



**GARTISER
GERMANN
& PIEWAK**
INGENIEURBÜRO FÜR
GEOTECHNIK UND UMWELT GMBH

Gartiser, Germann & Piewak GmbH • Schützenstraße 5 • 96047 Bamberg

Regierung von Oberfranken
Bergamt Nordbayern
Ludwigstraße 20
95444 Bayreuth

Schützenstraße 5
96047 Bamberg
☎ 09 51 302069-0
☎ 09 51 302069-20
info@geologie-franken.de
www.geologie-franken.de
Geschäftsführer
Dipl.-Geol. Andreas Gartiser
Dipl.-Geol. Christoph Germann
HRB Bamberg 2516
Bankverbindung
Sparkasse Bamberg, IBAN:
DE77 7705 0000 0000 0916 11
BIC: BYLADEM1SKB

Zweckverband „Thermalsolbad Staffelstein“ Obermain Therme

Wasserrechtliches Genehmigungsverfahren Thermen 1 und 2

**Bergrecht i. V. m. Wasserrecht
Antrag auf Erteilung der Bewilligung
zur Entnahme von Grundwasser gem. §§ 8, 10 WHG
aus der Therme 1, Fl.-Nr. 559, Gmkg. Staffelstein
und aus der Therme 2, Fl.-Nr. 548, Gmkg. Staffelstein**

Antragsunterlagen gem. § 1 WPBV in der Fassung vom 13.03.2000, 10-fach, bestehend aus
Erläuterungstext und Anlagen gem. § 4 WPBV.

aufgestellt:
Bamberg, den 30.11.2018

Vorhabensträger:
Bad Staffelstein, den

.....
Dipl.-Geol. Andreas Gartiser
Gartiser, Germann & Piewak GmbH

.....
Hans-Josef Stich
Werkleiter Obermain Therme

Inhaltsverzeichnis

1	Antrag	5
1.1	Vorhabensträger	5
1.2	Planfertiger	5
1.3	Verwendungszweck	5
2	Bestehende Verhältnisse	5
2.1	Bestehende bergrechtliche und wasserrechtliche Genehmigungen	5
2.2	Versorgungskonzept	8
2.3	Alternative Bezugsmöglichkeiten	8
2.4	Bisherige Entnahmen	8
2.5	Bedarf	9
3	Beschreibung der Benutzungsanlage	9
3.1	Solegewinnung	9
	3.1.1 Lagedaten	9
	3.1.2 Ausbaudaten	10
	3.1.3 Hydrogeologische Daten	11
3.2	Fördereinrichtung	12
3.3	Fördermengen	12
3.4	Betriebsmessungen	13
	3.4.1 Momentanentnahmen	13
	3.4.2 Ruhe- und Betriebswasserspiegel	14
	3.4.3 Vor-Ort-Parameter	15
3.5	Schließdruckmessungen	16
3.6	Aufbereitung	16
3.7	Zustandsfeststellungen 2018	17
4	Grundwasserchemismus	18
4.1	Therme 1	18
4.2	Therme 2	19
4.3	Isotopenuntersuchungen	21
5	Überblick Einzugsgebiet und Grundwasserverhältnisse	21
5.1	Geographische Verhältnisse	21
5.2	Geologischer Überblick und Schichtenfolge	21
5.3	Hydrogeologische Verhältnisse	23
5.4	Grundwasserströmungsverhältnisse und Einzugsgebiet	23
5.5	Entnehmbare Wassermengen	24
6	Auswirkung der beantragten Grundwasserentnahme	24

Anlagenverzeichnis

Übersichtslagepläne

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 1.2 Hydrogeologische Karte, Maßstab 1 : 25.000

Detallagepläne

- Anlage 1.3 Detallageplan 1 : 2.000

Sole-Aufbereitung

- Anlage 2.1 Fließschema Solevoraufbereitung 3,5 %ig
- Anlage 2.1 Schema Soleaufbereitung 10 %ig

Ausbaupläne und Pumpversuche Therme 1

- Anlage 3.1.1 Schichtenprofil und Ausbauplan 1997
- Anlage 3.1.2 Grafik Schlusspumpversuch 20.07. – 31.07.1998
- Anlage 3.1.3 Leistungscharakteristik Schlusspumpversuch 20.07. – 31.07.1998

Ausbaupläne und Pumpversuche Therme 2

- Anlage 3.2.1 Ausbauplan 1993
- Anlage 3.2.2 Grafik Schlusspumpversuch 16.06. – 08.07.1993
- Anlage 3.2.3 Leistungscharakteristik Schlusspumpversuch 16.06. – 08.07.1993
- Anlage 3.2.4 Grafik Pumpversuch nach Regenerierung 18.05. – 27.05.2011
- Anlage 3.2.5 Leistungscharakteristik Pumpversuch nach Regenerierung 18.05. – 27.05.2011

Betriebsmessungen Therme 1 und 2

- Anlage 3.3.1 Grafik Betriebsmessungen 30.09.1998 bis 31.12.2017 Therme 1 und 2
- Anlage 3.3.2 Tabelle Betriebsmessungen 30.09.1998 bis 31.12.2017 Therme 1
- Anlage 3.3.3 Tabelle Betriebsmessungen 30.09.1998 bis 31.12.2017 Therme 2
- Anlage 3.3.4 Tabelle Betriebsmessungen mit Druckmessungen 10.08.2018 bis 16.11.2018
Therme 1 und 2

Fördermengen Therme 1 und 2

- Anlage 3.4.1 Grafik und Tabelle Jahresfördermengen 1998 bis 2017 Therme 1 und 2
- Anlage 3.4.2 Grafik Monatsfördermengen September 1998 bis Dezember 2017 Therme 1
- Anlage 3.4.3 Grafik Monatsfördermengen September 1998 bis Dezember 2017 Therme 2

Schließdruckmessungen Therme 1 und 2

- Anlage 3.5.1 Schließdruckmessungen 2009 bis 2017 Therme 1
- Anlage 3.5.2 Schließdruckmessungen 2009 bis 2017 Therme 2

Laboruntersuchungen Therme 1

- Anlage 4.1 Übersicht der Laborergebnisse 1984 bis 2017
- Anlage 4.2 Heilwasser-Kontrollanalyse, Beprobung vom 28.06.2017

Laboruntersuchungen Therme 2

- Anlage 4.3 Übersicht der Laborergebnisse 1993 bis 2017
- Anlage 4.4 Heilwasseranalyse, Beprobung vom 28.06.2017

Wasserbedarf

- Anlage 5.1 Tabelle Besucherstatistik 1986 bis 2017
- Anlage 5.2 Grafik Besucherstatistik und Jahresfördermengen 1998 bis 2017

Verwendete Unterlagen

- /1/ H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbauges. mbH (2018): Bautagesberichte und Dokumentationsunterlagen der durchgeführten Maßnahmen Therme 1 und 2. Hessisch-Lichtenau, 2018.
- /2/ Bayerisches Geologisches Landesamt (1970): Geologische Karte von Bayern 1 : 25.000 Blatt 5831 Seßlach. München, 1970.
- /3/ Bayerisches Geologisches Landesamt (1975): Bericht des Bayerischen Geologischen Landesamtes über die Thermal-Mineralwasser-Untersuchungs- und Erschließungsbohrung Staffelstein 1975. Sachbearbeiter: RD Dr. Helmut Gudden.
- /4/ Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008): Hydrogeologische Karte von Bayern 1 : 50.000 Blatt L 5930 Ebern und Blatt L 5932 Lichtenfels. Augsburg, 2008.
- /5/ BRG-Brunnen-Regenerierungs und Brunnenprüfdienst GmbH (2018): TV-Befahrungen Therme 1 vom 14.05.2018 und Therme 2 vom 11.06.2018, Untersuchungsberichte und digitale Daten. Buch a. Erlbach, 2018.
- /6/ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (1994): Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000 Blatt CC 6326 Bamberg. Hannover, 1994.
- /7/ Büro Boden und Wasser (1994): Zweckverband Thermalsolbad Staffelstein, Landkreis Lichtenfels. Erschließungsbohrung II für Thermalsole (Therme II), Schlußbericht. Aichach, 25.02.1994.
- /8/ Büro Boden und Wasser (1998): Zweckverband Thermalsolbad Staffelstein, Landkreis Lichtenfels. Sanierung und Neuausbau der Therme I, Schlußbericht. Aichach, 07.12.1998.
- /9/ Gartiser, Germann & Piewak (2018): Bergrecht i. V. mit Wasserrecht, Bergrechtliche Anzeige zerstörungsfreier Prüfungen der untertägigen Ausbauzustände an den Thermen 1 und 2 Bad Staffelstein. Bamberg, 27.02.2018.
- /10/ Gartiser, Germann & Piewak (2018): Obermain Therme Bad Staffelstein, Thermen 1 und 2, Zustandsfeststellungen 2018, zerstörungsfreie Prüfungen der untertägigen Ausbauzustände. Bamberg, 20.08.2018.
- /11/ GFL Dr. Lux (2009): Geophysikalische Untersuchungen Obermain Therme Bad Staffelstein, Therme 1 und Therme 2. Friedrichroda, 27.08.2009.
- /12/ GFL Dr. Lux (2018): Geophysikalische Untersuchungen Obermain Therme Bad Staffelstein, Therme 1. Friedrichroda, 25.05.2018.
- /13/ GFL Dr. Lux (2018): Geophysikalische Untersuchungen Obermain Therme Bad Staffelstein, Therme 2. Friedrichroda, 27.06.2018.
- /14/ HyGeMo (2009): Zweckverband Thermalsolbad Staffelstein, Antrag auf Verlängerung der bergrechtlichen Bewilligung zur Förderung von Sole in den Thermen 1 und 2 in Bad Staffelstein aus dem Gewinnungsfeld „Staffelstein“. Degersheim, 29.10.2009.
- /15/ HyGeMo (2011): Zweckverband Thermalsolbad Staffelstein, Bericht über die Regenerierung der Therme 2 in Bad Staffelstein, Unterlagen zum Antrag vom 27.05.2010 auf Verlängerung des Hauptbetriebsplanes vom 09.12.2005. Degersheim, 14.06.2011.
- /16/ Ingenieurbüro Kerling (2014): Schreiben zu Nutzung und Aufbereitung der Originalsole in der Obermaintherme in Bad Staffelstein. Altenkunstadt, 12.02.2014.
- /17/ Institut Dr. Nuss (2017): Laborberichte und Bewertungen zu entnommenen Wasserproben Therme 1 und 2. Bad Kissingen.
- /18/ Institut Dr. Nuss (2018): Laborberichte zu entnommenen Wasserproben Therme 1 und 2. Bad Kissingen.

1 Antrag

Der Vorhabensträger beantragt gem. §§ 8, 10 WHG die Erteilung der Bewilligung zur Thermalsoleentnahme und –ableitung zur balneologischen Nutzung aus den Thermen 1 (Th 1) und 2 (Th 2) mit den in Tab. 1 genannten Mengen.

Tab. 1: Beantragte Entnahmemengen.

	Parallelbetrieb		Einzelbetrieb
	Therme 1	Therme 2	Therme 1 oder 2
max. Momentanentnahme Q max [l/s]	3,0	3,0	5,0
Jahresentnahme Qa [m³/a]	110.000		110.000

1.1 Vorhabensträger

Zweckverband „Thermalsolbad Staffelstein“

Obermain Therme

vertreten durch Werkleiter Hans-Josef Stich

Am Kurpark 1

96231 Bad Staffelstein

1.2 Planfertiger

Gartiser, Germann & Piewak

Ingenieurbüro für Geotechnik und Umwelt GmbH

Schützenstraße 5

96047 Bamberg

1.3 Verwendungszweck

Die geförderte Thermalsole wird für Badezwecke und medizinische Anwendungen genutzt.

2 Bestehende Verhältnisse

2.1 Bestehende bergrechtliche und wasserrechtliche Genehmigungen

Derzeit existieren folgende, im Zusammenhang mit der Nutzung der Thermen 1 und 2 stehenden, bergrechtlichen und wasserrechtlichen Genehmigungen:

1) Bescheid des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft u. Verkehr vom 02.06.1980

Mit Bescheid des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Verkehr vom 02.06.1980 (Nr. 6143 - VI/4a - 22 757) wurde der Stadt Staffelstein für die Dauer von

30 Jahren ab Zugang des Bescheides (Anmerkung: Eingang bei der Stadt Staffelstein am 12.06.1980) *"die Erlaubnis erteilt, in dem auf beiliegendem Übersichtsplan rot eingezeichneten und durch die Feldeseckpunkte 1 -2 -3 - 4 festgelegten Feld Sole zu gewinnen. ..."*

Gemäß den Ausführungen im Bescheid vom 09.12.2005 ist diese altbergrechtliche Erlaubnis im heutigen Sinn eine bergrechtliche Bewilligung. Mit **Bescheid des Bayer. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie vom 15.02.2010** (Az. VI/5 – 6114b/171/3) wurde die Bewilligung zur Gewinnung von Sole bis zum 31.05.2030 verlängert.

2) Bescheid des Bayerischen Oberbergamtes vom 25.11.1987

Mit Bescheid des Bayerischen Oberbergamtes vom 25.11.1987 (Nr. 2040 - I/2 - 5763) wurde *"der Übertragung der ... der Stadt Staffelstein erteilten Erlaubnis zur Gewinnung von Sole auf den Zweckverband Thermalsolbad Staffelstein zugestimmt."*

3) Bescheid des Bergamtes Bayreuth vom 15.11.1990

Mit Bescheid des Bergamtes Bayreuth vom 15.11.1990 (Nr. 710/1-B-2521) wurde für den Betrieb der Therme 1 eine Bewilligung nach § 8 WHG, befristet bis zum 31.12.2019, erteilt. Aus dem auf dem Grundstück Fl.-Nr. 561 vorhandenen Brunnen dürfen *„bis zu 3 l/s und bis zu 90.000 m³/a und nach positiver Begutachtung gemäß Ziff. 4 bis zu 5 l/s und bis zu 150.000 m³/a Thermalwasser“* zutage gefördert werden. *„Aus dem Ringraum desselben Brunnens dürfen bis zu 2 l/s und bis zu 62.000 m³/a artesisches Keuperwasser entnommen werden.*

(Anmerkung hierzu: die Bewilligung zur Entnahme von Keuperwasser hat sich durch die Zementierung des Ringraumes im Rahmen der Sanierung der Therme 1 im Jahr 1997 erübrigt und wird nicht mehr benötigt).

4) Bescheid des Bayerischen Oberbergamtes vom 27.07.1994

Mit Bescheid des Bayerischen Oberbergamtes vom 27.07.1994 (Nr. 2049-IV/2-4447) wurde die Bewilligung erteilt, Erdwärme zu gewerblichen Zwecken innerhalb des Feldes „Obermain“ aufzusuchen und zu gewinnen sowie die dazu notwendigen Einrichtungen zu errichten und zu betreiben. Die Bewilligung ist auf 20 Jahre befristet. Mit **Bescheid des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie vom 08.07.2014** (Az. VIII/6-8114b/172/7) wurde die Bewilligung bis zum 31.07.2044 verlängert.

5) Bescheid der Regierung von Oberfranken - Bergamt Nordbayern - vom 09.12.2005

Mit Bescheid der Regierung von Oberfranken - Bergamt Nordbayern - vom 09.12.2005 (AZ. 340-3907.135.01-II/4-3392/2005) wurde ein gemeinsamer Hauptbetriebsplan für die Förderung von Thermalsole aus den Thermen 1 und 2 mit beschränkter wasserrechtlicher Erlaubnis für die Förderung und Ableitung von Thermalsole aus der Therme 2 zugelassen. Im Regelbetrieb (gemeinsamer Betrieb Therme 1 und 2) dürfen jeweils maximal 3,0 l/s und aus beiden Thermen insgesamt max. 110.000 m³/a entnommen werden. Weiterhin soll im Regelbetrieb aus beiden Thermen möglichst durchgängig und gemeinsam gefördert werden. Bei Ausfall einer Therme dürfen aus der anderen Therme bis zu 5,0 l/s und max. 110.000 m³/a entnommen werden.

Im Bescheid werden u.a. folgende Messungen/Überprüfungen gefordert

- a) Erfassung der Temperatur, der geförderten Solemenge und der zugehörigen Wasserspiegelabsenkung mindestens täglich um 06 Uhr und 20 Uhr mit einem schreibenden Messgerät
- b) Erfassung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes monatlich am 01. und 15. mit einer Handmessung
- c) Kontrollanalysen spätestens im dritten Quartal jedes zweiten Jahres
- d) Schließdruckmessungen in jährlichen Abständen
- e) monatliche Sichtkontrollen aller sichtbaren Anlagenteile vom Bohrkeller bis zur Steuerung im Technikraum
- f) abdrücken aller Thermalsoletransportleitungen wiederkehrend alle 2 Jahre mit dem 1,3-fachen Förderbetriebsdruck
- g) Vorlage der Mess- und Untersuchungsergebnisse bis 15.02. des folgenden Jahres beim Bergamt und dem Landratsamt Lichtenfels
- h) Bewertung des untertägigen Ausbauzustands (Rohre und Ringraumabdichtung) und des Zustands des Bohrlochverschlusses für beide Tiefbohrungen und Vorlage der Ergebnisse beim Bergamt bis 01.10.2009

Mit der Zulassung des Hauptbetriebsplanes wurde für die Therme 2 eine bis 31.12.2019 befristete, beschränkte wasserrechtliche Erlaubnis erteilt. Diese gewährt bis zu 3,0 l/s und 110.000 m³/a Thermalsole für balneologisch-medizinische Zwecke zu entnehmen.

Die Zulassung des Hauptbetriebsplanes war bis 02.06.2010 befristet. Mit **Bescheid der Regierung von Oberfranken – Bergamt Nordbayern – vom 19.07.2011** (Az. 26-3907.135.01-II/4-3392/2005) wurde die Zulassung des Hauptbetriebsplanes bis zum 31.12.2019 verlängert. Es wurde weiterhin gefordert, eine Prüfung der untertägigen Ausbauzustände für beide Thermen durchzuführen und den zugehörigen Bericht bis 31.12.2018 beim Bergamt vorzulegen. Diese Prüfungen erfolgten im Mai und Juni 2018. Die Ergebnisse wurden mit Bericht vom 20.08.2018 (Gartiser, Germann & Piewak) beim Bergamt vorgelegt.

In den Bescheiden vom 09.12.2005 und 19.07.2011 der Regierung von Oberfranken, Bergamt Nordbayern, wird darauf hingewiesen, bis zum 31.12.2018 einen wasserrechtlichen Bewilligungsantrag für die gemeinsame Förderung aus den Thermen 1 und 2 beim Bergamt vorzulegen. (Anm. d. V.: Dies wird mit vorliegenden Antragsunterlagen umgesetzt.)

6) Bescheid des Landratsamtes Lichtenfels vom 30.01.2017

Mit Bescheid des Landratsamtes Lichtenfels vom 30.01.2017 (Az. 34-6410.5 U2016-0158) wurde die gehobene Erlaubnis zur Benutzung des Mains durch Einleiten gesammelter Abwässer aus der Filtrerrückspülung von Brunnen- und Badwasserfilteranlagen erteilt. Dabei darf der einzuhaltende Abwasservolumenstrom max. 16 m³/h und max. 384 m³/d betragen. Die Temperatur darf im Normalbetrieb max. 25 °C und bei Revisionen im Wärmepumpenbereich an max. 3 Tagen max. 30 °C betragen. Weiterhin müssen monatlich die Parameter Arsen, abfiltrierbare Stoffe und Chloridgehalt gemessen werden. Die einzuhaltenden Überwachungswerte wurden für freies Chlor mit 0,2 mg/l, für abfiltrierbare Stoffe mit 50 mg/l und für Arsen mit

0,1 mg/l festgelegt. Ein pH-Wert zwischen 6,5 und 9,0 muss eingehalten werden. Die Erlaubnis ist bis 31.12.2036 befristet.

Der erstmals nach Herstellung der Soleaufbereitungs- und -entsorgungsanlage im Jahr 1996 erteilte **Bescheid des Landratsamtes Lichtenfels vom 05.12.1996**, Abwasser aus der Filtrerrückspülung von Brunnen und Badewasser-Filteranlagen in den Main einzuleiten, war bis zum 31.12.2016 befristet.

2.2 Versorgungskonzept

Im Normalbetrieb werden beide Thermen parallel im 24 h-Betrieb beaufschlagt. Die Unterwasserpumpen werden je nach Bedarfsanforderungen über Frequenzsteuerungen reguliert. Nur bei sehr geringen Verbräuchen kommt es zu einem kurzzeitigen Produktionsstopp an einer der beiden Thermen, was allerdings selten der Fall ist. Das geförderte Wasser wird ohne Zwischenspeicher direkt zur Aufbereitung geleitet. Die Mischung der aus Therme 1 und 2 geförderten Wässer erfolgt in der Rohrleitung im Technikbereich der Obermaintherme. Für die Nutzung der Sole als Natursole (Solegehalt 10 %) für Wannenbäder und in verdünnter Form (Solegehalt 3,5 %) als Füllwasser für verschiedene Becken existieren zwei Aufbereitungsanlagen (siehe Kapitel 3.6). Nach Nutzung der Sole wird diese über eine Soleaufbereitungs- und -entsorgungsanlage mittels einer direkten Leitung in den Main abgeleitet.

2.3 Alternative Bezugsmöglichkeiten

Auf dem Thermen-Gelände existieren drei weitere Brunnen, die allerdings den Keuper (Tiefbrunnen Keuper, Fl.-Nr. 559) bzw. das Quartär (Flachbrunnen 1, Fl.-Nr. 563 und Flachbrunnen 2, Fl.-Nr. 540/1) als normal mineralisierte Grundwasserleiter erschließen. Flachbrunnen 1 wird derzeit nicht betrieben. Flachbrunnen 2 dient ausschließlich zur Gewinnung von Brauchwasser für Beregnungszwecke. Das aus dem Keuperbrunnen geförderte Grundwasser dient zur Verdünnung der aus Therme 1 und 2 geförderten Sole. Andere Bezugsquellen für zum Badebetrieb oder zur medizinischen Anwendung geeignetes Heil- bzw. Thermalwasser stehen nicht zur Verfügung, sodass die Thermen 1 und 2 nicht durch andere Bezugsquellen ersetzt werden können.

2.4 Bisherige Entnahmen

Eine grafische Darstellung der Jahresfördermengen 1998 bis 2017 erfolgt in Anlage 3.4.1 und eine tabellarische Auflistung in Tabelle 6. In den Jahren 1998 – 2017 wurden aus der Therme 1 bis zu rund 42.200 m³/a (2014) und aus Therme 2 bis zu rund 53.800 m³/a (1998) gefördert. Insgesamt wurden aus beiden Thermen jährlich bis zu

rund 70.400 m³/a (1999) und im Mittel rund 61.900 m³/a (1998 – 2017) gefördert. Eine Erfassung der Tagesentnahmen erfolgt nicht.

2.5 Bedarf

Die beantragten Entnahmemengen entsprechen den bisher genehmigten Mengen. Die Entnahmen der letzten Jahre lagen unter diesen beantragten Entnahmemengen. Für die zukünftige Sicherung des Betriebs der Obermaintherme ist ein Wasserrecht entsprechend dem bisher genehmigten Umfang erforderlich, da aufgrund der zunehmenden Beliebtheit von Natursolebecken bei den Besuchern und des Trends der letzten fünf Jahre zu steigenden Besucherzahlen mit einer Zunahme der benötigten Solemenge (vgl. Anlagen 5.1 und 5.2) gerechnet werden muss. Zudem dient die wasserrechtliche genehmigte Menge der Versorgungs- und Planungssicherheit.

3 Beschreibung der Benutzungsanlage

3.1 Solegewinnung

3.1.1 Lagedaten

Tab. 2: Lagedaten.

Name des Brunnens	Therme 1	Therme 2
Gemarkung	Staffelstein	Staffelstein
Flur-Nr.	559 (früher 561)	548
Baujahr	1975	1993
Sanierung	1997	-
Rechtswert	4427885,91	4427607,80
Hochwert	5553094,32	5553326,20
Geländeoberkante, GOK [m ü. NN]	260,48 (OK betonierte Außenfläche)	257,28 (OK Bohrkeller)
OK Brunnenkopf [m ü. NN] = BZP (dient als Bezugspunkt für Wsp.-Messungen seit Zustandsfeststellungen 2018)	258,78	256,68
Höhenbezugspunkt alt = BZP _{alt} [m ü. NN] (Bezugspunkt für Wsp.-Messungen bis zu Zustandsfeststellungen 2018)	258,65	257,28

3.1.2 Ausbaudaten

Die Ausbaupläne liegen als Anlage 3.1.1 (Th 1) bzw. Anlage 3.2.1 (Th 2) bei.

Tab. 3: Ausbaudaten.

Name des Brunnens	Therme 1	Therme 2
Bohrfirma	Fa. Anger's Söhne, Hessisch Lichtenau	Fa. Anger's Söhne, Hessisch Lichtenau
Bohrdurchmesser bis [m u. GOK]	17 1/2" 147,0	820 mm 20,0
Bohrdurchmesser bis [m u. GOK]	12 1/4" 947,0	20" 322,0
Bohrdurchmesser bis [m u. GOK]	8 1/2" 1600,0	14 3/4" 915,8
Bohrdurchmesser bis [m u. GOK]	-	9 5/8 1180,0
Rückverfüllung Ø 8 1/2" mit von ... bis ... [m u. GOK] mit von ... bis ... [m u. GOK] mit von ... bis ... [m u. GOK]	Kies 1210,0 – 1299,5 Zementation 1299,5 – 1343,3 Nachfall 1343,3 – 1600,0	-
1/2" Ausbauteufe [m u. GOK]	1210,0	1180,0
<u>Absperrung</u> mit Nennweite von ... bis ... [m u. GOK] mit Nennweite von ... bis ... [m u. GOK]	Stahlsperrohr 9 5/8" ca. 3,0 – 935,0	Stahlsperrohr 16" 2,0 – 320,0 Stahlsperrohr 10 3/4" 273,7 – 915,8
Liner Nennweite von ... bis ... [m u. GOK]	7" 367,75 – 924,65	-
Hinterfüllung von ... bis ... [m u. GOK]	Zementation 9,0 – 935,0	Zementation 2,0 – 915,8
<u>Vollrohr</u> Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK] Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK] Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK] Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK] Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK] Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK]	DN 160 Werkstoff 1.4462 2,7 – 240,5 (Aufsatzrohr) GFK 4 1/2" 240,5 – 924,65 DN 150x8 Werkstoff 1.4462 928,78 – 961 DN 150x5 Werkstoff 1.4462 961,0 – 985 DN 150x5 Werkstoff 1.4462 1195,0 – 1210,0	GFK 9 5/8" ca. 1,0 – 252,6 (Aufsatzrohr) GFK 7" 252,6 – 851,7 (Aufsatzrohr) GFK 4 1/2" 854,0 – 925,1 (Aufsatzrohr) k.A. 7 5/8" 870,2 – 905,1
<u>Filterrohr</u> Schlitzweite [mm] Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK] Spaltweite [mm] Material, Nennweite von ... bis ... [m u. GOK]	k. A. DN 150x5 Werkstoff 1.4462 985,0 – 1195,0	k. A. Stahl 7 5/8" 905,1 – 1180,0 k. A. GFK 4 1/2" 925,1 – 1158,0
<u>Peilrohr</u>	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Ringraumverfüllung	ohne	ohne

3.1.3 Hydrogeologische Daten

Die Grafiken der Schlusspumpversuche nach Sanierung der Therme 1 bzw. nach Neuerrichtung der Therme 2 sowie die zugehörige Leistungscharakteristik sind den Anlagen 3.1 (Th 1) und 3.2 (Th 2) zu entnehmen.

Tab. 4: Hydrogeologische Daten gem. Schlusspumpversuche 1998 (Therme 1) u. 1993 (Therme 2).

Name des Brunnens	Therme 1	Therme 2
Ruhewasserspiegel am	20.07.1998	16.06.1993
in m u. GOK	-13,75	0,0 (= OK Bohrkeller)
in m u. Brunnenkopf	-15,4 (1,5 bar am Brunnenkopf)	-0,6
in m NN	274,05	257,28
Pumpversuch [h]	254	530
von – bis	20.07. – 31.07.1998	16.06. – 08.07.1993
1. Entnahmestufe [l/s]	1,8	2,0
Absenkung		
in m u. GOK	89,7	71,4
in m u. Brunnenkopf	88,0	70,8
in m NN	170,78	185,88
in m u. RWSP	103,27	71,40
Leistungskoeffizient [l/s*m]	0,02	0,03
2. Entnahmestufe [l/s]	2,9	3,0
Absenkung		
in m u. GOK	147,7	121,23
in m u. Brunnenkopf	146,0	120,63
in m NN	112,78	136,05
in m u. RWSP	161,27	121,23
Leistungskoeffizient [l/s*m]	0,02	0,02
3. Entnahmestufe [l/s]	3,3	4,0
Absenkung		
in m u. GOK	176,7	171,05
in m u. Brunnenkopf	175,0	85,63
in m NN	83,78	86,23
in m u. RWSP	190,27	171,05
Leistungskoeffizient [l/s*m]	0,02	0,02
4. Entnahmestufe [l/s]	-	5,0
Absenkung	-	
in m u. GOK	-	211,29
in m u. Brunnenkopf		210,69
in m NN	-	45,99
in m u. RWSP	-	211,29
Leistungskoeffizient [l/s*m]	-	0,02
5. Entnahmestufe [l/s]	-	3,5
Absenkung		

Name des Brunnens	Therme 1	Therme 2
in m u. GOK	-	170,86
in m u. Brunnenkopf	-	170,26
in m NN	-	86,42
in m u. RWSP	-	170,86
Leistungskoeffizient [l/s*m]	-	0,02

Die Ergebnisse des Pumpversuches in Therme 1 sind in /6/, des Pumpversuches in Therme 2 sind in /5/ ausführlich dargestellt.

3.2 Fördereinrichtung

Folgende Pumpen wurden nach den Untersuchungen zur Zustandsfeststellung im Mai (Th 1) und Juni (Th 2) 2018 eingebaut:

Tab. 5: Hauptkenndaten zu den eingebauten Pumpen, Tiefenangaben in m u. Brunnenkopf

	Therme 1	Therme 2
Pumpe [Hersteller, Typ]	Grundfos SP8A-50 (Bestand Th. 1)	Grundfos SP9-36 (neu)
Motor [Hersteller, Typ]	Pleuger M6-270-2 (Bestand Th 1)	Pleuger M6-270-2 (neu)
Nennvolumenstrom [m³/h]	8	9
Nennvolumenstrom [l/s]	2,2	2,5
Nennförderhöhe [m]	214	190,7
Steigleitung [Werkstoff, DN]	V4A beschichtet, 80 mm	V4A beschichtet, 80 mm
Steigleitung [Baulänge, Anz.]	~ 6,0 m, 30 Stck.	~ 6,0 m, 32 Stck.
Einbautiefe UK Motor [m]	185,60	198,25
Zulauf Hydraulik [m]	~ 184,75 - 184,95	~ 197,4 – 197,6

3.3 Fördermengen

Die Fördermengen der Jahre 1998 bis 2017 sind in Tabelle 6 dargestellt. Eine grafische Darstellung der Jahresfördermengen erfolgt in Anlage 3.4.1.

Tab. 6: Fördermengen Thermen 1 und 2 1998 - 2017.

Jahr	Fördermenge Therme 1 [m³/a]	Fördermenge Therme 2 [m³/a]	Fördermenge gesamt [m³/a]
1998	9.695	53.799	63.494
1999	31.249	39.158	70.407
2000	31.318	36.954	68.272
2001	32.245	31.233	63.478
2002	33.496	30.501	63.997
2003	34.198	31.967	66.165
2004	33.668	31.472	65.140
2005	36.107	34.157	70.264
2006	35.434	33.659	69.093
2007	32.407	34.642	67.049
2008	30.250	23.806	54.056
2009	29.538	21.734	51.272
2010	30.541	28.721	59.262
2011	25.501	34.453	59.954
2012	18.824	40.580	59.404
2013	27.390	19.690	47.080

Jahr	Fördermenge Therme 1 [m³/a]	Fördermenge Therme 2 [m³/a]	Fördermenge gesamt [m³/a]
2014	42.204	10.978	53.182
2015	29.340	32.462	61.802
2016	28.903	29.934	58.837
2017	32.182	33.579	65.761
Min	9.695	10.978	47.080
Max	42.204	53.799	70.407
Mittel	30.225	31.674	61.898

Insgesamt wurden im Zeitraum 1998 – 2017 aus beiden Thermen jährlich bis zu rund 70.400 m³/a (1999) und im Mittel rund 61.900 m³/a gefördert. Durch technische Verbesserungen, z. B. bei der Wasseraufbereitung und eine bedarfsgerechtere Regelung konnten in den letzten zehn Jahren Einsparungen beim Verbrauch und damit bei der Soleförderung erzielt werden. Die wasserrechtlich genehmigten Jahresentnahmemengen wurden stets eingehalten bzw. deutlich unterschritten.

Die Tagesentnahmemengen werden nicht gemessen. Aus den Jahresentnahmen seit 1998 lassen sich mittlere Tagesentnahmen aus Therme 1 zwischen 27 m³/d (1998) und 116 m³/d (2014) bzw. im Schnitt rund 83 m³/d errechnen. Aus Therme 2 wurden zwischen 30 m³/d (2014) und 147 m³/d (1998) bzw. im Schnitt rund 87 m³/d entnommen. Aus beiden Thermen wurden gemittelt 170 m³/d gefördert.

3.4 Betriebsmessungen

Die vom Betreiber im Zeitraum 1998 bis 2017 durchgeführten Messungen der Förderraten (sogen. Momentanentnahmen), der Wasserspiegel sowie der Vor-Ort-Parameter Temperatur, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit sind in Anlage 3.3.1 graphisch und in den Anlagen 3.3.2 und 3.3.3 tabellarisch dargestellt. Die seit Oktober 2018 in Abstimmung mit dem Betreiber wöchentlich durchgeführten Betriebsmessungen sind in Anlage 3.3.4 tabellarisch dargestellt.

3.4.1 Momentanentnahmen

Bis zur Außerbetriebnahme ab Mitte Dezember 1996 im Vorfeld der Sanierung wurde die Therme 1 seit 1986 durchgehend mit Förderraten um 3 l/s betrieben. Die Sicherstellung der Versorgung erfolgte ab Mitte Dezember bis August 1998 über die im Jahr 1993 errichtete Therme 2. Die Therme 2 wurde in dieser Zeit mit Förderraten von etwa 2 l/s beaufschlagt. Seit Wiederinbetriebnahme der Therme 1 im September 1998 werden beide Thermen parallel betrieben.

Die Momentanentnahme liegt seit September 1998 in Therme 1 zwischen 0,5 bis 1,6 l/s bzw. im Mittel bei 1,0 l/s. In Therme 2 liegen die Momentanentnahmen zwischen 0,4 l/s und 2,0 l/s bzw. im Mittel bei 1,0 l/s. Aus beiden Thermen zusammen wurden seit September 1998 zwischen 0,9 l/s bis 3,0 l/s bzw. im Mittel 1,9 l/s gefördert. Künftig werden max. Momentanentnahmen je Therme von 3 l/s bei Betrieb beider Thermen bzw. von 5 l/s bei Ausfall der anderen Therme beantragt.

3.4.2 Ruhe- und Betriebswasserspiegel

Die Höhe des Bezugspunktes (BZP_{alt}) für die Wasserspiegelmessungen bis zum Einbau der neuen Druckmessdosen im Mai und Juni 2018 beträgt bei Therme 1 258,65 m ü. NN und bei Therme 2 257,28 m ü. NN. Aufgrund eines Defektes der Wasserspiegelsonden liegen von Therme 1 zwischen März 2010 und Ende 2017 und von Therme 2 zwischen Januar 2002 bis Januar 2015 keine bzw. nur unplausible Messwerte vor. Im Zuge des Einbaus der Pumpen im Mai bzw. Juni 2018 wurden in beiden Thermen neue Druckdosen zur Erfassung des Wasserspiegels installiert. Die neuen Druckdosen wurden jeweils auf OK Brunnenkopf geeicht.

Therme 1

Der Solespiegel lag bis Ende 1996 bei etwa 175 m – 180 m ü. NN (= rd. 85 m unter Gelände). Nach der Sanierung und Reduzierung der Förderrate bewegte sich der Betriebsspiegel der Sole bis September 2000 zwischen etwa 235 m und 236 m ü. NN. Bis Ende 2005 schwankte der Wasserspiegel meist zwischen etwa 225 m bis 233 m ü. NN; in Ausnahmefällen wurde auch tiefer bis ca. 201 m ü. NN abgesenkt. Seit 2006 bis Anfang 2010 sind die Schwankungen größer und liegen zwischen rd. 166 und 240 m ü. NN (= rd. 20 m bis 95 m u. GOK). Dies hängt damit zusammen, dass das Kurmittelhaus mit den dortigen Soleanwendungen und einem zeitlich schwankenden Bedarf hauptsächlich aus der Therme 1 versorgt wurde. Die nächsten Wasserspiegeldaten liegen erst wieder ab 10.08.2018 vor. Bei Förderraten zwischen 0,7 bis 0,9 l/s wurden Wasserspiegel zwischen etwa 234 m und 245 m ü. NN (= rd. 15 m bis 26 m u. GOK) festgestellt. Eine Abnahme des Druckpotentials ist nicht feststellbar.

Therme 2

Die Therme 2 wurde Mitte Dezember 1996 in Betrieb genommen. Während des Einzelbetriebes bis zum August 1998 lag der Solespiegel bei einer Förderrate von rd. 2 l/s bei rd. 200 m ü. NN (etwa 60 m u. GOK.). Nach Beginn des gemeinsamen Betriebs mit der sanierten Therme 1 ab September 1998 bis Ende 2000 lag der Solespiegel bei Förderraten von rd. 1,25 l/s bei rd. 238 m bis 243 m ü. NN. Ab Januar 2001 bis Juni 2002 wurden die Förderraten auf etwa 0,6 bis 1,1 l/s reduziert, wodurch sich die Wasserspiegel auf 252 m bis 256 m ü. NN erholten. Mit der leichten Steigerung der Förderraten ab Juli 2002 gingen die Wasserspiegel entsprechend auf 243 m bis 251 m ü. NN zurück. Die nächsten Wasserspiegeldaten liegen erst wieder ab 28.02.2015 vor. Bei Förderraten zwischen 0,8 bis 1,3 l/s wurden Wasserspiegel zwischen etwa 223 m und 243 m ü. NN (= rd. 14 m bis 34 m u. GOK) gemessen. In den Messungen ab 10.08.2018 liegen die Wasserspiegel bei Förderraten von 0,7 l/s bis 0,9 l/s zwischen 248 m bis 253 m ü. NN (= rd. 4 m bis 9 m u. GOK). Eine Abnahme des Druckpotentials ist nicht feststellbar.

Generell zeigt Therme 2 bei vergleichbaren Förderraten deutlich (ca. 14 m) höhere Grundwasserspiegel als Therme 1.

3.4.3 Vor-Ort-Parameter

Therme 1

Die Temperatur der Sole zeigt deutliche Abhängigkeiten von der Förderrate. Mit höherer Förderrate steigt die Soletemperatur. Seit 1998 wurden in Therme 1 Temperaturen zwischen 36,2 und 50 °C gemessen. In den aktuellen Messungen seit Oktober 2010 liegen die Temperaturen zwischen 40 und 44, 2 °C.

Die elektrische Leitfähigkeit in Therme 1 zeigt im Zeitraum 1998 bis 2017 Werte von 110,1 bis 118,5 mS/cm. Seit Oktober 2010 werden Leitfähigkeiten zwischen 113,4 und 121,7 mS/cm in Therme 1 gemessen.

Der pH-Wert in Therme 1 wurde im Zeitraum 1998 bis 2017 mit Werten zwischen 5,66 und 6,68 und im Mittel bei 5,88 bestimmt. Die im Jahr 2005 gemessenen und deutlich erhöhten pH-Werte sind wahrscheinlich Eichfehler oder Fehlmessungen. Ein Trend zu sich ändernden pH-Werten ist nicht erkennbar.

Therme 2

Die Temperatur der Sole zeigt deutliche Abhängigkeiten von der Förderrate. Mit höherer Förderrate steigt die Soletemperatur. Seit 1998 wurden in Therme 1 Temperaturen zwischen 32,7 und 45,5 °C gemessen. In den aktuellen Messungen seit Oktober 2010 liegen die Temperaturen zwischen 36,9 und 39,5 °C und damit ca. 4,5 °C unterhalb der Temperatur der Therme 1. Aufgrund der leicht steigenden Förderraten ab 2015 zeigt Therme 2 bis Ende 2017 leicht zunehmende Temperaturen.

Die elektrische Leitfähigkeit in Therme 2 zeigt im Zeitraum 1998 bis 2017 Werte von 122,7 bis 153,3 mS/cm. Seit Oktober 2010 werden Leitfähigkeiten zwischen 129,7 und 142 mS/cm in Therme 2 gemessen. Die Therme 2 weist im Vergleich zu Therme 1 etwa 20 mS/cm höhere Leitfähigkeitswerte und generell größere Schwankungsbreiten auf. Ein Trend zu Änderungen der Leitfähigkeit ist jedoch nicht erkennbar.

Der pH-Wert in Therme 2 wurde im Zeitraum 1998 bis 2017 mit Werten zwischen 5,55 und 6,31 und im Mittel bei 5,86 bestimmt. Die pH-Werte zeigen stärkere Schwankungen als Therme 1, bewegen sich jedoch in einer ähnlichen Größenordnung.

3.5 Schließdruckmessungen

Die jährlich durchgeführten Schließdruckmessungen im Zeitraum 2009 bis 2017 sind als Anlagen 3.5.1 (Therme 1) und Anlagen 3.5.2 (Therme 2) beigelegt. Die Schließdrücke jeweils im Steigraum wurden in Therme 1 mit 3,1 bis 3,6 bar und in Therme 2 mit 2,3 bis 3,1 bar bestimmt. Die Drücke stellten sich jeweils nach kurzer Außerbetriebnahme der Therme ein und wurden über etwa eine Stunde gehalten, bevor weiter produziert wurde. Erst seit August sind getrennte Messungen der Drücke im Steigraum und Ringraum möglich. Die bisher erfassten Kenndaten sind in Anlage 3.3.4 dargestellt. Künftig ist eine automatische Erfassung der Druckmessungen vorgesehen.

3.6 Aufbereitung

Vor der Aufbereitung erfolgt eine Mischung der aus Therme 1 und 2 abgeleiteten Sole. In der Obermaintherme sind zwei Anlagen zur Aufbereitung der Sole installiert. Ein Schema ist in Anlage 2 dargestellt. Als erster Schritt erfolgt die Entspannung der Wasser durch CO₂-Entzug. Im Anschluss wird für die Nutzung als 3,5 %ige Badesole leitfähigkeitsabhängig Wasser aus dem Keuperbrunnen zugemischt. Danach erfolgt

eine Enteisung mittels Oxidation durch Zugabe von Chlor sowie Eisen (als Beschleunigungsmittel) und Flockung im Reaktionsbehälter sowie anschließender Filtration über Kiesfilter und Aktivkohle-Kies-Filter. Zuletzt wird eine Entmanganisierung durch Zugabe von Kaliumpermanganat als Oxidationsmittel und anschließend Filtration über Kiesfilter erreicht.

Für die Aufbereitung der unverdünnten (10 %igen) Sole erfolgt zunächst die Oxidation von Eisen und Ammonium durch Chlordosierung und Belüftung (O₂-Eintrag). Dabei fällt Eisen als Feststoff aus und das Ammonium oxidiert zu Stickstoff welcher wiederum als Gas entweicht. Das ausgefallene Eisen wird nach Zugabe eines Flockungsmittels im Schrägklärer abgeschieden. Danach erfolgt eine zweite Chlorung um weiteres Eisen auszufällen. Die Entmanganisierung erfolgt durch Zugabe von Kaliumpermanganat und Oxidation zu Braunstein, welcher sich an die entstehenden Eisenflocken anlagert und mittels Sedimentation entfernt wird. Anschließend erfolgt vor dem zweiten Filter eine weitere Kaliumpermanganatzugabe um eine Restentmanganung zu erzielen.

3.7 Zustandsfeststellungen 2018

Auf Anordnung der Regierung von Oberfranken, Bergamt Nordbayern, und im Auftrag des Zweckverbandes Thermalsolbad Obermain Therme in Bad Staffelstein erfolgten im Mai/Juni 2018 zerstörungsfreie Untersuchungen der untertägigen Ausbauzustände der Thermen 1 und 2. Zur Ausführung kamen nach Installation geeigneter Messeinrichtungen durch die Fa. H. Anger's Söhne Druckprüfungen im Steig- und Ringraum der Thermalbrunnen. Des Weiteren wurden TV-Befahrungen (BRG) und geophysikalische Messungen (GFL Dr. Lux) durchgeführt. Eine ausführliche Beschreibung der durchgeführten Arbeiten und Ergebnisse erfolgte in /9/. Zusammengefasst wurde festgestellt, dass sich die Zustände beider Thermen gegenüber der letzten Untersuchungen 2009/2011 nicht oder nur unwesentlich verändert haben. Beide Thermen sind ohne mechanische Schäden und nach den geophysikalischen Messergebnissen gegenüber dem Gebirge wirksam abgedichtet. Bei Therme 1 existieren wie 2009 bereits festgestellt sehr geringe hydraulische Verbindungen zwischen Ring- und Steigraum, die bei ausgeglichenen Wasserspiegeln bzw. angeglichenen Druckpotentialen vernachlässigbar sind. Bei Therme 2 wurden keine hydraulischen Verbindungen zwischen Ring- und Steigraum festgestellt. Die

ermittelten Druckverluste im Ringraum erfolgten hier ausschließlich über den undichten Brunnenkopf. Dieser Mangel wurde im Zuge der Maßnahmen beseitigt. Ausschließlich bei Therme 2 wurde wegen festgestellter Ablagerungen und Sedimentationen mittelfristig (ca. 5 Jahre) eine Regenerierung empfohlen.

Im Zuge der Maßnahmen wurden bei beiden Thermen analoge und digitale Druckmessenrichtungen für den Ring- und den Steigraum installiert. Des Weiteren wurde der Steigraum beider Thermen mit automatischen Be- und Entlüftungsventilen versehen. Ferner wurden die Pumpen einschließlich Ersatzpumpe ertüchtigt und im Zuge des Einbaus neue Druckdosen zur Erfassung des Wasserspiegels installiert. Somit können ab Einbindung in das EDV-System voraussichtlich 2019 erstmals Messdaten des Routinebetriebs kontinuierlich erfasst, aufgezeichnet und ausgewertet werden.

4 Grundwasserchemismus

4.1 Therme 1

Die Ergebnisse der vorliegenden Wasseranalysen seit 1984 sind in Anlage 4.1 tabellarisch zusammengestellt. Die letzte Heilwasserkontrollanalyse der Beprobung vom 28.06.2017 liegt exemplarisch als Anlage 4.2 bei.

Die Therme 1 wurde nach einer großen Heilwasseranalyse vom 10.10.1984 als "Fluoridhaltiger Thermalsole-Säuerling" eingestuft. Die Fluoridkonzentration schwankt zwischen $< 0,05$ und $3,7$ mg/l. Der Mindestwert für die Bezeichnung fluoridhaltig von 1 mg/l ist daher nicht immer erfüllt. In den seit 2011 vorliegenden Analysen lag die Fluoridkonzentration bei max. $0,21$ mg/l, weshalb eine Einstufung als „Thermalsolsäuerling“ erfolgte.

Unter den Inhaltsstoffen dominiert bei den Kationen Natrium mit $31,8$ g/l und bei den Anionen Chlorid mit $50,7$ g/l. Bei den Inhaltsstoffen können größere Schwankungen vor allem bei der Bromidkonzentration festgestellt werden. Die Bromid-Gehalte liegen zwischen $0,4$ und $72,5$ mg/l. Anhand der vorliegenden Analysen zeigt auch Kalium größere Schwankungen zwischen 844 und 1765 mg/l. Der höchste Kalium-Gehalt wurde 2003 gemessen. Seither zeigen die Kaliumgehalte einen rückläufigen Trend. Weitere größere Konzentrations-Schwankungen können bei Kohlenstoffdioxid

beobachtet werden. Die CO₂-Konzentrationen liegen zwischen 700 und 2.883 mg/l. Ein genereller Rückgang der CO₂-Konzentration seit der Sanierung 1998 liegt somit nicht vor, was auch die Ergebnisse der Beprobungen von 2011 und 2013 mit hohen CO₂-Gehalten zwischen 2.298 mg/l und 2.883 mg/l belegen. Die Ursache der Schwankungen wird v. a. auf unterschiedliche Probenahme- und Bestimmungsverfahren zurückgeführt.

Eine wesentliche Änderung der Gesamtmineralisierung ist anhand der vorliegenden Analysen nicht erkennbar.

Die Sole-Temperaturen lagen bei den Probenahmen zwischen 42,2 und 53,2 °C. Seit 2003 lagen die Temperaturen bei Förderraten zwischen 0,58 bis 0,89 l/s zwischen 42,2 und 46,2 °C und zeigen damit nur geringe Schwankungen.

Bei der letzten Analyse 2017 wurden erstmals Nitrat mit einer niedrigen Konzentration von 1,4 mg/l nachgewiesen. Der Nachweis von Nitrat kann ein Hinweis auf einen Einfluss jüngerer Grundwassers hindeuten. Da bei den Zustandsfeststellungen 2018 keine Undichtheiten oder Zutritte chemisch anders markierter Wässer in den Brunnen festgestellt wurden, sind hydraulische Verbindungen zu anderen Grundwässern zunächst auszuschließen. Die weitere Entwicklung des Nitratgehaltes ist zu beobachten.

4.2 Therme 2

Die Ergebnisse der vorliegenden Wasseranalysen seit 1993 sind in Anlage 4.3 tabellarisch zusammengestellt. Die letzte Heilwasseranalyse vom 28.06.2017 liegt exemplarisch als Anlage 4.4 bei.

Die Therme 2 wurde nach dem Ergebnis der ersten Heilwasseranalyse der Beprobung vom 05.07.1993 (nach der Neubohrung) als "eisenhaltige Thermalsole" eingestuft. In der letzten Heilwasseranalyse vom 28.06.2018 lag der Eisengehalt erstmals unterhalb 20 mg/l, weshalb hier die Einstufung als „kohlenstoffhaltige Natrium-Chloridtherme“ oder „Thermalsäuerling“ vergeben wurde.

Unter den Inhaltsstoffen dominiert bei den Kationen Natrium mit 36,9 g/l und bei den Anionen Chlorid mit 62,4 g/l. Bei den Inhaltsstoffen schwankt ebenso wie bei Therme 1 die Bromidkonzentration. Die Bromid-Gehalte liegen zwischen 31,2 und 107,5 mg/l. Anhand der vorliegenden Analysen zeigte Kalium Schwankungen zwischen 973 und 1725 mg/l, wobei der größte Wert knapp 600 mg/l über dem nächst

kleineren Wert liegt und nur einmalig 2007 nachgewiesen wurde. Größere Konzentrations-Schwankungen können wie bei Therme 1 beim Kohlenstoffdioxid beobachtet werden. Die CO₂-Konzentrationen liegen zwischen 570 und 3.200 mg/l. Die größten und niedrigsten Werte wurde beim Pumpversuch vor Brunnenausbau gemessen. Seit 1997 liegen die CO₂-Konzentrationen zwischen 1074 und 1650 mg/l ohne einen Trend zu höheren oder niedrigeren Gehalten zu zeigen.

Im Vergleich mit den Analyseergebnissen bei Neuerrichtung 1993 ist die Gesamtmineralisation zurückgegangen. Diese Unterschiede werden jedoch auf Einflüsse durch die damals bei Probenahme unterschiedliche Entnahmedauer und Entnahmemenge bei den Pumpversuchen sowie bei Einzelbetrieb und damit veränderte Zuflussverhältnisse zum Brunnen zurückgeführt. In den Analysen seit 2000, welche den regulären und parallelen Brunnenbetrieb repräsentieren, sind deutlich geringere Schwankungen der Mineralisierung festzustellen.

Die Sole-Temperaturen lagen bei den Probenahmen zwischen 36,8 und 53,0 °C und zeigen eine Abhängigkeit von der Förderrate. Seit 2000 lagen die Temperaturen bei Förderraten zwischen 0,55 bis 1,39 l/s zwischen 36,8 und 44,5 °C und zeigen damit nur geringe Schwankungen.

Bei der letzten Analyse 2017 wurde wie in Therme 1 erstmals Nitrat mit einer niedrigen Konzentration von 1,7 mg/l nachgewiesen. Der Nachweis von Nitrat kann ein Hinweis auf einen Einfluss jüngerer Grundwassers hindeuten. Da bei den Zustandsfeststellungen 2018 keine Undichtheiten oder Zutritte chemisch anders markierter Wässer in den Brunnen festgestellt wurden, sind hydraulische Verbindungen zu anderen Grundwässern zunächst auszuschließen. Die weitere Entwicklung des Nitratgehaltes ist zu beobachten.

Nach den Ergebnissen der letzten Heilwasseranalyse wurden keine Hinweise auf anthropogene Beeinflussungen gefunden. Alle untersuchten organischen Schadstoffe wie z. B. PAK, Phenole, LHKW, PCB und Pflanzenschutzmittel konnten nicht nachgewiesen werden. Auch mikrobiologisch war das Wasser bei der Analyse 2017, ebenso wie bei den Untersuchungen nach den Zustandsfeststellungen, ohne Beanstandungen.

4.3 Isotopenuntersuchungen

Vom Bayerischen Landesamt für Umwelt wurden Anfang September 2018 Beprobungen der beiden Thermen durchgeführt. Hierbei wurden u. a. die Isotope 18-O und 34-S untersucht. Die Laborergebnisse hierzu liegen noch nicht vor und werden im Zuge der Beantragung des bergrechtlichen Rahmenbetriebsplans nachgereicht.

5 Überblick Einzugsgebiet und Grundwasserverhältnisse

5.1 Geographische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet gehört naturgeografisch zum Main-Regnitz-Talgebiet. Die Therme 1 und 2 liegen im Maintal im Nordwesten von Bad Staffelstein auf dem Gelände des Kurzentrums und des Kurparks (vgl. Anlage 1.1). Therme 1 liegt ca. 280 m nordwestlich der Bahnstrecke Bamberg-Hof und ca. 950 m südöstlich des Richtung Südosten entwässernden Mains. Therme 2 liegt ca. 640 m nordwestlich der Bahnlinie und ca. 600 m südwestlich des Mains.

5.2 Geologischer Überblick und Schichtenfolge

Nach der geologischen Karte 1 : 25 000, GK Blatt 5831 Seßlach steht im Untersuchungsgebiet holozäne Talfüllungen sowie holozäne (Vorterrasse) und pleistozäne Terrassenschotter (Niederterrasse) an. Diese überlagern Festgesteine des Lias Delta im Unteren Jura. Das Untersuchungsgebiet liegt im Staffelsteiner Graben. Nächstgelegene Störung ist die etwa 2 km südlich verlaufende, Staffelsteiner Störung, welche die südwestliche Randstörung des Staffelsteiner Grabens darstellt.

Die nachfolgenden Beschreibungen und stratigraphischen Zuordnungen basieren auf den Schichtaufnahmen und –interpretationen bei Neubohrung der Brunnen.

Tab. 7: Therme 1: Stratigraphische Einstufung nach Dr. H. Gudden (1975) sowie Brunnenausbau (schematisch) nach Sanierung 1997, Bezug: GOK.

Teufenbereich [m u. GOK]	Stratigraphie		Brunnenausbau
0,0 – 9,0	Quartär	Quartäre Füllung des Maintales	Abspernung von 0,0 – 935,0 m u. GOK
9,0 – 63,5	Lias	Lias delta (Amaltheenton)	
63,5 – 68,5		Lias gamma	
68,5 – 89,4		Lias beta	
89,4 – 111,0		Lias alpha	
111,0 – 145,0		Keuper	
145,0 – 201,0	Feuerletten		
201,0 – 473,5	Sandsteinkeuper, Lehrbergschichten und Schilfsandstein		

Teufenbereich [m u. GOK]	Stratigraphie		Brunnenausbau
473,5 – 600,0		Estheriensichten und Myophoriensichten	
600,0 – 641,2		Unterer Keuper darin 600- 606,7 m Grenzdolomit	
641,2,0 – 729,0	Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	
729,0 – 791,0		Mittlerer Muschelkalk	
791,0 – 881,0		Unterer Muschelkalk	
881,0 – 980,0		Oberer Buntsandstein (SO1 – SO4)	Filter 985,0 – 1195,0 m u. GOK
980,0 – 1164,0		Mittlerer Buntsandstein (S4 – S7)	
1164,0 – 1433,8	Buntsandstein	Unterer Buntsandstein (S1 - S3) darin 1433,8 – 1453,2 Bröckelschiefer	Kies von 1210,0 m bis 1299,5 m u. GOK
			Zementation von 1299,5 m bis 1343,3 m u. GOK
1453,2 – 1553,0	Zechstein	Zechstein Salinar 4 – 1, Z4 – Z1	Nachfall von 1343,3 m bis 1600 m u. GOK
1553,0 – 1557,0		fragliches Weißliegendes oder Äquivalente	
1557,0 – 1600,0	Rotliegendes	Rotliegendes	

Tab. 8: Therme 2: Stratigraphische Einstufung nach Büro Boden und Wasser (1994) sowie Brunnenausbau 1993 (schematisch), Bezug: GOK.

Teufenbereich [m u. GOK]	Stratigraphie		Brunnenausbau
0,0 – 8,0	Quartär		Abspernung von 0,0 – 915,8 m u. GOK
8,0 – 112,0	Lias		
112,0 – 117,0	Keuper	Rhätsandstein	
117,0 – 139,0		Rhätolias Übergangsschichten	
139,0 – 202,0		Feuerletten	
202,0 – 248,0		Oberer Burgsandstein (Sandstein)	
248,0 – 453,0		Tieferer Burgsandstein, Lehrbergschichten (überwiegend Tonstein)	
		Schilfsandstein (stark toniger Feinsandstein)	
453,0 – 459,0		Estheriensichten und Myophoriensichten	
459,0 – 601,0	Unterer Keuper darin 601- 607 m Grenzdolomit		
601,0 – 644,0	Muschelkalk	Oberer Muschelkalk	
644,0 – 720,0		Mittlerer Muschelkalk	
720,0 – 802,0		Unterer Muschelkalk	
802,0 – 879,0		Oberer Buntsandstein, überwiegend Tonstein/Obere Röttonsteine	
879,0 – 908,0		Oberer Buntsandstein , überwiegend Sandstein (Rötquarzit?)	
908,0 – 942,0	Buntsandstein	Oberer Buntsandstein, überwiegend Tonstein (Untere Röttonsteine, Plattensandstein, Chirotherienschiefer?)	
942,0 – 995,0		Mittlerer Buntsandstein	
995,0 – 1180,0			
			Filter 925,1 – 1180,0 m u. GOK

5.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Thermen 1 und 2 erschließen Teile des Oberen Buntsandsteins und den gesamten Mittleren Buntsandstein. Die Therme 1 erschließt zusätzlich ohne die Basisverkiebung rd. 46 m am Top des Unteren Buntsandsteins. Der in den Thermen erschlossene Kluftgrundwasserleiter Buntsandstein ist artesisch gespannt.

Die geophysikalischen Zuflussmessungen 2018 bei artesischem Überlauf und gleichzeitigem Betrieb der Therme 2 zeigten für Therme 1 die Hauptzuflüsse (29 %) im Abschnitt 984,0 – 1.001,5 m sowie bis 1.104,0 m eine weitgehend gleiche Verteilung mittlerer bis stärkerer Einzelzuflüsse zwischen 8 – 16 %. Von 1.125,5 – 1.144,5 m existieren mit 4 – 9 % geringe bis sehr geringe Einzelzuflüsse. Unterhalb von 1.181,5 m treten bis 1.184,0 m noch etwas stärkere Zuflüsse ≤ 10 % zu. Insgesamt entsprachen die Ergebnisse der Zuflussmessungen 2018 weitgehend den Ergebnissen der 2009 durchgeführten Untersuchungen.

In Therme 2 zeigte das Zuflussprofil der Messungen 2009 bei artesischem Überlauf von rd. 0,6 l/s und gleichzeitigem Betrieb der Therme 1 drei Hauptzuflussbereiche zwischen 954,0 – 971,0 m (26 %), 1.049,0 – 1.051,5 m (20 %) und 1.140,0 – 1.154,5 m (25 %) mit unterschiedlichen Salinitäten. 29 % des Zuflusses verteilten sich auf die übrigen Filterabschnitte, wobei der Bereich zwischen 1.088,0 – 1.105,0 m noch den höchsten Anteil zeigte (12 %). Im Gegensatz dazu zeigt das Zuflussprofil 2018 eine stärkere Gewichtung der im obersten Filterabschnitt vorhandenen, hochsalinaren Wässer, da im unteren Filterabschnitt die Durchlässigkeiten in den Bereichen mit niedrigersalinaren Wässern durch Ringraumsedimentationen herabgesetzt sind. Diese sollen mittelfristig (~ 5 Jahre) durch geeignete Regeneriermaßnahmen wieder beseitigt werden.

5.4 Grundwasserströmungsverhältnisse und Einzugsgebiet

Nach der Hydrogeologischen Karte 1 : 50.000 Blatt L 5930 Ebern existiert im Unteren und Mittleren Buntsandstein eine Grundwasserfließrichtung nach Südosten. Das Einzugsgebiet der Thermen 1 und 2 erstreckt sich demnach nach Richtung Nordwesten. Aufgrund des großräumig Richtung Osten gerichteten Schichteinfallens tritt der Buntsandstein erst wieder im Gebiet Bad Kissingen/Bad Neustadt zu Tage.

5.5 Entnehmbare Wassermengen

Der künftige Betrieb der Brunnen muss so erfolgen, dass durch die Entnahmen keine wesentlichen Entspannungen erfolgen. Dies wird durch einen gleichmäßigen Betrieb erzielt. Die Brunnen sind bis 935 m (Th 1) und bis rund 915 m (Th 2) abgesperrt. Mit den beantragten Momentanentnahmen von jeweils 3 l/s bei Parallelbetrieb sind anhand der vorliegenden Pumpversuchsergebnisse Absenkungen von etwa 175 m u. GOK in Therme 1 und von etwa 121 m in Therme 2 zu erwarten. Bei Einzelbetrieb werden Momentanentnahmen von bis zu 5 l/s beantragt. Hier sind in Therme 2 Absenkungen von etwa 211 m u. GOK zu erwarten. Auf Basis des beim Pumpversuch 1998 ermittelten Leistungsquotienten für Therme 1 von $C = 0,017 \text{ l/s} \cdot \text{m}$ errechnet sich bei Förderraten von 5 l/s eine Absenkung von etwa 275 m u. GOK. Die beantragten Momentanentnahmen sind aus brunnentechnischer und wasserwirtschaftlicher Sicht vertretbar.

6 Auswirkung der beantragten Grundwasserentnahme

Aufgrund der Tiefenlage des genutzten Grundwasserleiters von mehr als 900 m sowie aufgrund der Förderung von Sole ist das erschlossene Grundwasser für die Versorgung der Pflanzen unbedeutend. Eine Beeinflussung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen sowie der im Brunnenumfeld vorhandenen Biotopflächen kann daher ausgeschlossen werden. Ebenso stellt die Förderung von Tiefenwassers keine konkurrierende Nutzung gegenüber benachbarte Wasserversorger, wie die öffentliche Trinkwasserversorgung der Stadt Bad Staffelstein, dar. Negative Auswirkungen auf die Belange Dritter sind bisher nicht bekannt und auch künftig nicht zu erwarten.

aufgestellt: sm/ag

Gartiser, Germann & Piewak GmbH
Schützenstraße 5
96047 Bamberg
Tel. 0951 302069-0
Fax 0951 302069-20
info@geologie-franken.de

Susan Meister
Diplom-Geologin

Text und Anlagen dürfen nur in ihrer Gesamtheit verwendet werden.
Auszüge daraus oder Kopien bedürfen unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung.