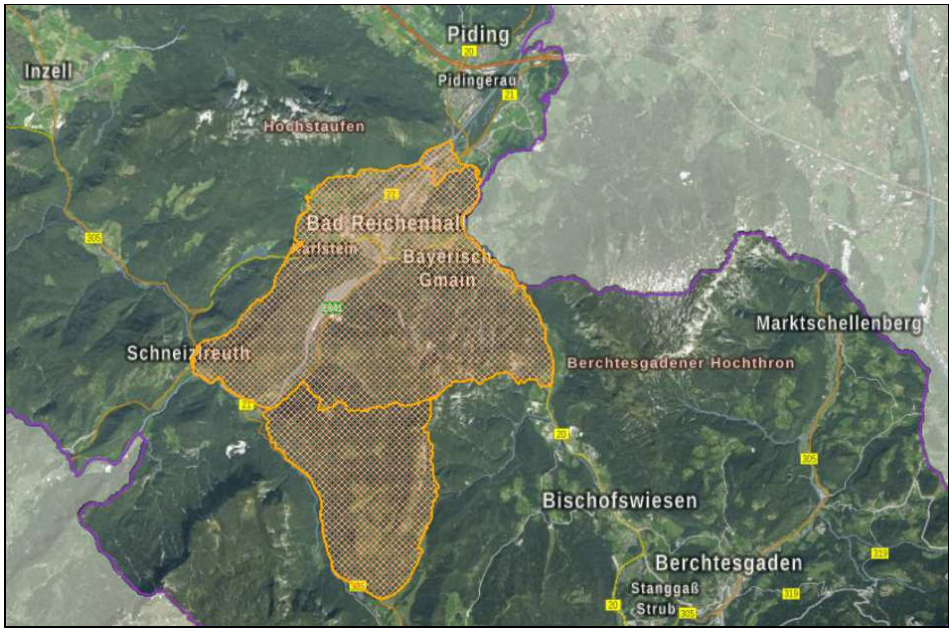
Solebohrungen Bad Reichenhall
Ergänzung und hydrogeologische Beurteilung zum Antrag auf eine gehobene wasserrechtliche Erlaubnis nach Art 15 BayWG
Entnehmen und Zutagefördern von Salzsole durch die Südwestdeutsche Salzwerke AG Salzbergwerk Berchtesgaden



Antragsteller:

Salzbergwerk Berchtesgaden
Bergwerkstraße 83
83471 Berchtesgaden

31. Mai 2022

Dr. Stefan Kellerbauer
Geologie und Geotechnik
Alte Berchtesgadener Straße 60
D – 83487 Marktschellenberg

Ergänzung und hydrogeologische Beurteilung zum Antrag auf eine gehobene wasserrechtliche Erlaubnis nach Art 15 BayWG Entnehmen und Zutagefördern von Salzsole durch die Südwestdeutsche Salzwerke AG Salzbergwerk Berchtesgaden

Antragsteller:

Salzbergwerk Berchtesgaden
Bergwerkstraße 83
83471 Berchtesgaden

Berchtesgaden, den 31.05.2022

……..

Stempel und Unterschrift des Antragstellers

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung, ausgelaufene wasserrechtliche Genehmigungen, Heilquellenzulassung, Solequellenschutzgebiet 5
2. Verwendete Unterlagen und Literatur 7
3. Verwendungszweck, Bedarfsbegründung und Entnahmemenge 8
4. Geplante Entnahmeraten und geplantes Förderverhalten 9
5. Angaben zu den Entnahme- und Beobachtungsbohrungen 11
5.1. Lageplan 11
5.2. Förderbohrung REI 2 12
6. Hydrogeologie des Bad Reichenhaller Natursolevorkommens 22
6.1. Heilquellenschutzgebiet 23
6.2. Schutzgebiet der Solequellen im Quellenbau der Alten Saline 26
6.3. Auswirkungen der Soleförderung auf Grund- und Oberflächenwasser sowie auf die zugehörigen Schutzgebiete 26
7. Ergebnisse der Überwachungsmessungen und der Beweissicherung 31
7.1. Entnahmemengen 31
7.2. Solespiegel und Tiefststände 32
7.3. Salzgehalt 34
7.4. Soletemperatur, Haupt und Nebeninhaltstoffe 35
7.5. Isotopenuntersuchungen zur Altersbestimmung der Sole 36
7.6. Messungen im Quellenbau der Alten Saline 37
7.7. Pegelmessungen im Reichenhaller Becken 38
7.8. Leitfähigkeitsmessung und Hauptinhaltsstoffe in Grundwasserpegeln 39
7.9. Niederschlags, und Abflussmessungen im Einzugsgebiet des Natursolevorkommens 40
7.10. Quellenmessungen im Lattengebirge 41
7.11. Oberflächenbeobachtung im Reichenhaller Becken 41
7.12. Soleleitungen REI – Zustand, Genehmigungsstatus, Sanierungen 42
8. Empfohlenes zukünftiges Überwachungsprogramm 43
8.1. Überwachung der Förder- und Beobachtungsbohrungen 43
8.2. Messungen im Quellenbau der Alten Saline 44
8.3. Grundwasserüberwachung Bad Reichenhaller Becken 44
8.4. Messungen im Einzugsgebiet der Solebohrungen 45
8.5. Geodätische Messungen zur Beobachtung der Geländeoberfläche 46
8.6. Dokumentation und Bewertung der Überwachungsergebnisse 47

Verzeichnis der Abbildungen im Text

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Übersichtslageplan – ohne Maßstab – Solebohrungen und Pegelbohrungen 11

Abbildung 2: Bohrung REI 2 mit Brunnenstube und Situation an der GOK 13

Abbildung 3: Bohrung REI 6 mit Brunnenstube und Situation an der GOK 15

Abbildung 4: Bohrung REI 7 mit Brunnenstube und Situation an der GOK 17

Abbildung 5: Bohrung REI 8 mit Brunnenstube und Situation an der GOK 19

Abbildung 6: Bohrung REI 9 mit Brunnenstube und Situation an der GOK 21

Abbildung 7: Hydrogeologisches Modell zur Entstehung der Reichenhaller Natursole .. 22

Abbildung 8: Ausdehnung des Heilquellenschutzgebietes REI 8 und REI 9 25

Abbildung 9: Heilquellenschutzgebiet und Lage der Trinkwasserschutzgebiete 28

Abbildung 10: Heilquellenschutzgebiet und Lage der Einzugsgebiete der Wasserversorgung 30

Abbildung 11: Jahressummen der Soleförderung Bad Reichenhall seit Beginn der Förderung 31

Abbildung 12: Spiegelstände der Solebohrungen in Abhängigkeit von der Fördermenge 2020 33

Abbildung 13: Tiefststände der Solebohrungen seit Beginn der Förderung 34

Abbildung 14: Durchschnittliche Salzgehalte seit Beginn der Förderung 35

Abbildung 15: Jahresganglinie 2020 - Pegel 219 Weitwiese 38

Abbildung 16: Pegel 105 tiefenabhängige Leitfähigkeitsentwicklung 2003 bis 2020 39

Abbildung 17: Vergleich der Niederschlagsmengen auf der Anthaupten Alm und in Unterjettenberg seit Beginn der Messungen 40

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtslageplan 1 : 25.000 Plan Nr. XI-112 vom 28.04.2022

Anlage 2: Lagepläne REI 2, REI 6, REI 7, REI 8, REI 9 mit Luftbild

Anlage 3: DVD mit Erläuterungsbericht und Anlagen 1 – 2 als pdF

1. Veranlassung, ausgelaufene wasserrechtliche Genehmigungen, Heilquellenzulassung, Solequellenschutzgebiet

Die Solebohrungen im Bad Reichenhaller Becken (REI 1 bis REI 9) wurden als Erkundungsbohrungen auf eine vermutetet Salzlagerstätte im Untergrund von Bad Reichenhall von 1968 bis 1975 abgeteuft. Neben der Salzlagerstätte wurde eine Natursolevorkommen aufgeschlossen, welches seit den 70 er Jahren zuerst von der BHS Bayerische Berg- Hütten- und Salzwerke AG und dann von ihren Rechtnachfolgern Südsalz Gmbh und Südwestdeutsche Salzwerke AG zur Solegewinnung genutzt wurde.

Für die Nutzung der Bohrungen zur Natursolegewinnung wurden in den 1970 er Jahren Einzelgenehmigungen für die jeweilige Bohrung mit unterschiedlichen Erlaubnisbedingungen erteilt. Diese endeten am 31.12.1999.

Es wurde dann 09.1999 ein für das gesamte Natursolevorkommen mit allen Bohrungen geltendes wasserrechtliches Genehmigungsverfahren durchgeführt. Diese wasserrechtliche Genehmigung erstreckte sich auf die gesamte Soleförderung aus dem Bad Reichenhaller Becken. Es hatte sich während der zurückliegenden Förderung gezeigt, dass die Förderbohrungen ein gemeinsames Natursolevorkommen nutzen und die hydrogeologischen Verhältnisse bei der Förderung der Sole unabhängig von der jeweiligen Entnahmebohrung reagieren.

Dieser Antrag wurde mit Datum vom 21.12.2001 vom Bergamt Südbayern zugelassen. Die beschränkte wasserrechtliche Erlaubnis (AZ 340.3907.331.01W-V-2514) endete am 31.12.2021.

Es wurde dann mit Datum vom 30.07.2021 eine gehobene wasserrechtliche Erlaubnis zur Soleförderung aus den Solebohrungen REI 2, REI 8 und REI 9 von der SWS AG – Hr. Raimund Bartl – mit einer Laufzeit von 20 Jahren beantragt.

Das Wasserwirtschaftsamt Traunstein hat nach einer ersten Durchsicht der vorgelegten Unterlagen festgestellt, dass eine hydrogeologische Beurteilung als Ergänzung der Antragsunterlagen erforderlich ist. Da die Erstellung der Ergänzungsunterlagen bis 31.12.2021 nicht möglich war, wurde der ausgelaufene Bescheid bis 31.12.2022 mit den ausgelaufenen Erlaubnisbedingungen verlängert (AZ 26.3907.331.01W-E-0811).

Die vorliegende Ergänzung zum Erläuterungsbericht präzisiert den Antrag vom 30.07.2021 und liefert die zusätzlich geforderten Unterlagen und die hydrogeologische Bewertung der Messergebnisse nach.

Die Solebohrungen REI 8 und REI 9 sind als staatlich anerkannte Heilquellen zugelassen. Die Anerkennung ist im Amtsblatt Nr. 5 vom 2.2.1999 veröffentlicht. Es existiert hierzu ein Heilquellenschutzgebiet mit entsprechenden Schutzgebietsauflagen.

Die Solebohrung REI 8 wurde dann 2012 als Ersatzbohrung für die REI 9 im Zuge des geplanten Kirchholztunnels im Amtsblatt Nr. 26 vom 26.06.2012 ebenfalls als Heilquelle zugelassen. Das Schutzgebiet und die Schutzgebietsauflagen sind identisch.

Außerdem besteht noch das Schutzgebiet von 1936 für die Solequellen im Quellenbau der Alten Saline. Das Schutzgebiet für die Solequellen im Quellenbau der Alten Saline ist aus hydrogeologischer Sicht überholt. Die aktuellen Modellvorstellungen zur Entstehung und zu den Zu- und Abflussverhältnissen der Bad Reichenhaller Sole sind im Heilquellenschutzgebiet abgebildet.

2. Verwendete Unterlagen und Literatur

SÜDWESTDEUTSCHE SALZWERKE AG: Jahresberichte 1998 – 2021 zur Soleförderung Bad Reichenhall

SÜDWESTDEUTSCHE SALZWERKE AG: JAHRESBERICHTE 1988 – 2020 GEMÄSS § 14 MARKSCHBERGV

EXLER H. J. 1979: Der unterirdische Abfluß von Sole im Quartär des Reichenhaller Beckens. Geol. Jb., C 22: 51 - 71, 9 Abb. 6 Tab., Hannover

EXLER H. J. 1979: Zur Hydrogeologie des Solevorkommens von Bad Reichenhall. - Geol. Jb., C 22: 25 - 49, 9 Abb., 3 Tab., Hannover

KUS & LINHART 2020: Isotopen- und hydrogeochemische Untersuchungen alpiner Sulfatvorkommen – im Hinblick auf formationsspezische Markerstoffe im Grundwasser. Umwelt Spezial Geologica Bavarica 118

RAUERT W. & STICHLER W. 1979: Isotopenmessungen an Bad Reichenhaller Sole und Mineralwässern. - Geol. Jb. C 22, 73 - 90, 9 Abb., 1 Tab., Hannover

SCHAUBERGER, 0., ZANKL H., KÜHN, R. 6 KLAUS, W. 1976: Die geologischen Ergebnisse der Salzbohrungen im Talbecken von Bad Reichenhall. - Geol. Rdsch., 65: 558 - 579, 6 Abb., 4 Tab., Stuttgart

STARZMANN G. 1979: Präzisionsnivellement zur Beobachtung von Senkungen der Erdoberfläche am Beispiel des Reichenhaller Raumes. - Geol. Jb., C 22, 103 - 115, ! Taf., 4 Tab., 4 Abb., Hannover

HÖLTING B. & COLDEWEY W. 2013: Hydrogeologie – 8. Auflage 2013

ZANKL H. 2011: Manuskript der geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000 Blatt Bad Reichenhall Bearbeitungsstand 09.2010

ZANKL H. 2011: Manuskript Erläuterungsbericht zu geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000 Blatt Bad Reichenhall Bearbeitungsstand 05.2011

3. Verwendungszweck, Bedarfsbegründung und Entnahmemenge

Es wird die ausschließliche Nutzung der Natursole zur Siedesalzgewinnung und zur Verwendung als staatlich anerkanntes Heilmittel sowie zur Benutzung zu Badezwecken (Rupertustherme, Kuranstalten, Kur- und Wellnessanwendungen) beantragt.

Die Südwestdeutsche Salzwerke AG verarbeitet den Großteil der entnommenen Natursole zu Siedesalzprodukten.

Ein kleinerer Anteil wird als staatliche anerkanntes Heilmittel an das Staatsbad Bad Reichgenhall bzw. die Kuranstalten abgegeben. Außerdem werden die Rupertustherme mit Salzsole zu Badezwecken und das Gradierwerk im Kurpark Bad Reichenhall versorgt.

Die bisherige jährliche genehmigte Entnahmemenge aus den Solebohrungen Bad Reichenhall betrug 260 000 m^3.

Es wird aufgrund der Erfahrungen aus der Soleförderung und der Überwachung des Salzgehaltes und der Spiegelstandsentwicklung eine jährliche Fördermenge von 250 000 m^3 beantragt. Dies entspricht bei der beabsichtigten kontinuierlichen Förderung einer täglichen Entnahmemenge von 684,9 m^3.

Diese maximale Entnahmemenge ist zur Gewährleistung einer weiterhin vollgesättigten Solequalität und zur Erhaltung einer konstanten Solespiegelstandsentwicklung geeignet. Es wird dadurch eine nachhaltige Bewirtschaftung des Natursolevorkommens in der Weise erreicht, dass nur die durch die natürliche Regeneration neu gebildete Salzsole aus den Solebohrungen entnommen wird. Diese Solemenge würde ohne Förderung aus den Solebohrungen über natürliche Solequellen in das quartäre Grundwasser abfließen.

Dabei soll der Solespiegel auf keinen Fall mehr unter die bisherigen absoluten Tiefststände aus den Jahren 2016 (REI 2 und REI 9) sowie 2018 (REI 6. REI 7, REI 8) abgesenkt werden. Gegebenenfalls wird die Entnahmemenge reduziert.

Diese jetzt beantragte Entnahmemenge ist etwas geringer als die bisher genehmigte jährlich Entnahmemenge. Diese wurde im abgelaufenen Genehmigungszeitraum in keinem Jahr voll ausgenutzt.

Die beabsichtigte konstante Spiegelstandsentwicklung ist mit einer Fördermenge von 260 000 m^3 über den ausgelaufenen Bewilligungszeitraum nicht ganz gelungen.

4. Geplante Entnahmeraten und geplantes Förderverhalten

Die Soleentnahme erfolgt derzeit in den Bohrungen REI 2, REI 8 und REI 9. Die Sole wird kontinuierlich über die Tauchpumpen durch die Soleleitungen in die Saline gepumpt.

Die beantragte Entnahmemenge beträgt 684,9 m^3 täglich, verteilt auf die 3 Bohrungen mit einigermaßen gleichmäßiger Verteilung. Aufgrund unterschiedlicher Betriebsverhältnisse (Kristallisation von Gips, Luftprobleme in den Soleleitungen) ergeben sich geringfügig schwankende Mengen in den einzelnen Förderbohrungen.

Die beantragte Fördermenge ist

684,9 m^3 täglich

21 232 m^3 monatlich

250 000 m^3 jährlich.

Die Entnahme erfolgt kontinuierlich, wobei Stillstände und Förderunterbrechungen soweit wie möglich vermieden werden. Durch sämtliche Förderunterbrechungen oder Stillstände werden im Bohrloch Druckschwankungen erzeugt, die sich auf die Stabilität der freistehenden Bohrlochwand sowie auf die Durchgängigkeit der offenen, soleführenden Klüfte ungünstig auswirken können.

Es soll auf keinen Fall mehr eine weitere Absenkung der Spiegelstände unter die bisherigen Tiefststände von 2016 bzw. 2018 erfolgen. Gegebenenfalls wird die Fördermenge reduziert. Die nicht weiter zu unterschreitenden Tiefststände sind:

REI 2	**434,76 m ü. NN**	**im Jahr 2016**
REI 6	**445,48 m ü. NN**	**im Jahr 2018**
REI 7	**435,43 m ü. NN**	**im Jahr 2018**
REI 8	**437,45 m ü. NN**	**im Jahr 2018**
REI 9	**437,86 m ü. NN**	**im Jahr 2016**

Die Bohrungen REI 6 und REI 7 werden zur Beobachtung des Solespiegels eingesetzt. Eine Soleentnahme erfolgt aus diesen Bohrungen derzeit nicht. Eine zukünftige Nutzung dieser Bohrungen als Förderbohrung kann notwendig werden, wenn beispielsweise eine der Förderbohrungen aufgrund technischer Störung nicht betrieben werden kann.

Die in den Anfangsjahren von 1969 bis 1989 praktizierte Förderung im 3 Jahresintervall, bei dem nach einer Förderperiode von 2 bis 3 Jahren eine Förderpause von 3 oder mehr Monaten eingehalten wurde, wird nicht mehr praktiziert.

Seit 1990 erfolgt die Förderung mit konstanter täglicher Fördermenge und kontinuierlichem Betrieb der Pumpe.

Eine einigermaßen konstante Jahresfördermenge von etwa 250.000 m^3 wurde von 1990 bis etwa 2018 eingehalten.

Seit 2019 wurde die Jahresfördermenge auf ca. 220 000 m^3 reduziert um den Spiegelabfall zu stoppen. Bis 2021 ist kein weiterer Spiegelabfall mehr aufgetreten. Die Spiegelstände sind wieder angestiegen. Eventuell kann zukünftig die Fördermenge wieder erhöht werden.

Der Salzgehalt der geförderten Sole ist seit ca. 2000 in REI 8 und REI 9 konstant. In der Bohrung REI 2 ist er leicht angestiegen.

Der Betrieb der Anlage soll in Zukunft so erfolgen, dass die Soleentnahme möglichst ohne Unterbrechungen kontinuierlich mit gleichbleibender täglicher Fördermenge erfolgt.

Die Gesamtentnahmemenge aus dem Solevorkommen Bad Reichenhall wird so festgelegt, dass der Salzgehalt der Sole mehr oder weniger konstant bleibt und ein gleichbleibender Solespiegel über mehrere Förderjahre gewährleistet ist. Damit wird sichergestellt, dass nur diejenige Menge Natursole abgepumpt wird, welche der natürlichen Regeneration des Solevorkommens entspricht.

Die Einhaltung der Entnahmemengen wird durch die Pumpensteuerung über Frequenzumrichter und Drosselschieber gewährleistet. Geringfügige Änderungen der Fördermenge aufgrund veränderter Solespiegel werden händisch nachreguliert.

5. Angaben zu den Entnahme- und Beobachtungsbohrungen

5.1. Lageplan

Die Förderbohrungen REI 2, REI 8 und REI 9 und die Beobachtungsbohrungen REI 6 und REI 7 sind auf dem Übersichtslageplan (Anlage 1) und den Detaillageplänen (Anlage 2) dargestellt.

Die Bohrungen liegen überwiegend auf Grundstücken der SWS. Für die Nutzung von Fremdgrundstücken liegen Gestattungsverträge vor. Ein Grundstücksverzeichnis mit Eigentümern liegt zur Einsichtnahme bereit.

Über die Nutzung des Geländes zur Anlage und zum Betrieb der Bohrungen zur Solegewinnung und sämtlich hierzu notwendigen Aktivitäten existieren Gestattungsverträge.

Die Solebohrungen und die Pegelbohrungen zur Grundwasserbeobachtung sind in Anlage 1 (Übersichtslageplan 1 : 25.000) dargestellt. Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Übersichtslageplan mit der Lage der Förderbohrungen und der Grundwasserpegel.

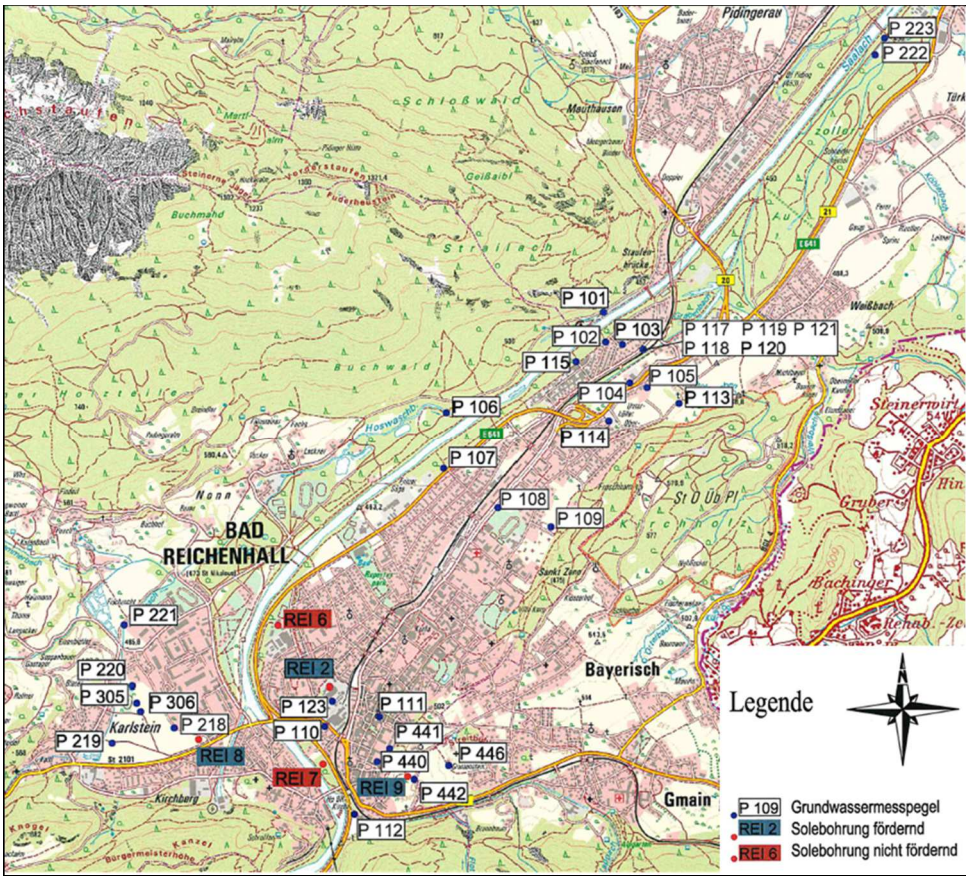


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Übersichtslageplan – ohne Maßstab – Solebohrungen und Pegelbohrungen

5.2. Förderbohrung REI 2

Lage Entnahmebrunnen:	Rechtswert:	UTM 33340459,6
	Hochwert:	UTM 5287887,87
Höhe:	470,064	NHN Höhe DHHN 2016 (OK Standrohr)
	469,804	NHN Höhe DHHN 2016 (Höhe Fußboden Brunnenstube = GOK)
	470,014	NHN Höhe DHHN 2016 (Höhe Messpunkt = OK Bohrkeller)

Bohrtiefe: 542,00 m

Bohrdurchmesser:	0,0 – 4,3 m	360 mm
	4,3 – 44,0 m	310 mm
	44,0 – 478,0 m	219 mm
	478,0 – 542,0 m	128 mm

Verrohrungen:	0,0 – 4,3 m	356 mm
	0,0 – 44,0 m	245 mm
	0,0 – 475,0 m	178 mm
	0,0 - 60,0 m	139,7 mm Einschubverrohrung V4A

Die Bohrung wurde 2009 aufgrund von Korrosionsschäden am Casing mit einer Einschubverrohrung saniert. Ein Kontakt der gespannten Salzsole in der Bohrung mit dem quartären Grundwasser im Saalachkies ist auszuschließen.

Ausbautiefe: 475,0 m

Rest open hole – ohne Ausbau

Betriebswasserspiegel 31.12.2020: 33,70 m u GOK = 436,08 m ü. NN

Pumpeneinhängetiefe: - 49,52 m = 420,58 m ü. NN

Pumpenleistung:	5,5kW; Q_{min}:5,8m³/h; H_{max}: 112m; Q_{max}: 18m³; H_{min}: 60m
Förderhöhe:	90 m
Pumpentyp:	Wilo EMU; Typ TWI04.14

Die folgende Abbildung zeigt die REI 2 im Salinenhof mit der Brunnenstube und der Situation an der Geländeoberfläche.



Abbildung 2: Bohrung REI 2 mit Brunnenstube und Situation an der GOK

5.3. Beobachtungsbohrung REI 6

Lage Entnahmebrunnen:	Rechtswert:	UTM 33340144,54
	Hochwert:	UTM 5288290,52
Höhe:	466,734	NHN Höhe DHHN 2016 (OK Standrohr)
	467,204	NHN Höhe DHHN 2016
		(Höhe Fußboden Brunnenstube = GOK)
	467,094	NHN Höhe DHHN 2016
		(Höhe Messpunkt = OK Bohrkeller)

Bohrtiefe: 884,00 m

Bohrdurchmesser:	0,0 – 17,3 m	630 mm
	17,3 – 75,0 m	445 mm
	75,0 – 550,0 m	311 mm
	550,0 – 884,0 m	216 mm

Verrohrungen:	0,0 – 17,2 m	508 mm
	0,0 – 74,9 m	13 3/8 Zoll
	0,0 – 424,0 m	9 5/8 Zoll

Die Bohrung wurde 12.2020 von der Fa. IDMG (International Drilling & Mining Group – Gladbeck) durch verschiedene bohrlochgeophysikalische Messungen untersucht. Detailergebnisse sind im Bericht vom 28.04.2021 enthalten.

Die Bohrung war bis 533,80 m offen.

Im lufterfüllten Bereich der Bohrungen oberhalb ca. 20 m waren „stark ausgeprägte, abplatzenden Verkrustungen von Ablagerungen oder Rost vorhanden“. Das CBL (Cement Bond Log) zeigte im Bereich von 30 – 130 m eine schlechte Zementbindung. Die Heat Puls Messung gibt Hinweise auf eine vertikale Strömung zwischen 50 und 80 m außerhalb der Verrohrung.

Eine eindeutige Aussage zur Dichtigkeit der Verrohrung im Bereich des quartären Grundwassers ist im Bericht nicht enthalten. Es wird ein vorgeschlagen eine präzisierte

Untersuchung durchzuführen und falls notwendig einen Sanierungsvorschlag zu erarbeiten.

Ausbautiefe: 424,0 m

Rest open hole – ohne Ausbau

Betriebswasserspiegel 31.12.2020: 20,86 m u GOK = 446,95 m ü. NN

Pumpeneinhängetiefe: keine

Pumpenleistung: keine

Förderhöhe: keine

Pumpentyp: keine

Die folgende Abbildung zeigt die REI 6 neben dem Betriebshof der Stadtwerke Bad Reichenhall mit der Brunnenstube und der Situation an der Geländeoberfläche.



Abbildung 3: Bohrung REI 6 mit Brunnenstube und Situation an der GOK

5.4. Beobachtungsbohrung REI 7

Lage Entnahmebrunnen:	Rechtswert:	UTM 33340397,15
	Hochwert:	UTM 5287399,02
Höhe:	471,67 NHN Höhe DHHN 2016 (OK Standrohr)	
	471,674 (NHN Höhe DHHN 2016	
	Höhe Fußboden Brunnenstube = GOK)	
	472,039 NHN Höhe DHHN 2016	
	(Höhe Messpunkt = OK Bohrkeller)	

Bohrtiefe: 750,00 m

Bohrdurchmesser:	0,0 – 15,0 m	620 mm
	15,0 – 81,0 m	445 mm
	81,0 – 477,0 m	311 mm
	477,0 – 750,0 m	216 mm

Verrohrungen:	0,0 – 12,0 m	500 mm
	0,0 – 81,0 m	340 mm
	0,0 – 476,3 m	244 mm
	457,4 – 525,0 Liner Hänger	178 mm

Die Bohrung wurde 12.2020 von der Fa. IDMG (International Drilling & Mining Group – Gladbeck) durch verschiedene bohrlochgeophysikalische Messungen untersucht. Detailergebnisse sind im Bericht vom 28.04.2021 enthalten.

Die Bohrung war bis 543,5 m offen.

Im lufterfüllten Bereich der Bohrung treten „stark ausgeprägte, abplatzenden Verkrustungen auf. Das CBL (Cement Bond Log) zeigte von 36,5 m bis 166,0 m eine „vorwiegende wenig – mittlere Ankopplung“.

Es werden starke Ablagerungen im Bereich knapp oberhalb des Solespiegels (ca. 25 m) beschrieben.

Eine eindeutige Aussage zur Dichtigkeit der Verrohrung im Bereich des quartären Grundwassers ist im Bericht nicht enthalten. Es wird ein vorgeschlagen eine präzisierte

Untersuchung durchzuführen und falls notwendig einen Sanierungsvorschlag zu erarbeiten.

Ausbautiefe: 525,0 m

Rest open hole – ohne Ausbau

Betriebswasserspiegel 31.12.2020: 34,97 m u GOK = 436,74 m ü. NN

Pumpeneinhängetiefe: keine

Pumpenleistung: keine

Förderhöhe: keine

Pumpentyp: keine

Die folgende Abbildung zeigt die REI 7 in der Saalachau mit der Brunnenstube und der Situation an der Geländeoberfläche.



Abbildung 4: Bohrung REI 7 mit Brunnenstube und Situation an der GOK

5.5. Förderbohrung REI 8

Lage Entnahmebrunnen:	Rechtswert:	UTM 33339604,92
	Hochwert:	UTM 5287588,91
Höhe:	467,38 NHN Höhe DHHN 2016 (OK Standrohr)	
	467,384 NHN Höhe DHHN 2016	
	(Höhe Fußboden Brunnenstube = GOK)	
	467,554 NHN Höhe DHHN 2016	
	(Höhe Messpunkt = OK Bohrkeller)	

Bohrtiefe: 578,00 m

Bohrdurchmesser:	0,0 – 15,0 m	630 mm
	15,0 – 108,0 m	340 mm
	105,0 – 503,0 m	311 mm
	503,0 – 578,0 m	216 mm

Verrohrungen:	0,0 – 14,0 m	500 mm
	0,0 – 105,0 m	340 mm
	0,0 – 503,0 m	244 mm nicht zementiert, abgehängt
	0,0 - 55,99 m	168 mm Einschubverrohrung V4A

Die Bohrung wurde 2011 aufgrund von Korrosionsschäden am Casing mit einer Einschubverrohrung saniert. Ein Kontakt der gespannten Salzsole in der Bohrung mit dem quartären Grundwasser im Saalachkies ist auszuschließen.

Ausbautiefe:	503,0 m
	Rest open hole – ohne Ausbau

Betriebswasserspiegel 31.12.2020:	28,66 m u GOK = 438,76 m ü. NN
Pumpeneinhängetiefe:	- 48,46 m = 418,96 m ü. NN
Pumpenleistung:	3,7kW; Q_{min}:6,0m³/h; H_{max}: 57,5m;
	Q_{max}: 14m³; H_{min}: 38,5m
Förderhöhe:	70,0 m
Pumpentyp:	KSB Typ: UPA 150 3/6

Die folgende Abbildung zeigt die REI 8 auf der Weitwiese mit der Brunnenstube und der Situation an der Geländeoberfläche.





Abbildung 5: Bohrung REI 8 mit Brunnenstube und Situation an der GOK

5.6. Förderbohrung REI 9

Lage Entnahmebrunnen:	Rechtswert:	UTM 33340939,48
	Hochwert:	UTM 5287299,76
Höhe:	501,40 NHN Höhe DHHN 2016 (OK Standrohr)	
	501,309 NHN Höhe DHHN 2016 (Höhe Fußboden Brunnenstube = GOK)	
	501,569 NHN Höhe DHHN 2016 (Höhe OK Bohrkeller)	
	501,589 NHN Höhe DHHN 2016 (Messpunkt HP Türschwelle)	

Bohrtiefe: 523,50 m

Bohrdurchmesser:	0,0 – 2,0 m	600mm
	2,0 –70,0 m	445 mm
	70,0 – 501,0 m	311 mm
	501,0 – 523,5 m	216 mm

Verrohrungen:	0,0 – 2,5 m	500 mm
	0,0 – 66,6 m	340 mm
	0,0 – 412,0 m	244 mm
	386,0 – 498,0 Liner Hänger	178 mm
	0,0 - 83,54 m	168 mm Einschubverrohrung V4A

Die Bohrung wurde 2014 aufgrund von Korrosionsschäden am Casing mit einer Einschubverrohrung saniert. Ein Kontakt der gespannten Salzsole in der Bohrung mit dem quartären Grundwasser im Saalachkies ist auszuschließen.

Ausbautiefe:	498,0 m
	Rest open hole – ohne Ausbau

Betriebswasserspiegel 31.12.2020:	62,18 m u GOK = 439,24 m ü. NN
Pumpeneinhängetiefe:	- 73,44 m = 428,00 m ü. NN
Pumpenleistung:	4,8kW; Q_{min}:6,0m³/h; H_{max}: 95m;
	Q_{max}: 14m³; H_{min}: 63,5m
Förderhöhe:	80,0 m
Pumpentyp:	KSB Typ: UPA 150 3/10;

Die folgende Abbildung zeigt die REI 9 unterhalb der Burg Gruttenstein mit der Brunnenstube und der Situation an der Geländeoberfläche.



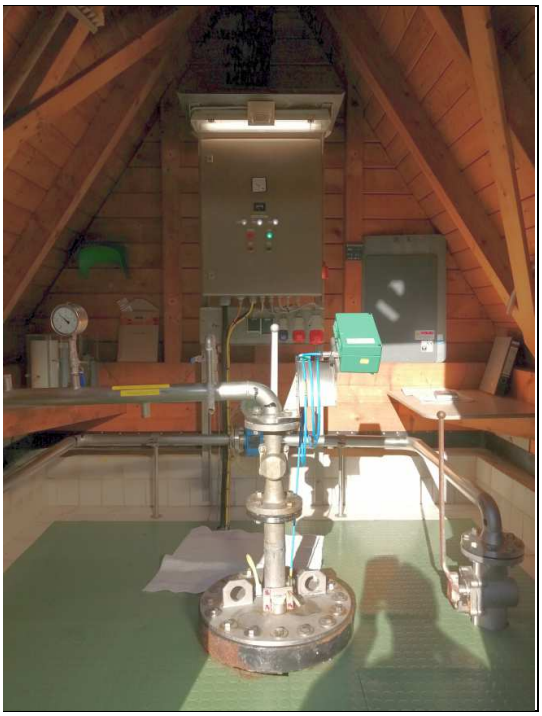


Abbildung 6: Bohrung REI 9 mit Brunnenstube und Situation an der GOK

6. Hydrogeologie des Bad Reichenhaller Natursolevorkommens

Niederschlagswasser versickert im Karst des Lattengebirges und des Müllnerhorns. Im Untergrund der Gebirgsstöcke und des Reichenhaller Beckens kommt es an Grenzflächen zum Salzgebirge in Kontakt mit salzführendem Haselgebirge. Dort wird Kochsalz gelöst. Es bildet sich eine annähernd mit Kochsalz vollgesättigte Natursole.

Der Aufstieg der Natursole erfolgt im klüftigen Reichenhaller Kalk und Reichenhaller Dolomit. Es besteht ein hydrostatisches Gleichgewicht zwischen dem Solespiegel im Reichenhaller Kalk und dem Karstwasserspiegel im Lattengebirge, welcher das sich natürlich regenerierende System speist. Der Druckwasserspiegel der Natursole befindet sich auf Höhenlage des Quellenbaus in der Alten Saline. Auch in der Solebohrung REI 9 herrscht derselbe Wasserstand. Die übrigen Solebohrungen kommunizieren mit diesem Druckspiegel.

Das folgende Schema zeigt die Modellvorstellung zur Reichenhaller Natursolebildung nach EXLER 1978, aktualisiert:

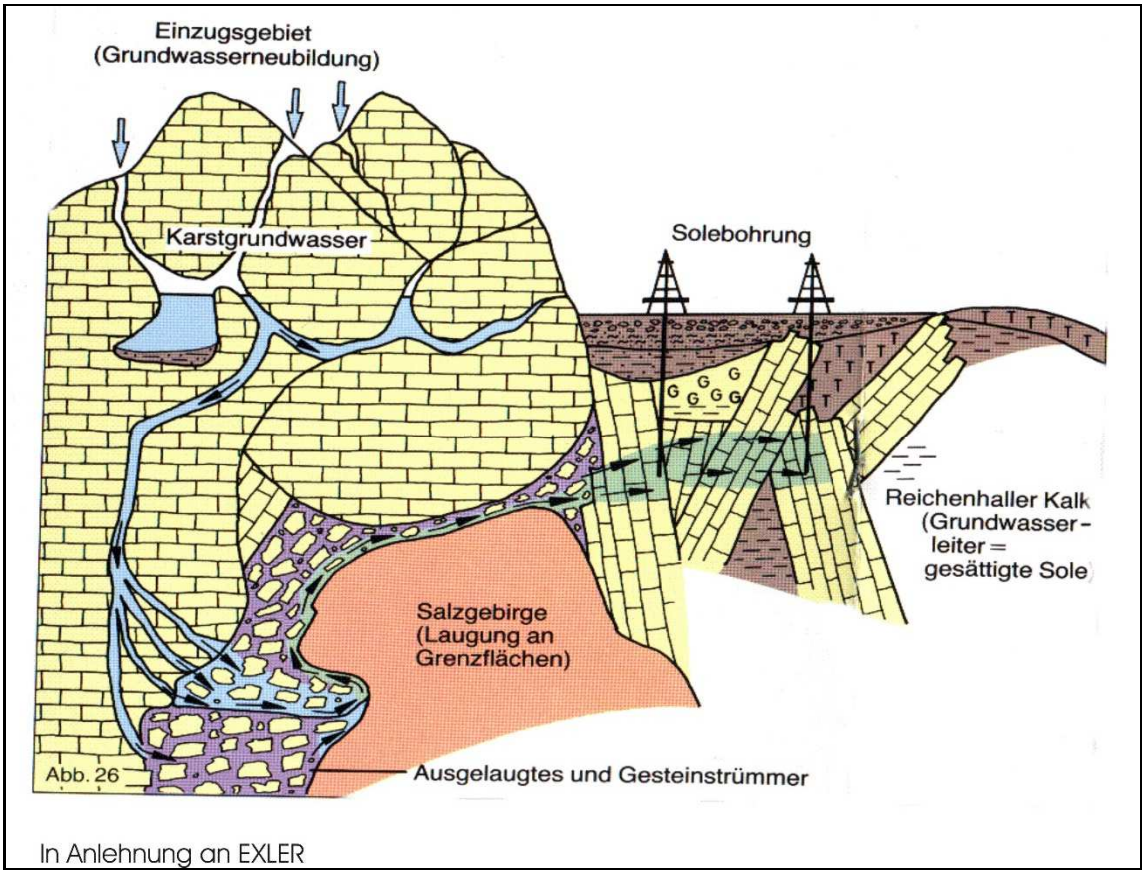


Abbildung 7: Hydrogeologisches Modell zur Entstehung der Reichenhaller Natursole

Auf diesem Höhenniveau und etwas niedriger, verdeckt von den Lockergesteinsablagerungen der Saalach, treten natürliche Solequellen in das quartäre Grundwasser des Saalach Begleitstromes aus. Sie konzentrieren sich in den tieferen Lagen des Grund-

wasserstromes aufgrund der etwas höheren Dichte. Dort fließt das salzhaltige Wasser mit dem Grundwasser entlang des Saalachtales ab. Die natürlich sich bildende Natursole fließt ohne künstliche Förderung ins quartäre Grundwasser ab.

Neueste Untersuchungen von KUS & LINHART 2020 liefern Erkenntnisse zur Herkunft der Mineralisation der Natursole im Hinblick auf die dabei ausgelaugten Ursprungsgesteine. Unter Umständen handelt es sich bei der Bad Reichenhaller Salzlagerstätte und der daraus entstehenden Natursole um eine jüngere, unter - mitteltriadische Haselgebirgsausbildung („Reichenhall Formation“) im Gegensatz zur oberpermischen, Berchtesgadener Salzlagerstätte.

Die natürlich austretenden Solequellen, sind in der Alten Saline gefasst. Sie treten auf einer Höhe von ca. 460 m ü. NN aus und sind im unterirdischen Stollensystem des Quellenbaus gefasst. Sie entstehen aus einer Mischung von natürlich aufsteigender Salzsole und oberflächennahem Grundwasser.

Die natürlichen Solequellen im Quellenbau der Alten Saline schwanken in Schüttung und Salzgehalt, da durch den Niederschlag die Grundwasserverhältnisse des oberflächennahen Grundwassers im Gebiet Golling – Kirchholz und im Quartär der Saalach beeinflusst werden. Die Restwassermenge der Saalach unterhalb der Staumauer hat ebenfalls einen bedeutenden Einfluss auf Schüttung und Salzgehalt der natürlichen Solequellen.

Die Natursolebildung wird vom Karstgrundwasser im Lattengebirge und Müllnerhorn gespeist bzw. angetrieben.

Ein hydrogeologischer Zusammenhang der Natursolebildung mit dem Grundwasser im Lockergestein des Saalachtales besteht nicht.

Sämtliche Eingriffe im Saalachschotter haben keinen Einfluss auf den Karstgrundwasserspiegel im Lattengebirge und Müllnerhorn.

6.1. Heilquellenschutzgebiet

Das Heilquellenschutzgebiet ist das Schutzgebiet für die Bad Reichenhaller Natursole.

Für die Solebohrung REI 9 wurde 1999 ein Heilquellenschutzgebiet erlassen, welches auf den hydrogeologischen Vorstellungen nach EXLER zur Entstehung der Natursole im Bad Reichenhaller Becken basiert.

Im Zuge des im Frühjahr 2011 eingeleiteten Planfeststellungsverfahrens für die Ortsumfahrung Bad Reichenhall (Kirchholztunnel, Stadtbergtunnel) wurde die Solebohrung REI 8 zusätzlich als staatliche Heilquelle anerkannt. Diese Bohrung, welche dasselbe Solevorkommen wie die REI 9 nutzt, bildet dann den Ersatz für die Bohrung REI 9 im Falle technisch bedingten Förderausfalls.

Die Schutzgebietsgrenzen des Heilquellenschutzgebietes REI 9 entsprechen im Bereich der geplanten Brunnenanlage jener der REI 8.

Die Anerkennung ist im Amtsblatt Nr. 5 vom 2.2.1999 veröffentlicht.

Die zusätzlich anerkannte Solebohrung REI 8 wurde im Amtsblatt Nr. 26 vom 26.06.2012 ebenfalls zugelassen. Das Schutzgebiet und die Schutzgebietsauflagen sind identisch.

Das Schutzgebiet gliedert sich in 4 Zonen, in denen folgende wesentliche Einschränkungen zu befolgen sind:

- Zone A Fassungsbereich

  Der Fassungsbereich verläuft in einem Radius von 10 m um die Bohrachse und ist streng geschützt.
- Zone B Einzugsbereich

  Hier sind Tiefenaufschlüsse über 50 m und die Verwendung von mineralischem Dünger und Schädlingsbekämpfungsmitteln verboten.
- Zone C Reichenhaller Becken
- Zone D Hochfläche von Bayerisch Gmain

  In den Zonen C und D sind Eingriffe in den tieferen Untergrund (anstehendes Gestein) verboten. Maßnahmen im quartären Lockerboden sowie über der Grundwasseroberfläche sind erlaubt.

Die detaillierten Regelungen für die Schutzbereiche sind in der Schutzgebietsverordnung „Solebohrung Bad Reichenhall 9“ vom 1. Januar 1999, veröffentlicht im Amtsblatt Nr. 5 für den Landkreis Berchtesgadener Land (2.2.1999) enthalten.

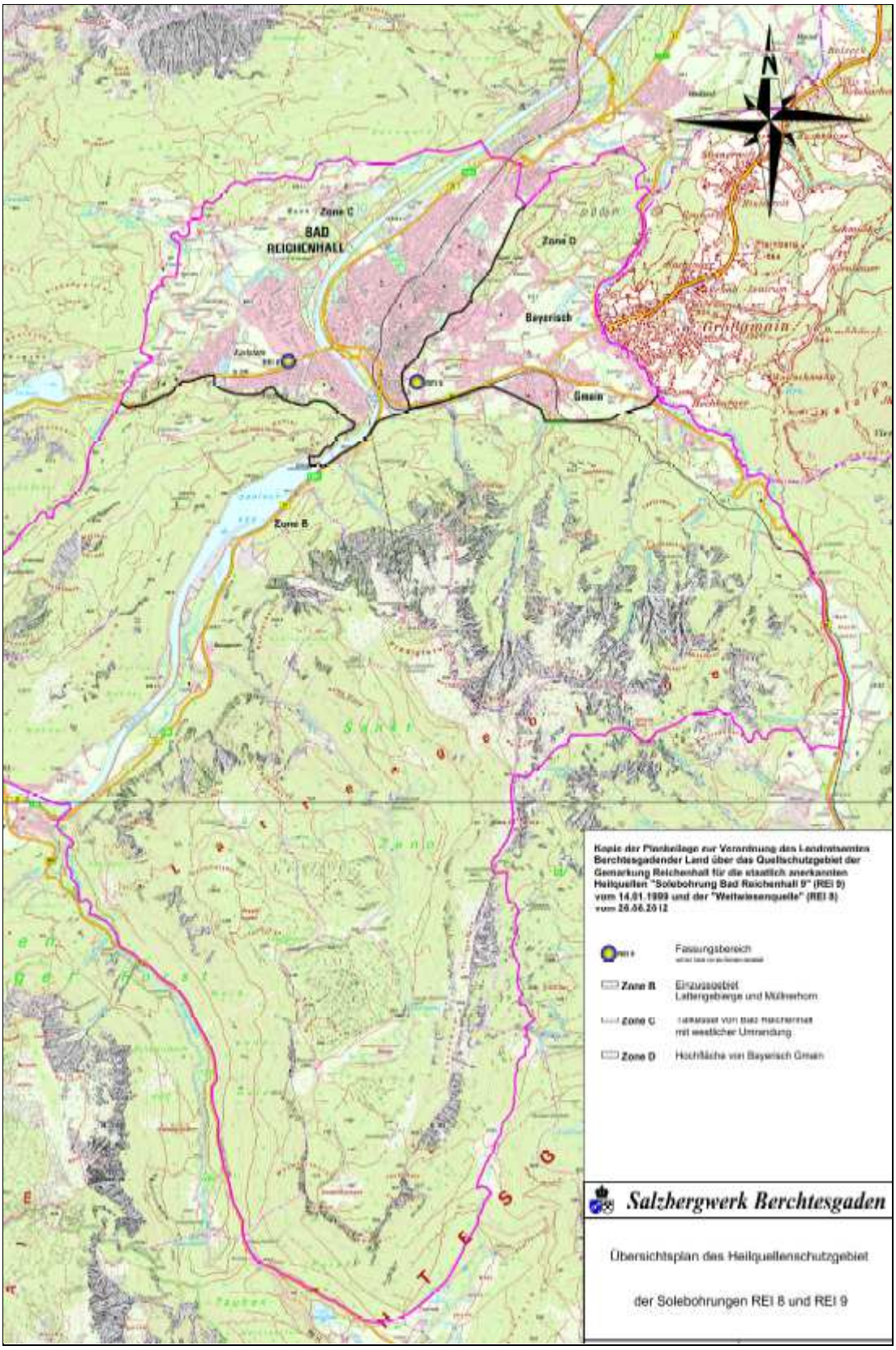


Abbildung 8: Ausdehnung des Heilquellenschutzgebietes REI 8 und REI 9

6.2. Schutzgebiet der Solequellen im Quellenbau der Alten Saline

Es besteht neben dem Heilquellenschutzgebiet für die Solebohrungen REI 8 und REI 9 noch das Schutzgebiet von 1936 für die Solequellen im Quellenbau der Alten Saline. Dieses Schutzgebiet ist im Umweltatlas Bayern nicht aufgeführt.

Das Schutzgebiet für die Solequellen im Quellenbau der Alten Saline ist aus hydrogeologischer Sicht überholt. Die aktuellen Modellvorstellungen zur Entstehung und zu den Zu- und Abflussverhältnissen der Bad Reichenhaller Sole sind im Heilquellenschutzgebiet abgebildet.

6.3. Auswirkungen der Soleförderung auf Grund- und Oberflächenwasser sowie auf die zugehörigen Schutzgebiete

Oberflächenwasser

Die künstliche Förderung der entstehenden Natursole aus den Tiefbohrungen hat unmittelbar keinen Einfluss auf die Oberflächengewässer – insbesondere den Vorfluter Saalach. Durch die Soleförderung reduziert sich wegen der Absenkung des Soledruckspiegels jedoch der Salzgehalt in den Solequellen im Quellenbau der Alten Saline. Die Quellen werden über den Grabenbach in die Saalach eingeleitet. Dabei gelangt die komplette Salzfracht (ca. 3500 to /a = ca. 9,5 to pro Tag) der Solequellen in die Vorflut. Diese Salzfracht entspricht dem Zustand bei konstanter Soleförderung mit ca. 250 000 m^3 jährlicher Entnahmemenge.

Wenn die Soleförderung aus den Tiefbohrungen abgestellt werden würde, würde sich die Salzfracht in den natürlichen ausfließenden Solequellen deutlich erhöhen. Es würde dann auch die Salzfracht in der Saalach unterhalb der Mündung des Grabenbaches ansteigen.

Grundwasser

Die Solebohrungen im Bad Reichenhaller Becken sind im Bereich des quartären Grundwassers mit zementierten, wasserdichten und geprüften Sperrohren abgedichtet. Ein Austritt der gespannten Salzsole mit Wasserständen von ca. 30 m unter GOK (unter kontinuierlicher Förderung) in das umgebende Süßwasser ist daher grundsätzlich auszuschließen.

Die Förderbohrungen REI 2, REI 8 und REI 9 sind aufgrund von Korrosionsschäden mit Einschubverrohrungen saniert worden.

Die Beobachtungsbohrungen REI 6 und EI 7 wurden 12.2020 von der Fa. IDMG (International Drilling & Mining Group – Gladbeck) durch verschiedene bohrlochgeophysikalische Messungen untersucht.

Eine eindeutige Aussage zur Dichtigkeit der Verrohrungen im Bereich des quartären Grundwassers ist im Bericht nicht enthalten. Es wird ein vorgeschlagen eine präzisierte Untersuchung durchzuführen und falls notwendig einen Sanierungsvorschlag zu erarbeiten.

Neben den gefassten und über den Grabenbach abgeleiteten Solequellen im Quellenbau der Alten Saline sind weitere Solequellen unter der Geländeoberfläche im Reichenhaller Becken vorhanden, welche direkt in den Schotterkörper des Saalachschotters austreten. Sie führen im oberflächennahen Grundwasser des Saalach Begleitstromes zu einer erhöhten Salzkonzentration, welche aufgrund der Dichteschichtung an er unteren Begrenzung des frei beweglichen Grundwassers deutlich erkennbar ist.

Hierzu auch die Ergebnisse der Leitfähigkeitsmessungen und die Analysenergebnisse in den Pegelbohrungen. Bei einigen Pegeln ist eine deutlich erhöhte Salzfracht im Grundwasser mit mehr als 200 mg/l Chlorid vorhanden.

Bei einer Abstellung der Soleförderung aus den Tiefbohrungen würde die natürlich austretende Salzfracht erhöht werden und über den Grundwasserstrom unterirdisch abfließen.

Trinkwasserschutzgebiete

Im Heilquellenschutzgebiet liegen überschneidend einige Trinkwasserschutzgebiete. Dies zeigt die folgende Abbildung.

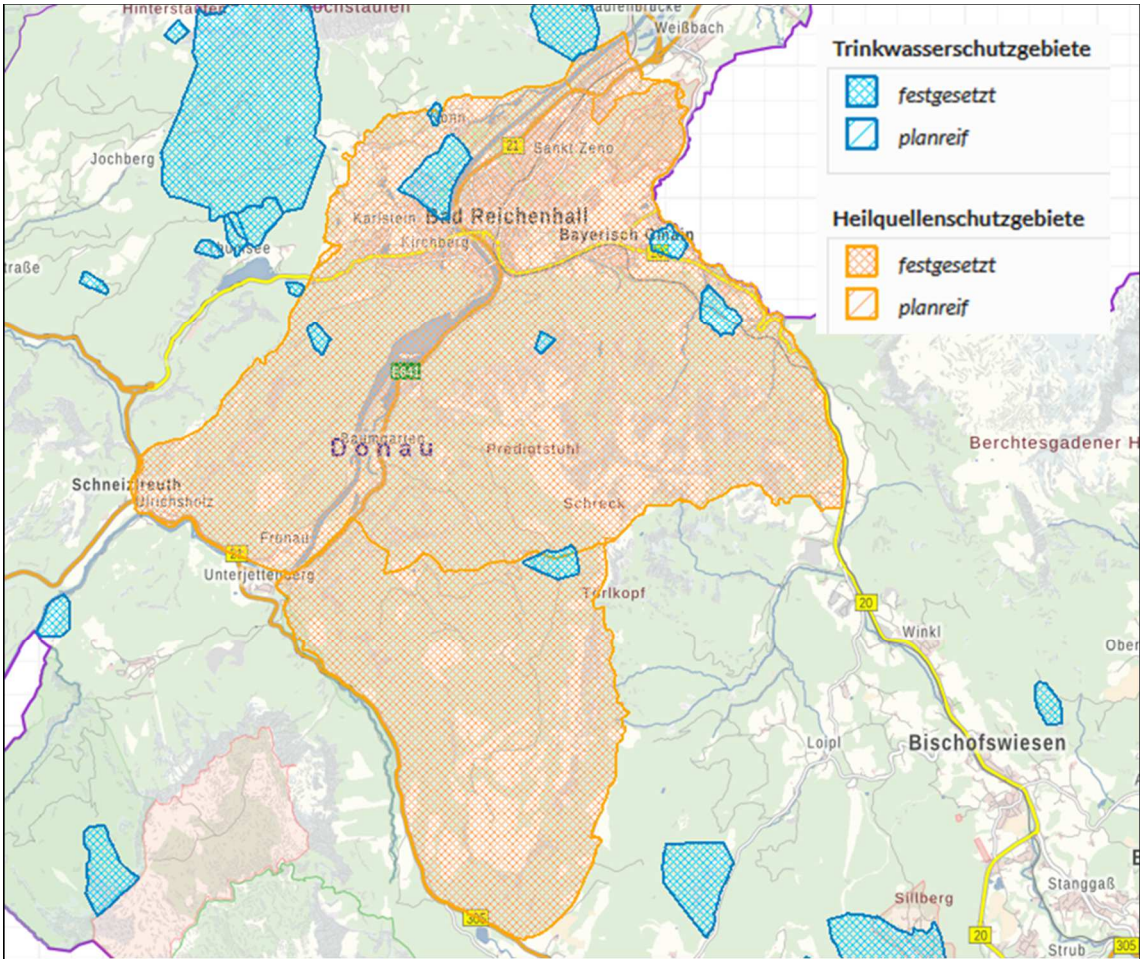


Abbildung 9: Heilquellenschutzgebiet und Lage der Trinkwasserschutzgebiete

Die wesentlichen Trinkwasserschutzgebiete sind jene der Brunnen in der Nonner Au (Wasserversorgung Stadt Bad Reichenhall) und jene der Maisquelle und des Brunnen III in Bayerisch Gmain.

Die Brunnen in der Nonner Au werden von der Soleförderung nicht betroffen, da kein hydrogeologischer Kontakt des Grundwassers im Saalachbegleitstrom zum Tiefengrundwasser der Bad Reichenhaller Sole besteht.

Die Maisquelle in Bayerisch Gmain ist eine Karstquelle am Fuß des Lattengebirges. Das Karstgrundwasser tritt im Ramsaudolomit aus. Das Karstgrundwasser speist das Natursolevorkommen. Die frei austretende Karstquelle markiert den Karstgrundwasserspiegel. Eine Beeinträchtigung der Maisquelle durch die Soleförderung ist nicht denkbar.

Der Brunnen III liegt in einem sehr oberflächennahen, begrenzten Lockergesteinsvorkommen, welches von Haselgebirge und Reichenhaller Schichten unterlagert wird. Es liegt oberhalb des Druckspiegels des Natursolevorkommens und kann daher nicht beeinträchtigt werden, weil die Sole nur bis auf eine tiefer liegende Höhenlage im Kluftgrundwasserleiter (Reichenhaller Dolomit bzw. Kalk) ansteigt.

Einige kleinere Schutzgebiete sind oberflächennahe Wasserversorgungen für Einzelgehöfte. Sie liegen meist in geringmächtigen Hangschuttauflagen. Sie sind von der Förderung des Tiefengrundwassers nicht betroffen.

Einzugsgebiete der Wasserversorgung

Die Einzugsbiete der durch Schutzgebiete geschützten Wasserversorgungsanlagen ragen in der Regel über die Schutzgebietsgrenzen hinaus. Sie unterliegen denselben hydrogeologischen Rahmenbedingungen.

Das Einzugsgebiet der Brunnenanlage in der Nonner Au liegt im quartären Saalachbegleitstrom und ist nicht betroffen.

Die Maisquelle und der Brunne III beziehen ihr Wasser aus dem Karstgrundwasser des Lattengebirges, welches auch die Natursolebildung speist. Eine Beeinträchtigung ist nicht denkbar.

Die übrigen Einzugsgebiete sind ganz oberflächennah und aus diesem Grunde nicht betroffen.

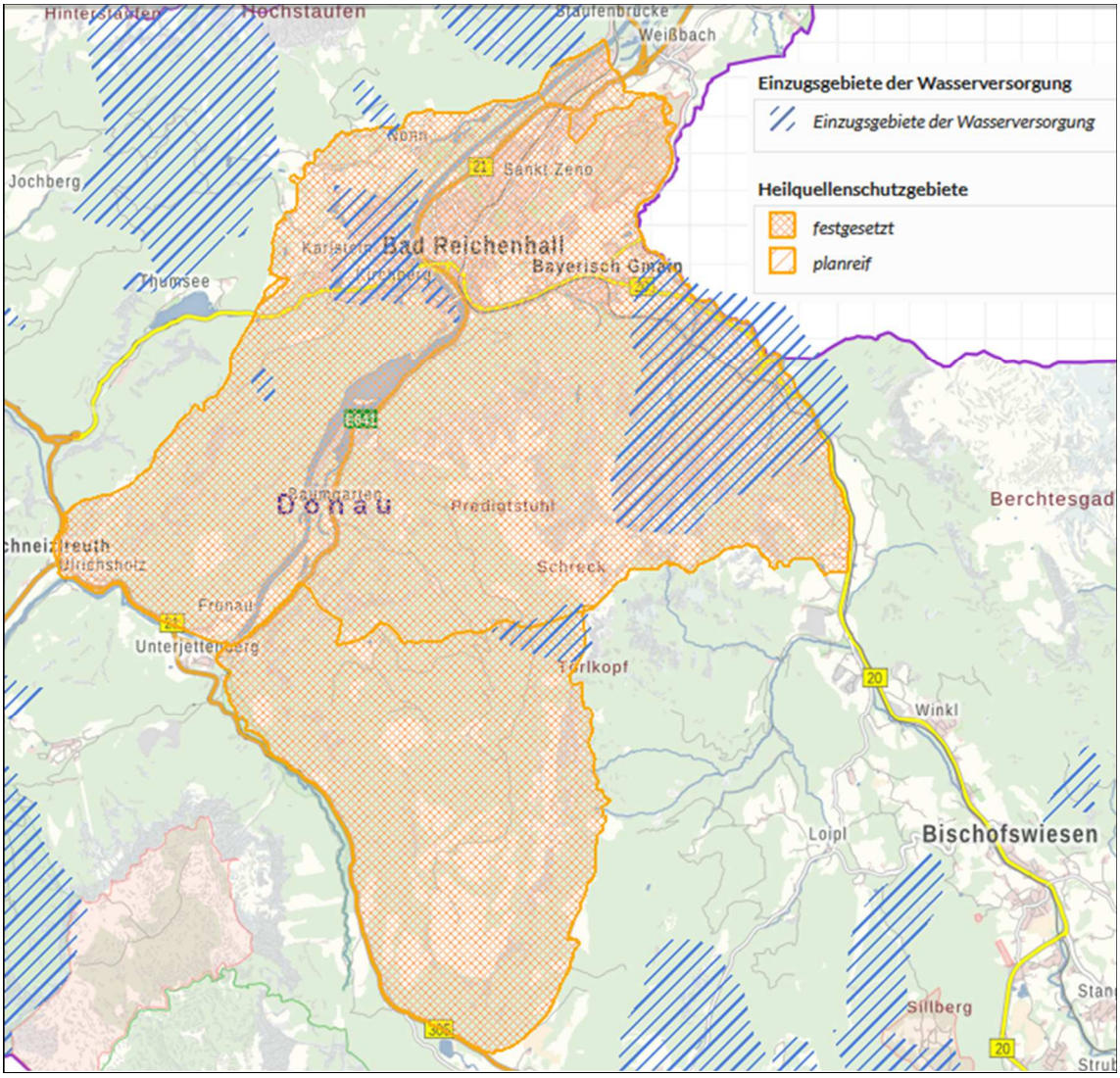


Abbildung 10: Heilquellenschutzgebiet und Lage der Einzugsgebiete der Wasserversorgung

7. Ergebnisse der Überwachungsmessungen und der Beweissicherung

7.1. Entnahmemengen

Die tägliche planmäßige Förderung aus den Solebohrungen beträgt derzeit etwa 200 m^3 bei den Bohrungen REI 2, REI 8 und REI 9. Dies entspricht einer rechnerischen Tagesförderung von ca. 600 m^3. Dies Fördermenge wurde ab 06.2019 auf die obigen Werte planmäßig reduziert.

Die Leistung der Förderpumpen ist so ausgelegt, dass die Soll-Förderung unter Berücksichtigung einer geringen Leistungsreserve erreicht wird.

Eine besonders gleichmäßige Förderung in den Bohrungen ist für die Lebensdauer der Bohrungen und den Zustand der Zuflußverhältnisse sehr günstig.

Die Kompensation ungeplanter Förderausfälle durch kurz- und mittelfristige Erhöhung der Fördermengen in den weiter in Betrieb befindlichen Bohrungen ist sehr ungünstig, weil damit Spiegelschwankungen und eventuell auch ein Abfall des Salzgehaltes hervorgerufen werden.

Ebenso ist eine kurzfristige Anpassung der täglichen Fördermenge an die aktuelle Entwicklung des Spiegelstandes ungünstig.

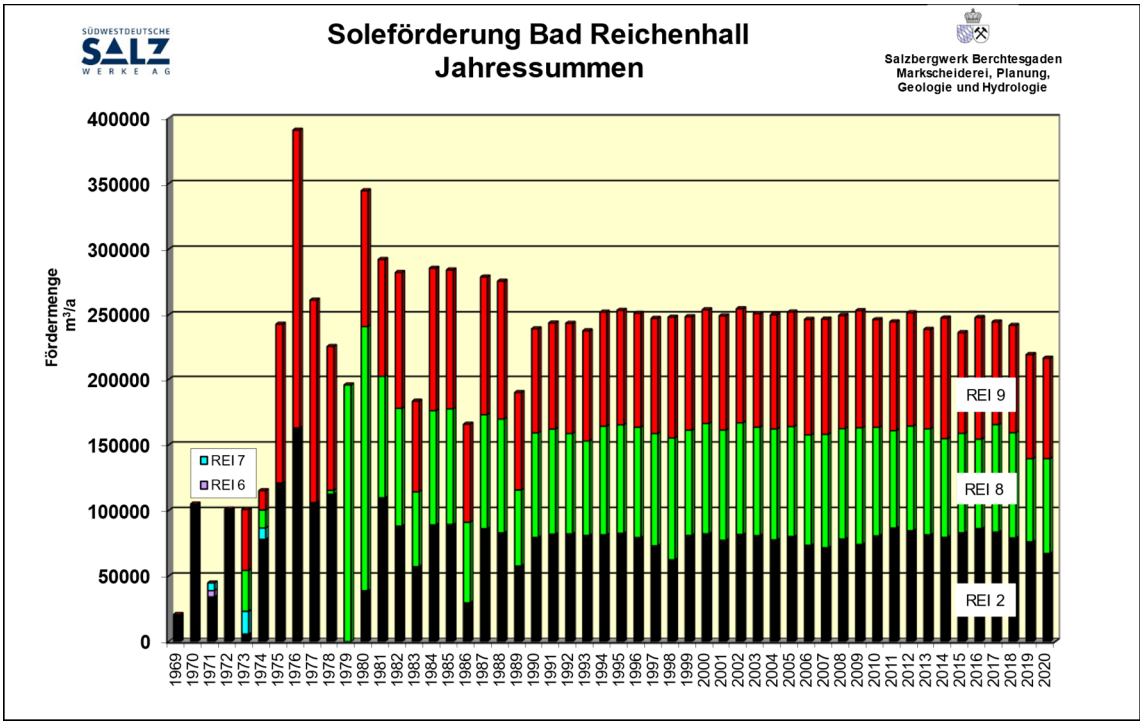


Abbildung 11: Jahressummen der Soleförderung Bad Reichenhall seit Beginn der Förderung

Eine einigermaßen konstante Jahresfördermenge von etwa 250.000 m^3 wurde von 1990 bis etwa 2018 eingehalten. Davor wurde eine etwas höhere Jahresfördermenge über 2 Jahre mit einer 3- bis 5 monatigen Ruhepause im darauffolgenden Jahr gefördert.

Seit 2019 wurde die Jahresfördermenge auf ca. 220 000 m^3 reduziert um den Spiegelabfall zu stoppen. Bisher war dies erfolgreich. Wenn der relative Anstieg der Solespiegel anhält, ist geplant, die Fördermenge in Zukunft bis auf maximal 250 000 m^3 zu erhöhen.

7.2. Solespiegel und Tiefststände

Die Messung der Solespiegel erfolgt über kontinuierlich aufzeichnende Drucksonden mit Datenloggern der Fa. SEBA (MDS 3 mit Multiparametersonde). Die Messung erfolgt im viertelstündlichen Intervall. Dabei wird auch die Soletemperatur im Bohrloch an der Sonde aufgezeichnet.

Die Solebohrungen REI 6 und REI 7 sind derzeit nicht mit Förderpumpen ausgerüstet, sie dienen zur Beobachtung der Solespiegel. Auf diesen Bohrungen sind zusätzlich zu den Drucksonden mit Datenloggern mechanische Spiegelschreiber installiert.

Diese Bohrungen sollten zur Beurteilung des Spiegelstandes in der Lagerstätte herangezogen werden, weil sie von der Förderung in den Produktionsbohrungen am wenigsten beeinflusst sind.

Die Solespiegel weisen im Normalfall bei konstanter Fördermenge eine Jahresganglinie auf, die mit den Niederschlägen bzw. der Schneeschmelze im Lattengebirge korreliert. Die Solespiegelschwankungen entsprechen den natürlichen, schwankenden Karstwasserständen.

Die Reduzierung der Fördermenge 2019 hat den starken Abfall der Solespiegel vorerst gestoppt. Die Fördermengenreduzierung hat zu einem Wiederanstieg der Solespiegel geführt.

Die Solespiegel aller Bohrungen sind vom Januar bis Dezember im Jahr 2020 in der Größenordnung von ca. 0,4 m angestiegen.

Die folgende Grafik zeigt die Abhängigkeit des Spiegelstandes von der aktuellen Fördermenge im Jahr 2020.

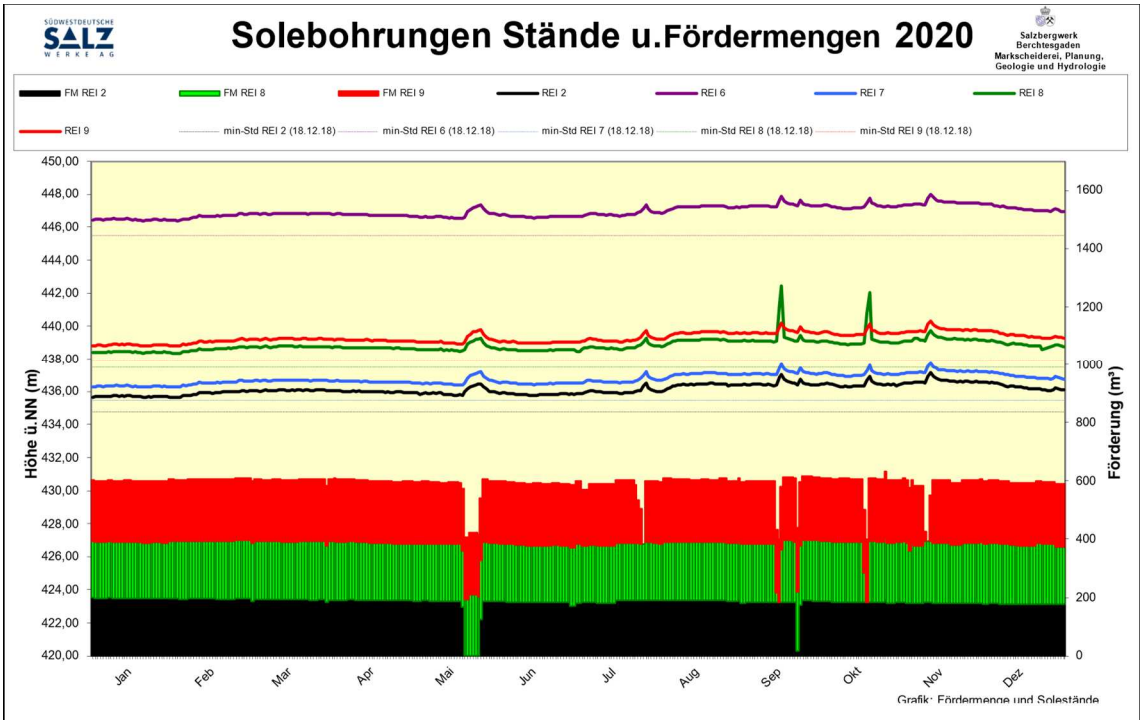


Abbildung 12: Spiegelstände der Solebohrungen in Abhängigkeit von der Fördermenge 2020

Die Beurteilung der Tiefststände seit 1990 zeigt, dass bei annähernd gleichbleibender Fördermenge von etwa 250.000 m^3 bis ca. 2016 die unter dem Aspekt der konstanten Spiegelstandsentwicklung einigermaßen optimale Fördermenge entnommen wurde.

Eine langfristige, dauerhafte Absenkung der Solespiegel würde sich durch eine ständige Absenkung der Tiefststände bemerkbar machen. Dies war ansatzweise vor Mitte 2019 der Fall. Die Tiefststände werden immer in Phasen extremer Trockenheit erreicht, wenn der Karstgrundwasserspiegel keine Speisung aus dem Niederschlag erhält oder wenn die Entnahmemenge dauerhaft zu groß ist.

Die Solespiegel sind seit der Umstellung der Betriebsweise 1990 auf kontinuierliche Förderung ohne Förderpausen bis etwa 2014 nur mehr geringfügig gefallen.

Der außergewöhnlich starke Abfall der Tiefststände im Jahr 2015 bis Mitte 2019 ist eventuell durch die extrem niederschlagsarmen Jahre 2015 und 2018 und die unregelmäßige Förderung 2016 - 2018 verursacht worden.

Die Kompensation der durch die Ausfallzeiten einzelner Bohrungen hervorgerufenen Mindermengen sowie die spiegelstandabhängige Anpassung der kurzfristigen Tagesförderraten sollte in Zukunft besser nicht mehr erfolgen.

Die Spiegelstandentwicklung ab Mitte 2019 und 2020 mit reduzierter täglicher Fördermenge und seither ansteigenden Solespiegeln bestätigt die Richtigkeit dieser Förderweise.

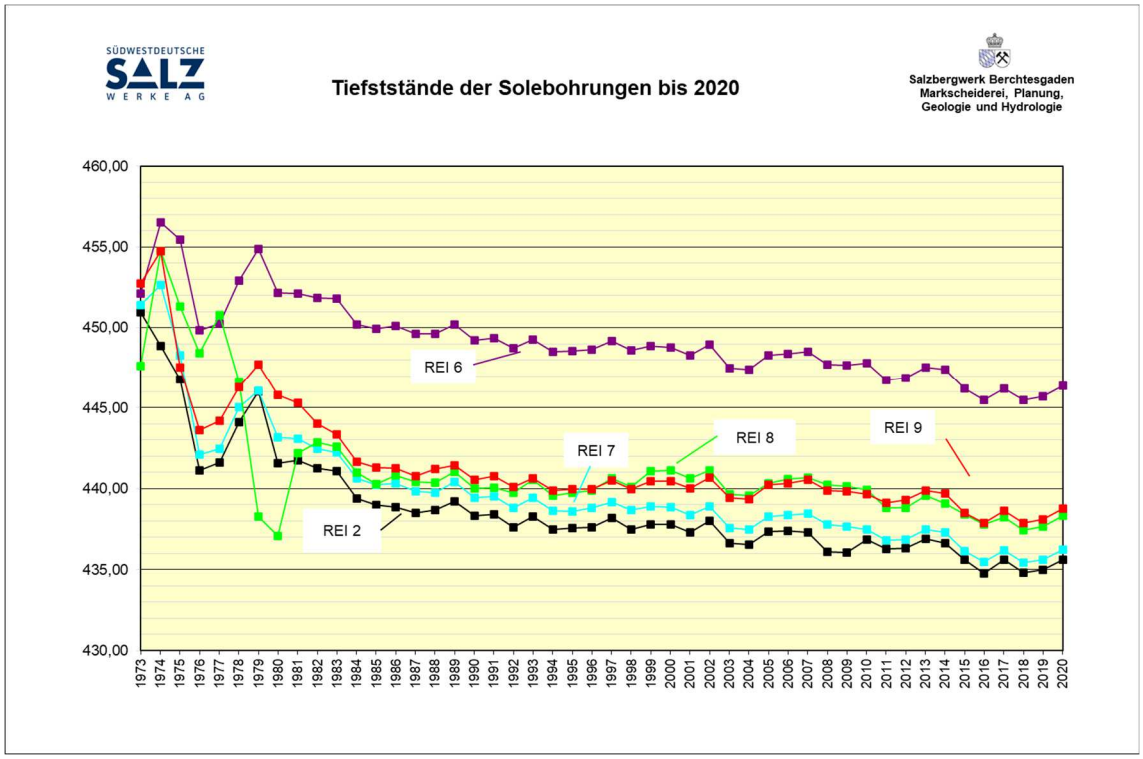


Abbildung 13: Tiefststände der Solebohrungen seit Beginn der Förderung

7.3. Salzgehalt

Die Salzgehalte der geförderten Sole werden einmal wöchentlich im Labor der Saline bestimmt. Die Messungen liefern im Rahmen der Genauigkeit (laut Fehlerbetrachtung des Labors aus 2007 maximal 0,1 Gew %) sehr konstante Werte.

In den vergangenen Jahren war bei sehr gleichmäßiger Entnahmemenge eine undeutliche jahreszeitliche Veränderung („Jahresganglinie“) erkennbar. Die höchsten Salzgehalte traten in den Monaten März bis Juni auf.

Die langfristige Entwicklung der durchschnittlichen Salzgehalte zeigt für das Jahr 2020 im Vergleich zu den Vorjahren für die REI 2 und die REI 9 fast konstante Werte. REI 8 ist stark angestiegen, was aber wohl die Kompensation des starken Abfalls 2019 darstellt.

Über die Ursachen des Abwärtstrends von 1987 bis 2000 und ab 2005 bis 2011 ist wenig bekannt. Ein Zusammenhang mit der Fördermenge ist jedenfalls nicht gegeben, da diese im zu betrachtenden Zeitraum praktisch konstant war.

Seit Beginn der Soleförderung hat sich der Salzgehalt unter konstanten Förderbedingungen um ca. 0,3 bis 0,7 Gew. % verringert. Vor ca. 9 Jahren waren die durchschnittlichen Salzgehalte 0,1 bis 0,2 % niedriger.

Ob der generelle, langfristige Trend zu einer Absenkung der Salzgehalte gestoppt ist, kann nicht endgültig beurteilt werden. Zumindest ist seit 9 Jahren ein tendenzieller Anstieg bzw. eine Konstanz der Salzgehalte vorhanden.

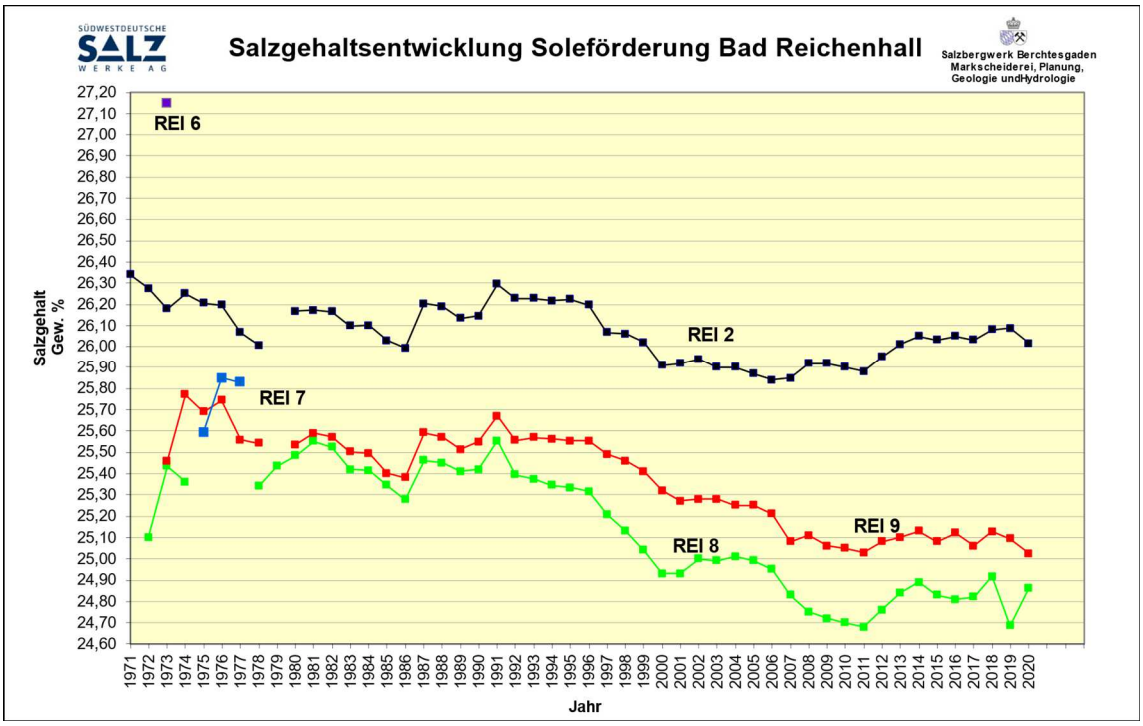


Abbildung 14: Durchschnittliche Salzgehalte seit Beginn der Förderung

7.4. Soletemperatur, Haupt und Nebeninhaltstoffe

Die Soletemperatur wird automatisch mit dem Solespiegelstand im viertelstündlichen Intervall erfasst.

Die Soletemperaturen sind in den Förderbohrungen REI 2, REI 8 und REI 9 bei kontinuierlicher Förderung ziemlich konstant. Es sind die Abkühlungen durch die Förderausfälle und bei den Druckproben deutlich erkennbar.

Die Temperatur in den fördernden Bohrungen entspricht etwa der geothermischen Tiefenstufe in Höhe der Solezuflüsse, abzüglich einer gewissen Abkühlung beim Aufstieg in der verrohrten Bohrung.

Ein Vergleich der Minima und Maxima und der Temperaturdifferenzen mit denen der Vorjahre zeigt eine gute Übereinstimmung.

Die nicht fördernden Beobachtungsbohrungen REI 6 und REI 7 zeigen die Temperatur des umgebenden Grundwassers und eine entsprechende Jahresganglinie.

Die chemische Bestimmung der Haupt- und Nebeninhaltsstoffe erfolgt vierteljährlich. Es sind keine Veränderungen oder Auffälligkeiten gegenüber den Vorjahren zu erkennen.

7.5. Isotopenuntersuchungen zur Altersbestimmung der Sole

Seit 2008 werden auf Anregung des LFU und des Gutachters für die Heilquellen REI 8 und REI 9, Hr. Prof. Dr. Baumann, regelmäßige Isotopenuntersuchungen zur Altersbestimmung der Bad Reichenhaller Natursole durchgeführt.

Die Untersuchungen wurden von verschiedenen Instituten bzw. Laboren durchgeführt

Die Untersuchungen von 2011 bis 2020 an den Bohrungen REI 2, REI 8 und REI 9 zeigen Tritiumkonzentrationen von 1,0 bis 3,7 TU (tritium units). Unter Berücksichtigung der Fehlergrenzen sind aus den bisherigen Werten keine eindeutigen Trends abzulesen.

Bei älteren Untersuchungen in den Jahren vor 2000 wurde aber kein Tritiumgehalt festgestellt. Tritium in Wasser ist sehr sicher und zuverlässig zu detektieren, womit grundsätzliche Fehler, auch in älteren Analysen, bei der Bestimmung eher unwahrscheinlich sind.

Tritium in der Umwelt stammt aus den atmosphärischen Kernwaffenversuchen mit Schwerpunkt in den frühen 1960 er Jahren. Das jetzt festgestellte Vorkommen von Tritium in der Reichenhaller Sole bedeutet, dass Regenwasser, welches zu dieser Zeit abgeregnet wurde, sich nun in der Sole befindet.

Folgende Hypothese für die nunmehr vorhandenen Tritiumgehalte ist derzeit als wahrscheinlich anzusehen: Die Mischung eines geringen Anteils des jungen Regenwassers mit der älteren Sole bzw. älterem Wasser findet im Einzugsgebiet statt. Durch das ständige Abpumpen bzw. natürliche Ausfließen der Sole wird immer mehr jüngeres Regen- bzw. Lösewasser im Einzugs- und Salzlösegebiet zur Salzlösung bereitgestellt. Nach dem Durchfließen des Kluftsystems im Reichenhaller Kalk wird die dort abgepumpte Sole immer jünger und hat seit 2000 bzw. 2010 ein Alter erreicht, bei dem eine geringe Beimischung von Regenwasser aus den 60 er Jahren erfolgt.

Es werden jährlich einmal auf allen fördernden Solebohrungen (REI 2, REI 8 und REI 9) Tritiumproben entnommen und untersucht. Aus hydrogeologischer Sicht wäre mit ständiger Soleförderung bzw. ihrem freien Ausfluss eine generelle Verjüngung der Sole zu erwarten.

7.6. Messungen im Quellenbau der Alten Saline

Die Messung der Gesamtschüttung der Solequellen im Quellenbau der Alten Saline wird mit einer Messeinrichtung im Grabenbach vorgenommen. Aus der Leitfähigkeit wird die Salzfracht im Grabenbach errechnet.

Mit der regelmäßigen Abgabe von Restwasser in das Trockenbett der Saalach hat sich diese Situation grundlegend verändert. Es haben sich neue, dem Zustand vor dem Bau der Staumauer vergleichbare Grundwasserverhältnisse im oberen Talkessel von Bad Reichenhall eingestellt. Die mittleren Grundwasserstände sind um 1,5 bis 2,0 m gestiegen. Der Anstieg läuft dann talauswärts gegen Null aus. Im Bereich der Pegel 115 (Vogelthennstraße) und 108 (Münchener Alle – ehemalige Eishalle) ist der Anstieg fast nicht mehr nachweisbar.

Dies hatte wesentlichen Einfluss auf das Quellregime der Solequellen.

Die Salzfracht aus dem Quellenbau, welche über den Grabenbach in die Saalach eingeleitet wird, betrug in den letzten Jahren ca. 3500 to/a.

Die Salzfracht aus dem Quellenbau ist seit Beginn der Messungen konstant.

Die aus dem Solevorkommen austretende Salzfracht ist immer in etwa konstant. Das Solequellwasser setzt sich aus Natursole aus der Tiefe und oberflächennahem Grundwasser zusammen. Das salzhaltige Wasser fließt sehr konstant zu, während die Menge des oberflächennahen Grundwassers stark vom aktuellen Niederschlag abhängig ist. Dementsprechend wird das salzhaltige Quellwasser mehr oder weniger stark verdünnt.

Die Schüttungsmessung der Einzelquellen wird als Durchflussmengenmessung über kalibrierte Rechtecküberfälle mit jeweils angepassten Überfallbreiten durchgeführt. Die Messgenauigkeit ist besonders bei größeren Schüttungen nicht sehr hoch.

Durch die Verlängerung des Messintervalls auf nur mehr eine Messung pro Woche wird die Hochrechnung auf Jahresmengen entsprechend ungenau. Insbesondere werden Abflussspitzen wohl nicht mehr als solche erfasst. Bei einer Jahressumme sind tendenziell zu geringe Jahresabflussmengen zu erwarten.

Eine direkte Vergleichbarkeit der Messwerte mit denen mit täglicher Messung ist nicht gegeben.

Die Messung der Hauptinhaltsstoffe der Solequellen liefert annähernd konstante Mineralisationen über die letzten 10 Berichtsjahre.

7.7. Pegelmessungen im Reichenhaller Becken

Die Grundwasserpegel im Bad Reichenhaller Becken sind im quartären Lockergestein angeordnet. Sie enden mit dem Erreichen des Festgesteinsuntergrundes.

Die Jahresauswertungen liegen für jeden Pegel als Grundwasserstandliste und Ganglinie

Für die zukünftige Beurteilung von Grundwasser Maximalständen, beispielsweise für Bauvorhaben, wird es ausreichend sein, die maximalen Grundwasserstände von 2013 zu verwenden. Es handelt sich bei diesem Ereignis grundsätzlich um ein 30-jähriges Hochwasser.

Bei der Beurteilung der langjährigen Ganglinien ist zu beachten, dass sämtliche Pegel im oberen Teil des Reichenhaller Talkessels einen um 2 bis 4 m höheren Grundwasserstand als vor der regelmäßigen Abgabe des Restwassers in das Trockenbett der Saalach aufweisen.

Exemplarisch für die Grundwasserauswertung sind hier die Jahresganglinie 2020 des Pegels 219 auf der Weitwiese dargestellt.

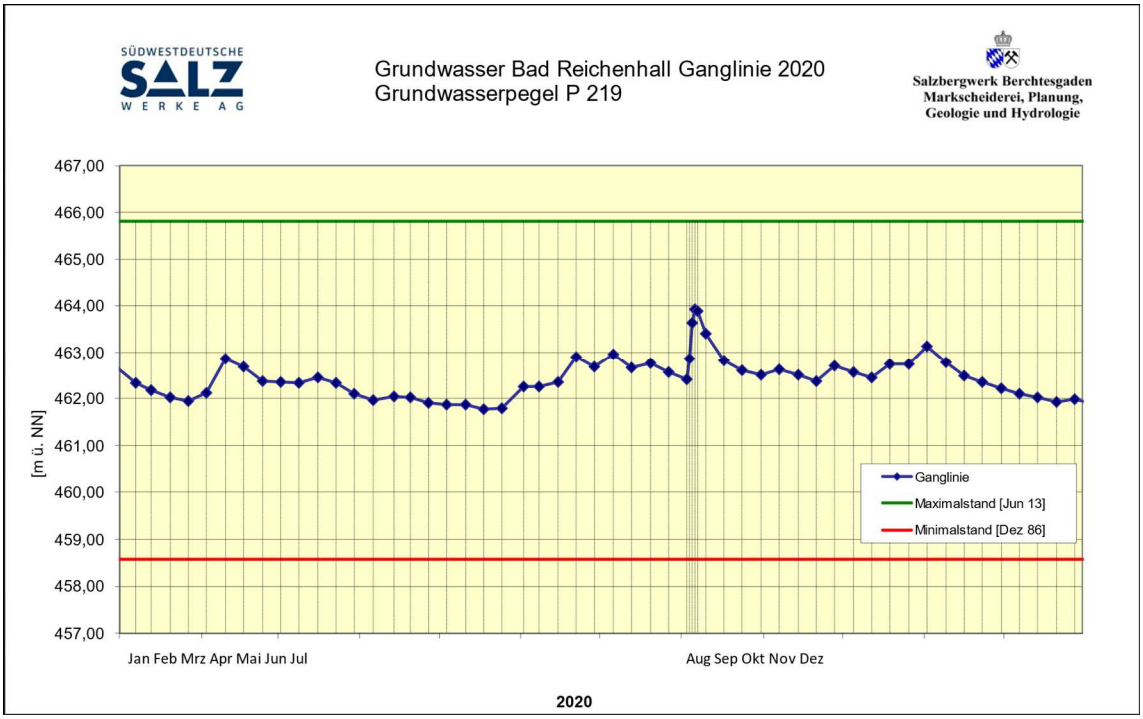


Abbildung 15: Jahresganglinie 2020 - Pegel 219 Weitwiese

Aus den ursprünglich 5 Tiefbrunnen auf dem Betriebsgelände der Saline Bad Reichenhall wird aus den Tiefbrunnen 4 und 5 Betriebswasser gefördert. Der Tiefbrunnen 3 dient als Beobachtungsbrunnen.

Die Gesamtfördermenge 2020 betrug 1.309.021 m³.

Die Tiefbrunnen sind zusätzlich in das Grundwasserbeobachtungsnetz entsprechend den Pegeln eingebunden. Die Spiegelstände werden ebenfalls wöchentlich gemessen.

Ein Einfluss der Soleförderung auf das Grundwasser im Bad Reichenhaller Becken ist nicht nachweisbar.

7.8. Leitfähigkeitsmessung und Hauptinhaltsstoffe in Grundwasserpegeln

Die tiefenabhängige Leitfähigkeitsmessung in den Grundwasserpegeln wird seit 2003 regelmäßig durchgeführt.

Die Auswertung seit Beginn der Messungen zeigt bei den meisten Pegeln eine Zunahme der Leitfähigkeit mit der Tiefe der Messstelle. Die Leitfähigkeit als Hinweis auf erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser steigt mit der Tiefe im Grundwasserkörper an.

Als Beispiel hier der Pegel 105 am nordöstlichen Ende des Reichenhaller Beckens.

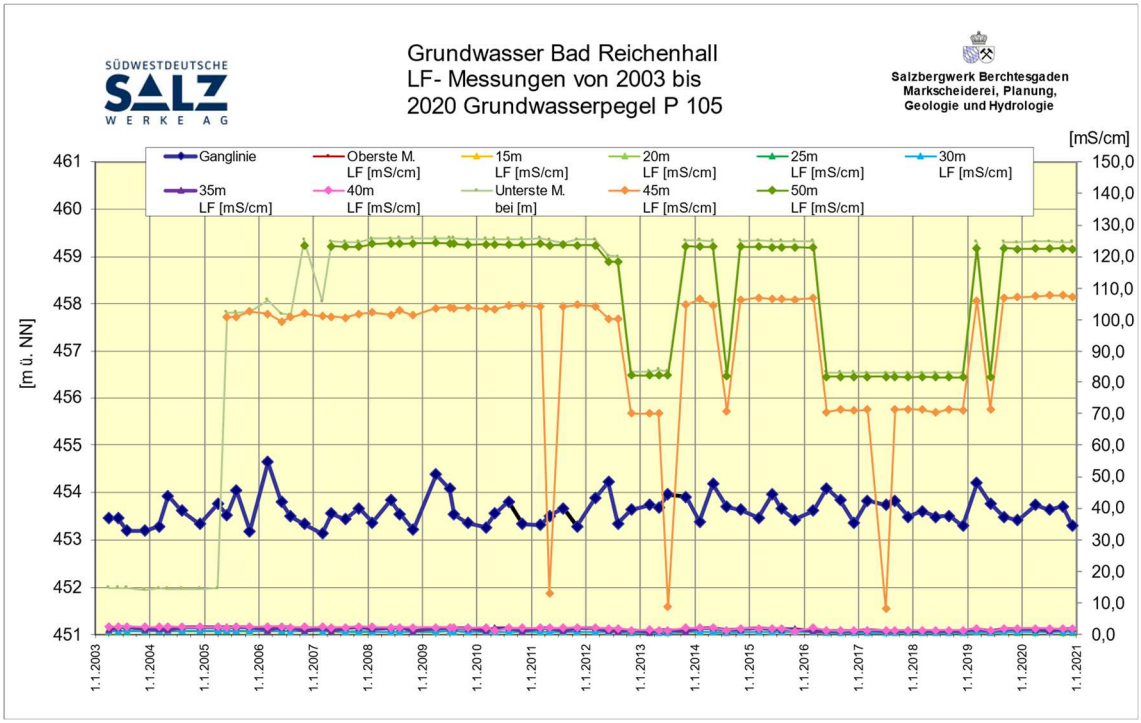


Abbildung 16: Pegel 105 tiefenabhängige Leitfähigkeitsentwicklung 2003 bis 2020

Einzelne Pegel zeigen an der tiefsten Messstelle mehr als 30 bis zu 120 mS Leitfähigkeit an. Die Salzfracht konzentriert sich aufgrund der Dichteschichtung in der Tiefe.

Die recht oft deutlich erhöhten Leitfähigkeiten über etwa 1,0 mS deuten generell auf eine erhöhte Salzfracht hin. Dies zeigen auch die regelmäßigen Grundwasseranalysen mit Chloridgehalten von oft über 100 mg/l an.

Ähnliche Chloridgehalte wurden auch in einigen Pegeln aus der Baugrunderkundung Kirchholztunnel gemessen. Sie stellen im Bad Reichenhaller Talbecken keine Besonderheit dar. Es gibt im Bad Reichenhaller Talbecken auf jeden Fall eine deutlich erhöhte Salzfracht im Grundwasser. Salzgehalte im Bereich von ca. 1,0 g/l sind immer wieder festgestellt worden. Dies entspricht auch etwa der Salzfracht der meisten Solequellen im Quellenbau.

Seit Beginn der Messungen im Jahr 2003 sind keine Veränderungen erkennbar.

Die Bestimmung der Hauptinhaltsstoffe in den Grundwasserpegeln erfolgt halbjährlich. Bei einigen Pegeln ist die ebenfalls die deutlich erhöhte Salzfracht im Grundwasser mit mehr als 200 mg/l Chlorid erkennbar.

7.9. Niederschlags, und Abflussmessungen im Einzugsgebiet des Natursolevorkommens

Die Niederschlagsmessungen in Unterjettenberg und auf der Anthauptenalm erlauben einen Vergleich der höhenabhängigen Niederschlagsmengen.

Seit 2004 ist auf der Anthauptenalm eine kontinuierlich aufzeichnende Wetterstation installiert.

Es zeigt sich die im Normalfall um etwa 15 % bis 20 % erhöhte Niederschlagsmenge auf der höher gelegenen Anthaupten Alm.

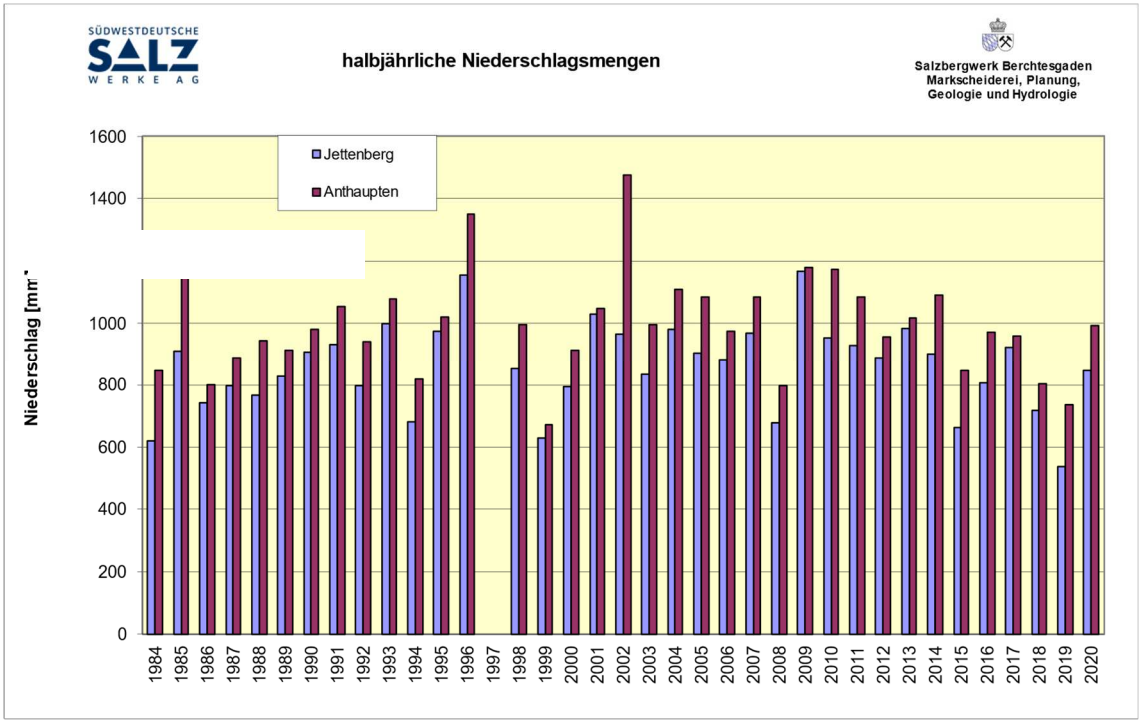


Abbildung 17: Vergleich der Niederschlagsmengen auf der Anthaupten Alm und in Unterjettenberg seit Beginn der Messungen

Die Abflussmessstelle auf der Lattenberg Alm dient zur Ermittlung des Oberflächenabflusses in eine Doline.

Die Messung erfolgt mit der Messeinrichtung SEBA MDS Dipper II mit Drucksonde und separatem Datenspeicher.

Die Messungen erlauben einen Vergleich mit Solespiegelanstiegen in den Förder- und Beobachtungsbohrungen.

7.10. Quellenmessungen im Lattengebirge

An einer Reihe von Quellen im Lattengebirge werden in den Sommermonaten die Austrittstemperatur, die elektrische Leitfähigkeit, der pH-Wert und einmal jährlich die Hauptinhaltsstoffe bestimmt.

Diese Messungen sind nicht Bestandteil der Auflagen aus dem wasserrechtlichen Genehmigungsbescheid, werden aber trotzdem der Vollständigkeit halber in diesem Jahresbericht aufgeführt, da das Bayerische Geologische Landesamt empfohlen hat, diese bereits 1985 begonnenen Messungen bis auf Weiteres fortzuführen, um eventuelle Veränderungen im Einzugsgebiet der Solequellen zu dokumentieren.

Es sind keine Veränderungen feststellbar.

7.11. Oberflächenbeobachtung im Reichenhaller Becken

Das Oberflächennivellement in der derzeit gemessenen Weise wurden 1988 eingerichtet. Vorher wurde ein einfaches, lokales Nivellement gemessen, welches aufgrund ungeeigneter Anschlusspunkte nicht aussagekräftig war.

Von 1988 bis 2005 wurde jährlich gemessen. Aufgrund konstanter Bewegungsbeträge wurde das Messintervall seit 2005 auf 3 Jahre verlängert. Es sind seither keine Trendänderungen beobachtet worden.

Die durchschnittlichen Senkungsbeträge für das gesamte Netz liegen bei durchschnittlich 1,13 mm/a. Die jährlichen Punktbewegungen liegen somit überwiegend unter der Signifikanzgrenze von ca. 1,8 mm/a. Bezugszeitraum ist 1988 bis 2020.

Im südwestlichen Teil des Beobachtungsnetzes, im Bereich Karlstein, Nonn und Kirchberg sowie im Bereich der Kaserne sind mit 1,8 mm/a die größten Senkungsbeträge vorhanden. Dies entspricht qualitativ den Ergebnissen der vorhergegangenen Messungen. Lokale Spitzenwerte von bis zu 4,99 mm/a im Bereich der Bushaltestelle „Kaitl“ in Karlstein vorhanden.

Der nördliche Teil des Messnetzes weist sehr geringe Hebungen mit 0,28 mm/a Hebungsbetrag auf.

Die Senkungsbeträge im Bereich des südwestlichen Beobachtungsnetzes sind seit langem bekannt (STARZMANN 1967 und 1979). Die Messergebnisse der Markscheiderei des Salzbergwerkes Berchtesgaden können durch Rückrechnung von Messergebnissen der Landesvermessung bestätigt werden.

7.12. Soleleitungen REI – Zustand, Genehmigungsstatus, Sanierungen

Die Soleleitungen REI 8 und REI 9 sind als Feldleitungen zugelassen. Die Soleleitung REI 2 befindet sich auf dem Betriebsgelände der Saline.

Die Feldleitungen werden laut Technischer Richtlinien für Rohrfernleitungen einer jährlichen Druckprüfung unterzogen. Im 5-jährigen Zyklus erfolgt die Prüfung durch den TÜV Süd.

Die letzte Prüfung durch den TÜV Süd war 2021 ohne Beanstandungen.

Die Soleleitung REI 8 wurde 2018 durch Einbau eines HDPE Inliners saniert.

Die Soleleitung REI 9 wurde 2015 von der Bohrung REI 9 bis zur Alten Saline neu verlegt (duktile Gussrohre).

Die Soleleitungen werden durch eine kontinuierliche Durchflussmessung am Beginn und Ende zur Leckage Erkennung überwacht. Bei differierenden Durchflussmengen erfolgt eine automatische Abschaltung.

Die Soleleitungen entsprechen dem Stand der Technik. Eine Beeinträchtigung des Grund- und Oberflächenwassers durch unerkannte Soleaustritte ist auszuschließen.

8. Empfohlenes zukünftiges Überwachungsprogramm

8.1. Überwachung der Förder- und Beobachtungsbohrungen

Die Förderbohrungen REI 2, REI 8 und REI 9 sollten ebenso wie die derzeit als Beobachtungsbohrungen genutzten REI 6 und REI 7 kontinuierlich mittels Druck- und Temperatursonden mit kontinuierlicher Datenaufzeichnung überwacht werden. Die aus der induktiven Durchflussmessung zur Rohrleitungsüberwachung gewonnen Daten werden zur Messung der Fördermenge verwendet. Es sollte eine digitale Schnittstelle zum Leitsystem der Saline mit digitaler Zugriffsmöglichkeit hergestellt werden.

Die Messdaten sollten an der Bohrung in Datenspeichern zwischengespeichert und vorzugsweise über Mobilfunknetz kontrolliert, ausgelesen und auf dem System von SWS verarbeitet und gespeichert werden. Es sollten nur allgemein lesbare Datenformate – keine Spezial- oder firmenspezifische Software – verwendet werden.

Der Zugriff auf diese Daten erfolgt durch berechtigte Personen jederzeit über Intranet oder Internet von einem beliebigen Aufenthaltsort. Zur Überwachung der Brunnenstube empfiehlt sich eine Webcam. Dies wird von diversen Heilquellenbetrieben so praktiziert.

Die Messfahrten zur Kontrolle der Bohrungen und der Mess- und Fördertechnik können auf 1 x wöchentlich und bei Unregelmäßigkeiten (Webcam!) reduziert werden.

Fördermenge	**kontinuierlich**
Fördermenge Badesole	**täglich**
Solespiegelmessung	**kontinuierlich**
Soletemperatur	**kontinuierlich**
Salzgehalt	**wöchentlich**
Leitparameter Analytik	**vierteljährlich**
Haupt- und Nebeninhaltsstoffe Analytik	**jährlich**
Isotopenuntersuchungen	**jährlich**

Die Leitparameter der geförderten Sole sollten vierteljährlich und die vollständigen Haupt– und Nebeninhaltsstoffe wegen der konstanten Solequalität nur noch jährlich bestimmt werden. Bei tatsächlichen Schwankungen können engere Analysenintervalle hilfreich sein.

Moderne Isotopenanalysen an der geförderten Sole sollten etabliert werden. Es sollte ein Untersuchungsprogramm zur Präzisierung des Einzugsgebietes, der Verweildauer und der Soleentstehung erarbeitet werden. Neben Tritium und Sauerstoff Isotopen sollten auch Schwefelisotopen und spezifische Markerstoffe untersucht werden. Hierzu KUS & LINHART 2020.

8.2. Messungen im Quellenbau der Alten Saline

Die Messung der Schüttung- und des Salzgehaltes der Einzelquellen im Quellenbau wird derzeit einmal wöchentlich durchgeführt. Bei den Messungen tritt eventuell eine Vermischung der Einzelquellen auf. Die Aussagekraft der Messungen ist sehr gering. Die Messungen wurden ursprünglich täglich und seit ca. 2000 wöchentlich durchgeführt. Die Messungen wurden eher aus „historischen“ Gründen weitergeführt.

Diese Messungen können auf ein monatliches Messintervall reduziert werden.

Die seit ca. 2000 zusätzlich eingerichtete kontinuierliche Abflussmessung im Quellenbau sollte ergänzt und präzisiert werden. Mit dieser Messung wird exakt die kontinuierlich über den Grabenbach in die Vorflut abgegebenen Solemenge bzw. Salzfracht dokumentiert. Die Messungen sollten ergänzt (Grabenbach Ursprung) und wie bei den Solebohrungen mit neuer Messtechnik mit Datenfernübertragung – gleiches System mit Übertragung über Mobilfunknetz – ausgestattet werden. Der Zugriff auf diese Daten erfolgt durch berechtigte Personen jederzeit über Intranet oder Internet von einem beliebigen Aufenthaltsort.

Schüttung Einzelquellen	**monatlich**
Salzgehalt Einzelquellen	**monatlich**
Abflussmessung Grabenbach	**kontinuierlich**
Temperaturmessung Grabenbach	**kontinuierlich**
Salzgehalt Grabenbach	**kontinuierlich**
Haupinhaltsstoffe Analytik	**jährlich**

Schüttungs- Temperatur- und Salzgehaltsmessung an den Einzelquellen entweder so verbessern, dass keine Vermischungen auftreten oder die Messungen reduzieren – 1 x monatlich. Die Aussagekraft ist sehr gering! Messungen werden eher aus „historischen“ Gründen durchgeführt. Vorschlag: auf ein Minimum reduzieren.

8.3. Grundwasserüberwachung Bad Reichenhaller Becken

Die Messung der Grundwasserstände sollte weiterhin einmal wöchentlich mit einem Lichtlot erfolgen. Zusätzlich sind einige besonders aussagekräftige Pegel (P 102, P 110, P 112, P 114 und P 218) mit kontinuierlicher Messung und Datenspeicherung ausgestattet. Die Datenübertragung über das Mobilfunknetz sollte auf Dauer wie bei den Solebohrungen eingerichtet werden.

Die Grundwasserpegel 222 und 223 in der Marzoller Au werden vom Wasserstand in der Marzoller Au und der Saalach beeinflusst. Auf eine weitere Messung in Bezug auf die Beweissicherung im quartären Grundwasser des Bad Reichenhaller Beckens in Bezug auf

die Soleförderung kann verzichtet werden. Es wurden 4 neue Pegel aus dem Projekt Kirchholztunnel (P 440. P 441, P 442; P 446) im Umfeld des Quellenbaus und der Bohrung REI 9 in das Grundwasser Messnetz aufgenommen.

Die Tiefbrunnen der Saline (TB 3, TB 4 und TB 5) sollten ebenfalls mit kontinuierlicher Spiegelstandsaufzeichnung, Erfassung der Fördermengen über IDM und Datenfernübertragung über das Mobilfunknetz ausgerüstet werden. Der Zugriff auf diese Daten erfolgt durch berechtigte Personen jederzeit über Intranet oder Internet von einem beliebigen Aufenthaltsort.

Grundwasser Pegelstand	**wöchentlich**
Grundwasser charakteristische Pegelstände	**kontinuierlich**
Tiefbrunnen Entnahmemenge	**kontinuierlich**
Tiefbrunnen Pegelstand	**kontinuierlich**
Hauptinhaltsstoffe	**jährlich (Niedrigwasser)**
Tiefenabhängige Leitfähigkeit	**2 x jährlich (Hoch- u. Niedrigwass.)**

Die Hauptinhaltsstoffe der Grundwasserpegel sollten einmal jährlich – bei Niedrigwassersituation (vorzugsweise im Herbst) – bestimmt werden.

Die seit 2003 durchgeführten tiefenabhängigen Leitfähigkeitsmessungen in den Pegeln sollten in Zukunft 2 mal jährlich, und zwar jeweils einmal bei Hochwasser- (Frühjahr) und einmal bei Niedrigwassersituation (Herbst) durchgeführt werden.

Die Grundwasser Messungen sind sehr wichtig für die Beweissicherung in Bezug auf die bekannten Veränderungen (Restwasser Saalachkraftwerk, Veränderungen Saalachflussbett) im quartären Grundwasser im Bad Reichenhaller Becken.

8.4. Messungen im Einzugsgebiet der Solebohrungen

Im Einzugsgebiet der Solebohrungen im Lattengebirge werden Niederschlags- und Abflussmessungen durchgeführt. Auf der Anthauptenalm befindet sich eine kontinuierlich aufzeichnende Wetterstation.

Wetterdaten können bei Bedarf auch beim Deutschen Wetterdienst in hoher Qualität – abgeleitet aus den jeweiligen Wettermodellen – gegen Entgelt angefordert werden. Dies würde sich als Vergleich zu den tatsächlichen Messwerten anbieten.

Auf der Lattenbergalm wird der Abfluss in eine Doline mittels kontinuierlicher Messung in einem Messgerinne überwacht. Die Daten werden in mobilen Datenspeichern aufgezeichnet und bei Kontrollfahrten ausgelesen. Es soll eine Fernübertragung mittels Mobil-

funknetz geprüft und nach Möglichkeit eingerichtet werden. An der Messstelle Lattenbergalm ist der Mobilfunkempfang aber stark eingeschränkt.

Wetterstation Anthauptenalm	**kontinuierlich**
Abflussmessung Lattenbergalm	**kontinuierlich**

An einer Reihe von Quellen im Lattengebirge werden im Sommer Austrittstemperatur, pH Wert und elektrische Leitfähigkeit gemessen. Einmal jährlich werden die Hauptinhaltstoffe bestimmt.

Diese Messungen sind nicht Bestandteil des ausgelaufenen Wasserrechtsbescheides. Sie können unter Umständen eingestellt werden.

8.5. Geodätische Messungen zur Beobachtung der Geländeoberfläche

Das seit 1988 gemessene Feinnivellement zur Beobachtung und Dokumentation der Geländehöhen sollte wie derzeit praktiziert beibehalten werden.

Von 1988 bis 2005 wurde jährlich, seit 2005 wurde das Messintervall auf 3 Jahre verlängert.

Feinnivellement Bad Reichenhaller Becken	**3 jährlich**

Das 3-jährige Messintervall kann bis auf Weiteres bei konstanten Bewegungsbeträgen beibehalten werden. Bei stärkeren Trendänderungen muss das Messintervall verkürzt werden.

Die geodätischen Messungen sind sehr wichtig für die Beweissicherung in Bezug auf die bekannten Bodensenkungen in Bad Reichenhall an der Geländeoberfläche.

8.6. Dokumentation und Bewertung der Überwachungsergebnisse

Die Ergebnisse der Überwachungsmessungen sollten wie bisher in einem Jahresbericht zusammengefasst und dokumentiert werden. Dabei müssen langjährige Trends und ein Bezug der Messergebnisse untereinander hergestellt werden.

Insbesondere sollten Fördermenge, Solespiegelstand und Salzgehalt in Beziehung gesetzt werden. Die zu erwartende Entwicklung im Folgejahr sollte so weit als möglich prognostiziert werden, um eventuell Anpassungen der Entnahmemenge und anderer Parameter rechtzeitig vornehmen zu können.

Die Auswirkung der Soleförderung auf die Umwelt, die Grundwasserverhältnisse und die Geländeoberfläche ist zu bewerten.

Eventuelle Auffälligkeiten sind aufzunehmen und zu bewerten.

Sämtliche Messdaten sollten in digitaler und allgemein lesbarer Form und Datenformat übergeben werden.

Eventuell ist zukünftig eine komplett digitale Erstellung des Jahresberichtes möglich. Als Abgabedatum wird wie bisher der 30.06. des Folgejahres vorgeschlagen.



Dr. Stefan Kellerbauer

Salzbergwerk Berchtesgaden
Markscheiderei, Planung,
Geologie und Hydrologie

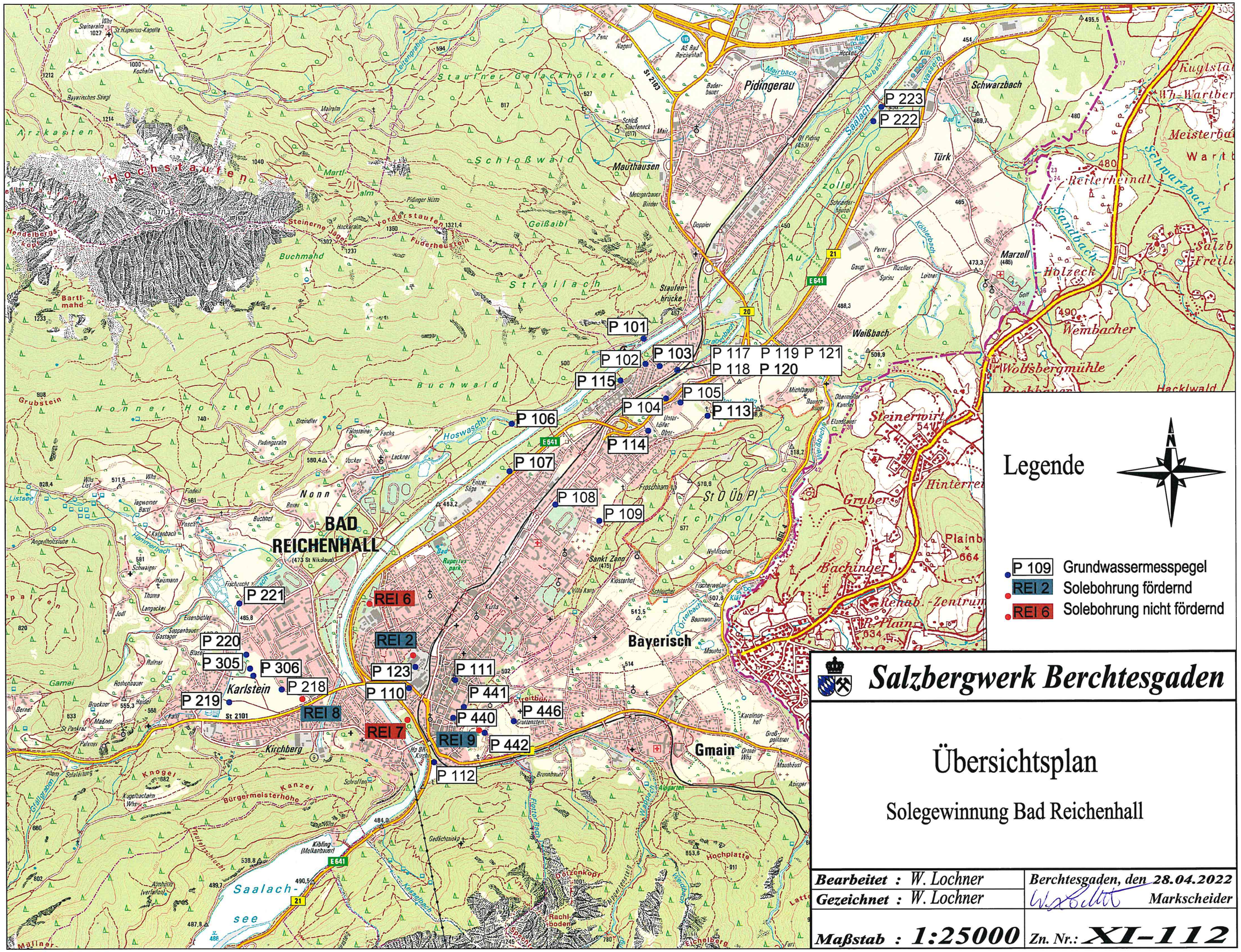
SÜDWESTDEUTSCHE SALZ WERKE AG

GK und UTM- Koordinaten der Solebohrungen

Messstelle	GK- Koordinatren und NN Höhen			UTM- Koordinaten und NHN Höhen		
Name	Rechtswert	Hochwert	NN Höhe	Rechtswert	Hochwert	NHN Höhe
REI 2	4565564,5	5287737,0	469,78	33340459,6	5287887,9	469,74
REI 6	4565234,0	5288127,2	466,77	33340144,5	5288290,5	466,73
REI 7	4565521,0	5287246,0	471,71	33340397,2	5287399,0	471,67
REI 8	4564721,9	5287405,1	467,42	33339604,9	5287588,9	467,38
REI 9	4566066,8	5287167,8	501,44	33340939,5	5287299,8	501,40

Gegenüberstellung UTM-32 und UTM-33 Koordinaten der Solebohrungen

Messstelle	UTM 33- Koordinaten und NHN Höhen			UTM 32- Koordinaten und NHN Höhen		
Name	Rechtswert	Hochwert	NHN Höhe	Rechtswert	Hochwert	Höhe
REI 2	33340459,6	5287887,9	469,74	32790384,9	5292962,1	469,71
REI 6	33340144,5	5288290,5	467,77	32790039,3	5293339,4	467,74
REI 7	33340397,2	5287399,0	471,67	32790360,4	5292469,5	471,64
REI 8	33339604,9	5287588,9	467,38	32789555,3	5292597,6	467,35
REI 9	33340939,5	5287299,8	501,40	32790909,2	5292412,5	501,37

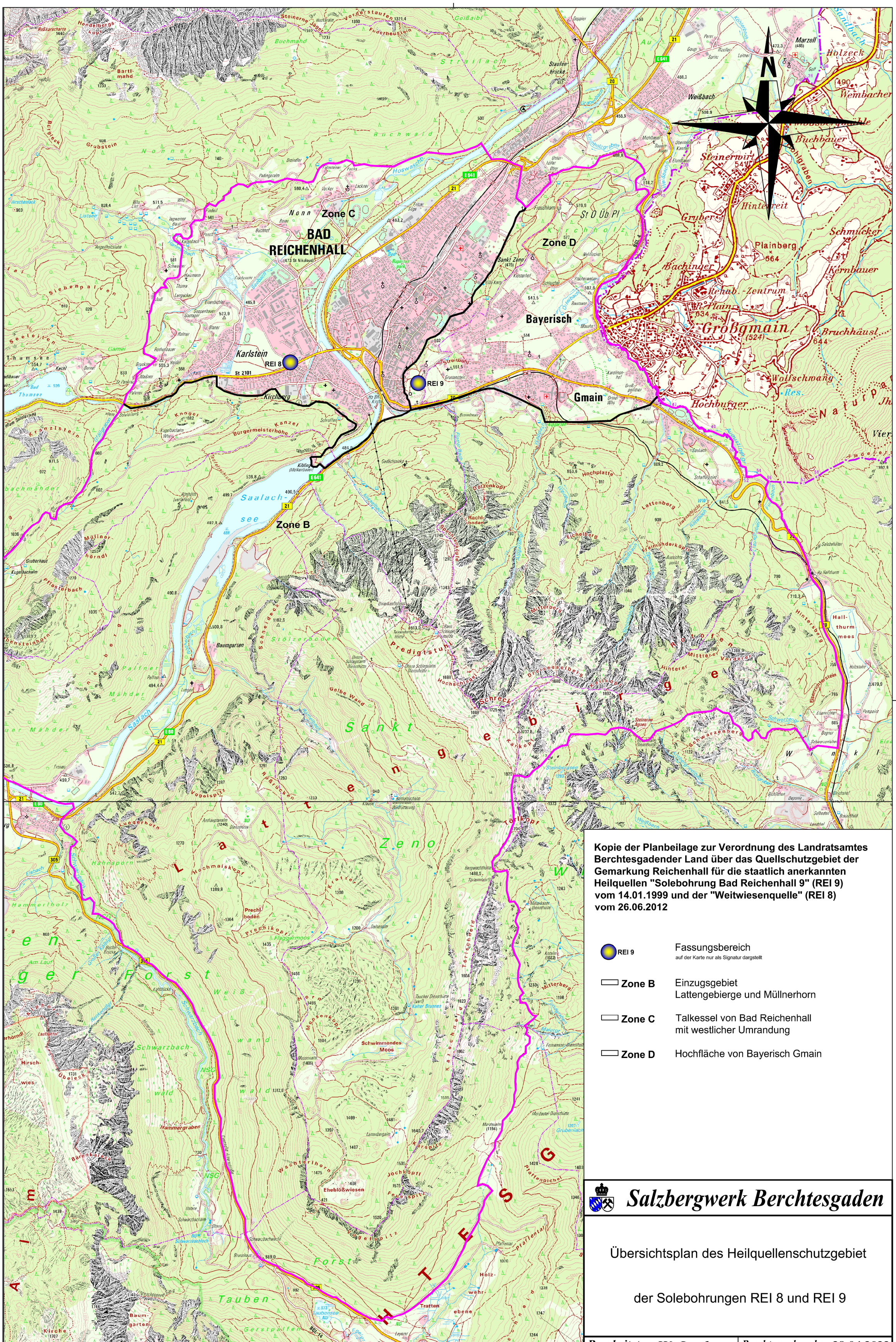


Salzbergwerk Berchtesgaden

Übersichtsplan

Solegewinnung Bad Reichenhall

Bearbeitet : W. Lochner	*Berchtesgaden, den* 28.04.2022
Gezeichnet : W. Lochner	Markscheider
Maßstab : 1:25000	*Zn. Nr.:* XI–112


Zone C
BAD
REICHENHALL
(473 St Nikolaus)
Zone D
Bayerisch
Gmain
Zone B
Karlstein
REI 8
REI 9
Großgmain
(524)
Weißbach
Marzoll
(485)
Steinerwirt
Buchbauer
Wembacher
Holzeck
Plainberg
664
Rehab.-Zentrum
R. Plain
634
Bachinger
Gruber
Schmücker
Kernbauer
Hinterreit
Wolfschwang
Hochburger
Res.
Staufenbrücke
Bartlmahd
Buchmahd
Buchwald
Nonner Holzteile
Straiach
Goißaibl
Steinerne Jäger
Vorderstaufen
Fuderheustein
Roßkarscharte
Hendelbergs Kopf
Grubstein
Burgleck
Siebenpalven
Seeleiten
Gamei
Thumsee
Hirschenlack
Listsee
Angelholzsiute
Kranzlstein
Knogel
Kanzel
Bürgermeisterhöhe
Kirchberg
St 2101
Saalach-
see
Saalach
Pflasterbach
Gruberhaus
Kugelbachalm
Müllnerhorndl
Baumgarten
Stölzerboden
Predigtstuhl
Schneidereck
Palfner Mähder
Gelbe Wand
Sankt Zeno
Latten
Lattengebirge
Hochplatte
Lattenberg
Eichelberg
Freimahderkopf
Hochmaiskopf
Prechlkopf
Prechlboden
Flaggermoos
Hahnsporn
Hammerlholz
Am Lauf
Hammergraben
Schwarzbach-
wand
Schwarzbachwacht
Ubeleck
Hirschwies
Eisbach
Luegerhorn
Vogelspitz
Roßrücken
Törlkopf
Törlschneid
Mitterberg
Hochschlegel
Schreck
Hintersberg
Hallthurmmoos
Eisenrichterstein
Schwarzenberg
Wink
Ramsau
Gde
Tratten
ebene
Holz-
wehr-
Pfaffenbichel
Pfaffental
Lattengebirge
Forst
Weiß-
wald
Tauben-
see
Gerstpalfen
See
Schwimmendes
Moos
Eheblößwiesen
Jochköpfl
Feuerspitz
Kaiserspitz
Wachterlhorn
Barenkarsee
Schneeloch
Kirche
Baum-
garten
Schafeck
Eisberg
Hahnsporn
Hochmaiskopf
Kratzer
Horn
Mooseckkopf
Mooseinalm
(1405)
Dalsenalm
Lattenbergalm
Merdautel-Dienstthütte
Merdautelhalm
(1194)
Bergwachthütte
1488,5
Türlwand (verf.)
Taucher Dienstthütte
(verf.)
Kalter Brunnen
Unterkunftshaus
Hans Schlegelmulde
Teisendorfer Hütte
Untere Schlegelalm Dienstthütte
Obere Schlegelalm Dienstthütte
Brunnhaus
Schwarzbachalm
Obere
Untere
Schwarzbachloch
Taubensee
Teubensee
Layerer
Baltram
Waxen
Kaltbach
Vorder-
simon
Hinter-
Egelsee
Fronau
Anthauptenalm
(1240)
Röthelbachalm
Dienstthütte
Windfutterung
Klause
Steinbergsee
Aschauer Dienstthütte
Aschauer Alm
Dienstthütte
Ho Halthurm
Ho BR-Kirche
Kiblinger
(Mühlkantbauer)
Gedächtniskpl.
Schroffen
Brennbauer
Asinger
Schattelpoint
Seebach
Aigarten
Alpgarten
Alpgartenstelle
Alpgartenbach
Floßbach
Floßbachklamm
Floßbachwand
Floßbachwasserfall
Floßbachwasserfallweg
Floßbachwasserfallweg
Floßbachwasserfallweg