



Hydroisotop GmbH · Woelkestraße 9 · D-85301 Schweitenkirchen

UMF - Umwelt- und Geotechnik  
Mainfranken GmbH  
Hecke 3

97253 Gaukönigshofen

per Email: feld@umwelttechnik-umf.de

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025  
akkreditiertes Prüflaboratorium



Nach § 15 Abs. 4 TrinkwV 2001 zugelassene  
Trinkwasseruntersuchungsstelle

Schweitenkirchen, 06.03.2023  
40-Dr.Lo

## Kurzbeurteilung zum Prüfbericht Nr. 393395

Probenbezeichnung: **GWM 3, Entnahmetiefe 92 m**

Projekt: **21024 Hydrogeologische Erkundung  
Knauf KG, Gipslagerstätte Altertheimer Mulde**  
Auftraggeber: **UMF - Umwelt- und Geotechnik Mainfranken GmbH**  
Angebot: **015-2022 / GL**

### 1 Vorbemerkung

Die Fa. Hydroisotop GmbH wurde von der UMF - Umwelt- und Geotechnik Mainfranken GmbH beauftragt, eine Isotopenanalyse einer Grundwasserprobe aus der GWM 3 der Gipslagerstätte Altertheimer Mulde der Knauf AG im unterfränkischen Landkreis Würzburg durchzuführen und im Hinblick auf die Grundwasseraltersstruktur auszuwerten. Die Lagerstätte erschließt den mittleren Muschelkalk.

Die Grundwassermessstelle ist ca. 93 m tief, der Wasserspiegel wurde bei Probenahme mit 90,72 m unter Gelände bestimmt. Die Probenahme erfolgte seitens des Auftraggebers mittels Schöpfer am 13.12.2022.

Die Grundwassermessstelle erschließt die Unteren Dolomite unter der geplanten Abbausohle. Überlagernde Residuen aus der Gipslaugung mit einer Mächtigkeit von ca. 9 m werden eigentlich als undurchlässige Deckschichten für die Unteren Dolomite angenommen. Da jedoch eine langsame Einsickerung von Wasser in die Messstelle beobachtet wird, die eine Beprobung mittels Schöpfer erlaubt, soll erkundet werden, ob es sich hier um altes Grundwasser, möglicherweise Niederschlagswasser oder möglicherweise um Kondenswasser handelt.

Die Ergebnisse der Isotopenanalysen von Sauerstoff-18, Deuterium und Tritium sind im Prüfbericht Nr. 393395 aufgeführt und werden im Folgenden diskutiert.

H:\UMF Umwelt- und Geotechnik Mainfranken\393395 Knauf Altertheimer Mulde.docx

**Hydroisotop GmbH**  
Woelkestraße 9  
D-85301 Schweitenkirchen  
Tel. +49 (0)8444 9289 0  
Fax +49 (0)8444 9289 29  
info@Hydroisotop.de  
www.Hydroisotop.de

Geschäftsführer  
Dr. Lorenz Eichinger, Dr. Florian Eichinger  
Amtsgericht Ingolstadt  
HRB Nr. 190 354  
VAT Nr. DE 128 953 441  
St.-Nr. 124/128/90025  
Zoll-Nr. DE 3063 496

Sparkasse Pfaffenhofen / Ilm  
IBAN: DE20 7215 1650 0008 1123 28  
BIC: BYLADEM1PAF  
  
Raiffeisenbank Schweitenkirchen  
IBAN: DE55 7216 0818 0001 3693 00  
BIC: GENODEF1INP

### 3 Grundlagen der Isotopenmethoden

Das radioaktive Wasserstoffisotop Tritium ( $^3\text{H}$ ) mit einer Halbwertszeit von 12,3 Jahren ist ein Indikator für junges Grundwasser im Altersbereich kleiner 70 Jahre. Tritium stammt zum größten Teil aus den Kernwaffenversuchen der 1960er Jahre und gelangt mit den Niederschlägen ins Grundwasser. Der Tritiumgehalt der aktuellen Niederschläge liegt bei etwa 5 bis 12 TU.

Die stabilen Isotope des Wassermoleküls  $^{18}\text{O}$  und  $^2\text{H}$  liefern Informationen über die Herkunft und die Bildungsbedingungen des Grundwassers. Der für eine Grundwasserkomponente charakteristische  $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ -Wertebereich geht in erster Linie auf temperaturabhängige Verdunstungs- und Kondensationsprozesse zurück. Grundwasser, das in relativ gesehen höher gelegenen Einzugsgebieten oder unter kälteren Klimabedingungen (Winter oder Kaltzeiten) gebildet wurde, zeigt deshalb eine typische Markierung durch niedrigere (abgereicherte) Gehalte an  $^{18}\text{O}$  und  $^2\text{H}$ . Grundwässer unterschiedlicher Einzugsgebiete bzw. Bildungsbedingungen sind unterschiedlich markiert.

### 4 Ergebnisse mit Interpretation

In der untersuchten Grundwasserprobe aus der GWM 3 (Laboreingang 15.12.2022) war Tritium mit  $3,4 \pm 0,6$  TU mit einem moderaten Gehalt nachweisbar. Das Grundwasser kann unter Berücksichtigung des Verlaufs von Tritium im Niederschlag an der Lokalität sowie hydrologischen Modellannahmen als so genanntes Mischwasser beschrieben werden, wo einer jungen, während der letzten 70 Jahre neugebildeten Grundwasserkomponente eine alte Grundwasserkomponente beigemischt ist, die vor mehr als 70 Jahre neugebildet wurde. Der junge, tritiumhaltige Grundwasseranteil kann mit ca. 50 bis 80 % abgeschätzt werden.

Auf Grundlage des Tritiumgehaltes ist eine alleinige Herkunft aus Niederschlagswasser oder Luftfeuchte der letzten zwei Jahre nicht möglich, es sei denn, es handelt sich um ein winterliches Niederschlagsereignis.

Die stabilen Wasserisotope der untersuchten Grundwasserprobe wurden mit Werten von  $-10,16$  ‰ $_{\text{VSMOW}}$   $\delta^{18}\text{O}$ - $\text{H}_2\text{O}$  und  $-68,7$  ‰ $_{\text{VSMOW}}$   $\delta^2\text{H}$ - $\text{H}_2\text{O}$  bestimmt. Die Isotopenmesswerte liegen nahe der mittleren Niederschlagsgeraden, welche durch die Relation  $\delta^2\text{H} = 8 * \delta^{18}\text{O} + 10$  wiedergegeben ist, und zeigen somit die meteorische Herkunft (Bildung aus Niederschlägen) des untersuchten Grundwassers an. Der Deuterium-Excess von 12,6 ‰ ist nur schwach erhöht und deutet damit nicht auf eine Isotopenfraktionierung durch Kondensation hin, wie sie bei einer Herkunft aus kondensierter Luftfeuchte zu erwarten wäre.

Die stabilen Wasserisotopenwerte liegen deutlich unterhalb des Wertebereiches von Grund- und Quellwässern der Region Würzburg und Main-Spessart, die unter heutigen Klimabedingungen neugebildet wurden (Abbildung 1). Diese isotopisch leichtere Signatur deutet auf die zumindest anteilige Beteiligung einer Wasserkomponente hin, die unter kühleren Bedingungen neugebildet wurde. Kühlere Klimabedingungen herrschen entweder in den kalten Wintermonaten vor, in hochgelegenen Einzugsgebieten oder stehen in Zusammenhang mit den Klimabedingungen der letzten Kaltzeit.

Da das langsame Einsickern des Wassers in die Messstelle und der Deuterium-Excess gegen eine alleinige Kondenswasser-Herkunft sprechen, ist die Ursache des Wassers ausschließlich aus winterlicher Luftfeuchte wenig wahrscheinlich. Ebenso wenig wahrscheinlich ist eine aus-

schließliche Herkunft aus einem oder mehreren winterlichen Niederschlagsereignissen. Demnach ist auf Grundlage der Isotopensignaturen von Sauerstoff-18, Deuterium und Tritium in der Gesamtschau auf ein Grundwasser-Mischsystem zu schließen, das sich aus einer jüngeren, tritiumhaltigen Komponente und einer alten Grundwasserkomponente zusammensetzt. Hierbei sind zwei Szenarien möglich. So kann es sich bei der alten Grundwasserkomponente um ein kaltzeitlich gebildetes Wasser handeln, dem ein jüngeres, oberflächennäheres Grundwasser oder schnell abfließendes Niederschlagswasser beigemischt ist. Als weiteres Szenario ist die Mischung eines älteren, tritiumfreien Grundwassers holozäner Neubildung mit einer Winterniederschlagskomponente möglich, die über den Messstellenausbau eintritt.

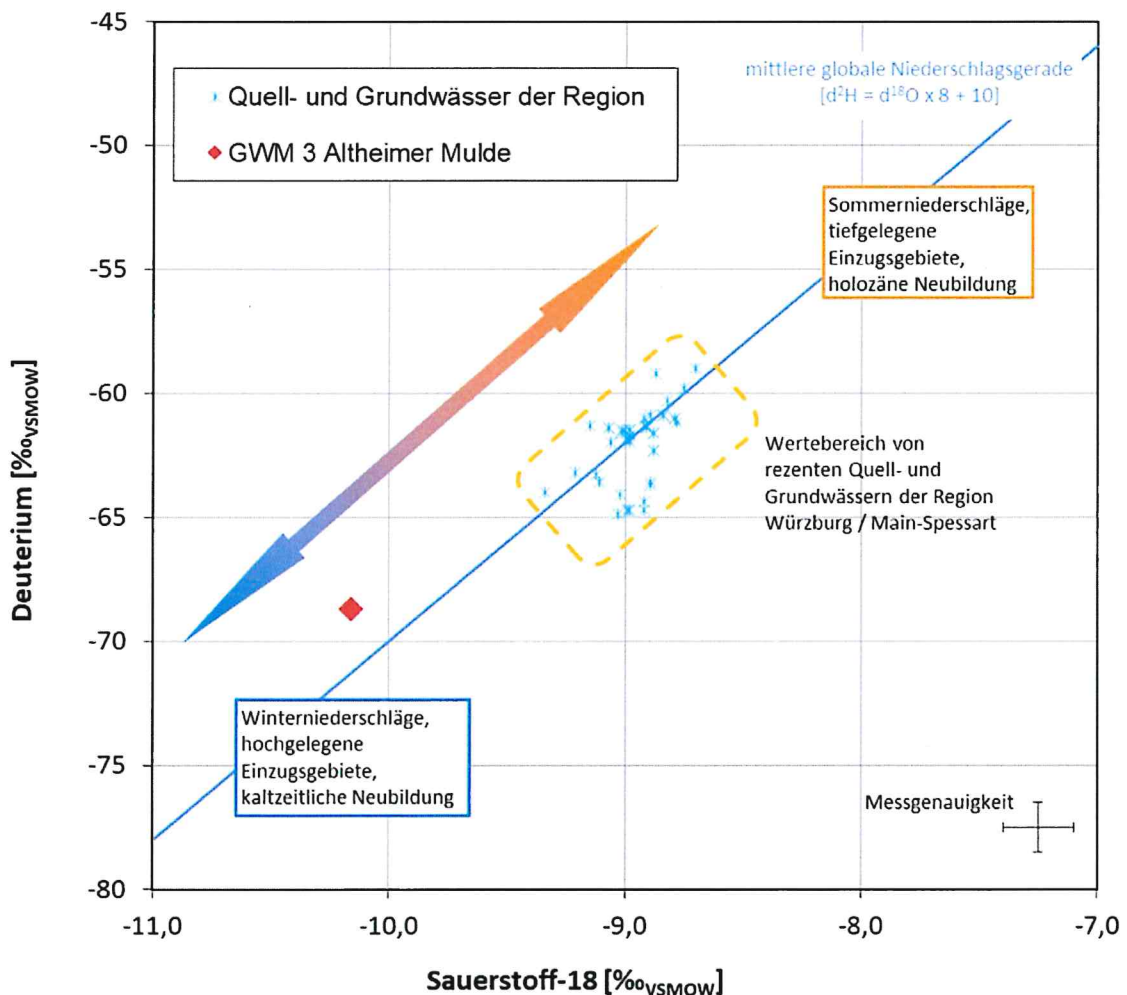
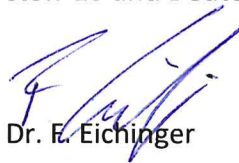


Abbildung 1 Gemeinsame Darstellung der  $\delta^2\text{H}$ - und der  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Wasserprobe aus der GWM 3 Altheimer Mulde. Zum Vergleich sind die Messwerte von Grundwässern der Region Würzburg und Main/Spessart eingezeichnet. Mit dargestellt ist die mittlere globale Niederschlagsgerade.

## 5 Fazit und Empfehlung

Die Analyseergebnisse der Wasserprobe aus der GWM 3 erlauben nur eine eingeschränkte Aussage zur Herkunft und Altersstruktur des Wassers. Entsprechend des Tritiumgehaltes handelt es sich höchstwahrscheinlich um ein Mischwasser aus einer jüngeren, während der letzten 70 Jahre neugebildete Grundwasserkomponente oder Niederschlagskomponente und einer älteren, vor 70 Jahre neugebildete Grundwasserkomponente. Hierbei dominiert die junge Grundwasserkomponente. Mindestens eine der Mischungskomponenten trägt eine Isotopensignatur aus kühler Neubildung, z.B. Winterniederschläge oder kaltzeitliche Neubildung.

Zur Abklärung, inwieweit diese Altersstruktur belastbar ist, möglicherweise variiert und Niederschlagswasser eine stärkere Rolle spielen, kann eine Bestimmung der hydrochemischen Zusammensetzung sowie eine mehrfache Wiederholung der Isotopenanalysen von Sauerstoff-18 und Deuterium empfohlen werden.



Dr. F. Eichinger

UMF - Umwelt- und Geotechnik  
Mainfranken GmbH  
Hecke 3

97253 Gaukönigshofen

per Email: feld@umwelttechnik-umf.de

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025  
akkreditiertes Prüflaboratorium



Nach § 15 Abs. 4 TrinkwV 2001 zugelassene  
Trinkwasseruntersuchungsstelle

Schweitenkirchen, 07.02.2023  
40-Dr.Lo

## Prüfbericht Nr. 393395

Blatt 1 von 2

Probenbezeichnung: **GWM 3, Entnahmetiefe 92 m**

Projekt:	<b>21024 Hydrogeologische Erkundung Knauf KG, Gipslagerstätte Altertheimer Mulde</b>		
Auftraggeber:	<b>UMF - Umwelt- und Geotechnik Mainfranken GmbH</b>		
Angebot:	<b>015-2022 / GL</b>		
Labor-Nr.:	<b>393395</b>	Probenart:	flüssig
Probenahmedatum:	13.12.2022	Probenahme:	Auftraggeber
Laboreingang:	15.12.2022	Analytikbeginn:	15.12.2022
		Analytikende:	07.02.2023

Prüfparameter	Prüfergebnis	Einheit
ISOTOPE		
Sauerstoff-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ )	-10,16	‰
Deuterium ( $\delta^2\text{H}$ )	-68,7	‰
Deuterium-Exzess	12,58	‰
Tritium ( $^3\text{H}$ )	3,4 ± 0,6	TU

H:\UMF Umwelt- und Geotechnik Mainfranken\393395 Knauf Altertheimer Mulde.docx

**Prüfbericht Nr. 393395**

Blatt 2 von 2

Projekt: **21024 Hydrogeologische Erkundung**  
**Knauf KG, Gipslagerstätte Altertheimer Mulde**  
 Auftraggeber: **UMF - Umwelt- und Geotechnik Mainfranken GmbH**

Prüfparameter	Prüfverfahren
Tritium ( $^3\text{H}$ )	QMA 504-2/1: 2011-09; Flüssigkeitsszintillationsspektrometrie (LSC) nach elektrolytischer Anreicherung, gemessen in Tritiumeinheiten (TU) mit zweifacher Standardabweichung (1 TU = 0,119 Bq/L); Ergebnis bezogen auf Messdatum (keine Halbwertszeitkorrektur)
Deuterium-Exzess	berechnet
Deuterium ( $\delta^2\text{H}$ )	QMA 504-2/23: 2012-02; Cavity-Ringdown-Spektrometrie (CRDS); bezogen auf VSMOW-Std.: $1\sigma = \pm 1,5 \text{ ‰}$
Sauerstoff-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ )	QMA 504-2/23: 2012-02; Cavity-Ringdown-Spektrometrie (CRDS); bezogen auf VSMOW-Std.: $1\sigma = \pm 0,15 \text{ ‰}$

**Legende**

*	Analytik in Kooperation mit akkreditiertem bzw. qualifiziertem Prüflabor
n.b.	nicht bestimmt, Konzentration zu gering
<	für Messungen radioaktiver Parameter Angabe der Nachweisgrenze, für alle anderen Messungen Angabe der Bestimmungsgrenze
-	nicht beauftragt
x	qualifiziertes Verfahren mit ausstehender Akkreditierung

**Anmerkungen**

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die Prüfgegenstände.

Rückstellmuster von Feststoffproben und flüssigen KW-Proben werden 8 Wochen nach Ergebnismitteilung, Rückstellmuster von wässrigen Proben werden 16 Wochen nach Ergebnismitteilung entsorgt - sofern nicht anders vereinbart.

Auch eine auszugsweise Veröffentlichung von Prüfergebnissen bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung der Hydroisotop GmbH.

Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Hydroisotop GmbH.

Die Hydroisotop GmbH übernimmt keine Verantwortung für die Korrektheit von Probenahmen durch Dritte.

  
 Dr. Eichinger  
 (Geschäftsführer)  
 07.02.2023