



Anlage 21

Einstufung von Thermalwasser nach AwSV

Anlage zum Rahmenbetriebsplan Geothermievorhaben Michaelibad

Stand: 18.10.2023

Stadtwerke
München



Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Stuttgart
Carl-Zeiss-Str. 25
72770 Reutlingen

Telefon +49(7121)90921 0
Telefax +49(7121)90921 11

www.MuellerBBM.de

M. Eng. Gerwin Gold
Telefon +49(7121)90921 26
Gerwin.Gold@mbbm.com

01. Juni 2023
M168766/02 Version 3 GOLD/GTD

SWM Services GmbH

Einstufung von Thermalwasser der Geothermiebohrung am Standort Michaelibad (MIB) nach AwSV

Bericht Nr. M168766/02

| | |
|-----------------|---|
| Auftraggeber: | SWM Services GmbH Emmy-Noether-Straße 2 80992 München |
| Auftragsnummer: | 4500249791/2100/B66 vom 01.03.2022 |
| Berichtsversion | M168766/01 Version 3D vom 01.06.2023 (ersetzt Version 2D vom 24.06.2022) |
| Bearbeitet von: | M. Eng. Gerwin Gold Dr. Olaf Treusch |
| Berichtsumfang: | Insgesamt 9 Seiten |

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Stuttgart
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Situation und Aufgabenstellung | 3 |
| 2 | Grundlagen | 4 |
| 3 | Kurzbeschreibung des Verfahrens | 5 |
| 4 | Beurteilung der Wassergefährdung | 6 |
| 4.1 | Allgemeines | 6 |
| 4.2 | Thermalwasser | 6 |
| 4.3 | Auswirkung durch chemische Stimulation | 8 |
| 5 | Fazit | 9 |

Änderungsverzeichnis gegenüber der Version 2D vom 24. Juni 2022

| Nr. | Änderung |
|-----|--|
| 1 | Ergänzung des Textbausteins zum Scalinginhibitor bzgl. seiner Eigenschaften als Dispergiermittel (siehe Abschnitt 4.2) |

1 Situation und Aufgabenstellung

Die SWM Services GmbH (SWM) plant die Errichtung einer Geothermieanlage (Geothermie-Heizwerk) in der Heinrich-Wieland-Straße 24 in 81735 München, welche ca. 80 000 Menschen mit Wärme versorgen soll. Im Rahmen des Projekts erfolgt die Niederbringung von acht geothermischen Tiefbohrungen von einem Sammelbohrplatz auf dem Gelände des Michaelibads. Die gewonnene Wärme aus dem Malm-Tiefengrundwasserleiter wird in das städtische Fernwärmenetz eingespeist.

Die Errichtung des Bohrplatzes und die geplanten Bohrarbeiten unterliegen dem Bergrecht. Der Anlagenbetrieb gliedert sich in zwei unabhängige Phasen; die anfängliche Bohrphase sowie eine spätere Betriebsphase.

Da an der Anlage wassergefährdende Stoffe gehandhabt werden, fordert die federführende Behörde (Bergamt Südbayern) den Nachweis eines AwSV-Sachverständigen, dass die entsprechenden Anlagen gemäß den Anforderungen der AwSV errichtet werden. Neben diesem Nachweis soll auch eine Gefährdungsabschätzung hinsichtlich der verwendeten wassergefährdenden Stoffe bei der Stimulation erstellt werden. In diesem Zuge soll auch die Einstufung des Thermalwassers als nicht wassergefährdend oder in eine Wassergefährdungsklasse i. S. d. § 8 (1) AwSV [2] vorgenommen werden.

Nachfolgend wird auf Basis der durch den Betreiber bereitgestellten Analyseergebnisse [6] eine Selbsteinstufung des flüssigen Gemisches Thermalwasser gemäß § 8 (1) AwSV [2] durchgeführt.

2 Grundlagen

Für die in vorliegendem Bericht vorgenommene Einstufung des Thermalwassers wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [1] WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31.07.2009, zuletzt geändert am 18.08.2021
- [2] AwSV: Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18.04.2017, zuletzt geändert am 19.06.2020
- [3] Bekanntmachung der bereits durch die oder auf Grund der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe eingestuftten Stoffe, Stoffgruppen und Gemische gemäß § 66 Satz 1 der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 01.08.2017, des Umweltbundesamts veröffentlicht am Donnerstag, 10.08.2017 BAnz AT
- [4] Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 116 (A), Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwassermessstellen- und Brunnenbau, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Dezember 2019
- [5] Hydrochemischen, gasphysikalischen und isotopenhydrologischen Zusammensetzung des Thermalwassers aus der Geothermiebohrung Riem TH1, Hydroisotop GmbH, Stand 13.12.2018
- [6] Prüfbericht Nr. 317384, Geothermie Riem, Hydroisotop GmbH, Stand 13.12.2018
- [7] Analysis Report Well TH-2 for Stadtwerke München, PanTerra Geoconsultants BV, Stand 09.01.2019
- [8] Tiefe Geothermie – mögliche Umweltauswirkungen infolge hydraulischer und chemischer Stimulationen, TEXTE 104/2015, Sachverständigengutachten des Umweltbundesamts, UBA-FB 002242, ISSN 1862-4804, Dessau-Roßlau, Dezember 2015

3 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die SWM Services GmbH plant die Errichtung einer Geothermieranlage (Geothermie-Heizwerk) auf dem Gelände des Michaelibads in 81735 München. Im Zuge des Projekts Michaelibad plant die SWM die Niederbringung von acht geothermischen Tiefbohrungen von einem Sammelbohrplatz auf dem Gelände des Michaelibads an der Heinrich-Wieland-Straße in München. Ziel ist die Erschließung von Wärme aus dem Malm-Tiefengrundwasserleiter zur Einspeisung in das städtische Fernwärmenetz. Die Dauer der Test- und chemischen Stimulationsarbeiten an den Tiefenbohrungen Michaelibad betragen ca. fünf Wochen pro Bohrung.

Im Folgenden wird die Einstufung des Thermalwassers i. S. v. § 8 (1) i. V. m. Anlage 1 AwSV [2] durchgeführt. Dies erfolgt anhand der Prüfberichte der Tiefenbohrungen Riem [6] und Schäftlarnstraße (SLS) [7], welche die nächstgelegenen Tiefbohrungen mit Thermalwasserförderung und bekannter Hydrochemie darstellen. Technisch handelt es sich um drei getrennte Projekte.

4 Beurteilung der Wassergefährdung

4.1 Allgemeines

Gemäß § 8 Abs. 1 AwSV [2] hat ein Betreiber, der beabsichtigt, in einer Anlage mit einem flüssigen Gemisch umzugehen, dieses nach Maßgabe der Anlage 1 AwSV [2] als nicht wassergefährdend oder in eine WGK einzustufen, sofern die Einstufung des Gemisches nicht nach § 66 AwSV [2] im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde oder die Selbsteinstufung des Gemisches bereits nach Maßgabe der Anlage 2 AwSV [2] dokumentiert worden ist. Die Verpflichtung zur Selbsteinstufung gilt nicht für Gemische nach § 3 Absatz 2 und 3 AwSV [2]. Im vorliegenden Fall wird das Gemisch prozessbedingt teilweise außerhalb von AwSV-Anlagen gehandhabt. Dennoch wird eine Einstufung in obigem Sinne vorgenommen.

Nachfolgend wird, basierend auf den vom Betreiber vorgelegten Analyseergebnissen ([6], [7]), das Gemisch Thermalwasser gemäß den Vorgaben der Anlage 1 AwSV [2] eingestuft.

Im vorliegenden Fall ist zu prüfen, ob das am Standort verwendete Thermalwasser einen wassergefährdenden Stoff i. S. d. § 2 (2) AwSV [2] darstellt.

4.2 Thermalwasser

Bei dem Thermalwasser am Standort Michaelibad handelt es sich um warmes Grundwasser aus einem tiefer liegenden Grundwasserleiter, welches thermisch genutzt und dann – bis auf seine Temperatur in seiner Beschaffenheit unverändert – über eine Reinjektionsbohrung vollständig wieder in denselben Grundwasserleiter eingeleitet wird.

Die Thermalwasserbohrung Riem TH1 erschließt Tiefengrundwasser des Malmkarstes in einer Tiefe von rund 3300 m. Das hydrochemische Analyseergebnis der Riem TH1 zeigt im Vergleich zu weiteren Thermalwässern aus dem Malmkarst des Molassebeckens sehr ähnliche Ionengehalte wie die Malmgrundwässer aus dem nördlichen Münchener Raum auf. Die Zusammensetzung entspricht dem typischen Thermalwasser des Malms mit geringem Einfluss von Erdölbegleitwässern [5]. Demnach können die Prüfergebnisse aus Riem [6] und Schäftlarnstraße SLS [7] auf die noch nicht vorhandene Bohrung am Michaelibad übertragen werden. Unabhängig davon findet im späteren Verlauf der Tiefbohrungen am Michaelibad eine Verifizierung der getroffenen Annahmen durch Analysen des Thermalwassers statt.

Nachfolgend wird das Thermalwasser, ausgehend von seinen Bestandteilen gemäß den vorliegenden Prüfberichten ([6], [7]), entsprechend den Anforderungen des § 8 (1) AwSV [2] als nicht wassergefährdend oder in eine WGK eingestuft.

Bei den im Wasser gelösten Stoffen handelt es sich überwiegend um mineralische Bestandteile, es befinden sich aber auch andere gelöste Stoffe in den Thermalwässern wie beispielsweise Gase.

Zunächst wird geprüft, ob die Anforderungen der Nr. 2.2 Anlage 1 AwSV [2] erfüllt werden und das Gemisch somit nicht wassergefährdend ist.

Zunächst wird die Summe der im Thermalwasser enthaltenen gelösten Stoffe ermittelt.

Weiterhin wird ermittelt, welche Stoffe bzw. Verbindungen der jeweiligen WGK im Thermalwasser enthalten sein können und diese den Anforderungen der Nr. 2.2 a) bis c) Anlage 1 AwSV [2] gegenübergestellt.

Entsprechend den vorliegenden Prüfberichten [6], [7] beträgt die Summe der im Thermalwasser gelösten Stoffe zwischen 555 mg/l und 949 mg/l. Dies entspricht einem Massenanteil von 0,0555 % bis 0,0949 %.

Gemäß Nr. 2.2 Anlage 1 AwSV [2] sind Gemische nicht wassergefährdend, wenn sie alle folgenden Anforderungen erfüllen:

- a) Der Gehalt an Stoffen der WGK 1 ist geringer als 3 % Massenanteil.
- b) Der Gehalt an Stoffen der WGK 2 ist geringer als 0,2 % Massenanteil.
- c) Der Gehalt an Stoffen der WGK 3 ist geringer als 0,2 % Massenanteil.
- d) Der Gehalt an nicht identifizierten Stoffen ist geringer als 0,2 % Massenanteil.
- e) Dem Gemisch wurden keine krebserzeugenden Stoffe nach Nr. 1.2 Anlage 1 AwSV [2] zugesetzt.
- f) Dem Gemisch wurden keine Stoffe der WGK 3 gezielt zugesetzt.
- g) Dem Gemisch wurden keine Stoffe gezielt zugesetzt, deren wassergefährdenden Eigenschaften nicht bekannt sind.
- h) Dem Gemisch wurden keine Dispergatoren oder Emulgatoren gezielt zugesetzt.
- i) Das Gemisch schwimmt in oberirdischen Gewässern nicht auf.

Unter der konservativen Annahme, dass sämtliche im Thermalwasser gelösten Stoffe in die WGK 3 einzustufen sind, ist der Gehalt an Stoffen der WGK 3 geringer als 0,2 % Massenanteil. Dadurch ist auch der Gehalt an Stoffen der WGK 2 geringer als 0,2 % Massenanteil sowie der Gehalt an Stoffen der WGK 1 geringer als 3 % Massenanteil. Da es sich bei den durchgeführten Analysen [6], [7] um umfassende Untersuchungen zur Einstufung des Thermalwassers handelt, kann davon ausgegangen werden, dass der Gehalt an nicht identifizierten Stoffen geringer als 0,2 % Massenanteil ist.

Das Thermalwasser wird bis auf seine Temperatur in seiner Beschaffenheit unverändert im Kreislauf gefördert, sodass die Anforderungen der Nr. 2.2 e) bis h) Anlage 1 AwSV [2] erfüllt werden. Im späteren Betrieb wird bei Bedarf ggf. ein Scalinginhibitor (NC47.1B) mit einer Konzentration von ca. 10 mg/kg (10 ppm) zugesetzt. Der Scalinginhibitor (NC47.1B) mit einer Wassergefährdungsklasse 1 wird dem Gemisch gemäß Nr. 2.2 a) Anlage 1 AwSV [2] mit einem Masseanteil kleiner 3 % zugeführt. Formal betrachtet handelt es sich bei dem Scalinginhibitor um ein Dispergator im eigentlichen Sinne, dass dem Gemisch gezielt zugesetzt wird. Somit sind formal betrachtet nicht alle unter Nr. 2.2, Anlage 1 AwSV [2] erfüllt und das Gemisch ist in eine Wassergefährdungsklasse nach Nr. 5, Anlage 1 AwSV [2] einzustufen.

Im tatsächlichen Betrieb verhindert der Scalinginhibitor die Ausfällung von Kalk aus dem Thermalwasser aufgrund der Druckentlastung und der Temperaturänderung, so dass die ursprüngliche Zusammensetzung des Thermalwassers aus dem tiefer liegenden Grundwasserleiter erhalten bleibt. Aus diesem Grund ist der Scalinginhibitor nicht als Dispergator i. S. d. Nr. 2.2 h), Anlage 1 AwSV [2] anzusehen.

Eine Einstufung des Thermalwassers in eine Wassergefährdungsklasse ist aus Sicht des Sachverständigen nicht gerechtfertigt.

Bei Thermalwasser handelt es sich um Grundwasser, daher schwimmt dieses i. S. v. Nr. 2.2 i) Anlage 1 AwSV [2] in oberirdischen Gewässern nicht auf.

Das Tiefengrundwasser liegt in natürlicher Zusammensetzung aus natürlich vorkommenden gelösten Salzen vor. Das Vorhandensein von karzinogenen Stoffen in gefährlichen Mengen (0,1 % Massenanteil) kann i. S. v. Nr. 5.1.3 Anlage 1 AwSV [2] nicht unterstellt werden. Dies wird ebenfalls in den Prüfberichten [6], [7] mit einer maximalen Menge von 45 µg/l für Benzol belegt.

Somit ist das Gemisch Thermalwasser gemäß Nr. 2.2 Anlage 1 AwSV [2] i. V. m. obenstehenden Ausführungen bezgl. des Scalinginhibitors nicht wassergefährdend (nwg).

4.3 Auswirkung durch chemische Stimulation

Bei der chemischen Stimulation werden mittels Chemikalien die hydraulischen Eigenschaften im Umfeld von Bohrungen verbessert. Dabei wird eine Säure injiziert, um durch den Bohrprozess bedingte Ablagerungen zu entfernen oder natürlich vorkommende Minerale zu lösen. Im Anschluss erfolgt eine Rückförderung, um gelöste Partikel herauszufördern und die Bohrung dadurch zu reinigen. I. d. R. wird verdünnte Salzsäure teilweise unter Zugabe eines Korrosionsinhibitors mit einer maximalen Konzentration von ca. 5 l/m³ eingesetzt. Dabei wird die Säure durch die Reaktion mit den zu entfernenden Karbonaten weitgehend chemisch umgewandelt. Chemische Stimulationen werden in tiefen Geothermiebohrungen in den Karbonatgesteinen des Süddeutschen Molassebeckens wie am vorliegenden Standort Michaelibad durchgeführt [8].

Durch die Zugabe von Salzsäure (WGK 1) und Korrosionsinhibitor (WGK 2) ist der Massenanteil der Stoffe mit WGK 1 im Gemisch größer als 3 %. Somit ist es gemäß Nr. 2.2 a) Anlage 1 AwSV [2] nicht mehr nwg.

Gemäß Nr. 5.2.3 c) und d) Anlage 1 AwSV [2] wird für das Gemisch die WGK 1 abgeleitet, da die in Nr. 5.2.1 und 5.2.2 Anlage 1 AwSV [2] genannten Voraussetzungen nicht zutreffen.

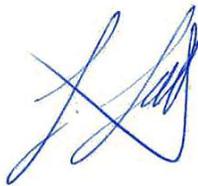
Sobald ausreichendes Deckgebirge und Barrierschichten zwischen dem Zielhorizont der Stimulation und den zur Trinkwassergewinnung nutzbaren Grundwasserleitern vorhanden ist, ist eine Beeinträchtigung des oberen Grundwassers durch chemische Stimulation unter Einhaltung der bestehenden Vorschriften und Regelwerke sowie dem Stand der Technik und Wissenschaft vernünftigerweise ausgeschlossen [8].

5 Fazit

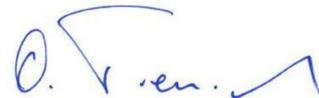
Gemäß AwSV [2] wurde das Gemisch aus Thermalwasser basierend auf den vorgelegten Prüfberichten [6], [7] eingestuft. Die in den Prüfberichten [6], [7] ermittelten Stoffe werden konservativ der WGK 3 zugeordnet und zeigen im Gemisch einen Massenanteil $< 0,2\%$ auf (vgl. Nr.2.2 c Anlage 1 AwSV [2]). Dementsprechend wird das Gemisch aufgrund der Erfüllung der Anforderungen gemäß Nr. 2.2 Anlage 1 AwSV [2] i. V. m. den Ausführungen zum Scalinginhibitor als nicht wassergefährdend eingestuft.

Zur chemischen Stimulation wird das Thermalwasser mit verdünnter Salzsäure (WGK 1) und teilweise mit Korrosionsinhibitor (WGK 2) versetzt. Daher wird gemäß Nr. 5.2.3 c) und d) Anlage 1 AwSV [2] dem Gemisch die WGK 1 zugeordnet.

Zusammenfassend ist im Rahmen der chemischen Stimulation in der tiefen Geothermie unter Zugabe der o. g. Chemikalien in das Thermalwasser eine Verunreinigung der oberen Grundwasserleiter auszuschließen.



M. Eng. Gerwin Gold
(AwSV-Sachverständiger)¹



Dr. Olaf Treusch
(AwSV-Sachverständiger)

¹ Zugelassener Sachverständiger bei der Sachverständigenorganisation der Müller-BBM Industry Solutions GmbH, Planegg
Zulassungsnummer Bayerisches Landesamt für Umwelt: Az. 68-4566-117374/2021