnahmen in der Bauphase und Maßnahmen während des Betriebs aufgelistet. Maßnahmen während der Bauphase

Speichersee

Das im Speicherseebereich in seinem natürlichen Fluss gehemmte Grundwasser wird über umlaufende Drainageleitungen dem Vorfluter zugeführt, um Auswirkungen auf die Abflussmengen der Oberflächengewässer zu minimieren. Im Bereich der Verlegung wird der Aubach als mäandrierendes Gewässer angelegt und erhält so wieder eine naturnähere Gewässerstruktur.

Im Bereich des Speichersees werden Wasserzutritte entlang von wasserführenden Klüften durch geeignete technische Maßnahmen wie beispielsweise Injektionen abgedichtet, so dass die Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse minimiert werden. Das über Drainagen eingeleitete Wasser wird gesammelt und in regelmäßigen Abständen auf seine Beschaffenheit untersucht.

Im Zuge der Errichtung des Speicherbeckens und der Verlegung des Aubachs ist es vorgesehen, das Wasser des Aubachs über eine Zwischenbeckenkaskade zu leiten, um die beim Baubetrieb unweigerlich anfallenden Trüb- und Feststoffe im Baustellenbereich rückzuhalten.

Die für den Bau des Speichersees benötigten Erdbaumaterialien werden soweit möglich aus dem örtlich anstehenden bzw. örtlich anfallenden Bodenaushubmaterial gewonnen.

Zur Vermeidung des Eintrags schädlicher Substanzen in Boden und Grundwasser sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Wassergefährdende Stoffe werden nur auf dafür geeigneten Flächen gelagert. Die Betankung von Maschinen und Fahrzeugen erfolgt ebenfalls ausschließlich auf dafür geeigneten Flächen. Sämtliche Behältnisse, in denen wassergefährdende Stoffe gelagert werden, entsprechen den geltenden Vorschriften. Fahrzeuge und Maschinen werden regelmäßig gewartet und auf Undichtigkeiten hin überprüft.
- Für den Fall von Leckagen wassergefährdender Stoffe werden in ausreichendem Maße entsprechende Bindemittel vorgehalten. Diese werden im Schadensfall unverzüglich eingesetzt und in der Folge gesetzeskonform entsorgt.
- Kontaminierte Bodenbereiche werden unverzüglich abgetragen und gesetzeskonform entsorgt.

Stollen- und Schachtbauwerke

Um Auswirkungen auf den oberflächennahen Grundwasserhaushalt sowie auf Geologie und Landschaft zu minimieren, werden der Triebwasserstollen, der Unterwassers-



tollen, das Schachtkrafthaus sowie der Zufahrtstunnel in bergmännischer Bauweise errichtet.

Soweit im Rahmen der Tunnelbauarbeiten Kluftwasserführungen angeschnitten werden, werden Wasserzutritte durch geeignete Abdichtungsmaßnahmen unverzüglich minimiert. Nach Ausführung der Abdichtungsmaßnahmen stellt sich dann wieder der natürliche Grundwasserspiegel ein.

Aufgrund der vorgesehenen Auskleidungs- und Injektionsarbeiten entlang des Triebwasserweges ist keine mittel- bis langfristige Absenkung des Bergwasserspiegels zu erwarten. Der hochdruckseitige Triebwasserweg wird als hinterbetoniertes stahlgepanzertes Rohr angelegt. Der niederdruckseitige Abschnitt wird mit Ringbetonauskleidung ausgeführt.

Um einen dichten, kontinuierlichen Kontakt zwischen Auskleidung und Gebirge herzustellen, ist eine mehrstufige Injektion über radiale Bohrlöcher sowohl in den Ringbeton- als auch in der Panzerungsstrecke geplant.

Für die Ringbetonstrecken des Niederdruckstollens sind nach PÖRY ENERGY GMBH UND RMD CONSULT (2011b) folgende Regelinjektionen vorgesehen:

- Firstkontaktinjektionen im Niederdruckstollen zur Auffüllung des Absetzspaltes.
- Gebirgsvergütende Injektionen über radiale, 5 – 7 m lange Bohrlöcher im Fels. Zusätzlich wird bei jedem Bohrloch durch das Setzen eines Packers im Beton der Spalt Beton – Ausbruchsrund/Vortriebssicherung verpresst.
- Vorspanninjektionen, um die Betonschale nach Abklingen des Schwindens vorzuspannen und auch bei größerem Innendruck in rissfreiem Zustand zu halten. Bei jedem Bohrloch wird durch das Setzen eines Packers im Beton der Spalt Beton – Ausbruchsrund/Vortriebssicherung verpresst.

Für den gepanzerten Abschnitt des Triebwasserweges sind folgende Regelinjektionen vorgesehen:

- Firstkontaktinjektionen Abschnittsweises Verpressen der Längsdrainagen
- Spaltinjektionen in den Spalt Panzerung – Beton.
- Gebirgsvergütende Injektionen über radiale, 4 m lange Bohrlöcher im Fels. Zusätzlich wird bei jedem Bohrloch durch das Setzen eines Packers im Beton der Spalt Beton – Ausbruchsrund/Vortriebssicherung verpresst.

Die oben genannten Auskleidungs- und Injektionsarbeiten dienen der Konsolidierung des Gebirges und der Reduzierung der Gebirgsdurchlässigkeit in direkter Umgebung des Stollens. Nach Fertigstellung dieses Ausbaus ist kein nennenswerter Bergwasserzutritt in den Triebwasserweg mehr zu erwarten.

Der für das Erreichen des natürlichen Grundwasserspiegels erforderliche Zeitraum hängt von Geometrie und Durchlässigkeit des angebundenen Kluftnetzwerks ab, die bestimmen, mit welcher Geschwindigkeit Grundwasser nachfließen kann. Da die Menge an abfließendem Bergwasser sowie die Zeitdauer des Abflusses durch die Abdichtung begrenzt wird, ist für den Fall, dass weitreichende Störungszonen angeschnitten werden, auch die maximal mögliche Reichweite von Grundwasserstandsänderungen auf einen Bereich von einigen 100 m begrenzt.

Die im Rahmen des Stollenvortriebs angetroffenen Bergwässer werden gesammelt, in regelmäßigen Abständen auf ihre Beschaffenheit überwacht und bei Überschreitung von noch festzulegenden Grenzwerten aufbereitet.

Der Unterwasserstollen zwischen Kraftwerk und Ein-/Auslaufbauwerk wird im Festgestein unterhalb des Talboden-Porengrundwasserleiters angelegt, so dass hier Wirkungen auf den Grundwasserabfluss und die Grundwasserbeschaffenheit des Talbo-



denaquifers minimiert werden, da zwischen Kluft- und Porengrundwasserleiter in diesem Tiefenbereich diesbezüglich keine nennenswerten hydraulischen Verbindungen bestehen. Die Abdichtung des Unterwasserstollens erfolgt, wie bereits oben beschrieben, mittels Auskleidungs- und Injektionsarbeiten.

Um die Wasserversorgung der Ortschaft Jochenstein sowohl in der Bau- als auch in der Betriebsphase zu gewährleisten, werden verschiedene Maßnahmen durchgeführt. Diese beinhalten im Einzelnen:

- Wassergefährdende Stoffe werden nur auf dafür geeigneten Flächen gelagert. Die Betankung von Maschinen und Fahrzeugen erfolgt ebenfalls ausschließlich auf dafür geeigneten Flächen. Sämtliche Behältnisse, in denen wassergefährdende Stoffe gelagert werden, entsprechen den geltenden Vorschriften. Fahrzeuge und Maschinen werden regelmäßig gewartet und auf Undichtigkeiten hin überprüft.
- Aufgrund des Wasserandrangs aus dem Porengrundwasserleiter wird eine Abdichtung der Baugruben mittels Bohrpfehlwänden gegen das Grundwasser notwendig. Kleinere Mengen zutretenden Grundwassers aufgrund von Undichtigkeiten in der Absperrung werden über einen Pumpensumpf aufgefangen und abgepumpt. Somit ist aufgrund der Bauwasserhaltung lokal der Grundwasserstrom hin zur Baugrube gerichtet, so dass ein Abfluss wassergefährdender Stoffe aus der Baugrube nicht gegeben ist. Zudem fließen wassergefährdende Stoffe bzw. kontaminierte Wässer in erster Linie dem Pumpensumpf zu, der es erlaubt, das verunreinigte Wasser entsprechend zu behandeln.
- Für den Fall von Leckagen wassergefährdender Stoffe werden in ausreichendem Maße entsprechende Bindemittel vorgehalten. Diese werden im Schadensfall unverzüglich eingesetzt und in der Folge gesetzeskonform entsorgt.
- Im Fall einer Leckage wassergefährdender Stoffe sowohl im Bereich der Baustelle als auch entlang der Kreisstraße PA51 wird der dadurch kontaminierte Boden unverzüglich abgetragen und fachgerecht entsorgt. Dies verhindert ein weiteres Eindringen dieser Stoffe in tiefere Bodenschichten bzw. das Erreichen des Grundwassers.
- Sollte trotz eingeleiteter Gegenmaßnahmen eine Verunreinigung des Grundwassers eintreten, so werden im Schadensbereich bei Bedarf Abwehrbrunnen errichtet, über die einerseits das kontaminierte Grundwasser abgepumpt wird, andererseits wird durch die Grundwasserabsenkung im Schadensbereich eine Weiterverbreitung der Schadstoffe mit dem natürlichen Grundwasserstrom unterbunden.
- Um etwaige Grundwasserverunreinigungen im Porengrundwasserleiter des Talbodens möglichst schnell zu erkennen, sind zwei Grundwassermessstellen im Oberstrom des Wasserschutzgebietes für die Brunnen der Wasserversorgung Jochenstein geplant. Diese werden so angelegt, dass auftretende Schadstoffe frühzeitig erkannt werden können. Die Messstellen werden so dimensioniert, dass eine problemlose Wasserprobenahme gewährleistet ist.
- Aufgrund des großen Abstands der geplanten Baumaßnahmen von den Brunnen werden keine relevanten Beeinträchtigungen erwartet. Aufgrund der geringen Grundwasserfließgeschwindigkeit von 10 bis 25 cm/Tag können bei regelmäßigem Monitoring schon im großräumigen Zustrombereich der Brunnen rechtzeitig Veränderungen erkannt werden und bei Bedarf Gegenmaßnahmen wie die Errichtung von Abwehrbrunnen im Schadensbereich umgesetzt werden.
- Nach Fertigstellung des Triebwasserweges besteht eine Wasserleitung durch den vorgetriebenen Stollen, die im Notfall die Ortschaft Jochenstein mit Wasser aus der Ortsversorgung von Gottsdorf versorgen kann. Da aufgrund der geringen Abstandsgeschwindigkeiten im Grundwasserleiter die Ausbreitungsgeschwindigkeit



etwaiger Schadstofffahnen im Bereich von mehreren Jahren liegt, wird die Ersatzwasserleitung bereits bestehen, bevor eine potentielle Kontamination in den Brunnen ankommt.

Um den Flächenverbrauch an Land durch die Lagerung von Ausbruchsmaterial zu minimieren, wird dieses größtenteils auf Lastkähne in der Donau verbracht und zur Verwertung abtransportiert.

BE-Flächen

In den Bereichen der BE-Flächen liegen die größten Gefahren und damit die potentiell größten Auswirkungen in der Freisetzung wassergefährdender Substanzen. Zur Vermeidung derartiger negativer Auswirkungen sind der Einsatz zugelassener Behälter sowie das Vorhalten von Ölbindemitteln in ausreichender Menge auf allen betroffenen Flächen geplant. Die Betankung von Fahrzeugen erfolgt nur auf dafür ausgewiesenen versiegelten Flächen. Dort anfallende Niederschlagswässer werden vor Ableitung in Oberflächengewässer gesammelt und aufbereitet.

Lagerflächen

Da bei den gewonnenen Ausbruchs- bzw. Aushubmaterialien keine signifikanten Schadstoffbelastungen zu erwarten sind, sind Schadstoffbelastungen des Grundwassers nicht zu erwarten. Beim Anhäufen der zu lagernden Materialien wird durch lagenweisen Einbau auf die Standfestigkeit der Haufwerke geachtet.

Zur Vermeidung des Eintrags von Rückständen von Umsetzungsprodukten der verwendeten Sprengstoffe im Ausbruchsmaterial wird auf Zwischenlagerfläche 1 eine Abdichtung mit umfassendem Drängaben und Pumpensumpf installiert. Aus dem Haufwerk austretende Sickerwässer werden über eine Gewässerschutzanlage geleitet und gereinigt. Sonderabfälle, wie mit Spritzbetonresten verunreinigtes Ausbruchsmaterial und weitere in das Aushub- und Ausbruchsmaterial gelangte Materialien, werden von der ausführenden Baufirma gesondert gesammelt und fachgerecht entsorgt.

9.1 Maßnahmen in der Betriebsphase

Zur Vermeidung bzw. Verminderung von Auswirkungen werden bereits in der Planung und bei der baulichen Ausgestaltung umfangreiche Maßnahmen zum Schutz vor quantitativen und/oder qualitativen Beeinträchtigungen des Grundwassers beim späteren Betrieb des Energiespeichers getroffen. Hierzu zählt die wasserundurchlässige Ausbildung des Speichersees in Asphaltbauweise. Dadurch werden Wechselwirkungen zwischen dem Wasserstand im Speichersee und dem umgebenden Grundwasser unterbunden.

Für den Betrieb des Triebwasserweges gewährleistet die bereits zur Bauzeit hergestellte Stollenabdichtung mittels der oben beschriebenen Gebirgsinjektionen, Betonauskleidung (z.T. mit Stahlpanzerung) und Spaltinjektionen eine hinreichende Vermeidung negativer Auswirkungen in der Betriebsphase. Somit sind über betriebsbedingte Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten hinaus keine weiteren Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Auswirkungen durch den Betrieb des Triebwasserweges vorzunehmen.

Wie Kapitel 4.2 bereits dargelegt, sind darüber hinaus für die Betriebsphase selbst keine negativen Auswirkungen im gesamten Projektbereich zu erwarten, denen mit konkreten Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung begegnet werden müsste. Die allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung von Schadstoffeinträgen in den Untergrund beim Betrieb technischer Anlagen werden eingehalten.



In Bezug auf die Schutzgüter Grundwasser und Boden betrifft dies vor allem die notwendige Lagerung von Betriebsstoffen auf dem Betriebsgelände, von denen eine Grundwassergefährdung ausgehen könnte. Die Lagerung solcher Stoffe wird nur auf dafür geeigneten Flächen vorgenommen. Die Betankung von Maschinen und Fahrzeugen wird ebenfalls nur auf dafür vorgesehenen und entsprechend technisch ausgestatteten Flächen vorgenommen. Für den Fall von Betriebsstoffleckagen werden zu jeder Zeit Bindemittel in ausreichender Menge vorgehalten.

10 Vorschläge für die Beweissicherung und Kontrolle

Für den Fachbereich Geologie und Hydrogeologie ist folgendes Untersuchungs- und Messprogramm vorgesehen.

1. Geologie

Während der Bauarbeiten werden im Rahmen der baugeologischen Dokumentation und Beratung die geologischen Verhältnisse in allen Bauteilen, dokumentiert. Dies beinhaltet beispielsweise die Ortsbrustabnahme während des Tunnelvortriebs und die Sohlabnahme in Baugruben.

2. Grundwasserbenutzungsanlagen und Variabilität der natürlichen Hangquellen

Zur Beweissicherung aller vorhandener Brunnen und Quellen wurde durch IFB Eigenschank eine Brunnen- und Quellenerhebung durchgeführt, die im Bericht Nr. 11.10.1170 (IFB EIGENSCHANK, 2010a) dargestellt wurde. Eine tabellarische Aufstellung der dort erfassten Objekte ist in Anlage 3 enthalten.

Es wurden an 42 Probenahmestellen die Vor-Ort-Parameter ermittelt und Probenahmeprotokolle geführt sowie an 37 Stellen Wasserproben entnommen und auf die Wasserhauptinhaltsstoffe untersucht. Weiter wurde ein Brunnen- und Quellenkataster mit Messstellenstammblätern für diese Messstellen erstellt, in dem die wichtigsten Daten zusammengetragen sind (Datum Aufnahmetag, Eigentümer, Lage, Tiefe und Abstich der Brunnen, Schüttung der Quellen, derzeitige Nutzung, Fotoaufnahmen).

Durch die im Sommer 2011 geänderte Planung wurden noch fünf weitere Probenahmestellen ergänzt. Die Untersuchungen im Bereich der natürlichen Hangquellen im Schluchtwaldbereich haben ergeben, dass der weit überwiegende Teil der Quellen zeitweise keine Schüttung aufwies, also intermittierend ist. Hinsichtlich der Lebensräume der dortigen Tier- und Pflanzenwelt ist daher davon auszugehen, dass sich diese auf solche wechselnden Rahmenbedingungen eingestellt und angepasst haben.

Es ist vorgesehen, die seit Oktober 2010 laufende Brunnen- und Quellenbeweissicherung fortzusetzen. Hierbei werden monatlich der Wasserstand bzw. die Quellschüttung und die Vor-Ort-Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt, Färbung, Trübung und Geruch ermittelt. In festgelegten Abständen erfolgt zusätzlich eine Probenahme und Untersuchung auf die Parameter Hydrogencarbonat, Chlorid, Nitrat, Sulfat, Calcium, Kalium, Magnesium, Natrium, SAK 436 nm, SAK 254 nm, DOC sowie einmal die Probenahme und Untersuchung auf den Kohlenwasserstoffindex. An zu Trinkwasserzwecken genutzten Messstellen erfolgt zusätzlich eine mikrobiologische Wasseruntersuchung.

In den zu tiefen Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrungen SB1, SB21, SB23 und EB 22 werden vor Baubeginn einmalig Isotopenmessungen ($\delta^{18}\text{O}$, H^2 (Deuterium) und H^3 (Tritium)) zur Ermittlung der Herkunft der Grundwässer durchgeführt. Zum Vergleich mit oberflächennahem Grundwasser werden zusätzlich die Grundwassermessstellen PB4 und PB8 beprobt. Während der Bauzeit werden diese Messungen

zweimal jährlich im Januar und Juli wiederholt, um die isotonchemische Zusammensetzung des Grundwassers zu dokumentieren.

3. Wasserversorgungsanlage Jochenstein

Das Beweissicherungsprogramm an den Brunnen GJ4 und GJ5 der Wasserversorgung Jochenstein wird bis zum Baubeginn analog zum Messprogramm an den natürlichen Hangquellen und Grundwasserbenutzungsanlagen im Speicherseebereich (vgl. Punkt 2) durchgeführt. Zusätzlich wird in den Brunnen GJ4 und GJ5 der Fluoridgehalt als Indikatorparameter für den Zufluss von kristallinem Grundwasser aus der Donauleiten in den quartären Porengrundwasserleiter ermittelt.

Mit Baubeginn wird das monatliche Untersuchungsprogramm um eine mikrobiologische Wasseruntersuchung sowie auf die Analyse von Schadstoffparametern (z. B. Mineralölkohlenwasserstoffe) erweitert. Letztere orientiert sich am aus der Baumaßnahme zu erwartenden Schadstoffinventar und wird nach Abschluss der Ausführungsplanung noch vor Baubeginn endgültig festgelegt.

Zudem werden im Grundwasserabstrom des Baugeländes am Ostrand der Freiluftschaltanlage zwei Vorfeldgrundwassermessstellen in den quartären Grundwasserleiter abgeteuft, an denen das gleiche Untersuchungsprogramm wie bei den Brunnen GJ4 und GJ5 durchgeführt wird.

4. Hydrogeologie: Grundwasserspiegel

Durch den Auftraggeber werden im Untersuchungsgebiet an gegenwärtig 26 Messstellen Datenlogger zur automatischen Erfassung der Höhe des Grundwasserspiegels betrieben. Die Daten werden regelmäßig ausgelesen (siehe Anlage 3).

Aufgrund dieser Datenreihen kann die Variabilität bzw. die Schwankungsbreite der Grundwasserstände ermittelt werden. Diese Aufzeichnungen werden fortgesetzt.

5. Hydrologie: Wasserhaushalt

Die Durchflussmessungen an den vorhandenen fünf Messstellen werden wie bisher im monatlichen Turnus fortgesetzt.

6. Auswirkungen durch tiefbautechnische Maßnahmen

Vor Beginn der Baumaßnahme wird eine Beweissicherung der Bausubstanz im Umgriff der Baumaßnahme durchgeführt. Nach Beendigung der Baumaßnahme erfolgt eine Schlussbegehung, ggf. werden Zwischenbegehungen während der Baumaßnahme durchgeführt.

7. Schadstoffeintrag in Boden und Grundwasser

Während der Bauphase sind die unter Ziffer 2 bis 5 beschriebenen Maßnahmen fortzusetzen. Darüber hinaus sind folgende Untersuchungen erforderlich:

- Untersuchung der beim Tunnelvortrieb anfallenden Tunnelabwässer auf die baustellenspezifischen Parameter (abfiltrierbare Stoffe, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Kohlenwasserstoffe, Vor-Ort-Parameter, pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur, Färbung, Trübung, Geruch)
- Zusätzliche Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in den Vorfeldmessstellen der Wasserversorgung Jochenstein in einem Umfang, der einen Überblick über das Stoffinventar je ca. 50 m Fließstrecke liefert. Es ist eine Untersuchung auf die Parameter BTEX, Kohlenwasserstoffe, Nitrat,



Nitrit, Ammonium, Calcium, Magnesium und die Vor-Ort-Parameter vorsehen.

Während der Betriebsphase werden Teile der oben genannten Beweissicherungs- und Kontrollmaßnahmen weitergeführt. Diese beinhalten die weitere hydrochemische Überwachung der Grundwasserbenutzungsanlagen (Punkte 2 und 3), das Grundwassermonitoring mittels Datenlogger an den Grundwassermessstellen im Talboden (Punkt 4), die Durchflusssmessungen an Oberflächengewässern (Punkt 5) sowie die hydrochemische Überwachung der Vorfeldmessstellen der Wasserversorgung Jochenstein (Punkt 7). Im Verlauf der Betriebsphase kann das Beweissicherungsprogramm in behördlicher Abstimmung evaluiert, angepasst und nach endgültiger Feststellung der Auswirkungen durch den Betrieb des Energiespeichers eingestellt werden.

11 Nachsorgephase

Nach Ablauf der genehmigten Bestandsdauer besteht grundsätzlich die Absicht der Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ), eine Verlängerung der Genehmigung zu beantragen und den Energiespeicher Riedl entsprechend den technischen, gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen weiter zu betreiben.

Wird das Kraftwerk aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen stillgelegt, erfolgt die Sicherung, Verwertung bzw. Entsorgung der Komponenten entsprechend den zu diesem Zeitpunkt gültigen gesetzlichen Grundlagen. So kann die Unternehmerin durch die Wasserrechtsbehörden verpflichtet werden, die Bauten ganz oder teilweise zu beseitigen und den früheren Zustand wiederherzustellen, oder auf ihre Kosten andere Vorkehrungen zu treffen, die geeignet sind, nachteilige Folgen des Ausbaus nach Erlöschen der Bewilligung zu verhüten.

Beim Abbruch bzw. der Stilllegung der unterirdischen Anlage kommt eine Verwahrung in Frage. Die Verwahrung dieser Anlagenteile wird mittels Betonplomben hergestellt. Unter dieser Voraussetzung sind keine maßgeblichen Auswirkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse zu erwarten. Beim Rückbau des Speichersees sollten ähnlich durchlässige Materialien eingebaut werden, wie der natürlich anstehende gering durchlässige Boden. Unter dieser Voraussetzung sind keine relevanten Auswirkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse zu erwarten.

12 Aufgetretene Schwierigkeiten

Bei der Erstellung des vorliegenden Berichts ergaben sich keine Schwierigkeiten.



13 Zusammenfassung

13.1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des vorliegenden Fachgutachtens Geologie und Hydrogeologie erfolgt die Darstellung der örtlichen geologischen und tektonischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet. Zudem werden die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse anhand der Betrachtung von Quellen und Bohrungen erläutert.

Ausgehend vom Ist-Zustand und dessen Sensibilitätsbewertung werden quantitative und qualitative Auswirkungen auf die bestehenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse untersucht und erläutert. Hierbei werden die Bau-, Betriebs- und Nachsorgephase betrachtet.

Davon abgeleitet werden die vorgesehenen Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung möglicher Auswirkungen dargestellt und Vorschläge zur Beweissicherung und Kontrolle der geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten unterbreitet.

Die Ergebnisse der Untersuchungen und Beurteilungen werden schließlich in einer zusammenfassenden Bewertung im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit des Projektes aus geologisch-hydrogeologischer Sicht unterzogen.

13.2 Bestandssituation

Das zu untersuchende Projektgebiet befindet sich im äußersten Osten des Landkreises Passau im bayerisch-österreichischen Grenzgebiet nahe den Ortschaften Jochenstein, Riedl und Gottsdorf. Das Projektareal umfasst den Talboden des Donautals, den Steilhangbereich der Donauleite sowie die Hochfläche mit der „Riedler Mulde“.

Die geplante Baumaßnahme erstreckt sich über zwei unterschiedliche geologische Großeinheiten. Diese beinhalten das südostbayerische Grundgebirge, in dem magmatische und hochgradig metamorphe Gesteine anstehen, und den quartären Schotterkörper des Donautals.

Die Beschaffenheit des Gebirges wurde mit zahlreichen Erkundungsbohrungen untersucht. Dabei wurde sowohl für das Schachtkrafthaus als auch den Triebwasserstollen und den Speichersee weitgehend standfestes Gebirge erkundet. Lediglich der oberflächennahe Bereich des Festgesteins und einige tektonisch beanspruchte Zonen zeigen Auflockerungserscheinungen. Im Bereich des Speichersees überlagern mehrere Meter mächtige Zersatz- und Hanglehmschichten das Festgestein. Diese Schichten werden im Zuge der Anlage des Speichersees weitgehend abgetragen.

Der Triebwasserstollen wird durchwegs im Festgestein der Donauleiten weit unterhalb der Deckschichten angelegt.

Das Schachtkrafthaus im Talboden wird bis zu 60 m tief in die dort anstehenden durchwegs harten mylonitischen Gneise eingebunden. Der Verbindungsstollen zwischen Schachtkraftwerk und Ein-/Auslaufbauwerk wird ebenfalls in kompakten Metamorphiten angelegt.

Das Ein-/Auslaufbauwerk wird teils im Festgestein, teils im anthropogen veränderten Gelände angelegt. Der Baugrund ist für die Errichtung der geplanten Anlage geeignet.

Im Untersuchungsgebiet lassen sich zwei hydrogeologische Einheiten ausweisen. Im Talboden befindet sich ein wasserwirtschaftlich genutzter und bis zu 12 m mächtiger



gut durchlässiger Porengrundwasserleiter über dem darunter liegenden Festgestein. Das Grundwasservorkommen ist durch eine bis zu 5 m mächtige Deckschicht aus Hochflutablagerungen geschützt.

Der Kluftgrundwasserleiter des Kristallins kommuniziert in seinem oberen Bereich hydraulisch mit den Deckschichten und dem Zersatz. Mit zunehmender Tiefe weist der Kluftgrundwasserleiter bis auf wenige wasserwegsame Zonen äußerst geringe Durchlässigkeiten auf.

Im Speicherseebereich befindet sich oberflächennah ein nicht zusammenhängender Poren-Kluftgrundwasserkörper in der Übergangszone zwischen Locker- und Festgestein, der mit zunehmender Tiefe in einen reinen Kluftgrundwasserleiter übergeht. Dieses Grundwasser wird nördlich der Ortschaft Gottsdorf über vier Quellen für die Wasserversorgung Gottsdorf wasserwirtschaftlich genutzt. Zudem erschließen privat genutzte Brauchwasserbrunnen und -quellen diesen Grundwasserleiter zwischen den Ortschaften Gottsdorf und Riedl.

Im Bereich der Donauleiten wurden zahlreiche Hangquellen mit überwiegend intermittierendem Charakter erfasst. Aufgrund ihres Schüttungsverhaltens und der chemischen Beschaffenheit der Wässer darf angenommen werden, dass diese Quellen oberflächennahes Grundwasser aus dem Hangschutt fördern. Anhaltspunkte für eine hydraulische Anbindung an einen tiefergelegenen Kluftgrundwasserleiter sind nicht erkennbar.

Das Gebiet der geplanten Baumaßnahme wurde bezüglich seines Ist-Zustandes einer Sensibilitätsanalyse unterzogen. Vor allem aufgrund seiner Nähe zum Wasserschutzgebiet der Ortschaft Jochenstein sowie aufgrund der potentiellen Auswirkungen auf privat genutzte Quellen und Brunnen ist dem Gebiet in Teilbereichen eine hohe Sensibilität zugeschrieben worden.

Hinsichtlich der weiteren Kriterien, wie Beschaffenheit und Durchlässigkeit des Gebirges, werden für das gesamte Untersuchungsgebiet geringe bis mittlere Sensibilitäten angenommen. Die mittlere Sensibilität hinsichtlich der Kriterien Gebirgsdurchlässigkeit, Beschaffenheit Fels sowie Hangquellen im Bereich der Donauleite bezieht sich vor allem auf all jene Bereiche, die im Nahbereich der Triebwasserstollens bzw. der Kraftstation sowie deren Baumaßnahmen liegen.

Aus der dargestellten geologisch-hydrogeologischen Bestandssituation lassen sich die geotechnischen Voraussetzungen für die Errichtung des Energiespeichers ableiten. Diese sind wie folgt zu erwarten.

Wasserzutritte in die Hohlraumbauten werden auf Basis der Erkundungen nur in geringem Ausmaß erwartet. Die bisherigen Untersuchungen des Grundwassers zeigen keine Hinweise auf baustoffaggressive Zusammensetzungen.

Die Standfestigkeit des Gebirges ist im Bereich der geplanten Bauwerke größtenteils gegeben und jedenfalls technisch beherrschbar. Vor allem im Bereich des Kraftwerks-schachtes wurden extrem kompakte und dadurch sehr standfeste Gesteine erbohrt. Vereinzelt kleine Störungszonen haben keinen Einfluss auf die Standfestigkeit des Untergrundes. Auf Höhe des Talbodens im Bereich des Triebwasserstollens wurden in den Erkundungsbohrungen keine signifikanten Gesteinswechsel durchörtert.

Im Bereich der Donauleiten steht eine teilweise kataklastisch überprägte Wechselfolge von Graniten und Gneisen mit geringmächtigen Einschaltungen von Kalksilikat- und Amphibolitgneisen bzw. Silikatmarmor an. Die Ergebnisse der Erkundungsbohrung SB 22 zeigen, dass das Gebirge auch in kataklastischen Bereichen weitgehend standfest ist. Des Weiteren sind lokal begrenzte Störungszonen zu erwarten, in denen das Gestein bruchhaft zerschert ist. Weitläufige Störungszonen, die den Stollen-



vortrieb signifikant behindern und die Standfestigkeit des Triebwasserweges beeinträchtigen könnten, sind nicht zu erwarten.

Zusammenfassend sind die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse für die Errichtung des Energiespeichers günstig und technisch beherrschbar.

13.3 Auswirkungen - Bayern

Auf Basis der zusammengestellten und analysierten Daten wurde eine Auswirkungsanalyse im Hinblick auf die Bauphase und den Betrieb sowie die Nachsorgephase durchgeführt.

13.3.1 Bauphase

Durch die Errichtung des Speichersees wird der Grundwasserhaushalt in der Bauphase temporär wie auch in der Betriebsphase nachhaltig verändert.

Durch die Verlegung des Aubachs werden die Vorflutverhältnisse nachhaltig verändert, so dass sich ein verändertes Grundwasserfließregime einstellen wird. Die Versiegelung von ca. 26 ha Boden führt zu einer reduzierten Grundwasserneubildung in diesem Bereich. Die Einbindung des Speichersees in den Untergrund wird zu Änderungen der oberflächennahen Grundwasserverhältnisse führen. Durch die Ableitung über eine Ringdrainage wird dieses Wasser unterhalb des Speichersees dem Aubach wieder zugeführt. Dies bedingt eine reduzierte Wasserführung im Bereich des zu verlegenden Aubachs.

Aufgrund der Baumaßnahmen im Speicherseebereich kann es temporär zu einer Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit, z.B. durch das Einbringen von Karbonaten im Rahmen von Betonierungsarbeiten, kommen. Dies drückt sich in einer lokalen Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeiten und der Temperatur (Hydratationswärme) des Grundwassers, sowie der Konzentrationen von in Karbonaten enthaltenen Ionen (z.B. Ca^+ , Mg^{2+}) im Grundwasser aus. Diese Auswirkungen sind zeitlich und räumlich begrenzt und klingen durch Verdünnungseffekte nach Beendigung des Eintrags schnell wieder ab. Leckagen von Betriebsflüssigkeiten an Baumaschinen können eine temporäre lokale Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit bedingen. Durch das Vorhalten geeigneter Bindemittel und das unverzügliche Einleiten von Gegenmaßnahmen wie den Abtrag kontaminierter Bodenbeiche lässt sich im Falle einer Leckage die Beeinträchtigung der Wasserbeschaffenheit minimieren bzw. vermeiden. Landwirtschaftliche Einträge entfallen dagegen zukünftig in diesem Bereich.

Bei der Errichtung des Triebwasserstollens sind temporäre Auswirkungen auf die Grundwasserführung des Kluftgrundwasserleiters im Bereich der Donauleite nicht gänzlich auszuschließen. Beim Anbohren wasserwegsamere Bereiche ist eine lokale temporäre Absenkung des Bergwasserspiegels möglich. Zur Vermeidung längerfristiger Auswirkungen wird der Triebwasserweg über seine gesamte Länge mit einer Ringbetonauskleidung bzw. einer hinterbetonierten Stahlpanzerung versehen. Die Abdichtung der Stollenbauwerke, also des umgebenden Gebirges sowie des Spaltes zwischen Gebirge und Auskleidung erfolgt über Gebirgs- und Spaltinjektionen, sodass keine mittel- bis langfristigen Auswirkungen auf den Bergwasserhaushalt zu erwarten sind.

Das Bergwasser unterliegt keiner Nutzung und tritt nirgendwo erkennbar zu Tage. Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Hangquellen an der Donauleite sind nicht zu erwarten, da aufgrund entsprechender Untersuchungen hydraulische Verbindungen zum tieferen Kluftgrundwasserleiter nicht nachzuweisen sind.

Im Bereich des geplanten Schachtkraftwerks sowie des Unterwasserstollens und des Ein-/Auslaufbauwerks ist nur mit vernachlässigbaren Auswirkungen auf den Grund-



wasserfluss im obersten Grundwasserstockwerk zu rechnen. Aufgrund der Entfernung zu den Trinkwasserbrunnen der Wasserversorgung Jochenstein von rund 1 km lassen die Baumaßnahmen keinen Einfluss auf Wasserqualität im quartären Porengrundwasserleiter erwarten. Eine Verminderung des Wasserdargebots in der Wasserversorgung Jochenstein ist auszuschließen.

Durch die Bauarbeiten kann es zu temporären Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit im Porengrundwasserleiter im Nahbereich der Baumaßnahme kommen. Dies bezieht sich vor allem auf Betonierungsarbeiten und der damit verbundenen Verwendung karbonatischer Zemente. Ein Kontakt dieser Materialien drückt sich in einer lokalen Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeiten und der Temperatur (Hydrationswärme) des Grundwassers, sowie der Konzentrationen von in Karbonaten enthaltenen Ionen (z.B. Ca^+ , Mg^{2+}) im Grundwasser aus. Diese Auswirkungen sind zeitlich und räumlich begrenzt und klingen durch Verdünnungseffekte nach Beendigung des Eintrags schnell wieder ab.

Beeinträchtigungen der Grundwasserbeschaffenheit durch Leckagen von Betriebsflüssigkeiten an Baufahrzeugen und -maschinen sind möglich, können aber durch das unverzügliche Einleiten von Gegenmaßnahmen wie z.B. den Einsatz von Bindemitteln und die Abtragung und Entsorgung kontaminierter Bodenbereiche verhindert werden. Im Falle eines Schadstoffeintrages in das Grundwasser geht dessen Ausbreitung aufgrund der geringen Abstandsgeschwindigkeiten im Grundwasserleiter extrem langsam vonstatten. Verunreinigungen würden erst nach Jahren an den Trinkwasserbrunnen der Wasserversorgung Jochenstein ankommen. Innerhalb dieses Zeitraums sind Gegenmaßnahmen wie die Errichtung von Sanierungsbrunnen oder die Installation einer Ersatzwasserversorgung problemlos zu implementieren. Durch Monitoringmaßnahmen an im Anstrom der Trinkwasserbrunnen errichteten Grundwassermessstellen wird die Wasserqualität laufend überprüft.

13.3.2 Betriebsphase

Im Vergleich zur Bauphase sind mögliche Auswirkungen in der Betriebsphase signifikant nachrangiger. Veränderungen des Grundwasserhaushalts beschränken sich auf den Nahbereich der errichteten Bauwerke.

Durch die Errichtung des geplanten Speichersees und der damit verbundenen Verlegung des Vorfluters (Aubach) sind lokale Veränderungen im Grundwasserhaushalt zu erwarten. Durch den Speichersee werden dauerhaft ca. 26 ha Boden versiegelt, was in diesem Bereich zu einer reduzierten Grundwasserneubildung führt. Für den oberflächennahen Grundwasserfluss bedeutet der wasserundurchlässige Speichersee ein Hemmnis. Anfallendes Grundwasser wird über eine Ringdrainage gefasst und unterhalb des Speichersees an den Vorfluter abgegeben.

Durch die Anlage des Triebwasserweges als ausgekleidetes und abgedichtetes unterirdisches Bauwerk sind während der Betriebsphase keine Auswirkungen zu erwarten. Der Triebwasserweg wird über seine gesamte Länge mit einer Ringbetonaukleidung bzw. einer hinterbetonierten Stahlpanzerung versehen. Die Abdichtung der Stollenbauwerke, also des umgebenden Gebirges sowie des Spaltes zwischen Gebirge und Auskleidung erfolgt über Gebirgs- und Spaltinjektionen, sodass keine mittel- bis langfristigen Auswirkungen auf den Bergwasserhaushalt zu erwarten sind.

Bei einer fachgerechten Errichtung der Kraftstation ist in der Betriebsphase von keinen Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit auszugehen. Eine Verminderung des Wasserdargebots oder eine Veränderung der Wasserbeschaffenheit durch den Betrieb des Kraftwerks ist für die Wasserversorgung Jochenstein auszuschließen.



13.3.3 Nachsorgephase

Beim Abbruch bzw. der Stilllegung der unterirdischen Anlage kommt eine Verwahrung in Frage. Die Verwahrung dieser Anlagenteile wird mittels Betonplomben hergestellt. Unter dieser Voraussetzung sind keine maßgeblichen Auswirkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse zu erwarten. Beim Rückbau des Speichersees sollten Materialien mit vergleichbarer Durchlässigkeit und Beschaffenheit eingebaut werden, wie der natürlich anstehende Boden. Unter dieser Voraussetzung sind keine relevante Auswirkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse zu erwarten.

13.4 Auswirkungen - Österreich

Auf Österreichischem Staatsgebiet sind keinerlei positive oder negative Auswirkungen des Vorgabens auf die geologischen Verhältnisse und das Grundwasser zu erwarten.

13.5 Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen

Sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase wurde ein Maßnahmenkatalog zum Monitoring und zur Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen erstellt. Die Ergebnisse dieser Maßnahmen fließen in die laufende technische Planung und Bewertung ein.

13.5.1 Bauphase

Das im Speicherseebereich in seinem natürlichen Fluss gehemmte Grundwasser wird über umlaufende Drainageleitungen dem Vorfluter zugeführt, um Auswirkungen auf die Abflussmengen der Oberflächengewässer zu minimieren.

Im Bereich des Speichersees werden Wasserzutritte bei Erfordernis entlang von wasserführenden Klüften durch geeignete technische Maßnahmen wie beispielsweise Injektionen abgedichtet.

Im Zuge der Errichtung des Speicherbeckens und der Verlegung des Aubachs ist es vorgesehen, das Wasser des Aubachs über eine Zwischenbeckenkaskade zu leiten, um die beim Baubetrieb anfallenden Trüb- und Feststoffe zurückzuhalten.

Die für den Bau des Speichersees benötigten Erdbaumaterialien werden soweit möglich aus dem örtlich anstehenden bzw. örtlich anfallenden Aushubmaterial gewonnen.

Mit Ausnahme des Speichersees werden sämtliche Anlagenteile größtenteils unterirdisch angelegt, um Auswirkungen auf die Geologie und Landschaft sowie auf den wasserwirtschaftlich genutzten Porengrundwasserleiter im Talboden zu minimieren.

Der Triebwasserweg wird über seine gesamte Länge mit einer Ringbetonauskleidung (Niederdruckseite) bzw. einer hinterbetonierten Stahlpanzerung (Hochdruckseite) versehen. Die Abdichtung der Stollenbauwerke, also des umgebenden Gebirges sowie des Spaltes zwischen Gebirge und Auskleidung erfolgt über Gebirgs- und Spaltinjektionen, sodass keine mittel- bis langfristigen Auswirkungen auf den Bergwasserhaushalt zu erwarten sind.

Auf sämtlichen Betriebs- und Lagerflächen werden Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung negativer Auswirkungen durch die Freisetzung wassergefährdender Substanzen getroffen. Diese umfassen die ausschließliche Lagerung wassergefährdender Stoffe auf dafür geeigneten versiegelten Flächen, die ausschließliche Betankung von Maschinen und Fahrzeugen auf dafür vorgesehenen versiegelten Flächen,



das Vorhalten von Bindemitteln, sowie die kontrollierte Ableitung und ggf. Aufbereitung von Niederschlagswässern auf BE-Flächen.

Im Schadensfall werden entsprechende Bindemittel unverzüglich eingesetzt und gegebenenfalls kontaminierte Bodenbereiche abgetragen und fachgerecht entsorgt.

Sollte trotz eingeleiteter Gegenmaßnahmen eine Verunreinigung des Grundwassers eintreten, werden im Schadensbereich bei Bedarf Abwehrbrunnen errichtet, über die das kontaminierte Grundwasser abgepumpt wird und durch die Grundwasserabsenkung im Schadensbereich eine Weiterverbreitung der Schadstoffe mit dem natürlichen Grundwasserstrom unterbunden wird.

Um eine einwandfreie Wasserversorgung der Ortschaft Jochenstein zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten, wird ein Grundwassermonitoring durchgeführt und zusätzlich über den Triebwasserstollen eine redundante Ersatzwasserversorgung über die Ortschaft Gottsdorf erstellt.

13.5.2 Betriebsphase

Zum Schutz vor quantitativen und/oder qualitativen Beeinträchtigungen des Grundwassers wird der Speichersee in der Riedler Mulde als wasserundurchlässiges Bauwerk errichtet. Das im Speicherseebereich in seinem natürlichen Fluss gehemmte Grundwasser wird über eine umlaufende Drainageleitung dem Vorfluter zugeführt, um Auswirkungen auf die Abflussmengen des Aubachs zu minimieren.

Darüber hinaus sind für die Betriebsphase keine erkennbaren negativen Auswirkungen im gesamten Projektbereich zu erwarten, denen mit konkreten Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung begegnet werden müsste. Auf die allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen beim Betrieb technischer Anlagen, insbesondere beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, wird hingewiesen.

13.6 Vorschläge für die Beweissicherung

Während der Bauarbeiten werden im Rahmen der baugeologischen Dokumentation und Beratung die geologischen Verhältnisse in allen Bauteilen dokumentiert. Bauwerke werden nach Errichtung mittels Feinnivellement vermessen und damit beweisgesichert. Eventuelle Setzungen können somit durch Folgemessungen ermittelt werden.

Zur Beweissicherung des Grundwassers im Bereich des Speichersees, des Talbodens und der Donauleite wurden Grundwassermessstellen errichtet und ein Brunnen- und Quellskataster erstellt. An ausgewählten Probenahmestellen wird ein qualitatives und quantitatives Grundwassermonitoring durchgeführt.

Die Grundwasseroberfläche wird im Talboden und im Bereich des Speichersees durch 26 Datenlogger permanent überwacht.

An fünf Messstellen an Oberflächengewässern werden monatlich Durchflussmessungen durchgeführt.

Während der Baumaßnahme werden die beim Tunnelvortrieb anfallenden Tunnelabwässer sowie das Grundwasser auf die Beschaffenheit überwacht.

Während der Betriebsphase werden die Beweissicherungs- und Kontrollmaßnahmen (hydrochemische Überwachung der Grundwasserbenutzungsanlagen, Grundwassermonitoring mittels Datenlogger, Durchflussmessungen an Oberflächengewässern, hydrochemische Überwachung der Vorfeldmessstellen und Brunnen der Wasserversorgung Jochenstein) im erforderlichen Umfang weitergeführt. Im Verlauf der Betriebsphase kann das Beweissicherungsprogramm in behördlicher Abstimmung evalu-



iert, angepasst und nach endgültiger Feststellung der Auswirkungen durch den Betrieb des Energiespeichers eingestellt werden.

13.7 Gesamtbewertung

Auf Grundlage der vorliegenden Auswirkungsanalyse und des daraus erarbeiteten Maßnahmenkatalogs lassen sich zusammenfassend die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse sowohl in der Bau- als auch in der Betriebsphase als lokal eng begrenzt, gering und technisch beherrschbar einstufen.

Durch den Bau des Speichersees werden sechs Brauchwasserquellen überbaut und sind in der bisherigen Form nicht mehr nutzbar. Aus diesem Grund werden diese neu gefasst, zu einer neu zu errichtenden Zisterne ausgeleitet und an die bestehende Leitung angebunden. Auswirkungen auf andere Quellen und Brunnen sind nicht zu erwarten.

Eine potentielle Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung Jochenstein wird durch Maßnahmen verhindert, so dass die Verfügbarkeit von einwandfreiem Trinkwasser stets gewährleistet ist. Eine Beeinträchtigung der Wasserversorgung Gottsdorf ist nicht gegeben.

Langfristig sind beim Betrieb des Energiespeichers Riedl keine erheblichen negativen Auswirkungen auf die geologischen Verhältnisse und das Grundwasser zu besorgen. Deshalb kann das Vorhaben aus gutachterlicher Sicht hinsichtlich der Aspekte Geologie und Hydrogeologie als umweltverträglich eingestuft werden.

14 Literatur

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (HRSG.) (2003): Hydrogeologische Raumgliederung von Bayern. - GLA Fachbericht Band 20. 85 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2010). Merkblatt 1.2/7. Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung. 25 S.; Augsburg (Bayer. Landesamt für Umwelt).

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (HRSG.) (2011): Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 12 Donau – Wald. Erläuterungen zur Hydrogeologischen Karte 1 : 100.000. 214 S.; Augsburg (Bayer. Landesamt f. Umwelt).

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1996): Die Grundwasserneubildung in Bayern. Berechnet aus Niedrigwasserabflüssen der oberirdischen Gewässer. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Heft 5/96. 65 S.; München (Bayerisches LfW).

FREEZE, A. R. AND CHERRY, J.A. (1979): Groundwater. Englewood Cliffs, N.J. (Prentice-Hall).

HÖLTING, B. UND COLDEWEY, W. G. (2005): Hydrogeologie: Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 326 S.; München (Spektrum Akademischer Verlag).

LANGGUTH, H.-R. und VOIGT, R. (2004): Hydrogeologische Methoden. 1005 S.; Berlin (Springer).

RAUM, K. D. (2002): Markierungstechnische, bruchtektonisch-gefügekundliche und fotogeologische Untersuchungen zur Ermittlung der Grundwasserfließverhältnisse in der Verwitterungszone kristalliner Gesteine in Quellgebieten des Oberpfäl-



zer/Bayerischen Waldes (Ost-Bayern/Deutschland). Diss. Naturw. Fak. Friedrich-Alexander Univ. Erlangen-Nürnberg. 240 S.

STOBER, I. (1995): Die Wasserführung des kristallinen Grundgebirges. 191 S.; Stuttgart (Enke).

STUPP, H. D., BAKENHUS, A., GASS, M., SCHWAAR, I., LORENZ, D. (2006): Ausbreitung von CKW und MTBE im Grundwasser – Grundwassertransport und Fahnenlängen. Altlasten Spektrum 5(2006). S. 256 – 266; Berlin (Erich Schmidt Verlag).

WASSERWIRTSCHAFTSAMT TRAUNSTEIN (2011): Hydrogeologisches Blockbild. http://www.wwa-ts.bayern.de/boden_und_grundwasser/die_natur_des_grundwassers/grundwasservorkommen/index.htm

ZEITLHÖFLER, M. (2007): Brittle Petrofabrics in the Central Bavarian Forest (SE Germany): Tectonic Evolution, Geomorphological Effects, and Hydrogeologic Implications. Diss. Fak. f. Geowissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München. 250 S.