

AUFTRAGGEBER:



Amt der Burgenländischen Landesregierung  
Abt.5 – Baudirektion  
Fachgruppe Wasser, Umwelt und Ländliche Struktur  
Hauptreferat Umweltwirtschaft  
Referat Siedlungswasserwirtschaft



Das Land  
Steiermark

Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Abt.14 – Wasserwirtschaft,  
Ressourcen und Nachhaltigkeit  
Referat Wasserwirtschaftliche Planung

PROJEKT:

# Tiefengrundwasserkörper GK100168 STEIRISCHES UND PANNONISCHES BECKEN Tiefengrundwassermonitoring Ausbaustufen 1 und 2

## Interpretation und Einbindung der Ergebnisse

### Hydrogeologischer Bericht



**Geoteam**  
Technisches Büro für Hydrogeologie, Geothermie und Umwelt Ges.m.b.H.

Bahnhofgürtel 77  
A-8020 Graz  
Tel.: +43-316/269 269  
Fax.: DW 15  
office@geoteam.at  
www.geoteam.at

BEARBEITUNG: MAG. A MARLIES GOLD & MAG. CHRISTIAN KRIEGL

DATUM: 26.06.2023

REV.: 0

RN: 2024-08

FILE:

G:\DATEN\PROJEKTE\STMK\TGWK\_100168\SYNTHESEBERICHT\AUSFUEHRUNG\TGW\_MON\_BGLD\_STMK\_SYNTHESEBER\_2024-08.DOCX

AUSFERTIGUNG: PDF

# INHALT

<b>1. Einleitung und Auftrag.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Unterlagen.....</b>	<b>2</b>
2.1. Publierte Unterlagen .....	2
2.2. Nicht veröffentlichte Unterlagen .....	3
<b>3. Analytik Phase 2 – Ergänzung zum Abschlussbericht.....</b>	<b>5</b>
3.1. Einleitung.....	5
3.2. Hydrochemische Untersuchungen und Feldparameter.....	5
3.3. Isotope .....	9
<b>4. Synthese – Zusammenschau der Ergebnisse.....</b>	<b>12</b>
4.1. Tiefengrundwasserkörper.....	12
4.2. Vorgehensweise.....	15
4.3. Hydrostratigraphische Eingliederung der Ausbaustufen 1 und 2 .....	17
4.3.1. Einleitung .....	17
4.3.2. TGWM Laßnitzthal .....	19
4.3.3. TGWM Dienersdorf.....	20
4.3.4. TGWM Paldau (Axbach) .....	21
4.3.5. TGWM Lafnitz.....	22
4.3.6. TGWM Heiligenkreuz (Deutsch Minihof).....	24
4.3.7. TGWM Luising .....	26
4.3.8. TGWM Bildein .....	27
4.3.9. TGWM Neumarkt a.d. Raab.....	28
4.3.10. TGWM Rotenturm (Jabing).....	29
4.3.11. TGWM Untergroßau (Sinabelkirchen).....	30
4.3.12. TGWM Breitenfeld (St. Kind).....	31
4.3.13. TGWM Zöbing (Studenten).....	32
4.3.14. TGWM Pertlstein (Haselbach).....	33
4.3.15. TGWM Hohenbrugg.....	34
4.3.16. TGWM Schachendorf .....	35
4.3.17. TGWM Auboden .....	39
4.3.18. TGWM Rauchwart.....	39
4.3.19. TGWM Deutsch Kaltenbrunn .....	40
4.3.20. TGWM Dobersdorf .....	41
4.3.21. Zusammenfassung .....	42

4.4.	Hydrochemie.....	45
4.5.	Isotopenhydrologie .....	49
4.5.1.	Überblick.....	49
4.5.2.	Stabile Isotope Sauerstoff-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) und Deuterium ( $\delta^2\text{H}$ ) .....	49
4.5.3.	Tritium .....	50
4.5.4.	$^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ im gelösten anorganischen Kohlenstoff ( $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}/^{14}\text{C}_{\text{DIC}}$ ).....	52
4.6.	Hydraulische Potentiale .....	56
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung und Empfehlungen.....</b>	<b>58</b>

## VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

TGWM	Tiefengrundwassermessstelle
GOK	Geländeoberkante
ROK	Rohroberkante
m ü.A.	Meter über Adria
ET	Endteufe
ANIP	Isotopen-Messstation (Austrian Network of Isotopes in Precipitation)
LMWL	Lokale Niederschlagsgerade (Local Meteoric Water Line)
NANUTIWA	NAchhaltige NÜtzung TiefenWAsser

## 1. EINLEITUNG UND AUFTRAG

Für die gemeinsame Überwachung des Tiefengrundwasserkörpers "GK100168 – TGWK Steirisches und Pannonisches Becken" durch die Bundesländer Burgenland und Steiermark im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung wurde von der Firma Geoteam Ges.m.b.H. im Jahr 2017 ein hydrogeologisches Beobachtungskonzept (43) erarbeitet, das auf den Ergebnissen des Projektes "NANUTIWA" aufbaute ((32), (44)). Darin wurde zur Optimierung des bestehenden Tiefengrundwasser-Beobachtungsnetzes und unter Berücksichtigung von regional wirksamen Grundwasserentnahmen durch Kommunen und Wasserverbände im Wesentlichen ein Vorschlag zur Erweiterung und Verdichtung in zwei Ausbaustufen – gereiht nach Priorität – vorgelegt.

Die erste Ausbaustufe wurde im Zeitraum VIII/2019 – VI/2020 mit der Herstellung von acht Tiefengrundwassermessstellen in den Randbereichen des Tiefengrundwasserkörpers abgeschlossen (30). In der ersten Ausbaustufe war die Erfassung von Bereichen der Grundwasserneubildung ("Recharge") und des Grundwasserabstromes ("Discharge") – v.a. in Richtung Ungarn – angedacht.

In der zweiten Ausbaustufe des Monitoringnetzes sollten Bereiche außerhalb und zwischen den Zentren der Grundwasserentnahmen untersucht und erfasst werden, um den quantitativen und qualitativen Zustand in diesen noch überwiegend anthropogen ungestörten Gebieten zu dokumentieren und zukünftig zu beobachten. Dazu wurden im Zeitraum V/2021 – XI/2022 insgesamt zehn Messstellen hergestellt.

In diesem Zusammenhang wurde die Firma Geoteam Ges.m.b.H. mit Schreiben der Abteilung 14, Referat Wasserwirtschaftliche Planung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung (GZ: ABT14-94788/2020-13) vom 04.12.2020 auf Basis des Honorarangebotes HA 16\_20/21\_Rev1 vom 16.11.2020 mit der technisch-hydrogeologischen Begleitung und Aufsichtigung und Dokumentation der Arbeiten der zweiten Ausbaustufe beauftragt. Die Errichtung der zehn Messstellen finden sich in Zwischenberichten und in einem Abschlussbericht dokumentiert ((33), (34), (35), (36), (37), (38), (39) und (40)).

Neben den hydrogeologischen Überwachungsarbeiten im Zuge der Herstellung von zehn Tiefengrundwassermessstellen beinhaltet der Auftrag die Erstellung eines Syntheseberichts, in dem die geologischen, hydrogeologischen und hydrochemischen Untersuchungsergebnisse beider Ausbaustufen zusammenfassend dokumentiert, interpretiert und mit den hydrogeologischen Konzeptvorstellungen des NANUTIWA-Projekts verglichen werden sollen.

Dies erfolgt im Rahmen des gegenständlichen Syntheseberichts. Ergänzend zum Abschlussbericht werden in Kapitel 3 dieses Syntheseberichts die hydrochemischen und isopenhydrologischen Untersuchungen der Ausbaustufe 2 nachgeholt, da die Ergebnisse bei Abschlussberichterlegung (34) noch nicht vorlagen.

## 2. UNTERLAGEN

### 2.1. Publierte Unterlagen

- (1) AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG (2022-2023): GeoDaten Burgenland. Kartendienste für registrierte Benutzer.- <https://geodaten.bgl.gv.at/de/kartendienste-fachdaten/kartendienste-fuer-registrierte-benutzer.html>, Eisenstadt.
- (2) AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2022-2023): Digitaler Atlas Steiermark.- <https://gis2.stmk.gv.at/atlas/>, Graz.
- (3) EBNER, F. & SACHSENHOFER, R.F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens.- Mitt.Abft.Geol. und Paläont. Landesmuseum Joanneum, 49, 1 – 96.
- (4) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (1988): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000. Blatt 138 Rechnitz und Erläuterungen.- Geol. B.-A., 40 S., 15 Abb., Wien.
- (5) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2015): Geofast-Karte 1:50.000 - 165 Weiz.- Stand 2015, Ausgabe 2016/03, Geol. B.-A., Wien.
- (6) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2016a): Geofast-Karte 1:50.000 - 166 Fürstenfeld.- Stand 2015, Ausgabe 2016/03, Geol. B.-A., Wien.
- (7) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2016b): Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 - 136 Hartberg: Stand 2015, Ausgabe 2016/04.- Geol. B.-A., Wien.
- (8) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2016c): Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 - 192 Feldbach: Stand 2015, Ausgabe 2016/04.- Geol. B.-A., Wien.
- (9) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2016d): Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 - 191 Kirchbach i. Stmk. Stand 2015, Ausgabe 2016/04.- Geol. B.-A., Wien.
- (10) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2016e): Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 - 168 Eberau: Stand 2015, Ausgabe 2016/03.- Geol. B.-A., Wien.
- (11) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2017): 1GE GBA 500k Surface Geology on onegeo.geologie.ac.at.- WMS der GBA, <https://www.geologie.ac.at/services/web-services/>.
- (12) GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (2018): Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 - 193 Jennersdorf; Stand 2015, Ausgabe 2018/08.- Wien.
- (13) GOLDBRUNNER J.E. (1997): Vergleich von Isotopenuntersuchungen an Tiefengrundwässern des Steirischen Beckens und des Oberösterreichischen Molassebeckens.- Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft 88, 31-39.
- (14) GROSS, M. (2015): Die neogenen Formationen auf der geologischen Karte GÖK50 164 Graz (Steiermark, SE-Österreich).- Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark, 105-132, ang. 29.10.2014, Graz.
- (15) GROSS, M. ET AL. (2007): The Neogene of the Styrian Basin - Guide to Excursions.- Joanea Geol. Paläont. , 9, 117-193.
- (16) GROSS, M. (2003): Beitrag zur Lithostratigraphie des Oststeirischen Beckens (Neogen/Pannonium; Österreich).- Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Komm. Stratigraphia Austriaca, 16, 11-16 S.,
- (17) GROSS, M. (2000): Das Pannonium im Oststeirischen Becken.- Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Geologie und Paläontologie, 47-86 S., November 2000, Gossendorf/Steiermark.
- (18) HERRMANN, P., FELLNER, D. & SCHÖNLAUB, H.P. (1993): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 167 Güssing.- Geologische Bundesanstalt, Wien.
- (19) HERRMANN, P., & PAHR, A. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 137 Oberwart.- Geologische Bundesanstalt, Wien.

- (20) KRÖLL, A., FLÜGEL, H.W., SEIBERL, W., WEBER, F., WALACH, G. & ZYCH, D. (1988): Geologische Themenkarten der Republik Österreich - Steirisches Becken - Südburgenländische Schwelle 1 : 200.000.- Geologische Bundesanstalt, Wien.
- (21) LAND STEIERMARK (2017): 76. Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 31. Juli 2017, mit der ein Regionalprogramm zur Sicherung der Qualität und Quantität des ost- und weststeirischen Tiefengrundwassers erlassen wird (Regionalprogramm TGW).- Landesgesetzblatt, 2 Anlagen, 4 S., 21.08.2017, Graz.
- (22) PAPP, A. & RUTTNER, A. (1952): Bohrungen im Pannon südwestlich von Rechnitz (südliches Burgenland.- Ver. der geol. B.-A., 4 (Schlussheft), 191-200, Wien.
- (23) PILLER, W. E., EGGER, H., ERHART, C. W., GROSS, M., HARZHAUSER, M., HUBMANN, B., VAN HUSEN, D., KRENMAYR, H.-G., KRYSZYN, L., LEIN, R., LUKENEDER, A., MANDL, G., RÖGL, F., ROETZEL, R., RUPP, C., SCHNABEL, W., SCHÖNLAUB, H. P., SUMMESBERGER, H., WAGREICH, M. & WESSELY, G., (2004): Die stratigraphische Tabelle von Österreich 2004 (sedimentäre Schichtfolgen). - 1. Auflage: Dezember 2004, Wien.
- (24) RUTTNER, A. (1951): Zur Geologie niederösterreichischer und burgenländischer Kohlevorkommen.- Verh. der geol. B.-A. - Sonderhefte, 3, 67-71, Wien.
- (25) SCHEIFINGER, M., EISNER, M., GROSS, M. & HUBMANN, B. (1999): Die Thermalwasserbohrung Ilz 1 - Ein weiterer Einblick in die Füllungsgeschichte des Oststeirischen Beckens.- Institut für Geologie und Paläontologie, Karl-Franzens-Universität Graz, 18-19 S., 19. November 1999, Seewalchen am Attersee.
- (26) SCHÖNLAUB, H. P. (HRSG.) (2000): Geologie der österreichischen Bundesländer. Burgenland.- Geologische Bundesanstalt Wien, Bundesländerserie, Karte und Erläuterungen, 130 S., Wien.
- (27) SCHUBERT, G. (RED.) (2015): Trinkbare Tiefengrundwässer in Österreich.- Abhandlungen der geologischen Bundesanstalt, 64, 179 S., Wien.
- (28) UMWELTBUNDESAMT (2016): GK100168 TGWK Steirisches und Pannonisches Becken (LRR). Hydrogeologische Charakterisierung.- Umweltbundesamt - Lebensministerium, 3 Seiten, nfp-at.eionet.europa.eu, Abrufdatum: 18.11.2016, Wien.
- (29) UMWELTBUNDESAMT (2016): Grundwasserkörper-Stammdatenblatt GK100168.- Umweltbundesamt - Lebensministerium, 1 Seite, [https://wasser.umweltbundesamt.at/iGwk/data/GK100168\\_TGK.pdf](https://wasser.umweltbundesamt.at/iGwk/data/GK100168_TGK.pdf), Abrufdatum: 18.11.2016, Wien.

## 2.2. Nicht veröffentlichte Unterlagen

- (30) BÖCHZELT, B. & SPEIL, S. (2020): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark-Burgenland. Tiefengrundwasserkörper GK100168 - Ausbaustufe 1. Errichtung von Messstellen. Abschlussbericht der hydrogeologischen Bauaufsicht.- Technisches Büro Mag. Bernd Böchzelt, 29 S., 4 Anlagen, 15.07.2020, Ludersdorf.
- (31) BÖCHZELT, B. (2005): Zentralbrunnen Ludersdorf 1. Hydrogeologischer Abschlussbericht und Ansuchen um Nutzungsbewilligung.- Technisches Büro Mag. Bernd Böchzelt, 25 S., 19 Anlagen, 14.04.2005, Gleisdorf.
- (32) DOMBERGER, G. & ZOJER, H. (HRSG.) (2005): NANUTIWA - Hydrogeologische Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Tiefengrundwässer im Bereich des Oststeirischen und Pannonischen Beckens. Endbericht.- Gemeinschaftsarbeit von Joanneum Research, Geoteam GmbH, TU Graz, Dr. J. Meyer, Dr. P. Niederbacher, Erhart-Schippeck, Mascha u. Partner, 558 S., November 2005, Graz.
- (33) GOLD, M. & KRIEGL, C. (2023): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Ausführung, Dokumentation und Abschlussbericht. Ergänzung: Analytik und Altersdatierung.- Geoteam Ges.m.b.H. 1 S., 1 Anlage, 22.05.2023, Graz.

- (34) GOLD, M. & KRIEGL, C. (2022): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Ausführung. Abschlussbericht.- Geoteam Ges.m.b.H., 95 S., 5 Anlagen, 25.11.2022, Graz.
- (35) GOLD, M., HEISS, H. P. & KRIEGL, C. (2020): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Vorplanungsarbeiten. 1. Zwischenbericht.- Geoteam Ges.m.b.H., 24 S., 04.12.2020, Graz.
- (36) GOLD, M. & KRIEGL, C. (2022): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Ausführung. 6. Zwischenbericht. Mai - August 2022.- Geoteam Ges.m.b.H., 31 S., 7 Anlagen, 06.10.2022, Graz.
- (37) GOLD, M., KRIEGL, C. & GOLDBRUNNER, J. (2021): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Ausführung. 2. Zwischenbericht. Monat Mai 2021.- Geoteam Ges.m.b.H., 9 S., 7 Anlagen, 15.06.2021, Graz.
- (38) GOLD, M., KRIEGL, C., HEISS, H.P., MUHR, D. & GOLDBRUNNER, J. (2021a): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Ausführung. 3. Zwischenbericht. Monat Juni 2021.- Geoteam Ges.m.b.H., 18 S., 7 Anlagen, 15.07.2021, Graz.
- (39) GOLD, M., KRIEGL, C., HEISS, H.P., MUHR, D. & GOLDBRUNNER, J. (2021b): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Ausführung. 4. Zwischenbericht. Monat Juli 2021 (bis inkl. 06.08.2021).- Geoteam Ges.m.b.H., 25 S., 7 Anlagen 13.08.2021, Graz.
- (40) GOLD, M., KRIEGL, C., MUHR, D. & GOLDBRUNNER, J. (2021): Tiefengrundwassermonitoring Steiermark - Burgenland Ausbaustufe 2. Ausführung. 5. Zwischenbericht. September/Oktober 2021.- Geoteam Ges.m.b.H., 22 S., 7 Anlagen, 27.10.2021, Graz.
- (41) GOLDBRUNNER, J.E., EISNER, M. & KRIEGL, C. (1994): Untersuchung artesischer Wässer beiderseits der burgenländisch-steirischen Landesgrenze - Endbericht.- Geoteam Ges.m.b.H, 92 S., Gleisdorf.
- (42) LEIS, A. (2023): Untersuchungen zur Charakterisierung und Altersdatierung von ausgewählten Tiefengrundwässern - Kurzbericht.- JR-AquaConSol, 20 S., 21.03.2023, Graz.
- (43) KRIEGL, C., MUHR, D., GOLD, M., VASVÁRI, V. & GOLDBRUNNER, J. (2017): Tiefengrundwasserkörper GK100168. TGWK – Steirisches und pannonisches Becken. Vorschlag für ein quantitatives Monitoringkonzept. Hydrogeologisches Gutachten.- Geoteam Ges.m.b.H., 53 S., 3 Beilagen, Daten-DVD, 23.02.2017, Graz.
- (44) KRIEGL, C., GAICH, H., GOLD, M., HAASE, C. & HEISS, H.P. (2004): NANUTIWA – Aquifersystemanalyse – Hydrogeologisches Arbeitsmodell (Projektteil Geoteam).- Geoteam Ges.m.b.H., 29 Seiten, Dezember 2004, Gleisdorf.
- (45) KRIEGL, C. & GOLDBRUNNER, J. (1995): Neogene Aquifere im Raum Gleisdorf. Isotopenhydrogeologie und Druckspiegelmessungen.- Geoteam Ges.m.b.H., 29.03.1995, Gleisdorf.

### 3. ANALYTIK PHASE 2 – ERGÄNZUNG ZUM ABSCHLUSSBERICHT

#### 3.1. Einleitung

Im Rahmen der Errichtung der Messstellen wurde auch eine Altersdatierung der Tiefengrundwässer mit Hilfe von hydrochemischen Analysen und Isotopenuntersuchungen durchgeführt. Da die Analysenergebnisse der Phase 2 (Ausbaustufe 2) erst mit Mitte März 2023 vorlagen, konnten sie im Abschlussbericht vom 25.11.2022 (34) nicht berücksichtigt werden. Der Analysenbericht (42) wurde als Ergänzung zum Abschlussbericht nachgereicht (33). Die darin enthaltenen Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben und diskutiert.

Die Beprobung der zehn Messstellen der Ausbaustufe 2 erfolgte im Anschluss an die Pegelfertigstellung im Zeitraum VI/2021 bis VIII/2022 durch einen für die Entnahme von Reinwasserproben zertifizierten Mitarbeiter der Firma Geoteam Ges.m.b.H. und ist im Abschlussbericht vom 25.11.2022 dokumentiert. Die Probennahme wurde mit Unterwasserpumpe nach dem Abpumpen von mindestens dem Einfachen des Pegelvolumens durchgeführt, bei artesisch gespannten Vorkommen fand die Probennahme im freien Auslauf am Hahn statt.

Vor Ort wurden die Feldparameter durch Geoteam bestimmt, die hydrochemischen Untersuchungen wurden von der JR-AquaConSol GmbH durchgeführt, die Isotopenanalysen erfolgten durch die Firmen JR-AquaConSol GmbH, Eurofins Umwelt West GmbH und Beta-Analytic Inc.

#### Parameterumfang

##### (a) Feldparameter

- Volumenstrom (l/s)
- elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
- pH-Wert (-)
- Wassertemperatur (°C)
- Gelöster Sauerstoff (mg/l)

##### (b) Hydrochemische Parameter - Acht Hauptionen

- Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Chlorid, Nitrat, Sulfat (mg/l)
- Alkalinität (mmol/l)
- Alkalinität als  $\text{HCO}_3$  (mg/l)

##### (c) Isotopenuntersuchungen

- Deuterium ( $\delta^2\text{H}$ ) (‰)
- Sauerstoff-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) (‰)
- Tritium ( $^3\text{H}$ ) (TU)
- Kohlenstoff-13 ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ ) (‰)
- Kohlenstoff-14 ( $^{14}\text{C}_{\text{DIC}}$ ) pMC

#### 3.2. Hydrochemische Untersuchungen und Feldparameter

Die Ergebnisse der Feldparameterbestimmungen und der hydrochemischen Untersuchungen sind in Tabelle 3.2 für die Wässer der fünf steirischen Messstellen und in Tabelle 3.3 für die burgenländischen Wasserproben angegeben. In Abbildung 3.1 sind die Untersuchungsergebnisse in ein trilineares Piper-Diagramm eingetragen, um Unterschiede und Übereinstimmungen in der hydrochemischen Zusammensetzung der Wasserproben sichtbar zu machen.

Tabelle 3.1: Tiefengrundwassermonitoring - Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Übersicht über die Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen und der Feldparameterbestimmung der Tiefengrundwässer aus der Steiermark (42).

Bezeichnung		Unter- großbau	Breiten- feld	Zöbing	Pertlstein	Hohen- brugg
Probenummer		W-58111	W-58110	W-57670	W-58113	W-58112
Probenahmedatum		06.07.21	06.07.21	02.06.21	06.08.21	06.08.21
<b>Vor-Ort Parameter</b>						
Schüttung	l/s	0,2	0,2	4,0	0,2	1,8
Wassertemperatur	°C	13,1	16,2	13,3	13,6	13,0
el. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	573	516	519	475	444
pH-Wert		7,50	7,76	7,38	7,90	7,78
gel. Sauerstoff	mg/l	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3
<b>Hydrochemische Parameter</b>						
Natrium	[mg/l]	24,5	59,3	10,6	33,9	10,1
Kalium	[mg/l]	3,24	2,75	1,84	3,00	2,06
Magnesium	[mg/l]	21,8	15,7	20,2	16,4	22,5
Calcium	[mg/l]	67,7	33,2	73,3	46,6	50,8
Chlorid	[mg/l]	1,39	1,91	0,56	4,87	0,88
Nitrat	[mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfat	[mg/l]	21,7	13,1	5,46	9,56	2,96
Alkalinität	[mmol/l]	5,78	5,31	5,59	4,83	4,78
Alkalinität als HCO <sub>3</sub>	[mg/l]	352,7	324,0	341,1	294,7	291,7

Tabelle 3.2: Tiefengrundwassermonitoring - Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Übersicht über die Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen und der Feldparameterbestimmung der Tiefengrundwässer aus dem Burgenland (42).

Bezeichnung		Schachen- dorf	Auboden	Rauchwart	Deutsch Kalten- brunn	Dobersdorf
Probenummer		W-61199	W-61197	W-61198	W-58659	W-58660
Probenahmedatum		24.08.22	24.08.22	24.08.22	19.10.21	19.10.21
<b>Vor-Ort Parameter</b>						
Schüttung	l/s	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5
Wassertemperatur	°C	15,8	13,2	13,2	12,4	13,2
el. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	947	332	2380	428	477
pH-Wert		7,18	9,10	6,33	7,94	8,36
gel. Sauerstoff	mg/l	3,0	0,2	0,2	0,3	0,8
<b>Hydrochemische Parameter</b>						
Natrium	[mg/l]	82,4	28,8	240,4	63,6	81,2
Kalium	[mg/l]	5,8	2,7	7,5	1,6	2,2
Magnesium	[mg/l]	37,3	13,2	52,6	4,0	7,5
Calcium	[mg/l]	89,3	26,1	250,1	29,7	19,3
Chlorid	[mg/l]	7,8	2,3	112,8	1,2	5,7
Nitrat	[mg/l]	2,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfat	[mg/l]	47,4	11,5	14,9	9,1	3,2
Alkalinität	[mmol/l]	9,86	3,36	24,16	4,36	4,98
Alkalinität als HCO <sub>3</sub>	[mg/l]	601,7	205,0	1474,2	266,0	303,9

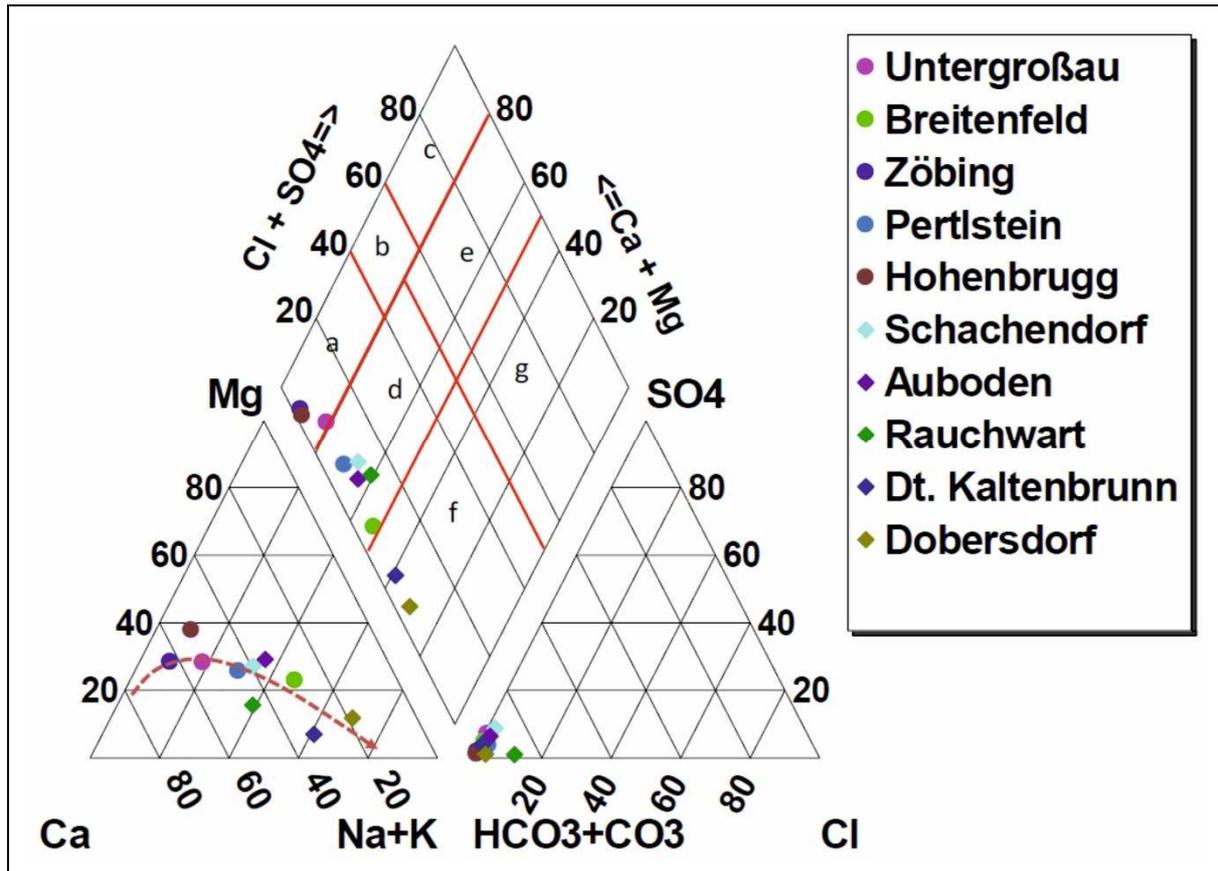


Abbildung 3.1: Tiefengrundwassermonitoring – Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Darstellung der beprobten Tiefengrundwässer aus der Steiermark (kreisförmige Symbole) und dem Burgenland (rautenförmige Symbole) im modifizierten Piper-Diagramm, die Felder für die Klassifizierung der Wassertypen nach Furtak und Langguth (a-g; zitiert in (42)) sind rot hervorgehoben. Die gestrichelte braune Linie kennzeichnet den generellen Trend der Genese der kationischen Zusammensetzung bei Ionenaustauschprozessen im Untergrund (42).

Nach (42) ist eine Übereinstimmung der Tiefengrundwässer in ihrer anionischen Zusammensetzung gegeben, die von Hydrogenkarbonat dominiert wird. Eine Ausnahme bildet die burgenländische Messstelle Rauchwart mit einem erhöhten Chloridwert von 112,8 mg/l im Vergleich zu den anderen Messstellen (<10 mg/l). Das Wasser dieser Messstelle zeigt mit 2,15 g/l auch die höchste Gesamtmineralisierung der untersuchten Wässer, was nach (42) auf eine Zumischung höher mineralisierter Fluide aus größeren Tiefen hinweisen kann. Die Mineralisierung der übrigen Wasserproben lag unter 500 mg/l bzw. bei 870 mg/l (TGW Schachendorf). Auch die Sulfatkonzentration der untersuchten Tiefengrundwässer wird mit <50 g/l als gering eingestuft. Nitrat wurde nur in der Messstelle Schachendorf in geringer Konzentration (2,4 mg/l) nachgewiesen, in den übrigen Pegeln lag die Nitratkonzentration unter der Bestimmungsgrenze von 0,1 mg/l.

Bei der kationischen Zusammensetzung liegt generell eine erdalkalische Prägung vor. Allerdings plotten nur drei Wasserproben (TGW Zöbing, Hohenbrugg und Untergroßau) direkt im Bereich der erdalkalisch-karbonatischen Wässer (Typ a in Abbildung 3.1). Alle übrigen Wässer liegen aufgrund unterschiedlicher Natrium-Konzentrationen im Übergangsbereich erdalkalisch – alkalisch – karbonatisch (Typ d in Abbildung 3.1: TGWM Pertlstein, Rauchwart, Schachendorf und Breitenfeld) bzw. bereits im Bereich alkalisch-karbonatisch (Typ f in Abbildung 3.1: TGWM Dobersdorf und Deutsch Kaltenbrunn) (42).

Der überwiegende Teil der untersuchten Tiefengrundwässer zeigt interne CO<sub>2</sub>-Partialdrücke, die mit ihren log pCO<sub>2</sub> Werten im Bereich der Bodenzone (-1,48 bis -2,96) liegen (siehe Abbildung 3.2) (42). Wie bei der Mineralisierung und der Chloridkonzentration ist die Messstelle Rauchwart auch mit einem stark erhöhten CO<sub>2</sub>-Partialdruck (log pCO<sub>2</sub> von -0,28) auffällig, der auf eine nachträgliche Zumischung von CO<sub>2</sub>-haltigen Fluiden aus größeren Tiefen hinweist (42). Ein leicht erhöhter CO<sub>2</sub>-Partialdruck kann auch aus der Messstelle Schachendorf abgelesen werden, wo ebenfalls eine erhöhte Mineralisierung vorliegt. Dagegen liegt der CO<sub>2</sub>-Partialdruck in der Messstelle Auboden mit einem log pCO<sub>2</sub> Wert von -3,93 deutlich unter dem atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Partialdruck von -3,4 bei einem sehr hohen und als unplausibel eingestuftem pH-Wert von 9,1 (siehe Abbildung 3.2). Als Ursache dafür ist z.B. eine Reaktion der Wässer mit dem Zement des Bohrlochs denkbar.

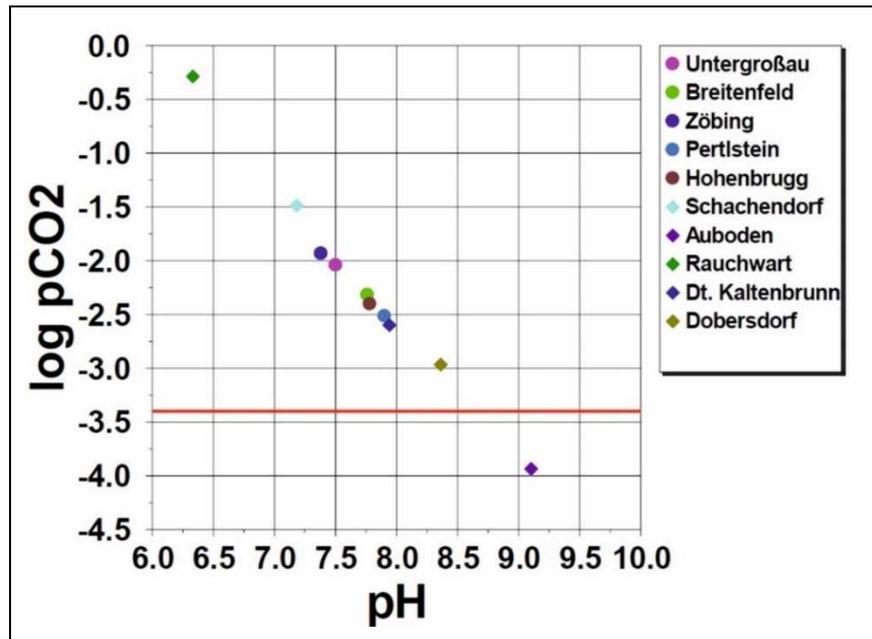


Abbildung 3.2: Tiefengrundwassermonitoring - Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Interner CO<sub>2</sub>-Partialdruck (log pCO<sub>2</sub>) der beprobten Tiefengrundwässer aus der Steiermark (kreisförmige Symbole) und dem Burgenland (rautenförmige Symbole) als Funktion des pH-Wertes. Die rote Linie markiert den CO<sub>2</sub>-Partialdruck in der Atmosphäre (42).

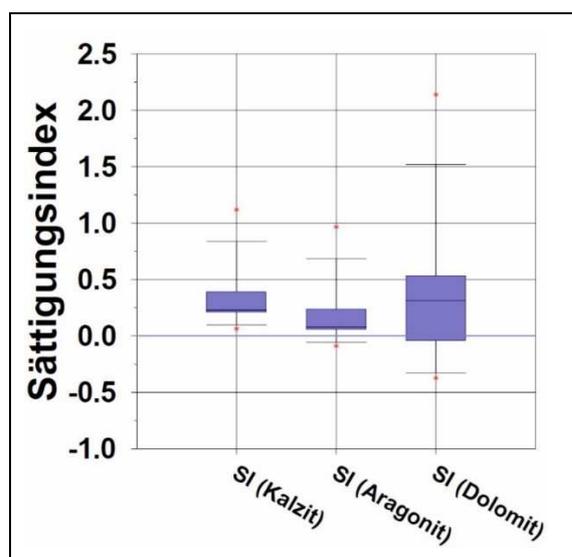


Abbildung 3.3: Tiefengrundwassermonitoring - Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Boxplot-Darstellung der Sättigungsindizes von Kalzit, Aragonit und Dolomit bei den beprobten Wässern (42).

Die Sättigungsindizes der Mineralphasen Kalzit und Aragonit zeigen in den meisten Messstellen eine moderate bis leichte Übersättigung. Die Mineralphase Dolomit weist Sättigungsindizes mit einer großen Schwankungsbreite auf, wobei der überwiegende Teil der untersuchten Proben im Bereich zwischen leichter Untersättigung und moderater Übersättigung liegt (42).

### 3.3. Isotope

Die Ergebnisse der isotopenhydrologischen Analysen finden sich in Tabelle 3.3 zusammengefasst.

Tabelle 3.3: Tiefengrundwassermonitoring - Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Übersicht über die Ergebnisse der Isotopenuntersuchung und die berechneten Grundwasseralter der Tiefengrundwässer aus der Steiermark und dem Burgenland (42).

Tiefengrundwassermessstelle		<sup>2</sup> H	<sup>18</sup> O	Tritium	<sup>13</sup> C <sub>DIC</sub>	<sup>14</sup> C	Alter
Land	Name	‰	‰	TU	‰	pMC	Jahre
STMK	Untergroßbau	-68,6	-9,65	<0,5	-10,10	19,03	11.185 ± 475
	Breitenfeld	-78,7	-11,00	<0,5	-11,40	0,93	>30.000
	Zoebing	-68,4	-9,90	<0,5	-13,80	31,43	8.585 ± 345
	Pertlstein	-68,9	-9,82	<0,5	-14,20	30,9	9.455 ± 365
	Hohenbrugg	-68,7	-9,82	<0,5	-14,10	25,33	11.330 ± 450
BGLD	Schachendorf	-76,7	-10,65	0,9	-7,40	8,64	15.845 ± 475
	Auboden	-80,3	-11,23	1,5	-11,70	2,65	>30.000
	Rauchwart	-80,4	-11,32	1,0	0,60	<0,44	>22.000
	Dt. Kaltenbrunn	-76,9	-10,90	<0,5	-10,80	2,53	>30.000
	Dobersdorf	-78,6	-11,05	<0,5	-10,90	0,88	>30.000

#### Stabile Isotope Deuterium und Sauerstoff-18

In Abbildung 3.4 sind die Daten der stabilen Isotope Deuterium und Sauerstoff-18 (als Abweichung von einem Standard) in einem Crossplot dargestellt. Zum Vergleich sind die lokale Niederschlagsgerade und die Isotopenwerte des Niederschlags der Grazer ANIP-Station aus dem Zeitraum 2011 – 2021 eingespielt.

Sämtliche Tiefengrundwässer liegen unterhalb des Mittelwertes der rezenten Niederschläge in der ANIP-Station Graz. Dabei sind die Werte der Tiefengrundwässer aus den Messstellen Rauchwart, Auboden, Breitenfeld, Dobersdorf, Deutsch Kaltenbrunn und Schachendorf deutlich abgereicherter als die der Pegel Zöbing, Pertlstein, Hohenbrugg und Untergroßbau (42).

Das weist auf die Bildung der Wässer unter kälteren klimatischen Bedingungen hin. Nach (42) könnte es sich bei Letzteren aber auch um Mischwässer zwischen älteren, stärker an Deuterium angereicherten und jüngeren Wässern handeln. Dagegen haben Edelgasuntersuchungen in älteren Studien Paläoinfiltrationstemperaturen von 4,7°C bzw. 4,6 °C für Deuteriumgehalte zwischen -75,6 ‰ und -83,4 ‰ bestätigt (42). Dagegen werden für Wässer mit Deuteriumgehalten zwischen -63,8 ‰ und -66,5 ‰ in der Literatur Neubildungstemperaturen im Bereich von 8,2 °C

und 9,0 °C angegeben, die sich nur geringfügig von den heutigen mittleren Jahrestemperaturen im Untersuchungsgebiet unterscheiden (42).

Den Wässern in den Messstellen mit Deuteriumgehalten zwischen -70 ‰ und -80 ‰ (Breitenfeld, Schachendorf, Auboden, Rauchwart, Deutsch Kaltenbrunn und Dobersdorf; siehe Tabelle 3.3) können nach (13) Verweildauern von 10.000 bis max. 18.000 Jahre zugeordnet werden (42). Dabei sind für Deuteriumwerte zwischen -78,6 ‰ und 80,4 ‰ (in den Messstellen Breitenfeld, Auboden, Rauchwart und Dobersdorf Grundwasseralter) >18.000 Jahre und damit an der Grenze zum Hochglazial möglich (42).

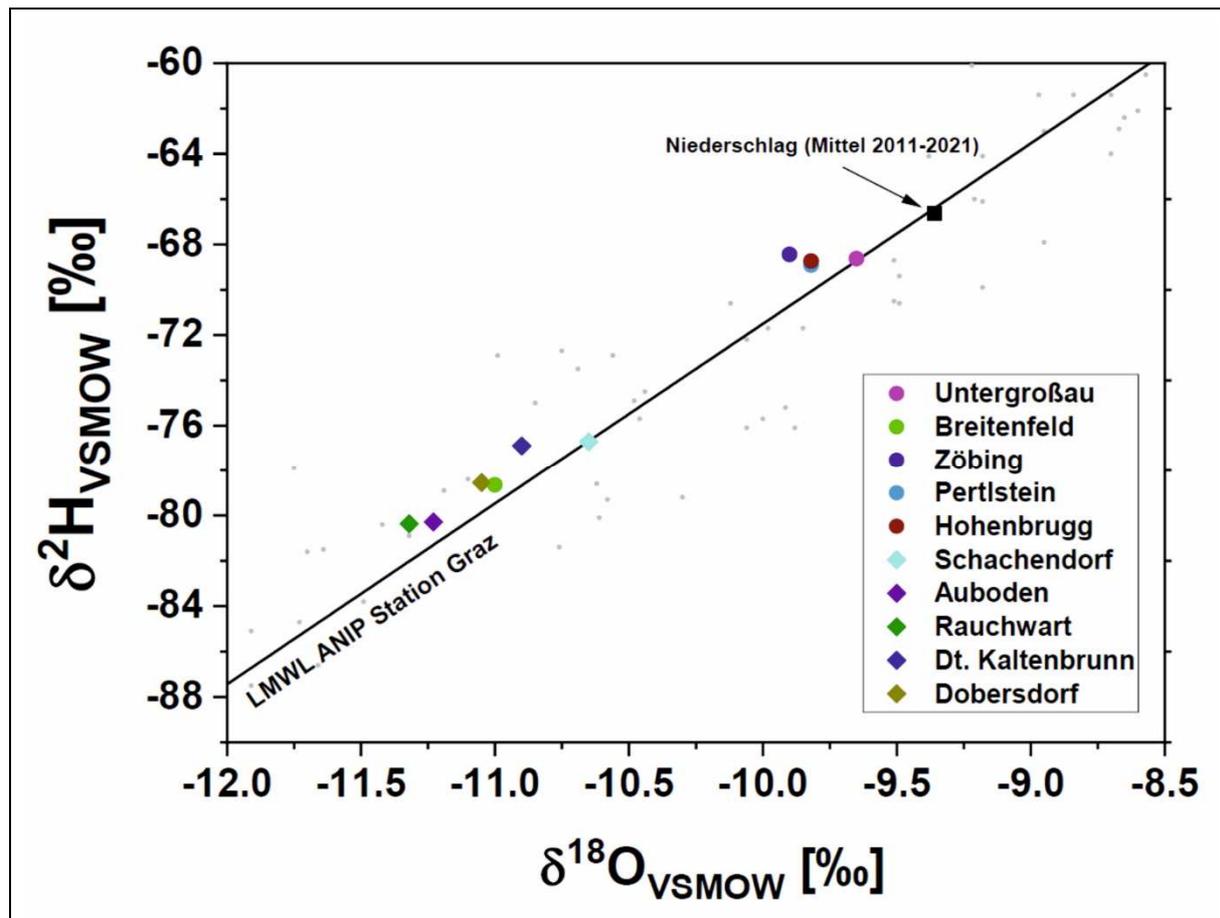


Abbildung 3.4: Tiefengrundwassermonitoring - Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Gegenüberstellung der Isotopenwerte im Niederschlag an der ANIP-Station Graz (graue Symbole) im Zeitraum 2011-2021 (Quelle Umweltbundesamt GmbH) mit den Isotopendaten der Wasserproben der beprobten Tiefengrundwässer aus der Steiermark (kreisförmige Symbole) und dem Burgenland (rautenförmige Symbole). Die lokale Niederschlagsgerade (LMWL) der Station Graz ist durch die schwarze Linie gekennzeichnet und der gewichtete Mittelwert des Niederschlags ist durch den schwarzen Pfeil markiert (42).

### Tritium

Mit Hilfe der Tritiumuntersuchungen werden Komponenten in Grundwässern erfasst, deren Infiltration innerhalb der letzten 70 Jahre erfolgte. In den untersuchten Tiefengrundwasserproben wurde Tritium nur in den drei burgenländischen Messstellen Schachendorf, Rauchwart und Auboden nachgewiesen (siehe Tabelle 3.3). Die übrigen Wasserproben lagen unter der Nachweisgrenze von 0,5 TU, womit diese Tiefengrundwässer keinen bzw. nur einen sehr geringen Jungwasseranteil (<5 %) aufweisen (42).

$^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$  im gelösten anorganischen Kohlenstoff

Zur genaueren Altersabschätzung von Wässern mit höheren Verweilzeiten wurden  $^{14}\text{C}$  (Radio-kohlenstoff) Untersuchungen durchgeführt. Der theoretische Hintergrund dieser Untersuchungen ist von LEIS (42) in der Ergänzung zum Abschlussbericht (33) beschrieben. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3.3 bzw. in Abbildung 3.5 eingetragen.

Nach (42) weisen die Wässer der fünf burgenländischen Messstellen gänzlich pleistozäne Alter auf (siehe Abbildung 3.5). Das davon jüngste  $^{14}\text{C}$ -Modellalter liegt aus der Messstelle Schachendorf mit  $15.845 \pm 475$  Jahren vor. Den vier übrigen burgenländischen Messstellen wurden mit  $>22.000$  Jahren (Schachendorf) und  $>30.000$  Jahren (Auboden, Deutsch Kaltenbrunn und Dobersdorf) deutlich höhere Alter zugeordnet.

Im Vergleich dazu zeigen die steirischen Tiefgrundwässer mit einer Ausnahme (TGW Breitenfeld) tendenziell niedrigere Modellalter auf. Die kürzeste Verweildauer ergab die Wasserprobe aus der Messstelle Zöbing mit  $8.585 \pm 345$  Jahren. Etwas höhere aber noch holozäne Modellalter zeigen die Wässer aus den Pegeln Perlstein ( $9.455 \pm 365$ ), Untergroßbau ( $11.185 \pm 475$ ) und Hohenbrugg ( $11.330 \pm 450$ ). Die Wasserprobe aus der Messstelle Breitenfeld wurde mit einem deutlich höheren, pleistozänen Grundwasseralter ( $>30.000$  a) datiert.

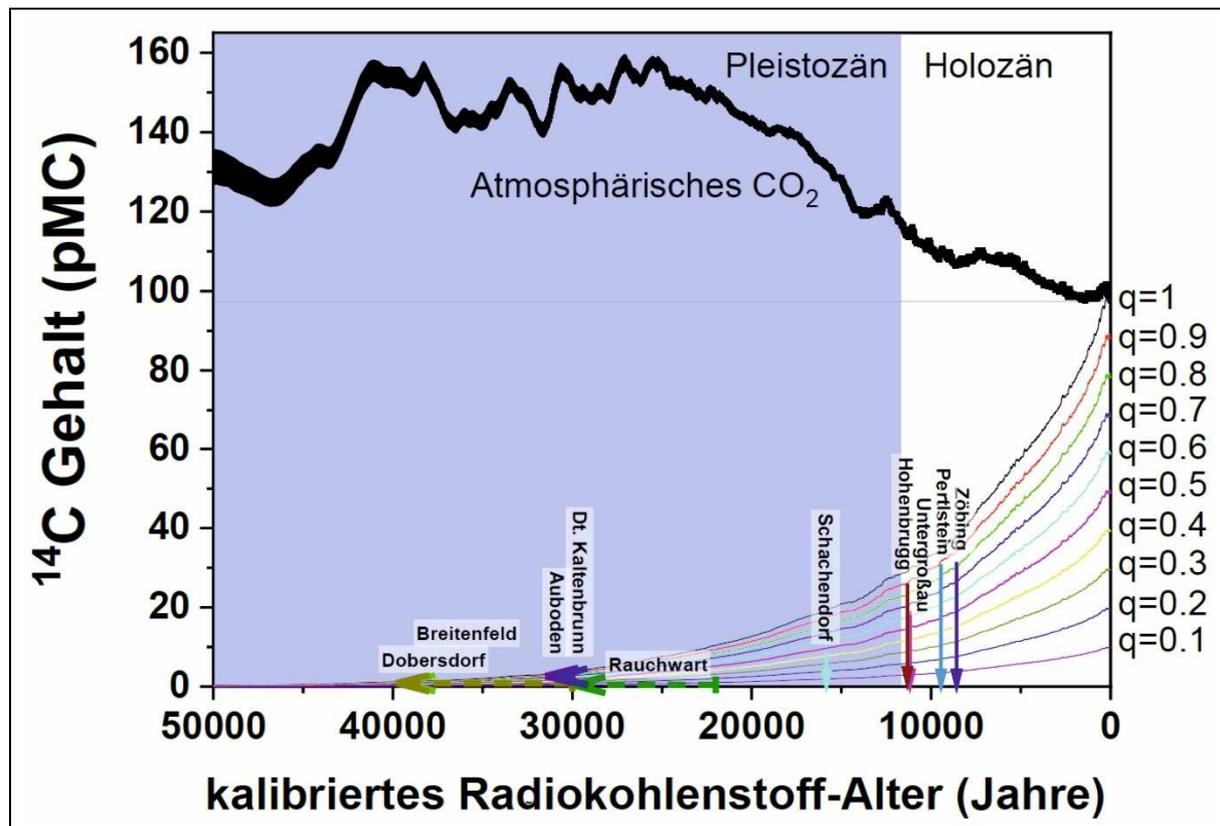


Abbildung 3.5: Tiefgrundwassermonitoring - Ausbaustufe 2 (Ergänzung zum Abschlussbericht). Gegenüberstellung der  $^{14}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Gehalte der beprobten Tiefgrundwässer und den entsprechenden Modellszenarien. Im gegenständlichen Fall ergeben sich Grundwasseralter die in einem Zeitraum von ca. 8.585 Jahren bis über 30.000 Jahren liegen (42).

## 4. SYNTHESE – ZUSAMMENSCHAU DER ERGEBNISSE

### 4.1. Tiefengrundwasserkörper

Der Tiefengrundwasserkörper GK100168 Steirisches und Pannonisches Becken wurde unter anderem im Monitoringkonzept (43) hydrogeologisch beschrieben. Die darin enthaltenen Kenn-daten werden an dieser Stelle nochmals kurz angeführt. Nach (28) sind in diesem Grundwas-serkörper eine Gruppe von Tiefengrundwasserkörpern zusammengefasst, die sich grenzüber-schreitend über eine Fläche von 2.864 km<sup>2</sup>, von der Oststeiermark in das südliche Burgenland (sowie in weiterer Folge nach Ungarn) ausbreiten (43).

#### Begrenzung

- Die Grenzziehung des Grundwasserkörpers erfolgte laut (28) im Norden und Nordwes-ten nach geologischen Kriterien durch das Randgebirge (v.a. Raabalpenkristallin, Wechselkristallin, Günser Gebirge).
- Im Westen und Süden wurde die Begrenzung entlang der Wasserscheide (bzw. den Einzugsgebietsgrenzen) von Raab und Mur festgelegt und befindet sich damit innerhalb der neogenen Ablagerungen.
- Im Osten bildet die österreichische Staatsgrenze zu Slowenien und Ungarn die Beran-dung des Tiefengrundwasserkörpers.

Die wasserwirtschaftlich bedeutenden tiefengrundwasserführenden Horizonte des GK100168 sind stratigraphisch in erster Linie dem Pannonium und Oberen Sarmatium zuzuordnen. In den nördlichen Bereichen, wie der Bucht von Friedberg-Pinkafeld, können lokal und untergeordnet auch grobklastische Schüttungen des Badenium als Grundwasserleiter fungieren (43).

Tabelle 4.1: Tiefengrundwassermonitoring - Eckdaten des Grundwasserkörpers GK100168 - Steirisches und Pannonisches Becken (nach (28) und (29)).

Bezeichnung		GK100168 Steirisches und Pannonisches Becken
Art	vorwiegend	Tiefen-GWK
		Gruppe von GWK
Fläche	AT	2.864 km <sup>2</sup>
Planungsraum	Bezeichnung	PL100010 - Leitha, Raab und Rabnitz
Bundesländer	AT	Burgenland, Steiermark
Druckverhältnisse	vorwiegend	gespannt
Durchlässigkeitsbeiwert	Mittel	1 * 10 <sup>-5</sup> m/s
Mächtigkeit	Mittel	41 m
Seehöhe	Min.	194 m ü.A.
	Mittel	345 m ü.A.
	Max.	901 m ü.A.
Niederschlag	Min.	624 mm
	Mittel	745 mm
	Max.	1.077 mm

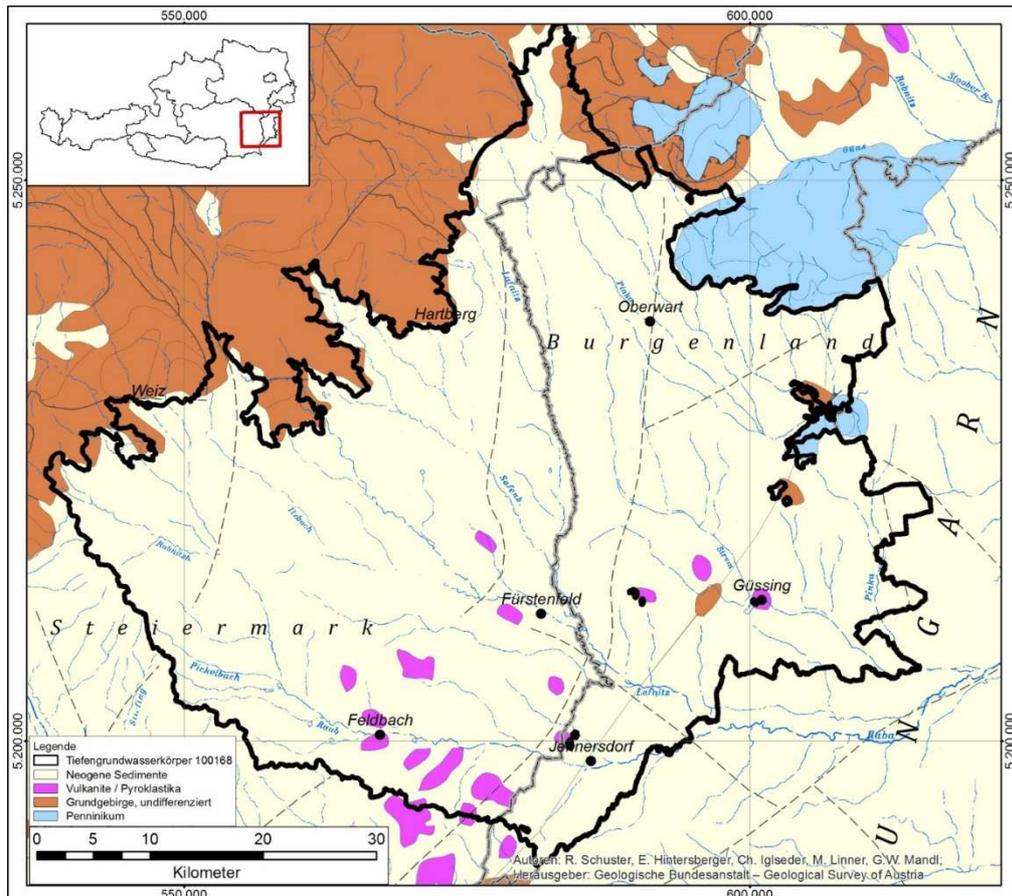


Abbildung 4.1: Tiefengrundwassermonitoring - Lage des Tiefengrundwasserkörpers GK100168 in der geologisch-tektonischen Übersichtskarte (11).

Abgesehen von lokalen und speziellen Arbeiten wurde mit einer regionalen hydrogeologischen Untersuchung des Tiefengrundwasserkörpers GK100168 Ende der 1980er Jahre begonnen.

Eine grenzübergreifende Untersuchung der artesischen Wässer wurde erstmals Anfang der 1990er Jahre im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft sowie der Länder Steiermark und Burgenland durchgeführt (41). Die Studienergebnisse wurden später in Auszügen publiziert (13).

Im Jahr 1995 wurden die neogenen Aquifere im Raum Gleisdorf im Zuge einer Studie (45), u.a. durch Isotopenhydrogeologie und Druckspiegelmessungen, untersucht.

Im Rahmen des Projektes "Hydrogeologische Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Tiefengrundwässer im Bereich des oststeirischen und Pannonischen Beckens" (Kurzbezeichnung: NANUTIWA-Projekt) wurde das Gebiet des Tiefengrundwasserkörpers TGWK GK100168 geologisch, hydrogeologisch und hydraulisch erfasst bzw. dokumentiert. Dabei wurde erstmals ein Potentiallinienplan für den Grundwasserkörper generiert und eine Bilanzierung des Grundwasserdurchflusses durchgeführt (44). Der Endbericht (32) lag im Jahr 2005 vor.

Dieses erste hydrogeologische Konzeptmodell des Tiefengrundwasserkörpers wird im Folgenden meist als "NANUTIWA-Modell" zusammengefasst.



Da die Errichtung der Pegel der Ausbaustufen 1 und 2 in erster Linie auf im Eigentum des Öffentlichen Wassergutes stehenden Grundstücke erfolgen sollte, kam es teils zu größeren Abweichungen von den nach hydrogeologischen Kriterien erfolgten Standortvorschlägen (siehe Abbildung 4.2).

Die Ausbaustufe 1 wurde – betreut vom Technischen Büro Böchzelt - im Zeitraum VII/2019 – VI/2020 realisiert und ist im Abschlussbericht (30) dokumentiert. Dabei wurde die hydrogeologische Prognose der Standortvorschläge aus dem Monitoringkonzept (43) nicht mehr für die tatsächlichen Standorte überarbeitet, weshalb es zu Abweichungen in den geplanten Ausbautiefen kam. Insgesamt wurden acht Messstellen errichtet. Eine Bohrung (Bildein) musste aus technischen Gründen aufgegeben und verfüllt werden.

Dagegen erfolgte zu Beginn der zweiten Ausbauphase (V2021 – XI/2022) eine Detailplanung (35) der Bohrungen für die von den Auftraggebern festgelegten Bohrgrundstücke. Die Dokumentation der Errichtung der insgesamt zehn Messstellen enthält der Abschlussbericht (33).

Es wurden bisher noch keine geodätischen Vermessungen der Tiefengrundwasserpegel durchgeführt. Bei den Messstellen der zweiten Phase erfolgte eine Einmessung mittels GPS durch Geoteam, die steirischen Pegel der ersten Phase wurden vom Hydrographischen Dienst ebenfalls mit GPS verortet. Die burgenländischen Messstellen aus der ersten Ausbaustufe wurden von Geoteam anhand der Lagepläne in (30) im GIS Burgenland grob verortet. Die so erhaltenen Koordinaten sind in Tabelle 4.2 angegeben. Die Seehöhen wurden aus den GIS-Systemen abgegriffen.

Tabelle 4.2: Tiefengrundwassermonitoring – Eckdaten der Bohrungen aus den Ausbaustufen 1 und 2.

Projekt-Phase	Land	Name	Name Alt (Planung)	Errichtung	Seehöhe* GOK m ü.A.	Endteufe m	Ausbau-Horizont m	Koordinaten		Qualitaet Genauigkeit	Quelle
								Koord. (BMN M34) RW	HW		
1	STMK	Laßnitzthal	Laßnitzthal	VIII/2019	387,5	81	73-79	697 953	215 803	GPS	Land Stmk.
1	STMK	Dienersdorf	Dienersdorf	X-XI/2019	350,9	152	44-51	716 651	234 749		
1	STMK	Paldau	Axbach	XI/2019	365,1	168	68-88	706 119	199 854		
1	STMK	Lafnitz	Lafnitz	X/2019	381,4	135	126-133	728 089	244 511		
1	BGLD	Heiligenkreuz a.d. Lafnitz	Deutsch Minihof	VIII/2019	221,2	121	81-87	744 930	203 740	sehr grob abgegriffen aus GIS	Bericht TB Böchzelt (2020)
1	BGLD	Luising	Luising	IX/2019	197,9	98	92-95	761 960	207 730		
1	BGLD	Bildein	Bildein	IX-X/2019	223,7	151	n.a.	760 370	221 265		
1	BGLD	Neumarkt a.d. Raab	Neumarkt a.d. Raab	IX-X/2019	238,2	190	165-168	736 490	199 030		
1	BGLD	Rotenturm	Jabing	V-VI/2020	287,9	150	108,5-115,5	744 250	234 520		
2	STMK	Untergroßau	Sinabelkirchen	VI/2021	312,0	89,7	54,2-57,2	711 112	218 053	ca. 3 m	Geoteam (GPS)
2	STMK	Breitenfeld	St. Kind	VI-VII/2021	276,5	77,7	70-73	721 014	210 941	ca. 3 m	
2	STMK	Zöbing	Studenzen	V-VI/2021	313,0	85,8	75-79	706 731	208 903	ca. 3 m	
2	STMK	Pertlstein	Haselbach	VII/2021	267,5	79,6	59-63	721 807	201 048	ca. 4 m	
2	STMK	Hohenbrugg	Haselbach	VII-VIII/2021	248,5	89,7	45-50	731 431	199 588	ca. 6 m	
2	BGLD	Schachendorf	Schachendorf	VI-VII/2022	264,0	99,7	87-97	756 190	235 442	ca. 4 m	
2	BGLD	Auboden	Auboden	V-VI/2022	325,7	129,7	32-36	738 570	239 955	ca. 4 m	
2	BGLD	Rauchwart	Rauchwart	VII-VIII/2022	233,8	101,6	25-33	741 827	221 081	ca. 4 m	
2	BGLD	Dt. Kaltenbrunn	Dt. Kaltenbrunn	IX/2021	258,7	63,6	53-56	731 963	217 148	ca. 4 m	
2	BGLD	Dobersdorf	Dobersdorf	IX-X/2021	239,7	89,7	68-71	735 063	209 097	ca. 4 m	

n.a. ... Bohrloch nicht ausgebaut und verfüllt

\*abgegriffen aus GIS Stmk. Und Bgld.

## 4.2. Vorgehensweise

Im Rahmen des Syntheseberichtes werden auch die Ergebnisse der ersten Ausbaustufe berücksichtigt. Dabei werden die hydrochemischen und isopenanalytischen Ergebnisse der ersten Phase sowie die angetroffenen Druckverhältnisse in Kapitel 4.4 bis 4.6 - gemeinsam mit den Daten der Phase 2 - dargestellt und interpretiert. Die geologischen Informationen aus der ersten Ausbaustufe wurden (re)interpretiert und in das NANUTIWA-Modell eingearbeitet, wobei auch eine vorläufige stratigraphische Zuordnung der in den Messstationen beobachteten Tiefengrundwasserhorizonte erfolgte (Kapitel 4.4).

Die ausgebauten und beprobten Aquifere sind mit ihren Kenndaten in Tabelle 4.3 zusammengefasst. Da in den Messstellen der Stufe 1 die Bohrkleinansprachen zum Teil nicht mit den Bohrlochmessungen korrelieren, wurden im gegenständlichen Bericht zur Abgrenzung der Horizonte bevorzugt die geophysikalischen Messungen (v.a. Gammaray-Log, Widerstandslog und Temperaturlog) als belastbare Datenquelle herangezogen. Weitere potentielle Tiefengrundwasserhorizonte wurden von Geoteam anhand der Unterlagen aus dem Abschlussbericht (30) (v.a. geophysikalische Bohrlochmessungen, Lithologie-Profile) abgegrenzt bzw. identifiziert. Sie sind gemeinsam mit den Horizonten der Phase 2 in Tabelle 4.5 zusammengefasst. Ihre Darstellung bzw. Einpflege in das jeweils nächstgelegene NANUTIWA-Profil erfolgt in Kapitel 4.3.

Tabelle 4.3: Tiefengrundwassermonitoring – Zusammenfassung der in der Stufe 1 erschlossenen Grundwasserhorizonte (nach (30)).

Bohrungen			TGW-Horizont			
Land	Name	Endteufe	Filterstrecke	Horizont nach BLM	M	Lithologie lt. Bohrkleinansprache in (30)
		(m)	(m)	(m)	(m)	
STMK	Laßnitzthal	81	73-79	74-76,2	2,2	gS – fG, mg, ms'
STMK	Dienersdorf	152	44-51	45-47	2,0	fS, g, u, s'
STMK	Paldau	168	68-73 75-77 80-88	68-73 75-77,5 80-88	5 2,5 8	fS, u, g' U, fs U, s
STMK	Lafnitz	135	126-133	126-133?*	7?	fG, s, u
BGLD	Heiligenkreuz a.d. Lafnitz	121	81-87	80-87,5	7,5	fG-mG, s, t'
BGLD	Luising	98	92-95	92,5-95?*	>1,5	fS, g, u, t'
BGLD	Neumarkt a.d. Raab	190	165-168	165-168	3	mS
BGLD	Rotenturm	150	108,5-115,5	108,5-115,5	7	gS-fG, u
BGLD	Bildein	151	verfüllt	---	---	---

BLM Bohrlochmessungen M...Mächtigkeit \*Bohrlochmessungen enden vor Horizontunterkante

Zu den Daten und Ergebnissen der Stufe 1 ergeben sich folgende Anmerkungen:

- In vier Bohrungen wurde kein Kaliberlog gemessen.
- Datendefizite bei den hydrochemischen Analysen: Bei der Probenahme wurde der Feldparameter Sauerstoffgehalt nicht bestimmt. Die Hydrogencarbonatkonzentration bzw. die Säurekapazität fehlen in den Messstellen Lafnitz und Luising; Natrium- und Chloridwerte in der Messtelle Rotenturm (siehe auch Kapitel 4.4).
- Lt. Anlage 3 "Ausbau und lithologische Profile" in (30) wurden die liegenden Abschnitte mehrerer Messstellen (v.a. Dienersdorf, aber auch Rotenturm, Heiligenkreuz, Paldau) mit Kies aufgefüllt verfüllt und nicht zementiert. Dadurch bestehen möglicherweise hydraulische Verbindungen zwischen potentiellen Grundwasserhorizonten.
- Zwischen der Bohrkleinansprache und den geophysikalischen Logs gibt es stellenweise Diskrepanzen in Hinblick auf das Auftreten und die Ausweisung sandiger, kiesiger Schichten. Dies liegt wahrscheinlich am Probenabstand von 2 m, aber auch an der fehlenden Probenaufbereitung (Siebanalyse ...). Damit hat die geologische Ansprache jedenfalls geringere Aussagekraft als die Bohrlochgeophysik, die dann herangezogen wurde.

## 4.3. Hydrostratigraphische Eingliederung der Ausbaustufen 1 und 2

### 4.3.1. Einleitung

Unter dem Begriff "Hydrostratigraphische Eingliederung" wird die Einbindung der (potentiell) wasserführenden Horizonte aus den neunzehn Bohrungen in das stratigraphische und hydrogeologische Konzept des NANUTIWA-Projekts verstanden.

Zur Eingliederung der Daten (Abschlussberichte (30), (34) samt Completionlogs bzw. Bohrlochmessungen und lithologischer Bohrprofile) aus der Messstellenerrichtung beider Ausbaustufen und Aktualisierung des NANUTIWA-Modells (32) wurden die geologisch-hydrogeologischen Ergebnisse der Pegelbohrungen in die NANUTIWA-Profile eingetragen und diese im Umfeld der neuen Messstelle aktualisiert bzw. ggfs. reinterpretiert. Die relevanten Profilausschnitte wurden für jede der neunzehn Bohrungen dargestellt und beschrieben (Kapitel 4.3.2 bis 4.3.20). Die Lage der ausgeführten Bohrungen sowie der ursprünglichen Standortvorschläge ist in Abbildung 4.2 dargestellt.

Die neu errichteten Tiefengrundwassermessstellen sind darin grün gekennzeichnet. Die Bohrlochmessungen (Gammaray, Eigenpotential und Widerstand) wurden ebenfalls eingespielt und die daraus - sowie aus der Bohrkleinaufnahme - abgeleiteten potentiellen Grundwasserhorizonte in blauer Farbe eingetragen. Die Filterstrecke der Messstellen ist schwarz umrandet und durch den Buchstaben "F" gekennzeichnet. Die beobachteten und beprobten Tiefengrundwasserhorizonte sind - unter Angabe der Ergebnisse der Altersdatierung - mit einem Stern markiert. Im Gegensatz zu den in den Originalprofilen in dunkelblauer Farbe (gestrichelt) dargestellten Grundwasserhorizonten, sind neue Interpretationen in Hellblau ausgewiesen.

Im Monitoringkonzept (43) wurde für jeden Standortvorschlag anhand einer "exemplarischen Messstelle" eine orientierende Vorplanung mit Angabe der Tiefen der Grundwasserhorizonte, deren stratigraphische Zuordnung und einer Abschätzung des hydraulischen Potentials durchgeführt. Deren Standorte sind in den Profilen in grauer Farbe eingetragen, wobei diese nur eine erste Standortplanung darstellten, die - in der von Geoteam bearbeiteten Ausbaustufe 2 - nach endgültigem Feststehen der Bohrgrundstücke - durch eine Detailplanung (35) ergänzt bzw. präzisiert wurden. Die Prognosen sind den tatsächlich angetroffenen Verhältnissen in Tabelle 4.4 zusammenfassend gegenübergestellt.

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse im Tiefengrundwasserkörper sind im Monitoringkonzept (43) bzw. im NANUTIWA-Endbericht (32) beschrieben und bilden die Grundlage für die geologische Interpretation. Zur hydrostratigraphischen Beschreibung wurde auf die publizierte Literatur sowie auf Karten und Profile (u.a. (3), (15), (17)) zurückgegriffen, wobei sich die stratigraphische Zuordnung der erschlossenen Tiefengrundwasservorkommen vor allem an den Tabellen in Abbildung 4.3 für das südliche Burgenland (26) und Abbildung 4.4 in GROSS (2003, (16)) für den oststeirischen Bereich orientiert.

Serie	M. A.	Stufen Zentrale Paratethys		Biozonen	Oststeirisches Becken (Südburgenland)		
					Vulkanite		
PLIOZ.	5,3	Romanium					
		Dazium				Silberberg Schotter	
MIOZÄN	7,1	Pontium					
		O	H	<i>Viviparus</i> -Zone	Jennersdorfer Schichten		Süßwasser-kalk
	G				Taborer Schotter		
	Pannonium	F	<i>Congeria neumayeri</i> / <i>Congeria zahalkai</i> -Zone		Congerienschnäbelhoriz./Tone, Sande, Lignite		
			M	E	<i>Congeria subglobosa</i> -Zone	Stegersbacher Schichten/ Schichten von Loipersdorf u. Unterlamm	
		D		<i>Congeria partschi</i> -Zone			
		U	C	<i>Congeria hoernesii</i> -Zone	Tone, Mergel,	Kapfensteiner Schotter	
	B		<i>Congeria ornithopsis</i> /	Tonmergel, Sande			
	A		<i>Melanopsis impressa</i> -Zone				
	Sarmatium	O	<i>Porosonion granosum</i> -Z.		Sande, Kiese	Gleisdorf-Formation	
			<i>Criboelphidium hauerinum</i> -Z.				
			<i>Criboelphidium reginum</i> -Zone		Sande, Kiese (+ umgel. Buli.-Bo.-Zone)		
	Badenium	O	Rotalien-Zone				
Buliminen-Bolivinen-Zone							
M		Sandschaler-Zone					
		U	Obere Lageniden-Zone		Tauchen-Formation	Sande, Kalke	Vulkanite
Untere Lageniden-Zone							
Karpatium	16,4			Sinnersdorf-Formation			
Ottnangium	17,3						
	18,8						

Abbildung 4.3: Tiefengrundwassermonitoring - stratigraphische Übersichtstabelle für das Burgenland. Ausschnitt aus den Erläuterungen zur Geologischen Karte des Burgenlandes (Status 2000, (26)).

Serie	Stufe	Biozone	Lithostratigraphische Gliederungen						
			STUR (1871)	WINKLER (1927 a)	KOLLMANN (1965)	diese Arbeit			
Oberes Miozän	Pannonium	Congeria partschi-B.Z.	Belvedere-Schotter und Sand	Sedimente des Mittelpontikums	Unterrpannon Zone C	Paldau-Formation	Schichten von Loipersdorf und Unterlamm	Schichten von Loipersdorf und Unterlamm	
		Congeria hoernesii-B.Z.					Karnerberg-niveau	Hangend-schichten	Karnerberg-SbFm.
		Congeria ornithopsis / Melanopsis impressa-B.Z.					Kapfensteiner Schotterzug	Zwischenserie	Kirchberger Schotter
Mittleres Miozän	Pannonium	Congeria ornithopsis / Melanopsis impressa-B.Z.	Congerien-Tegel	Unterpontikum	Zone B des Unterpannons	Feldbach-Formation	Zwischenserie	Mayerhansel-berg-SbFm.	
		Kapfensteiner Schotter					Höheres Schicht-paket der Zone B	Sielegg-SbFm.	
Sarmatium	"Nonion" granosum-B.Z.	Hernalser Tegel	Hernalser Tegel	Obersarmat	Obersarmat	Gleisdorf-Formation	Tieferes Schicht-paket der Zone B	Eisengraben-SbFm.	
							Cerithienkalk und Sandstein	Obersarmat	Obersarmat

Abbildung 4.4: Tiefengrundwassermonitoring - stratigraphische Übersichtstabelle für das Oststeirische Becken ("Vereinfachte Gegenüberstellung einiger älterer Gliederungen mit den hier formulierten lithostratigraphischen Einheiten und chrono- bzw. biostratigraphischer Zuordnung") von M. GROSS (2003, (16)).

#### 4.3.2. TGWM Laßnitzthal

Die Errichtung der Tiefengrundwassermessstelle Laßnitzthal erfolgte in unmittelbarer Nähe zum Standortvorschlag aus der Vorplanung (43) (siehe Abbildung 4.5). In diesem Bereich lagen keine Informationen aus Brunnen und Bohrungen vor. Der rund 4 km nordöstlich liegende Lundersdorf Zentralbrunnen 1 wurde im Jahr 2004 errichtet und nun nachträglich ergänzt.

Bei der Bohrung des Tiefengrundwasserpegels Laßnitzthal kam die in der Vorplanung (43) orientierend angegebene Endteufe von 80 m zur Ausführung. In den Bohrlochmessungen lassen sich zumindest (das Widerstandslog ist bis 39 m Tiefe nicht plausibel) vier potentielle Grundwasserhorizonte erkennen, von denen der Tiefste (74,0 – 76,2 m) mit einer Filterstrecke von 73,0 bis 79 m als Beobachtungshorizont ausgebaut wurde (siehe auch Tabelle 4.5).

Eine stratigraphische Zuordnung des erschlossenen Horizontes war nicht möglich, nach dem NANUTIWA-Profil K befindet er sich im Grenzbereich zwischen dem Unteren Pannonium und dem Oberen Sarmatium. In den 5 - 6 km nordwestlich gelegenen Tiefbohrungen von Ludersdorf und Gleisdorf wurde die Sarmatoberkante in Tiefen von rund 100 m unter Gelände angetroffen (siehe Abbildung 4.5).

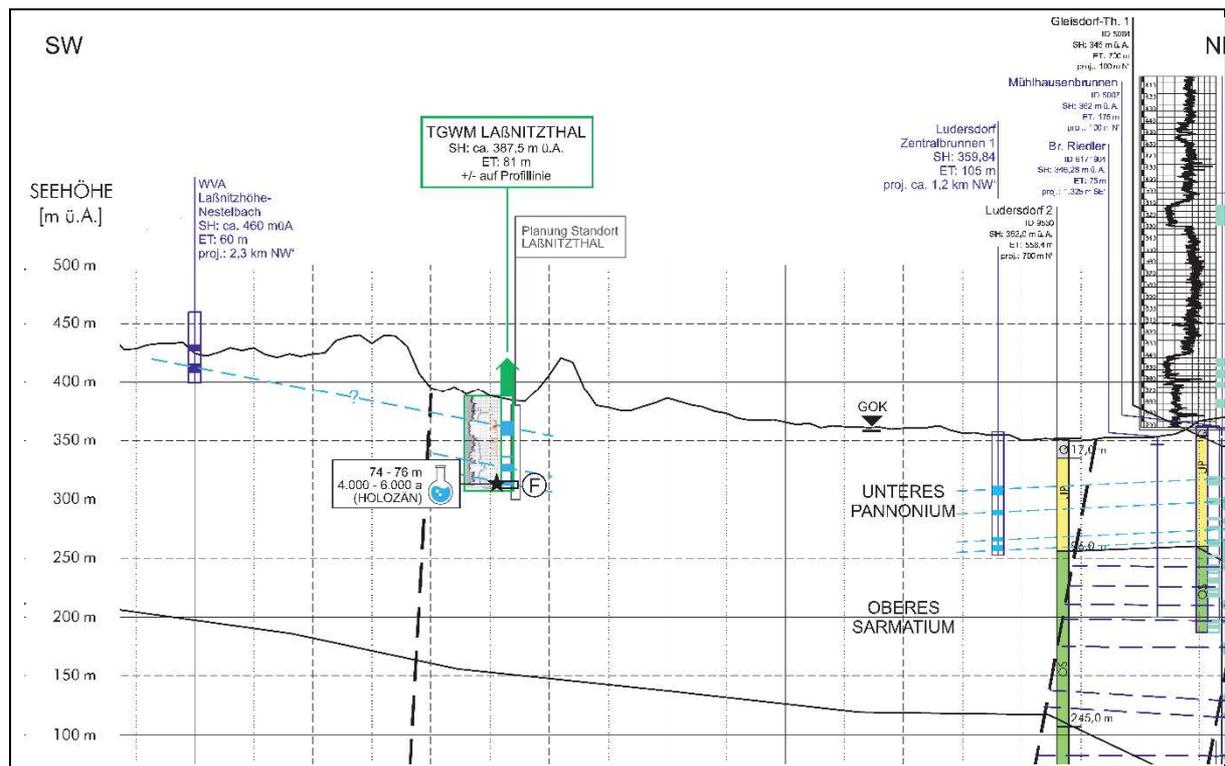


Abbildung 4.5: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Laßnitzthal mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserhorizonten im NANUTIWA-Profil K (Profil-km 9,5 – 18,5) (32).

### 4.3.3. TGWM Dienersdorf

In Abbildung 4.6 ist ein Ausschnitt des NANUTIWA-Profiles E mit eingespielter Messstelle Dienersdorf dargestellt. Die Pegelbohrung wurde rund 500 m nordwestlich der exemplarischen Lokalisation aus dem im Monitoringkonzept (43) vorgeschlagenen Standortbereich "Dienersdorf" auf eine Endteufe von 152 m niedergebracht. Ausgebaut wurde der Abschnitt 44 bis 51 m. Nach den Bohrlochmessungen und der Bohrkleinansprache kann ein Tiefengrundwasserhorizont im Bereich von 45 – 47 m abgegrenzt werden. Weitere potentielle Horizonte wurden nach den Bohrlochmessungen bei 53 - 54 m, 76 - 78 m und 89 - 91 m ausgewiesen. Von den letzten 50 Bohrmetern fehlen Informationen. Widerstand und Eigenpotential konnten nur bis 98 m gemessen werden, GammaRay, Temperatur und Leitfähigkeit enden bei 134 m. Letztere zeigen bei 85 m und 118 m Hinweise auf Zuflüsse. In der Bohrkleinaufnahme (30) sind dagegen von 53 m bis 152 m durchgehend Schluffe und Tone eingetragen.

Die o.g. Horizonte fügen sich gut in das NANUTIWA-Profil mit den darin dargestellten Brunnen samt Grundwasserhorizonten. In Korrelation v.a. mit dem 2,5 km südöstlich liegenden und 201 m tiefen Brunnen Kaindorf West wurden zusätzliche Horizonte eingetragen.

Die Messstelle befindet sich am östlichen Rand des Safentales im Bereich von Ablagerungen des Pannonium ("Stegersbacher Schichten" lt. (2)). Ca. 2 km westlich der Messstelle stehen die Gesteine des Randgebirges (v.a. Granite und Gneise) an. Im geologischen NANUTIWA-Profil E ist das Pannonium im Bereich der Messstelle Dienersdorf geringmächtig (ca. 20 m) eingetragen. Demnach wurde in der Messstelle Dienersdorf ein Tiefengrundwasservorkommen innerhalb der Abfolge des Sarmatium erschlossen. Bei einem flacheren Schichteinfallen zu den 10 bis 15 km beckenwärts gelegenen Tiefbohrungen von Bad Waltersdorf (in Abbildung 4.6 durch eine gestrichelte graue Linie angedeutet) ergeben sich Pannon-Mächtigkeiten von rund 50 m, womit auch eine stratigraphische Zuordnung des Horizontes ins Pannonium denkbar ist.

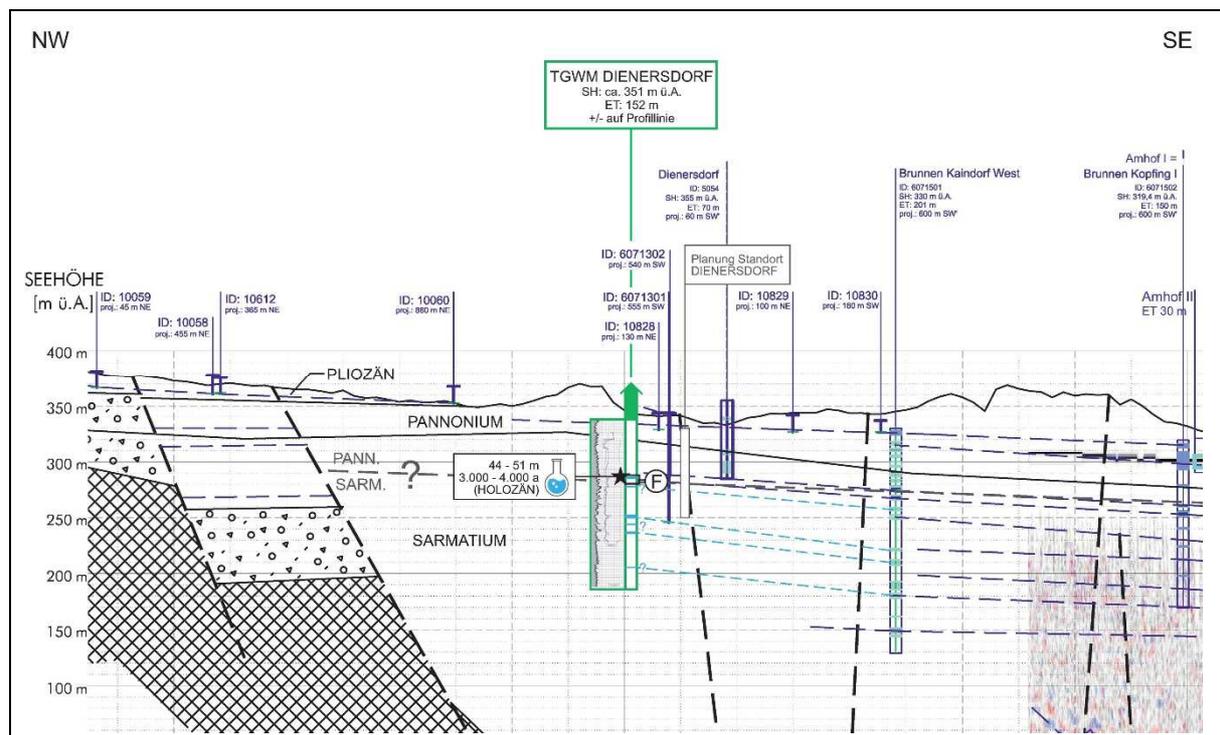


Abbildung 4.6: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Dienersdorf mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserhorizonten im NANUTIWA-Profil E (Profil-km 10 - 20) (32).

#### 4.3.4. TGWM Paldau (Axbach)

Die Messstelle Paldau im Süden des Monitoring-Gebietes wurde westlich der Ortschaft Puch an der linken Talflanke des Steppelgraben errichtet. Es wurden drei Horizonte (lt. Bohrlochmessungen 68 - 73 m, 75 - 77,5 m und 77,5 - 80 m) mit drei Filterstrecken ausgebaut. Ein weiterer potentiell wasserführender Horizont wurde von Geoteam aufgrund der Bohrlochmessungen und Hinweisen aus der Bohrkleinansprache bei 54 - 55 m ausgewiesen.

Die Entfernung der Messstelle zum NANUTIWA-Profil L (siehe Abbildung 4.7) beträgt rund 1 km, weiters liegt sie mit einer Seehöhe von 365 m ü.A. ca. 15 m über dem Talniveau bzw. rund 50 m über den Ansatzpunkten des Brunnen Rohr 2 und der Tiefbohrung Paldau. Daher wurde keine Korrelation der Grundwasserhorizonte aus der Messstelle Paldau mit den Horizonten im NANUTIWA-Profil durchgeführt.

Nach der geologischen Karte (9) liegt die Messstelle im Bereich der Paldau - Formation (Mayerhanselberg-Subformation) des Unteren Pannonium, die nach (16) durch gelbliche geschichtete Fein- bis Mittelsande in Wechsellagerung mit grauen Schluffen bis Feinsanden charakterisiert wird. Dazu treten Einschaltungen dm-mächtiger Braunkohleflöze und blaugrauer fossilführender Mergel auf. An der Basis markieren gelbe oder graue strömungsgeschichtete Fein- bis Mittelsande den Übergang zu den vorwiegend feinklastischen Ablagerungen der Feldbach Formation (16). Die Mächtigkeit der Mayerhanselberg-Subformation wird mit 40 - 50 m angegeben (16). Die Feldbach Formation, ebenfalls Unteres Pannonium, wird mit einer Mächtigkeit von 30 - 50 m in die hangende Sielegg Subformation (Wechsellagerung von hellgrauen Feinsanden bis Schluffen mit gelborangen Feinsanden, oft inkohlte Pflanzenreste) und die liegende Eisengraben Subformation (dunkelgraue bis olivgraue, häufig fossilreiche Schluffe/Tone bis Mergel) gegliedert (16).

Im Liegenden folgen mit der Gleisdorf Formation sarmatische Sedimente, die in der geologischen Karte mit den "Mühldorfer Schichten" (Tonmergel, Tone, Sande, Mühldorfer Feinschotter, Kohle, Lignit von Feldbach) ca. 5 km südwestlich der Messstelle Paldau obertage verbreitet sind.

Nach der Bohrkleinansprache in (30) und den regionalgeologischen Verhältnissen wird der erschlossene Tiefengrundwasserleiter vorerst dem Unteren Pannonium zugeordnet. Für eine genauere Einstufung wäre eine Bearbeitung des Bohrkleins erforderlich.

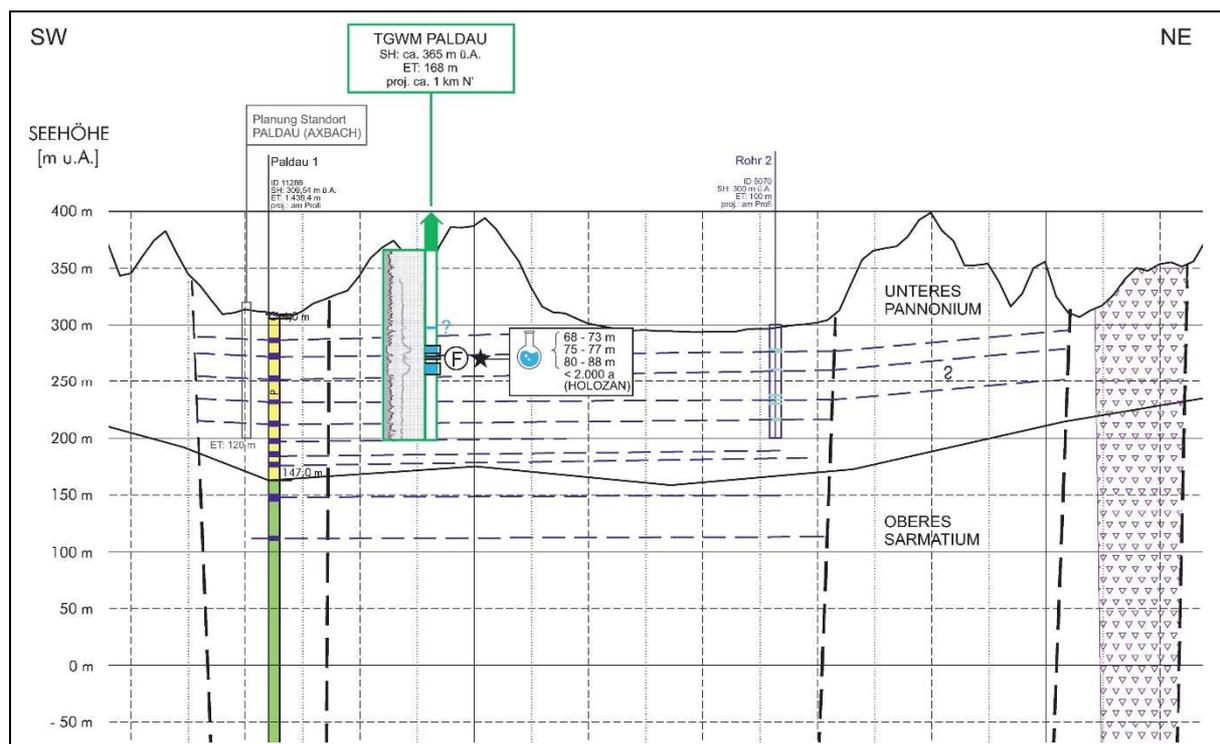


Abbildung 4.7: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Paldau mit Ausbauhorizont und einem weiteren potentiellen Grundwasserhorizont im NANUTIWA-Profil L (Profil-km 11 - 21) (32).

#### 4.3.5. TGWM Lafnitz

Im nördlichen Randbereich des Tiefengrundwasserkörpers, in der Grenzregion zwischen Steiermark und Burgenland, wurde die Messstelle Lafnitz mit einer Bohrtiefe von 135 m errichtet. Das nächstgelegene, aber 2,4 km entfernte und im Stögersbachtal verlaufende NANUTIWA-Profil C





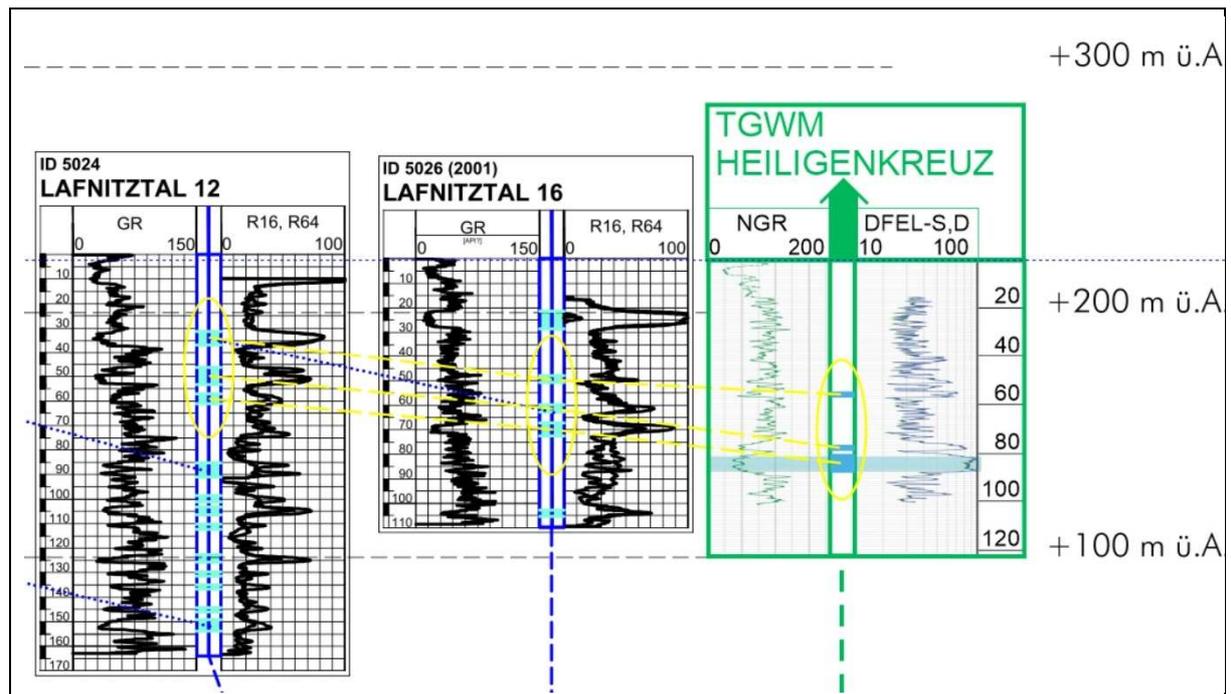


Abbildung 4.10: Tiefengrundwassermonitoring - Vergleich der geophysikalischen Bohrlochmessungen (GammaRayLog und Widerstands-Log) der Messstelle Heiligenkreuz mit den nahe gelegenen Brunnen Heiligenkreuz (alias Lafnitztal) 12 und 16.

Laut GEOFAST-Karte ((12), Status 2015) stehen im Raum Heiligenkreuz an beiden Rändern des Lafnitztales die sog. Jennersdorfer Schichten an, die darin dem Pontium zugeordnet werden. Dagegen werden sie von M. GROSS ((14), (15), (16), (17)) sowie in der stratigraphischen Tabelle Österreichs (23) als Oberes Pannonium eingestuft. Für die gegenständliche Interpretation wird letzterer Einteilung gefolgt. Die auch als "Blaugrüne Serie" bezeichneten Sedimente setzen sich v.a. aus einer Wechsellagerung von blaugrünen (Fein-)Sanden (tw. mit Kieseinschaltungen) mit Schluffen und Tonen zusammen. Zudem können vereinzelt Wurzelhorizonte auftreten.

Gegen Nordwesten schließen im Lafnitztal (ungefähr ab der Ortschaft Königsdorf) nach (12) mit den Schichten von Loipersdorf und Unterlamm Einheiten des Mittleren Pannonium an. Sie werden durch eine Wechselfolge aus Sanden und Tonen/Schluffen charakterisiert, in die untergeordnet Kieslagen eingeschaltet sind (16). Weiters sind vereinzelt auftretende Kohleflöze beschrieben (16).

Da in der Bohrkleinansprache in (30) keine Angaben zur Färbung der angetroffenen Sedimente enthalten sind, ist eine allfällige Identifizierung der "Blaugünen Serie" der Jennersdorfer Schichten bzw. eine Abgrenzung zu den liegenden Einheiten (wahrscheinlich Schichten von Unterlamm und Loipersdorf?) nicht möglich. Der erschlossene Tiefengrundwasserhorizont wird daher vorerst (grob) dem Pannonium i.A. zugeordnet.

Kieslagen und damit potentielle Grundwasserhorizonte werden sowohl in den Jennersdorfer Schichten wie auch in den Schichten von Loipersdorf und Unterlamm beschrieben (16). Der Verschnitt des neu korrelierten Grundwasserhorizontes mit der Oberfläche kommt lt. geologischer Karte (12) im Bereich der Obertage-Grenze zwischen Jennersdorfer Schichten und den Schichten von Loipersdorf und Unterlamm bei Königsdorf zu liegen. Die im liegenden Abschnitt der Bohrung Heiligenkreuz ab 93,5 m ausgewiesenen Kohle-Anteile (30) könnten auf die Schichten von Loipersdorf und Unterlamm hinweisen.

#### 4.3.7. TGWM Lusing

Die südburgenländische Messstelle Lusing wurde in einer Entfernung von ca. 400 m zur Staatsgrenze mit einer Tiefe von 98 m errichtet. Ausgebaut (Filterstrecke 92 m – 95 m) wurde ein Horizont im liegenden Abschnitt, der in der Bohrkleinansprache in (30) zwischen 93,6 m und 95,6 m als schluffiger, schwach toniger und kiesiger Feinsand beschrieben wird. In den Bohrlochmessungen deutet sich der Aquifer bei ca. 92,5 m an, die Logs reichen allerdings nur bis 94 m, sodass die Liegendgrenze nicht erfasst wurde. Weitere potentielle Grundwasserhorizonte sind in den Bohrlochmessungen von 53 bis 57,5 m (und 16,5 bis 17,8 m?) zu erkennen. Der im Lithoprofil (30) als schluffiger, feinsandiger Feinkies und Grobsand beschriebene Abschnitt zwischen 69,6 und 73,6 m tritt in den Logs weniger deutlich hervor und wäre eher dem Bereich 73 – 74,5 m bzw. bis 77 m? zuzuordnen. Ein markanter, ca. drei Meter mächtiger Kohlehorizont wird zwischen 78,5 m und 81,4 m beschrieben (30).

Die Messstelle Lusing wurde in Abbildung 4.11 in das NANUTIWA Profil B eingespielt und liegt ca. 2,5 km ESE' des Profilendes im Bereich des holozänen Talbodens (nach der GEOFAST-Karte Blatt 168 Eberau (10)). Im Westen stehen Sedimente des Oberen Pannonium an, die in (10) als "limnische Sand-Folge" bezeichnet sind und zum Teil von pleistozänen Terrassenablagerungen bedeckt werden. Lithologisch wird die Abfolge als feinkörnige, karbonatische Sande und blaugrüne Tone bis Tonmergel mit Toneisenstein und Kohle beschrieben (10). Im angrenzenden Kartenblatt 167 Güssing wird das obertage verbreitete Pannonium allgemein als Zone D-F ausgewiesen (18). In der rund 10 km NW' gelegenen KW-Explorationsbohrung Güssing 1 wurde das Obere Pannonium mit einer Mächtigkeit von 455 m direkt über dem metamorphen Basement (Grünschiefer) angetroffen. Sedimente des Sarmatium und Badenium fehlen hier.

Aufgrund der oben kurz beschriebenen regionalgeologischen Verhältnisse wird der in der Messstelle Lusing erschlossene Tiefengrundwasserhorizont vorerst dem Oberen Pannonium ("limnische Sand-Folge") zugeordnet.

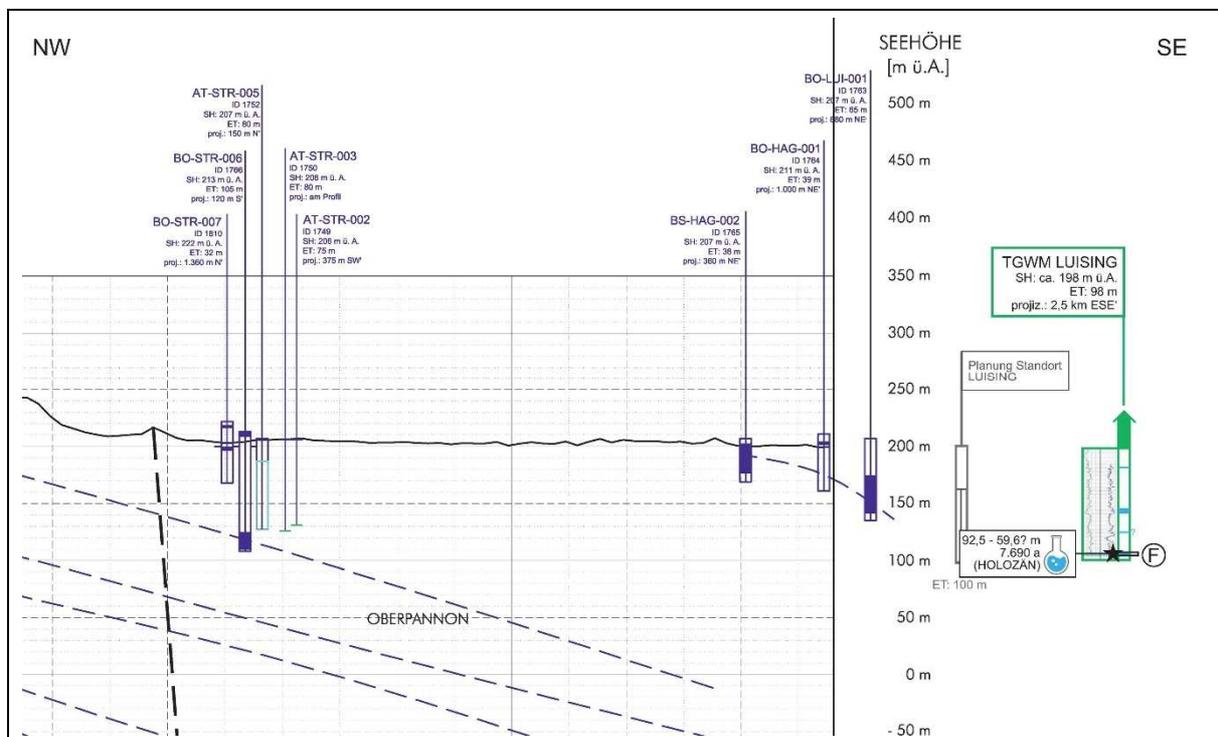


Abbildung 4.11: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Lusing mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserhorizonten im NANUTIWA-Profil J (Profil-km 36 – >43) (32).



Nach der Bohrkleinansprache in (30) und den regionalgeologischen Verhältnissen (10) können die in der Bohrung angetroffenen Einheiten dem Oberen Pannonium zugeordnet werden. Der Feinsandhorizont im Bohrloch Bildein korreliert im Profil (Abbildung 4.12) mit den benachbarten Tiefengrundwasser-Horizonten. Auch die Lignit-Horizonte passen - unter Berücksichtigung des Schichteinfallens - zu den nahe gelegenen Aufschlüssen. Die Kiese (und feinsandigen Schluffe?) im Hangenden der Bohrung stellen nach (10) wahrscheinlich pleistozäne Terrassenablagerungen dar.

### 4.3.9. TGWM Neumarkt a.d. Raab

Rund 2,5 km westlich des Standortvorschlages (43) wurde die Tiefengrundwassermessstelle Neumarkt an der Raab errichtet. Die 188 m tiefe Bohrung (Endteufe 200 m lt. geophysikalischen Bohrlochmessungen) hat nach der Bohrkleinaufnahme und den Bohrlochmessungen mehrere Tiefengrundwasser-Horizonte (67 – 76 m, 81-85 m, 88-97 m, 113-115,5 m, 142-143,5 m, 165-168 m) angetroffen, wobei der Liegendste ausgebaut wurde.

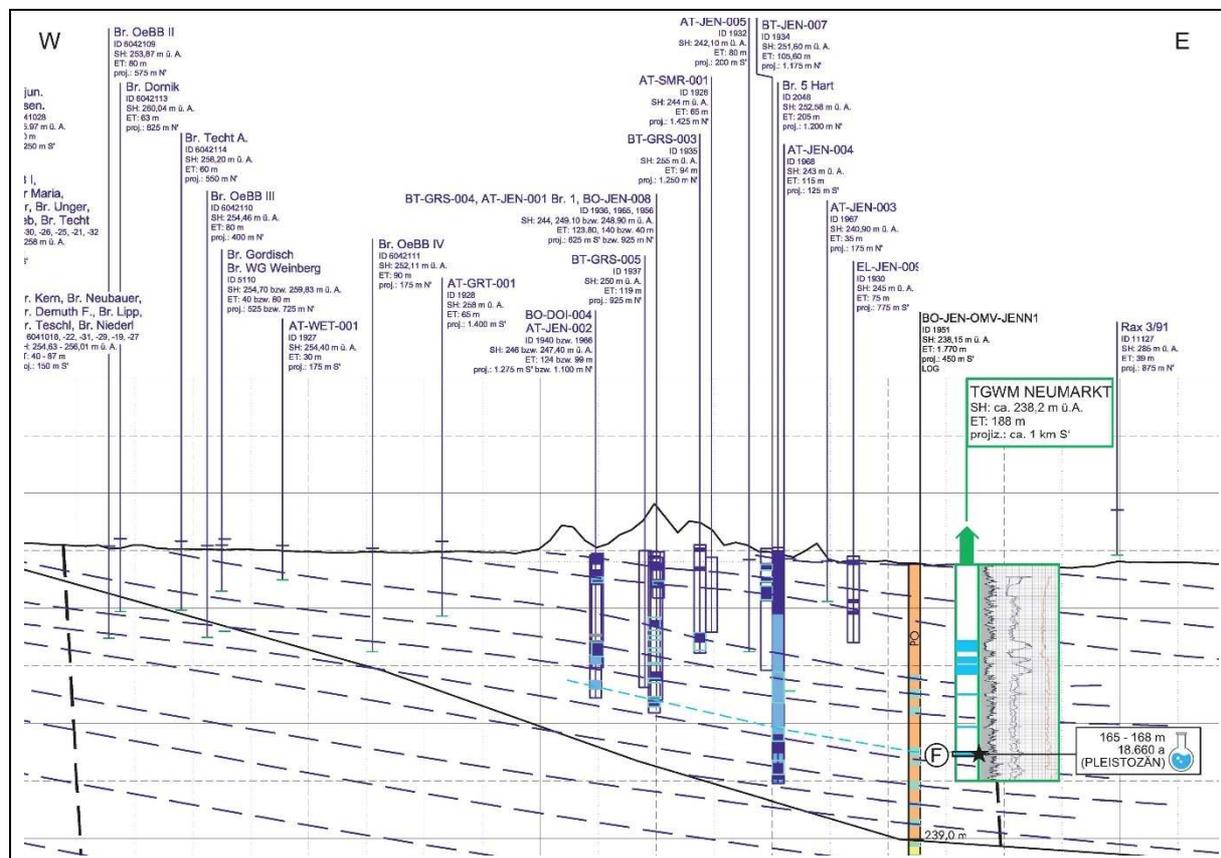


Abbildung 4.13: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Neumarkt an der Raab mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil H (Profil-km 50,5 – 61) (32).

Die Bohrung liegt nach (12) in den holozänen Ablagerungen des Raabtales. An den Talrändern stehen (z.T. unter pleistozänen Terrassenresten) die Jennersdorfer Schichten an. Sie werden in (12) als blaugrüne Feinsande und Pelite beschrieben und wurden früher dem Pontium zugeordnet. In der stratigraphischen Tabelle von Österreich (23) sowie in (26) (siehe Abbildung 4.3) gehören sie dem Oberen Pannonium an. In der nahe gelegenen Tiefbohrung JENNERSDORF 1 wurden Sedimente des Oberen Pannonium ("Pontium") bis in eine Tiefe von 239 m angetroffen, im Liegenden folgen Einheiten des Mittleren Pannonium. Der Profilausschnitt mit eingespielter Bohrung in Abbildung 4.13 zeigt, dass die Jennersdorfer Schichten gegen Westen auskeilen.

Eine eindeutige Korrelation der Bohrlochmessungen aus der Tiefengrundwassermessstelle mit jenen der Bohrung JENNERSDORF 1 gelang - trotz geringer Entfernung - nicht. Möglicherweise ist hier eine Störungszone wirksam, die auch im NANUTIWA-Profil eingetragen ist. Eine Aquiferkorrelation ist in Abbildung 4.13 grafisch angedeutet.

### 4.3.10. TGWM Rotenturm (Jabing)

Die Messstelle wurde rund 3 km nordwestlich des Standortvorschlages ("Jabing") hergestellt. Das Bohrloch wurde im Südosten von Rotenturm an der Pinka auf 150 m abgeteuft und ein Grobsand-Feinkies-Horizont zwischen 108,5 und 115,5 m mit Filterrohren ausgebaut. Die Messstelle ist in Abbildung 4.14 in das NW-SE verlaufende NANUTIWA-Profil A eingespielt. Darin sind die Korrelationen der Grundwasserhorizonte basierend auf der Seismik und der regionalgeologischen Situation (Lage am Beckenrand und Auskeilen der neogenen Einheiten im Norden) dunkelblau gestrichelt eingetragen. Nach Korrelation der Bohrlochmessungen aus der Bohrung Rotenturm v.a. mit Unterwart B4A und B2A ist in Abbildung 4.14 eine alternative Interpretation in hellblauer Farbe dargestellt.

Laut geologischer Karte 1:50.000 (Blatt 137, Oberwart (19)) befindet sich der Pegel im Bereich holozäner Schwemmsande und Aulehme der Pinka. An den Talrändern treten nach (19) weitflächig Sedimente des Pontium obertage auf, die hier als Schluffe mit Kies- und Sandeinlagerungen beschrieben sind. Laut NANUTIWA-Profil und geologischer Karte Blatt 167 Güssing (18) werden die obertage anstehenden neogenen Sedimente in einer neueren Bearbeitung stratigraphisch dem Pannonium (Zone D-F) zugeordnet und lithologisch als "Sande und Schluffe" zusammengefasst.

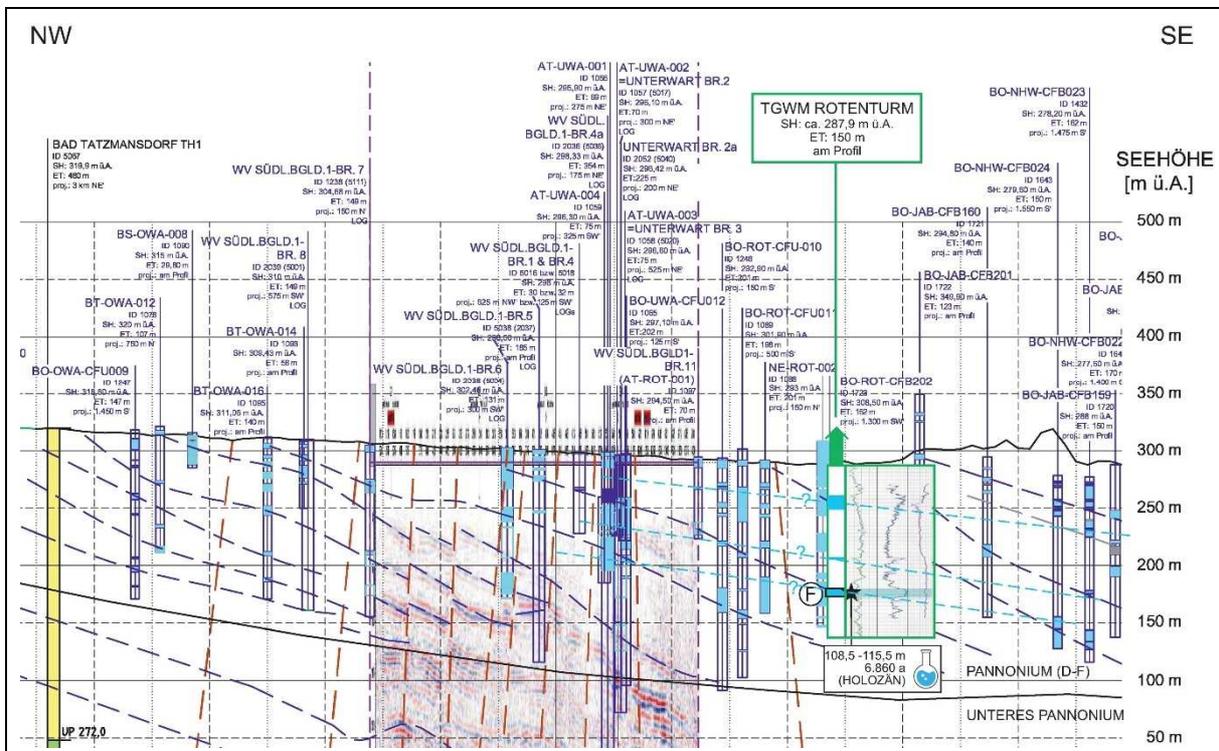


Abbildung 4.14: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Rotenturm mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil A (Profil-km 25 - 35) (32).

#### 4.3.11. TGWM Untergroßau (Sinabelkirchen)

Die Bohrung Untergroßau wurde im südöstlichen Bereich des Standortvorschlages mit einer Endteufe von 87,9 m hergestellt und im Bereich 54,2 – 57,2 m verfiltert (siehe Abbildung 4.15). Aus geologischer Sicht (5) liegt die Messstelle - unter ca. 6 m holozäner Bedeckung - im Grenzbereich zwischen dem Oberen Sarmatium (Gleisdorf - Formation mit Silt, Sand, Oolith, Mergel) im Westen und dem Unteren Pannonium (Obere Kohle führende Schichten von Weiz mit Kohle, Ton, Schluff, Sand), das am nordöstlichen Rand des Ilzbachtales ansteht.

Zur stratigraphischen Zuordnung der in der Messstelle Untergroßau erbohrten Einheiten wurde zum Vergleich das Profil der rund 6 km ESE' gelegenen Tiefbohrung ILZ TH1 herangezogen, die in ihrem hangenden Anteil stratigraphisch untersucht wurde (25). Die Korrelation erfolgte ausgehend von einem signifikanten Oolith-Horizont (dieser ist in den Bohrkleinproben – wahrscheinlich aufgrund des Probenabstandes von 2 m - nicht erfasst) und ist in Abbildung 4.16 dargestellt.

Demnach werden die hangenden Einheiten der Bohrung Untergroßau (6 – 38 m) vorläufig dem Oberen Pannonium / Feldbach Formation zugeordnet. Der kiesige Sandhorizont von 38,4 – 40,4 m wird als Mühlendorfer Schotter und damit als hangendste Einheit des Oberen Sarmatium / Gleisdorf Formation interpretiert. Daraufhin wurde die Grenze zwischen Unterem Pannonium und Oberen Sarmatium im NANUTIWA-Profil korrigiert bzw. ergänzt (siehe Abbildung 4.16). Das Obere Pannonium keilt nun westlich von Untergroßau an einer Störungszone aus. Der in der Messstelle erschlossene Tiefengrundwasserhorizont gehört wahrscheinlich dem Oberen Sarmatium an.

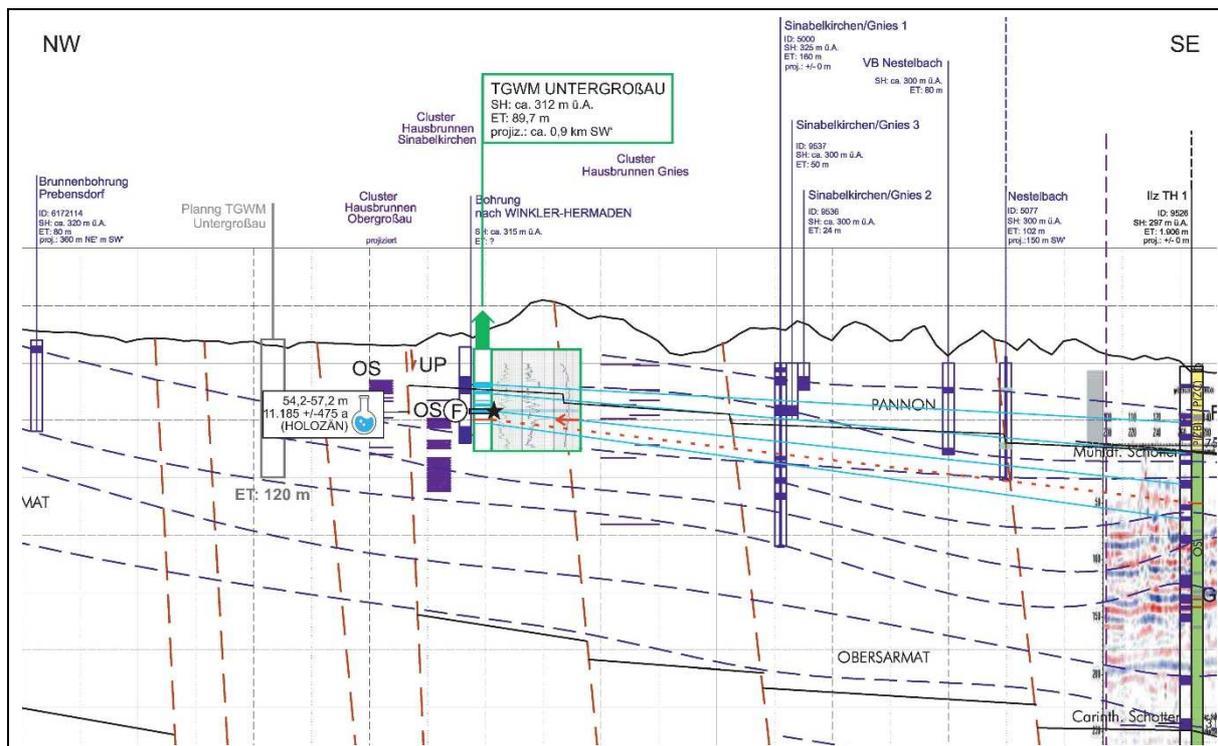


Abbildung 4.15: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Untergroßau mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil G (Profil-km 18 - 29) (32).

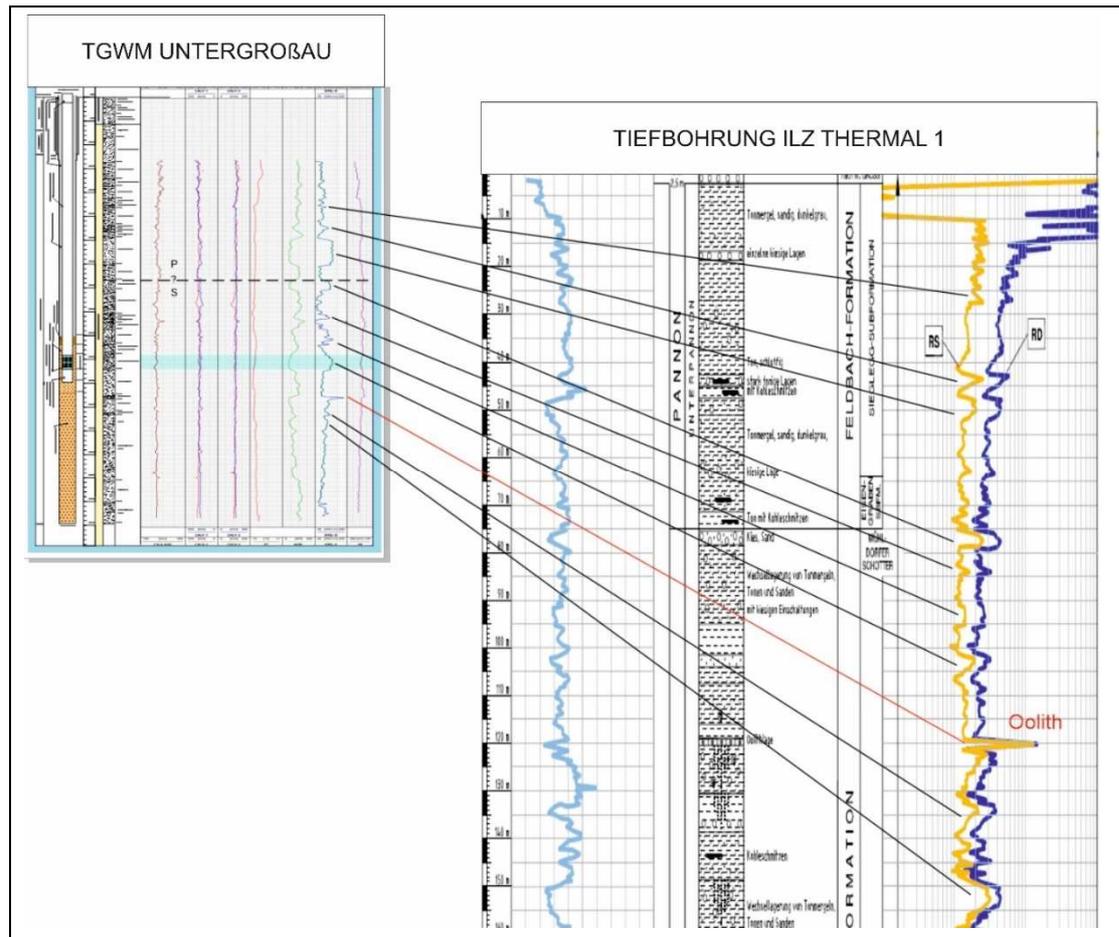


Abbildung 4.16: Tiefengrundwassermonitoring – Korrelation der geophysikalischen Bohrlochmessungen aus der Tiefengrundwassermessstelle Untergroßau (links) und der Tiefbohrung Ilz Thermal 1.

#### 4.3.12. TGWM Breitenfeld (St. Kind)

Ca. 1,5 km westlich des Standortvorschlages ("St. Kind") wurde die Tiefengrundwassermessstelle Breitenfeld an der Rittscheintal errichtet und im Abschnitt 70 – 73 m ausgebaut.

Aus geologischer Sicht befindet sich die 78,7 m tiefe Bohrung in holozänen Ablagerungen am südlichen Rand des Rittscheintales, wo laut Geofast-Karte Blatt 166 Fürstenfeld (6) Sedimente des Unteren Pannonium (Paldau-Formation / Mayerhanselberg-Subformation) anstehen. In die geschichteten gelben Feinsande und blaugrauen Tone und Mergel sind quarzreiche Kiese und Sande der Kirchberg- und Karnerberg Subformation eingelagert (6).

Die im NANUTIWA-Profil I eingetragene Messstelle ist in Abbildung 4.17 dargestellt. Als Referenzprofil für die stratigraphische Bearbeitung wurde die Bohrung OTTENDORF TH1 herangezogen. Die ca. 3 km nordwestlich gelegene Tiefbohrung hat bis zu einer Tiefe von 65 m Schichten des Unteren Pannonium erbohrt. Das Obere Sarmatium setzt dort mit rund 10 m mächtigen Kiesen ein, die als Mühldorfer Schotter interpretiert wurden.

Aufgrund der regionalgeologischen Verhältnisse und durch einen Vergleich der Completionlogs der Bohrungen OTTENDORF TH1 und TGWM Breitenfeld ist eine Interpretation des Aquifers

als "Mühldorfer Schotter" denkbar. Der erschlossene Tiefengrundwasserleiter wird vorläufig dem Oberen Sarmatium zugeordnet.

Aufgrund der Korrelation wurde im NANUTIWA-Profil in Abbildung 4.17 der Grenzverlauf Pannonium/Sarmatium angepasst. Dieser war in der ursprünglichen Version wegen eines Schnittflächeneffektes (das Profil folgt streckenweise nicht dem Talverlauf) anders dargestellt. Mit der Neuinterpretation ergeben sich auch alternative Aquiferkorrelationen mit flacherem Einfallen (hellblau gestrichelt in Abbildung 4.17)

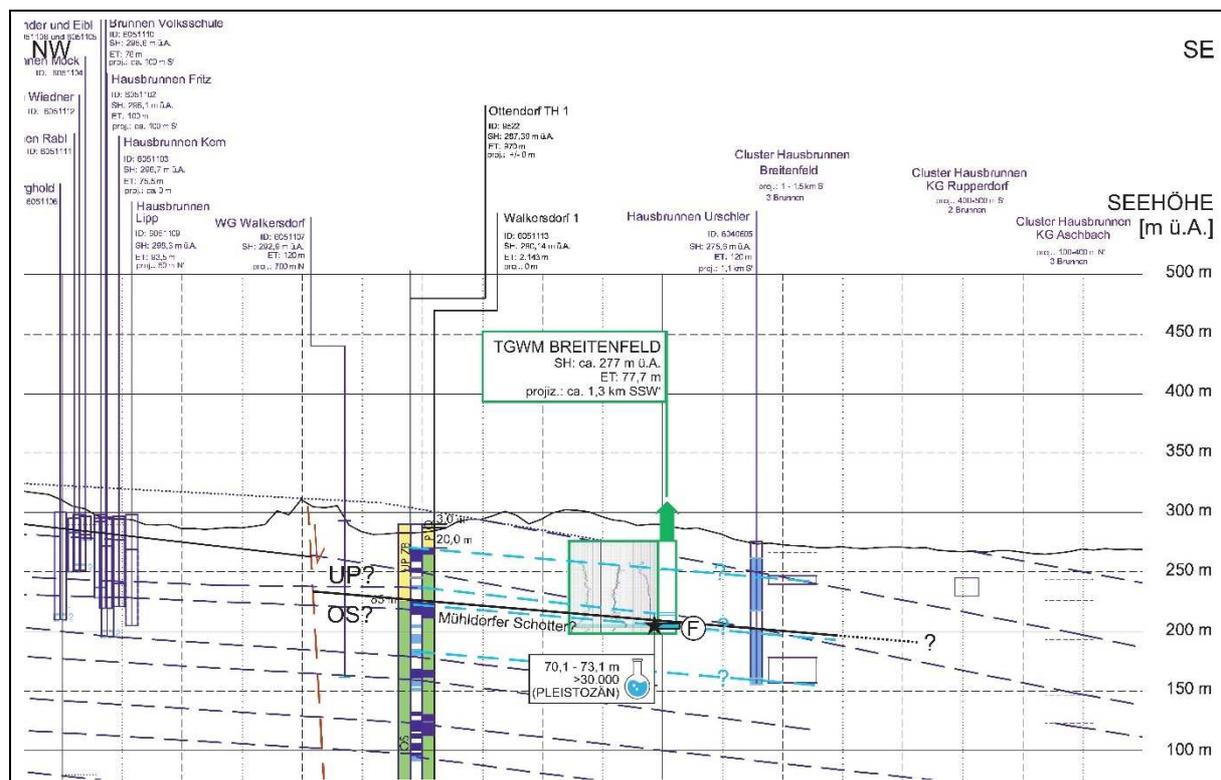


Abbildung 4.17: Tiefengrundwassermonitoring – Mesststelle Breitenfeld mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil I (Profil-km 35 - 44) (32).

#### 4.3.13. TGWM Zöbing (Studenzen)

Die Mesststelle Zöbing wurde unmittelbar nördlich des in (43) vorgeschlagenen Standortbereiches (Studenzen) errichtet. Die Endteufe lag bei 85,8 m, die Filterstrecke wurde zwischen 75 und 79 m eingebaut. Zur Interpretation der Ergebnisse wurde die Bohrung in das NANUTIWA-Profil H eingespielt (siehe Abbildung 4.18).

Im ursprünglichen Profil ((32), Status 2005) keilen die Schichten des Unterer Pannonium zwischen den Brunnen St. Margarethen und Sulz aus. Nach der geologischen Karte (5) stehen hier an beiden Talflanken die "Oberen Kohle führenden Schichten von Weiz" des Unterer Pannonium an. Die Grenze wurde nun an die aktuellere geologische Karte (2015 (5)) angepasst.

Weiters wurde die Korrelation der Bohrlochmessungen aus den Brunnen Sulz und St. Margarethen überarbeitet und mit den Logs aus der Bohrung Zöbing neu interpretiert. Vor allem die Messungen der Bohrlöcher Zöbing und Margarethen zeigen deutliche Übereinstimmungen, woraufhin die Aquifere neu korreliert wurden (hellblau gestrichelt in Abbildung 4.18).

Die Grenzziehung von Unterem Pannonium zum Oberen Sarmatium ist hier spekulativ und basiert u.a. darauf, dass die Gleisdorfer Schichten des Oberen Sarmatium im Oststeirischen Becken mit einer hangenden kiesigen Lage auftreten. Das angedeutete Einfallen von Sulz Richtung Süden ergibt sich aus obertage anstehenden Sedimenten der Gleisdorf Formation (Oberes Sarmatium) einige Kilometer nördlich der TGWM Zöbing (z.B. bei Sinabelkirchen). Damit bleibt aber eine stratigraphische Zuordnung des erschlossenen Tiefengrundwasserhorizontes unklar.

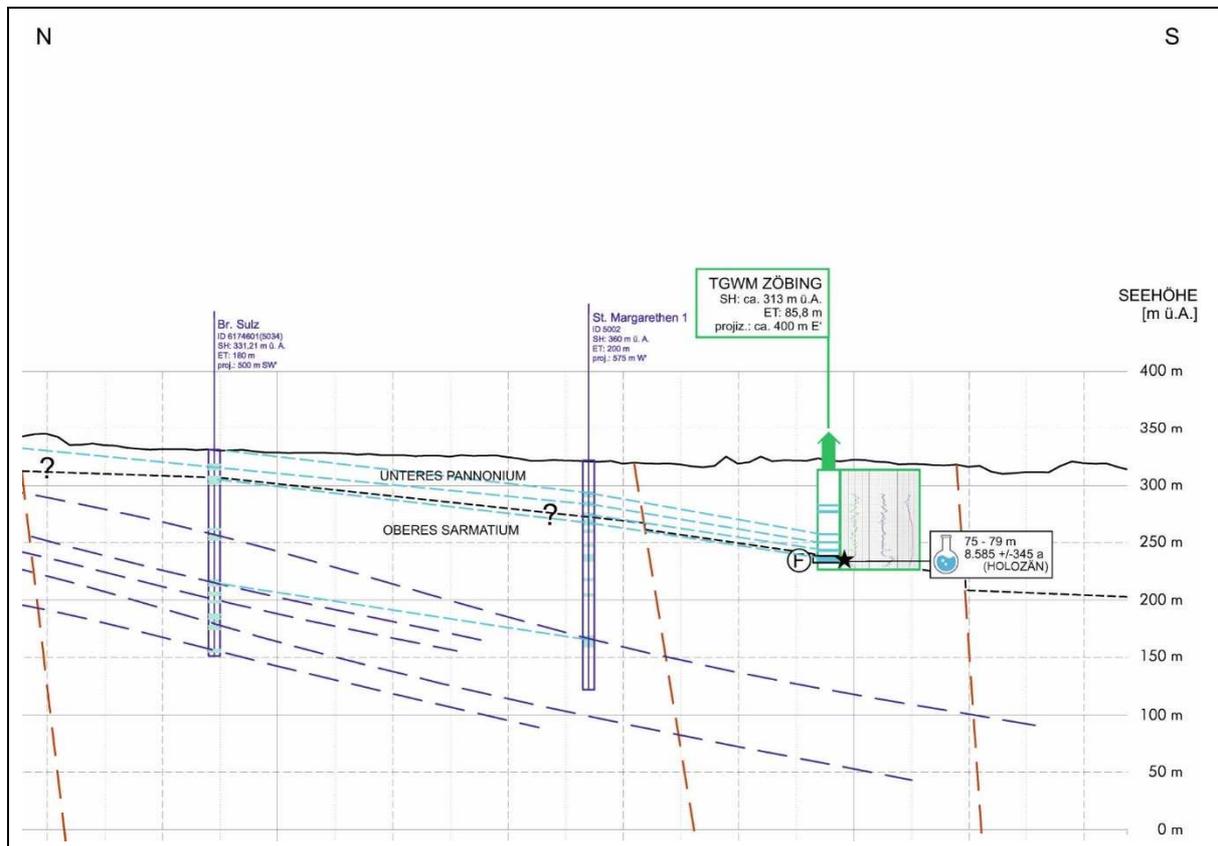


Abbildung 4.18: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Zöbing mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil H (Profil-km 18 - 27) (32).

#### 4.3.14. TGWM Pertlstein (Haselbach)

Die nordöstlich der Ortschaft Pertlstein an der Raab errichtete Messstelle liegt rund 4 km nordwestlich des vorgeschlagenen Standortes (Haselbach). Die Bohrung wurde auf eine Endteufe von 79,6 m niedergebracht und im Abschnitt 63 – 65 m mit Filterrohren ausgebaut.

Die Messstelle liegt in ca. 10 m mächtigen holozänen Ablagerungen des Raabtales. An den Talflanken stehen im Raum Pertlstein Sedimente der Paldau Formation / Mayerhanselberg-Subformation des Unteren Pannonium an. Am südlichen Talrand treten nach (8) zudem Vulkanite (Tuffe des oberen Pliozän) auf.

In der Bohrung traten in der letzten Spülprobe (79,6 m) Makrofossilien in Form von Mollusken auf, die mit freundlicher Unterstützung von Dr. Martin Gross (Studienzentrum Naturkunde des Universalmuseum Joanneum) zugeordnet werden konnten:

Gastropoda: Melanopsis boué, Theodoxiden-Bruchstücke  
Bivalvia: Congerien-Bruchstück, Limnocardien-Bruchstücke

Die Vergesellschaftung der Fossilien in Verbindung mit ihrer Fundstelle deutet auf die Münzengrabenbank der Mayerhansberg-SbFm. der Paldau-Fm. (Pannonium C) hin und erlaubt eine stratigraphische Zuordnung des erschlossenen Tiefengrundwasserhorizontes.

Die Messstelle mit (potentiellen) Grundwasserhorizonten stimmt mit den im NANUTIWA-Profil H (siehe Abbildung 4.19) eingetragenen Korrelationshorizonten überein. Bei 32 m, 40 m und 67 m traten Braunkohle bzw. -schmitzen und Sapropel auf die auch aus Bohrungen im östlich gelegenen Fehring dokumentiert sind, dagegen wurden keine Vulkanite angetroffen.

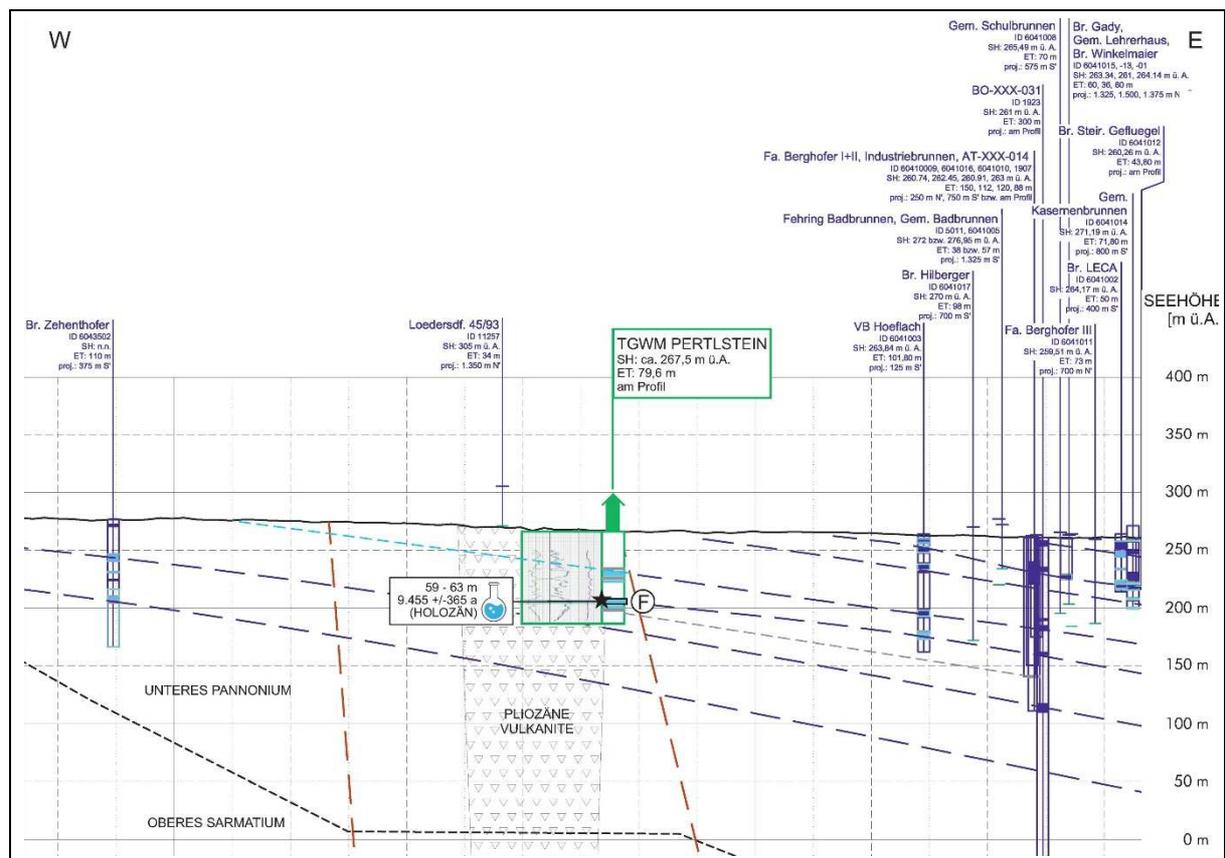


Abbildung 4.19: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Perlstein mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil H (Profil-km 39 - 48) (32).

#### 4.3.15. TGWM Hohenbrugg

Die Messstation Hohenbrugg wurde ca. 5 km W<sup>l</sup> der TGWM Neumarkt an der Raab, abseits eines vorgeschlagenen Standortbereiches, errichtet. Die Bohrung wurde auf eine Endteufe von 89,7 m niedergebracht und ein Grundwasserhorizont im Abschnitt 45 – 50 m ausgebaut (tiefere Horizonte wurden in der Bohrung durch eine Zementation verschlossen).

In Abbildung 4.20 ist die geologisch-hydrogeologische Situation schematisch dargestellt. Nach den Geofast-Karten Feldbach (8) und Jennersdorf (12) befindet sich der Standort im Grenzbe-  
 reich zwischen den Schichten von Loipersdorf und Unterlamm (Kohle, Sande, bunte Tone des

Mittleren Pannonium), die im Bereich der Messstelle und westlich davon an den Talrändern anstehen und den Jennersdorfer Schichten (blaugrüne Feinsande und Pelite des Pontium), die östlich der Bohrlokation auskeilen. Nach der Stratigraphischen Gliederung in (26) werden die Jennersdorfer Schichten dem Oberen Pannonium zugeordnet (siehe Abbildung 4.3).

In Abbildung 4.20 wurde versucht, den NANUTIWA-Profilausschnitt an die neueren geologischen Karten anzupassen, was aber (v.a. durch die stratigraphische Abfolge in der Tiefbohrung Jennersdorf 1) noch nicht zufriedenstellend gelungen ist.

In den Bohrlochmessungen zeigte sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den Logs aus der TGWM Hohenbrugg und der Kohlenwasserstoffbohrung JENNERSDORF 1 (vor allem im Bereich des erschlossenen Tiefengrundwasserleiters). Nach dem schematischen NANUTIWA-Profil und den darin durchgeführten Korrelationen erschließt die Tiefengrundwassermessstelle Hohenbrugg einen seichteren Grundwasserhorizont als die Messstation Neumarkt an der Raab, der wahrscheinlich dem Mittleren Pannonium zugeordnet werden kann.

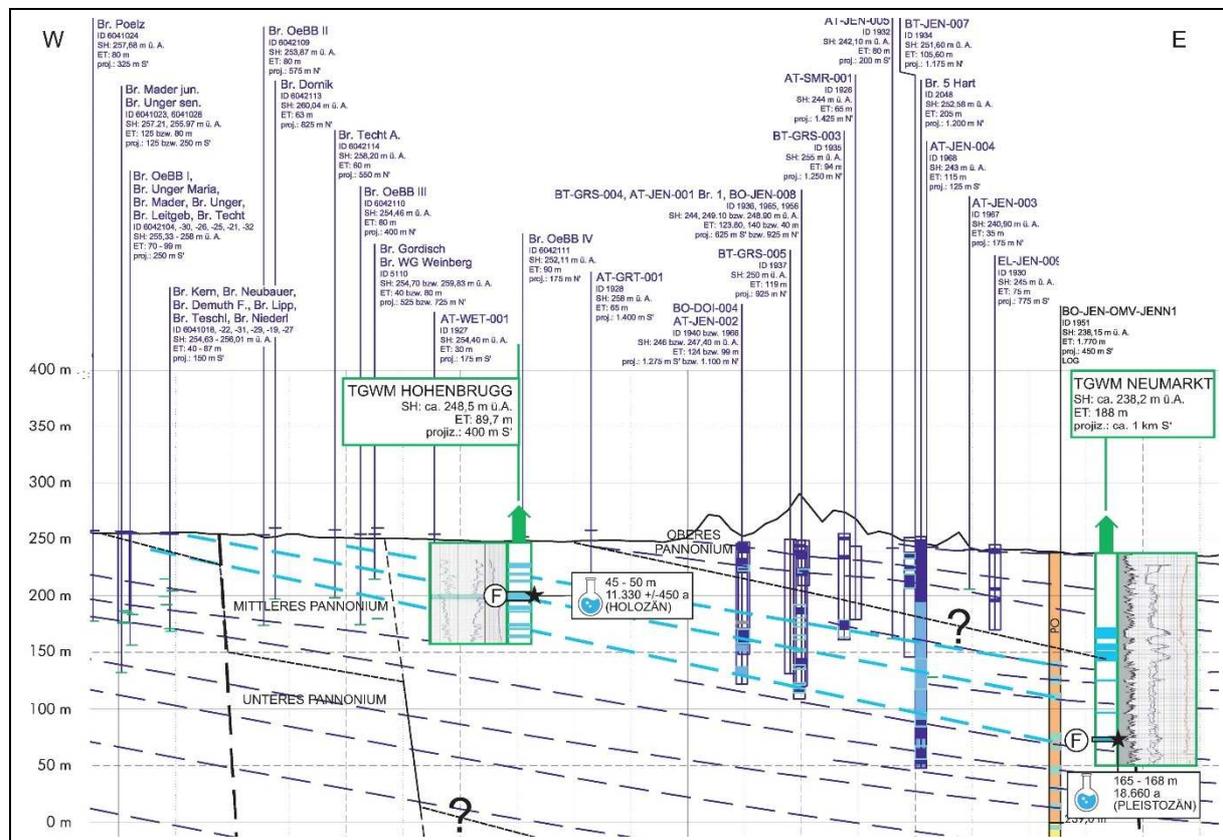


Abbildung 4.20: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Hohenbrugg mit Ausbaurohrizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil H (Profil-km 50 – 60) (32).

### 4.3.16. TGWM Schachendorf

Die Messstelle Schachendorf wurde im Nordosten des Tiefengrundwasserkörpers und in ca. 7 km Entfernung zum Ende des NANUTIWA-Profil L bzw. 1 km westlich des Standortvorschlags hergestellt. Nach Erreichen der vorläufigen Endteufe von 90,9 m und Durchführung der geophysikalischen Bohrlochmessungen wurde, aufgrund der Zunahme von kiesigen Anteilen in den letzten Spülproben entschieden, die Bohrung bis auf eine Teufe von 99,7 m weiterzuführen.

Abbildung 4.21 zeigt schematisch die Position der Messstelle Schachendorf in der Verlängerung des NANUTIWA-Profil L.

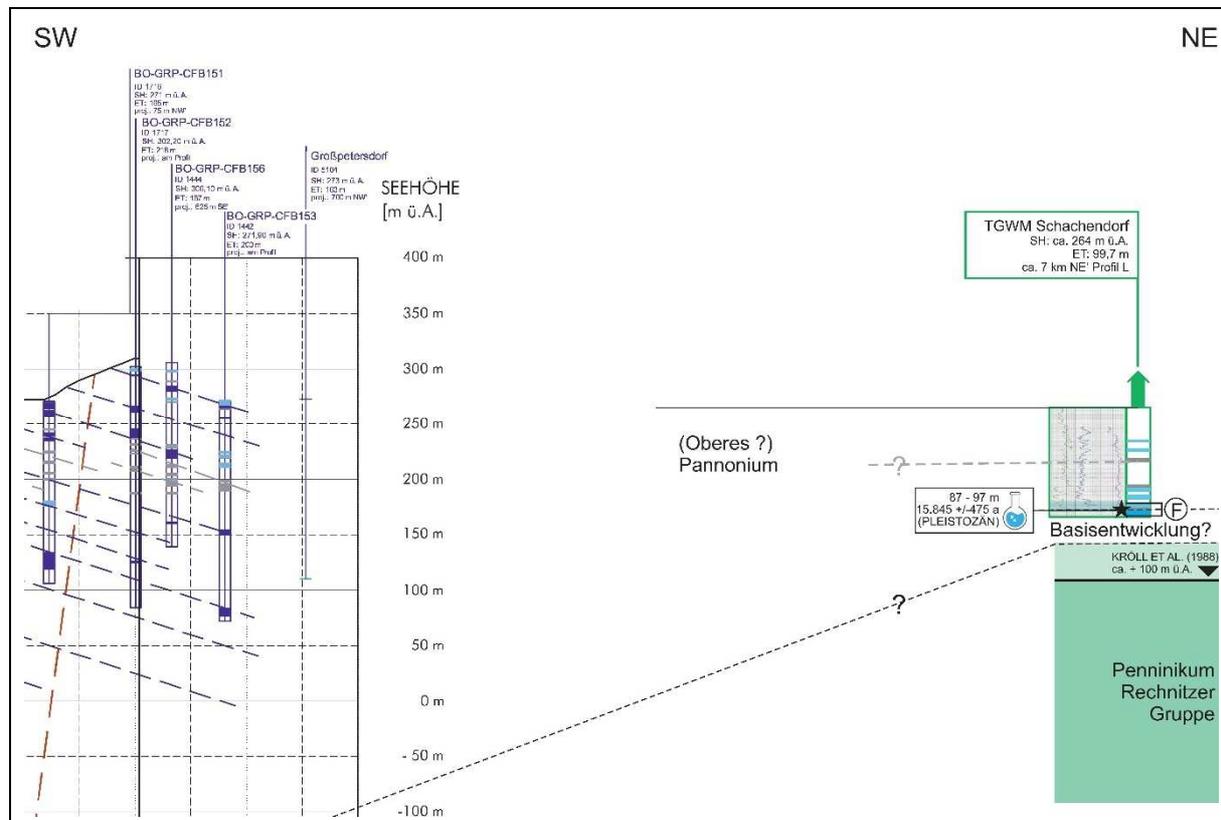


Abbildung 4.21: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Schachendorf mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern 7 km NE' des NANUTIWA-Profil L (32) mit angedeuteter struktureller Position des Beckenuntergrundes.

Nach der geologischen Karte (Blatt 138 Rechnitz (4)) liegt die Messstelle Schachendorf im Bereich pannoner Ablagerungen (Anm. in der Karte veraltet als "Pontium" bezeichnet), die nach P. HERRMANN in (4) als Feinsande und Schluffe obertage anstehen. Demnach bzw. aufgrund der feinklastischen Ausbildung im Hangenden, wird die erbohrte Schichtfolge zur Gänze dem Pannonium zugeordnet – in Analogie zu einer Kohleprospektionsbohrung bei Schandorf (siehe Abbildung 4.22) wahrscheinlich Oberes Pannonium (Zone F), das unmittelbar über das 1,4 km nördlich zutage tretende Grundgebirge (Rechnitzer Gebirge) transgrediert (22).

Der Abschnitt südlich des Rechnitzer Gebirges (= Bereich der südburgenländischen Schwelle) wurde durch fünf Bohrungen (R1 - R5) hinsichtlich Kohleführung untersucht. Die angetroffenen Sedimente wurden von PAPP und RUTTNER ((22), (24)) aufgrund ihres Fossilinhalts dem Pannonium (Zone D, E und F) zugeordnet.

Die TGWM Schachendorf liegt dabei zwischen den beiden Bohrungen R1 und R2 (siehe Abbildung 4.22). Nach dem geologischen Profil von (22) taucht das im Norden bei Rechnitz anstehende Grundgebirge gegen Süden ab und tritt im Südsüdwesten mit dem Königsberg wieder zutage.

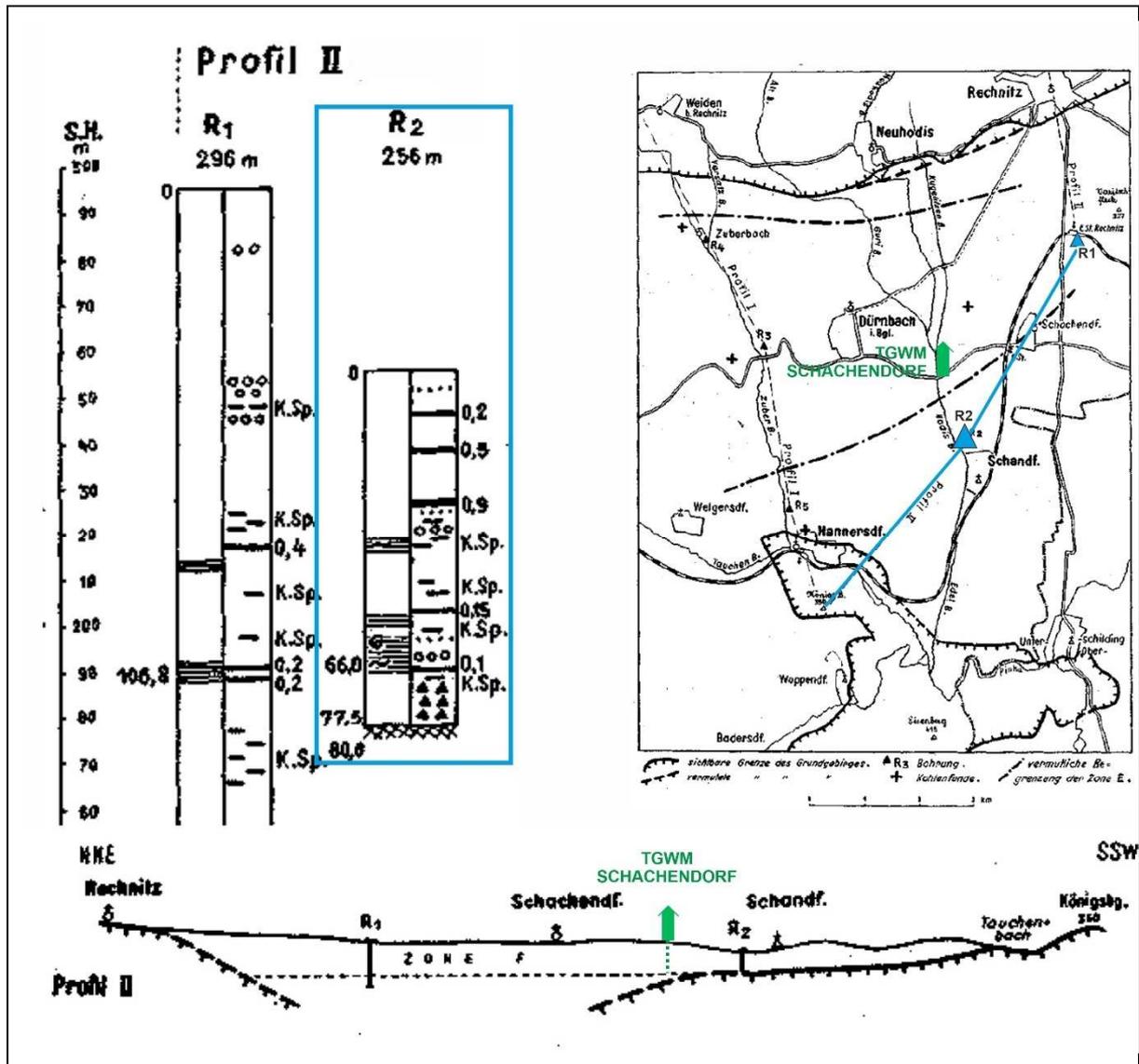


Abbildung 4.22: Tiefengrundwassermonitoring - Korrelation der TGWM Schachendorf mit benachbarten Kohleprospektionsbohrungen (22).

Das präneogene Grundgebirge wurde in drei der fünf Bohrungen erreicht, wobei unmittelbar über dem Grundgebirge (Rechnitzer Einheit) eine Basistentwicklung angetroffen wurde (sog. "Basisschotter" mit stark variierender Mächtigkeit) deren Komponenten sich "ausschließlich aus den lokal darunter anstehenden Gesteinen (Grünschiefer, Serpentin, Kalkphyllit und Dolomit)" (24) zusammensetzen. Im Profil der nächst gelegenen Bohrung R2 ist eine Mächtigkeit von 11,5 m abzulesen, wobei am Top der Basistentwicklung ein 10 cm mächtiges Kohleflöz angetroffen wurde, das von einer Kieslage überlagert wird.

In (22) und (24) wird das Neogen als eine überwiegend monotone Abfolge aus hellgrauen bzw. in tieferer Position grüngrauen feinsandigen, stark glimmerführenden Mergeln und Tonmergeln charakterisiert. Zwischengelagerte tonige Schichten werden als bräunlich gefärbt und schwach bituminös beschrieben. Die Abfolge wird durch mehrere Lagen aus Grobsand bis Feinkies und geringmächtige Kohleflöze unterbrochen. Beide zeigen sich in ihrer lateralen Ausbreitung sehr unbeständig und unregelmäßig.

Die oben beschriebene Lithologie (v.a. der Bohrung R2) lässt sich gut mit dem Profil der Tiefengrundwasser messstelle korrelieren. Die Basistentwicklung (ca. 94 bis 99,7 m) besteht aus grau-

grünen metamorphen Komponenten und beinhaltet Kohleschmitzen. Sie unterscheidet sich von der braunen, ca. 5 m überlagernden Kies-Sandlage, die im Gegensatz zum aufgearbeiteten Grundgebirge der Basisentwicklung als Grobschüttung interpretiert wird. Weiters finden sich auch in der Bohrung Schachendorf tonige, bituminöse Zwischenlagen (z.B. bei 50 m).

Demnach kann angenommen werden, dass das Grundgebirge unter der erbohrten Basisentwicklung (Mächtigkeit?) ansteht. Dies korreliert ungefähr mit der Strukturkarte des präneogenen Untergrundes (20), wonach im Bereich der Messstelle Schachendorf das präneogene Basement bei ca. +100 m ü.A. eingetragen ist. Mit einer Seehöhe von rund 264 m ü.A. (abgegriffen aus GIS Burgenland) entspricht das einer Bohrteufe von 164 m u.GOK. Lt. (20) wurde das Basement (Rechnitzer Einheit) ca. 1,5 km südwestlich der TGWM Schachendorf in einer Bohrung (SB03) in einer Tiefe von ca. 135 m u.GOK. (+139 m ü.A. (20)) angetroffen.

Die in der TGWM Schachendorf von 87 m bis 97 m mit Filterrohren ausgebaute Abschnitt (siehe auch Abbildung 4.23) wird wie folgt interpretiert:

- 88 – 94 m: Hangender Anteil  
Ockerbrauner, +/- kiesiger Sand
- 94 – 99,7 m (ET): Liegender Anteil (Basisentwicklung)  
Graugrüner sandiger Mittel- bis Feinkies  
(Komponenten überwiegend Phyllite und Grünschiefer der Rechnitzer Einheit; im Hangenden Kohleschmitzen)

Die beiden Einheiten sind nicht durch eine minder durchlässige Schicht getrennt und stehen hydraulisch in Verbindung.

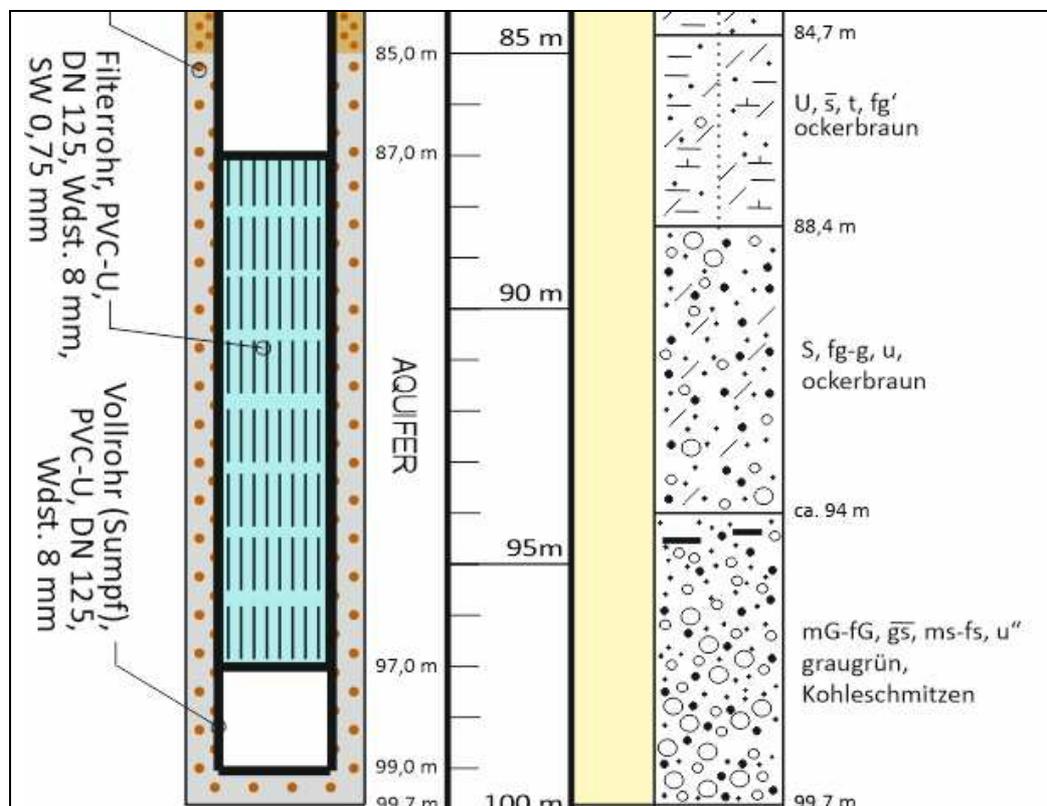


Abbildung 4.23: Tiefengrundwassermonitoring – Ausschnitt aus dem Completionlog der TGWM Schachendorf im Bereich des erschlossenen Tiefengrundwasserleiters (34).

### 4.3.17. TGWM Auboden

Der Standort der Tiefengrundwassermessstelle Auboden liegt ca. 3 km südwestlich des vorgeschlagenen Bereiches in holozänen Ablagerungen der Pinka. Die Bohrung wurde auf 129,7 m Tiefe niedergebracht, wobei ein Grundwasserhorizont bei 32 – 35 m erschlossen wurde. Um einen hydraulischen Kurzschluss mit tieferen Aquiferen zu unterbinden wurde das Bohrloch von Sohle bis 38 m zementiert.

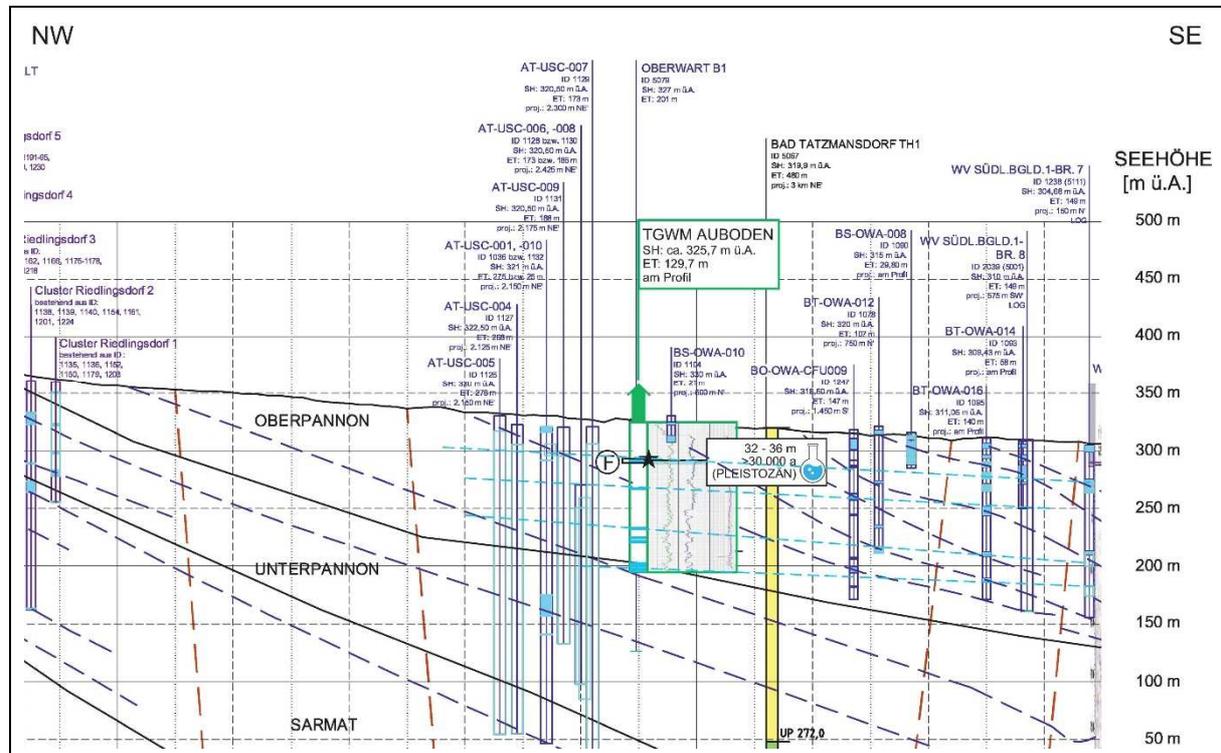


Abbildung 4.24: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Auboden mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil L (32).

Nach der geologischen Karte (Blatt 137 - Oberwart (19)) sind am Standort unter holozänen Schwemmsanden und Auelehmen Sedimente des Oberen Pannonium ("Pontium" in (19)) verbreitet, die gegen Nordwesten auskeilen. Bei Pinkafeld stehen demnach Schluffe, Sande und Kiese des Sarmatium an.

In Abbildung 4.24 ist die Position der Messtelle im NANUTIWA-Profil A dargestellt. Dabei wurde für den Bereich Oberwart eine alternative Korrelation der Tiefengrundwasserhorizonte mit weniger steilem Einfallen als im ursprünglichen Profil eingetragen. Der erschlossene Tiefengrundwasserhorizont kann stratigraphisch sehr wahrscheinlich dem Oberen Pannonium zugeordnet werden.

### 4.3.18. TGWM Rauchwart

Ca. 4 km westlich des Standortvorschlages wurde das Bohrloch Rauchwart mit einer Tiefe von 101,6 m im Bereich holozäner Alluvionen des Stremtales abgeteuff. Der ausgebaute Tiefengrundwasserleiter liegt bei 25 bis 33 m unter Gelände.

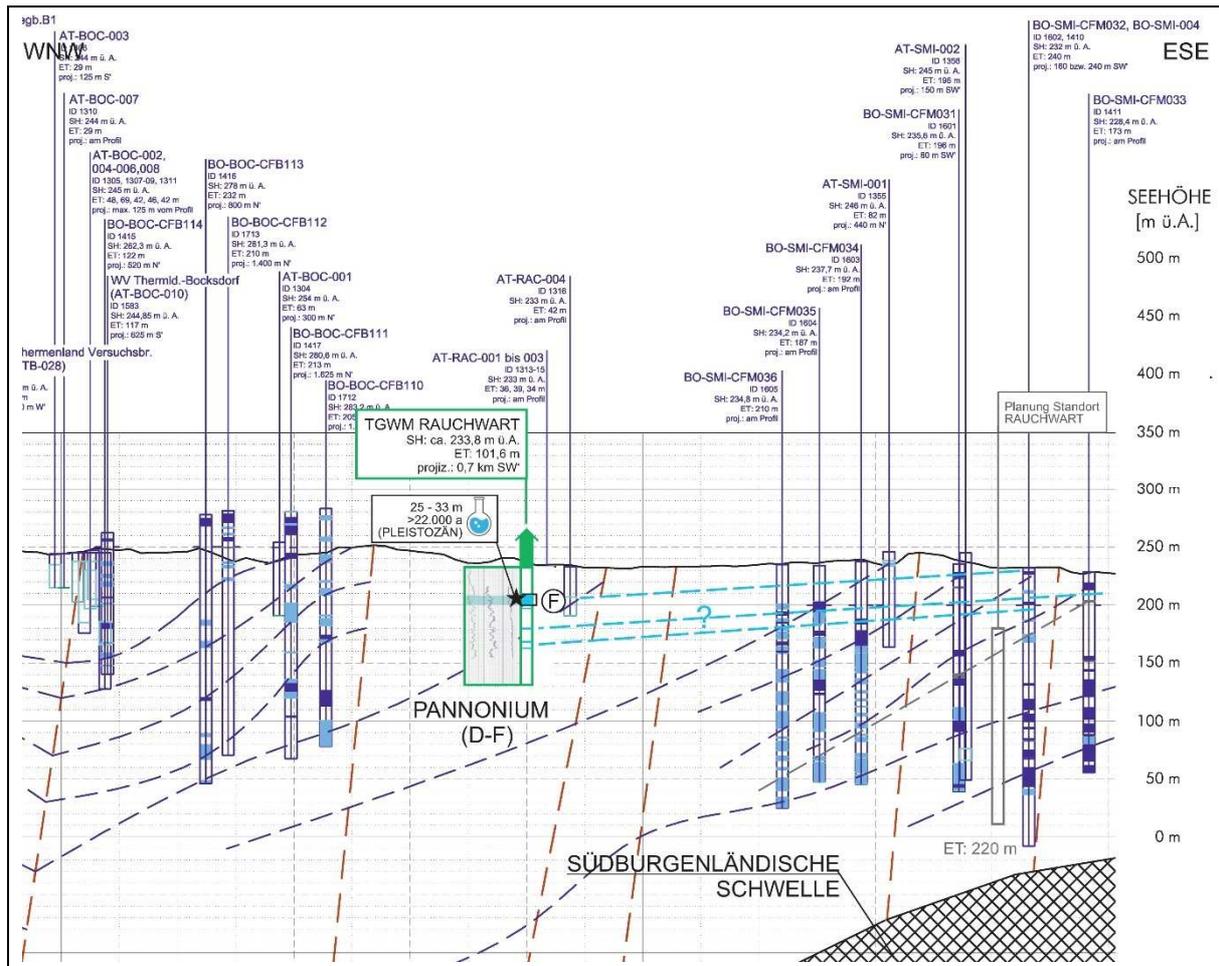


Abbildung 4.25: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Rauchwart mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil B (Profil-km 15 bis 25) (32).

Wie im schematischen Profilausschnitt in Abbildung 4.25 zu erkennen ist, wurden im weiteren Umfeld der Messstelle zahlreiche Brunnen errichtet, deren Horizonte aufgrund der Lage im Bereich der Südburgenländischen Schwelle mit einem steilen Einfallen korreliert wurden. Besonders in den hangenden Abschnitten ist auch ein flacheres Einfallen möglich (hellblau gestrichelte Linien in Abbildung 4.25). Laut geologischer Karte (Blatt 167 Güssing) sind im Großraum Rauchwart Sande und Schluffe des Pannonium (Zone D-F) verbreitet, denen der Aquifer in der Messstelle Rauchwart vorerst zugeordnet wird.

### 4.3.19. TGWM Deutsch Kaltenbrunn

Die 63,6 m tiefe Bohrung wurde am westlichen Rand des Lafnitztales abgeteuft, wo nach (18) Sedimente des Pannonium (Zone D-F) anstehen, die lithologisch vereinfacht als Sande und Schluffe zusammengefasst sind. Erschlossen wurde ein Tiefengrundwasserhorizont im Abschnitt 52,8 – 56,2 m mit fein- bis mittelkörnigen Grobsanden. Die Messstelle und der ursprüngliche Standortvorschlag sind in Abbildung 4.26 in das NANUTIWA-Pofil D eingetragen. Trotz der Projektionsdistanz von 1,2 km zeigt sich eine Übereinstimmung mit den im Profil ausgewiesenen Grundwasserhorizonten, wobei im Bereich der Messstelle ein weiterer, dritter Horizont vorliegt.

Bei der stratigraphischen Zuordnung wird das aktuellere Geofast-Kartenblatt 166 Fürstenfeld herangezogen, wo das anstehende Pannonium als Paldau - Formation (Mayerhanselberg-Subformation mit geschichteten gelben Feinsanden und blaugrauen Tonen und Mergeln des Unteren Pannonium) eingestuft ist (6). Wie in Abbildung 4.26 dargestellt, ist in den umliegenden Tiefbohrungen das Pannonium ebenfalls als Unteres Pannonium angegeben.

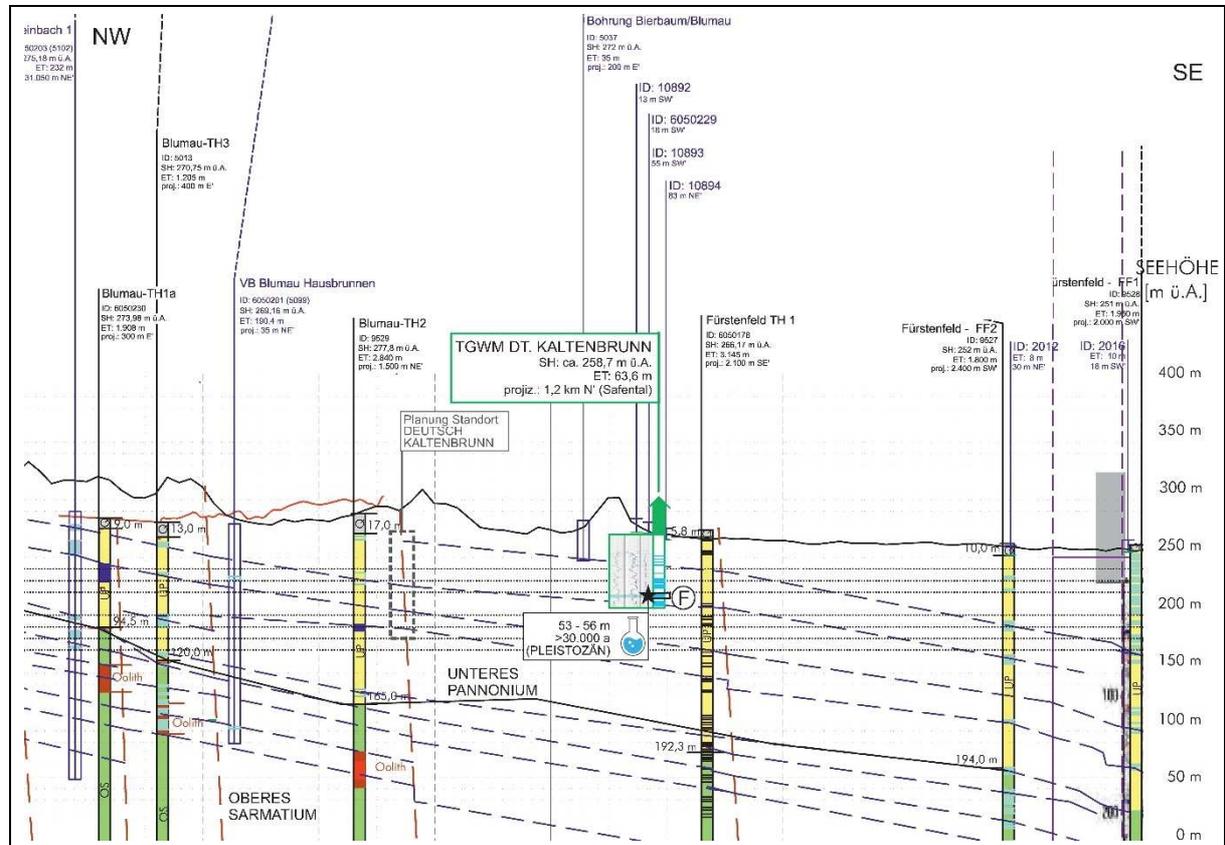


Abbildung 4.26: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Deutsch Kaltenbrunn mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil D (Profil-km 25 bis 35) (32).

#### 4.3.20. TGWM Dobersdorf

In Abbildung 4.27 ist die Position der Messtation Dobersdorf eingetragen, die innerhalb des vorgeschlagenen Standortbereiches (rund 1,5 km südlich des exemplarischen Standortprofils) errichtet wurde. Die 89,7 m tiefe Bohrung wurde im Abschnitt 68 – 71 m mit Filterrohren ausgebaut.

Laut geologischer Karte Blatt 167 Güssing (18) liegt die Messtation Dobersdorf im Bereich holozäner Alluvionen. Am östlichen Talrand stehen Sande und Schluffe des Pannonium (Zone D-F) mit pleistozänen Terrassenresten an. Im Westen tritt im Bereich des Stadtwaldes ebenfalls ein langgezogener quartärer Terrassenkörper auf, der in (2) als Hochterrasse (Helfbrunner Terrasse bzw. als "Höhere Terrassen fraglichen Alters" ausgewiesen ist. Westlich der Terrasse und bereits im Rittscheintal stehen nach (18) wieder Sedimente des Pannonium (Zone D-F) an, im GIS Steiermark (2) sind sie als Schichten von Unterlamm (Sande, bunte Tone, Kohleflöze, Oberes Pannonium) eingestuft. In den nördlich gelegenen Tiefbohrungen Fürstenfeld FF1 und FF2 wurde der gesamte hangende Abschnitt als Unteres Pannonium angesprochen (siehe Abbildung 4.27).

Der in der Bohrung Dobersdorf ausgebaute Tiefengrundwasserhorizont wird vorläufig dem Pannonium (Zone D-F) zugeordnet, wobei auch Oberes Pannonium denkbar ist.

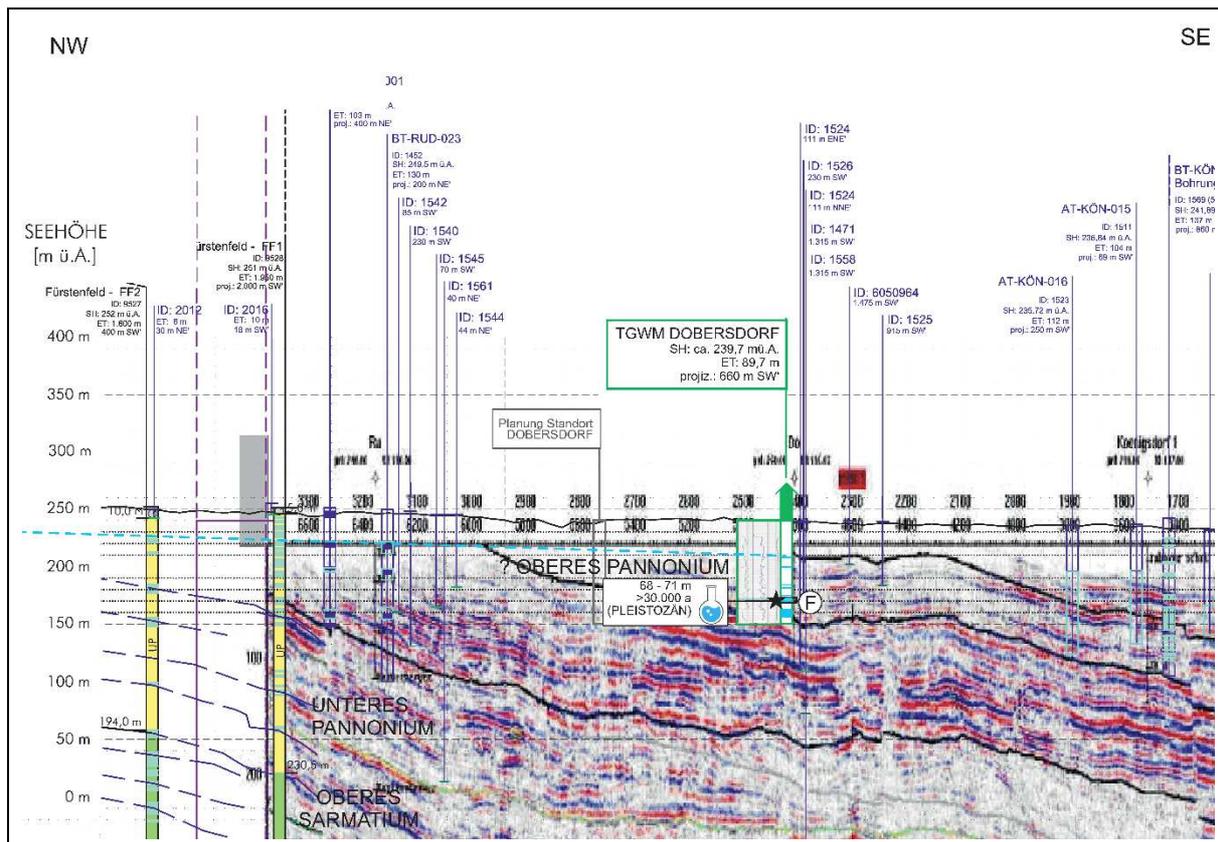


Abbildung 4.27: Tiefengrundwassermonitoring – Messstelle Dobersdorf mit Ausbauhorizont und potentiellen Grundwasserleitern im NANUTIWA-Profil D (Profil-km 33 - 43) (32).

#### 4.3.21. Zusammenfassung

Tabelle 4.4 fasst die geologisch-stratigraphischen Ergebnisse der Pegelbohrungen beider Ausbaustufen – im Vergleich mit der Prognose – in einer Übersicht zusammen. Dabei ist anzumerken, dass in der Ausbaustufe 1 – trotz Abweichungen von dem im Monitoringkonzept (43) vorgeschlagenen Standortbereich – das im Konzept jeweils dargestellte exemplarische Standortprofil mit den dafür angegebenen orientierenden Kenndaten (Tiefen, stratigraphische Zuordnung, Potentialverhältnisse) als Grundlage herangezogen wurde. D.h. eine standortbezogene Aktualisierung der Ansatzpunkte erfolgte nicht. Daher sind in Tabelle 4.4 für die erste Phase keine Tiefenprognosen der potentiellen Grundwasserhorizonte angegeben.

Dagegen erfolgte zu Beginn der Ausbaustufe 2 eine Detailplanung bzw. Überarbeitung der Prognosen für die vom Auftraggeber festgelegten Standorte (35). Die Prognosen für die einzelnen Standorte sind Tabelle 4.4 zu entnehmen.

Für alle 19 Bohrungen wurden die Bohrlochmessungen und Bohrkleinansprachen gesichtet und neben den ausgebauten Grundwasserhorizonten weitere potentiell wasserführende Abschnitte abgegrenzt. Diese sind in Tabelle 4.5 aufgelistet.

Tabelle 4.4: Tiefengrundwassermonitoring – Ausbaustufen 1 und 2.  
Zusammenfassung der geologischen Ergebnisse der in den Pegelbohrungen erschlossenen Aquifere und Gegenüberstellung mit der Prognose aus (43) (bzw. (35) für die Pegel der zweiten Ausbaustufe).

Messstelle		Bohrung Endteufe (m)		Aquifer					
				Stratigraphie		Tiefe (m)		M (m)	Lithologie
		Prog	Ausf	Prog	Ausf	Prog	Ausf		
Ausbaustufe 1	Laßnitzthal	80	81	P+OS	UP/OS	---	74-76,2	2,2	gS – fG, mg, ms'
	Dienersdorf	130	152	P+S	P?, S ?	---	45-47	2,0	fS, g, u, s'
	Paldau	120	168	OP	UP	---	68-73 75-77,5 80-88	5 2,5 8	fS, u, g' U, fs U, s
	Lafnitz	130	135	S	S	---	126-133?*	7?	fG, s, u
	Heiligenkreuz	120	121	P	P	---	80-87,5	7,5	fG-mG, s, t'
	Luising	100	98	OP	OP	---	92,5-95?*	>1,5	fS, g, u, t'
	Neumarkt	190	190	OP	OP/MP?	---	165-168	3	mS
	Rotenturm	150	150	OP	OP	---	108,5- 115,5	7	gS-fG, u
	Bildein	110	151	OP	OP	---	---	---	nicht ausgebaut*
Ausbaustufe 2	Untergroßbau	90	89,7	OS	OS	60-70 82-87	54,0-57,3	3,3	gS-fG, fs-ms', u''
	Breitenfeld	70	77,7	UP+OS	OS	20-30 35-60	70,0-75,5	5,5	fG-gS, fs-ms, u
	Zöbing	60	85,8	P	UP/OS?	36-39 45-48	75,0-79,0	4	gS-fG, fs-ms', u''
	Pertlstein	80	79,6	UP	UP (C)	45-50 70-80	59,0-63,0	4	fG-gS, fs-ms, u'
	Hohenbrugg	80	89,7	UP	OP	50-60 75-80	45,0-50,0	5	S-G, u
	Schachendorf	70	99,7	P	OP	30-35 60-65	88,4-94 94-99,7	5,6 5,7	S, g, u G, u
	Auboden	110	129,7	OP+UP	OP	50-56 95-105	32,5-35,2	2,7	S, u
	Rauchwart	100	101,6	P	P (D-F)	65-75 90-95	24,5-28,8 29,3-34,3	4,3 5,0	S, u S, u
	Dt. Kaltenbrunn	70	63,6	P	UP	20-35 50-65	52,8-56,2	3,4	S, fg, u
	Dobersdorf	90	89,7	P (UP?)	UP	50-60 80-85	68,0-69,7 70,3-71,9	1,7 1,6	S,fg, u fG, u

P...Pannonium, OP...Oberes Pannonium, S...Sarmatium, OS...Oberes Sarmatium

\* aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht ausgebaut und verfüllt

Tabelle 4.5: Tiefengrundwassermonitoring – Überblick der von Geoteam auf Basis der Bohrlochmessungen und Bohrkleinaufnahmen ausgewiesenen potentiellen Tiefengrundwasserhorizonte.

Phase	Land	Messstelle	Tiefe von m	Tiefe bis m	M m	Ausbau	Anmerkung			
1	Laßnitzthal		22	34	12					
			51,5	53	1,5					
			58	65	7					
			74	76,2	2,2	X				
		Dienersdorf		45	47	2	X			
				76	78	2		? lt. Bohrkleinaufnahme Ton; Hinweise aus GR und Widerstand		
				89	91	2		? lt. Bohrkleinaufnahme Ton; Hinweise aus GR und Widerstand		
		STMK	Paldau		115	121	6		? lt. Bohrkleinaufnahme Ton; Hinweise aus GR und Temperatur	
					54	56	2			
					68	73	5	X		
				75	77,5	2,5	X			
	Lafnitz			80	88	8	X			
				32	37	5				
				48,5	53	4,5				
				103,5	104	0,5				
				117,5	119	1,5				
				126	132,7	6,7		Unterkante unsicher, da keine BLM von 94 bis 98 m (ET)		
	Heiligenkreuz a.d. Lafnitz		54	57	3		? lt. Bohrkleinaufnahme Ton; Hinweise aus GR und Widerstand			
			76	78	2		? lt. Bohrkleinaufnahme sandiger Schluff; Hinweise aus GR und Widerstand			
			80	87,5	7,5	X				
			?	?	?		102 - 121 m keine Bohrlochmessungen			
		Luising		16,5	17,8	1,3				
				53	57,5	4,5		? lt. Bohrkleinaufnahme Schluff-Ton, +/-s.fq; Hinweise aus GR und Widerstand		
				73	74,5	1,5				
		BGLD	Neumarkt a.d. Raab		92,5	95	2,5	X	Unterkante unsicher, da keine BLM von 130 bis 135 m (ET)	
					67	76	9			
					88	97	9			
				113	115,5	2,5				
				142	143,5	1,5				
	Rotenturm			165	168	3	X			
				26	28	2				
				81	82,5	1,5				
				108,5	115,5	7	X			
				77,7	81,7	4		? technisch verunglückt		
	Untergroßau		30	35,2	5,2					
			38,4	40,4	2					
			45,6	46,6	1					
			48,7	51,9	3,2					
			54	57,3	3,3	X				
			62,8	63,4	0,6					
			66,2	66,8	0,6					
		Breitenfeld		22	---	---		? Hinweise aus Bohrkleinaufnahme und Geophysik		
				24	---	---		? Hinweise aus Bohrkleinaufnahme und Geophysik		
				60,5	61	0,5				
			62	63	1					
			70	73,5	3,5	X				
	Zoebing		30,5	---	---		? Hinweise aus Bohrkleinaufnahme und Geophysik			
			35	36,5	1,5					
			42	---	---		? Hinweise aus Bohrkleinaufnahme und Geophysik			
			55,5	---	---		? Hinweise aus Bohrkleinaufnahme und Geophysik			
			68,6	70	1,4					
			75	79	4	X				
			33,2	40	6,8					
			42,5	44,4	1,9					
		Pertlstein		47	48,2	1,2				
				59	63	4	X			
			65	68	3					
	Hohenbrugg		18	21	3					
			26,5	28	1,5					
			32,8	34,2	1,4					
			45	50	5	X				
			51,8	52,7	0,9					
			56,2	---	---					
			58,2	---	---					
			61	---	---					
			71,8	73,5	1,7					
			76	77	1					
	2	STMK	Schachendorf		82,3	84,3	2			
					30,1	31,7	1,6			
					38,8	40,9	2,1			
					73,8	77,5	3,7			
					81	84,7	3,7		aus Bohrkleinaufnahme	
					88,4	94	5,6	X		
					94	99,7	5,7	X	Basisentwicklung?	
				Auboden		32,5	35,5	3	X	
						56,9	58	1,1		
						91,7	93	1,3		
		99,9	100,9		1					
		103,1	104,5		1,4					
		122	125,2		3,2					
		126,5	129,7		3,2					
	Rauchwart		24,5		28,8	4,3				
			29,3		33	3,7				
			35,8		36,9	1,1				
			53	54,2	1,2					
			64,5	66,3	1,8					
	BGLD	Dt. Kaltenbrunn		70,5	71,7	1,2				
				18,8	19,8	1				
				22	---	---				
				24,5	---	---				
				26,2	27,8	1,6		? stark schluffig (fossilführend: Muschelschill)		
				38,9	43,3	4,4				
				44,3	48,2	3,9				
				52,8	56,2	3,4	X			
				56,8	63,6	4,8				
			Dobersdorf		31,4	32,6	1,2		? stark schluffig (fossilführend: Muschelschill)	
		40,1		41,7	1,6					
		56,5		---	---					
		59		---	---					
		66		---	---					
	68	69,7		1,7	X					
	70,3	71,9		1,6	X					

#### 4.4. Hydrochemie

Eine Zusammenfassung der hydrochemischen Daten beider Erschließungsphasen enthält Tabelle 4.6. Die Diagramme der zweiten Phase (siehe Kapitel 3) wurden für den gegenständlichen Synthesebericht von DI Dr. Albrecht LEIS (JR-AquaConSol) freundlicherweise mit den Daten der ersten Ausbaustufe ergänzt (siehe Abbildung 4.29, Abbildung 4.30 und Abbildung 4.31).

Tabelle 4.6: Tiefengrundwassermonitoring - Zusammenfassung der hydrochemischen Ergebnisse aus den Ausbaustufen 1 und 2.

Phase	Land	Messstelle Name	Labor	Probenahme	Q l/s	Cond* µS/cm	pH_field	Temp °C	DO mg/l	NO3 mg/l	Meas_Alk mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	HCO3 mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	Summe mg/l
1	STMK	Laßnitzthal	Hydroisotop	16.09.2019	k.A.	375	7,84	11,2	---	<0,2	4,06	55	12	8,5	1,5	247	0,44	5,6	330
1	STMK	Diernersdorf	Hydroisotop	07.11.2019	k.A.	200	7,15	12,6	---	0,21	1,93	20	7,4	9,8	2,5	118	0,96	7,4	166
1	STMK	Paldau	Hydroisotop	29.11.2019	k.A.	390	8,05	13,1	---	1,3	4,21	49	17	14	1,5	257	2,7	9	350
1	STMK	Lafnitz	AGES	07.11.2019	3,0	347	7,15	15,1	---	<1,0	---	44,5	13,2	11,8	1,6	---	1	18,8	---
1	BGLD	Heiligenkreuz	AGES	27.08.2019	k.A.	535	7,79	13,9	---	<1,0	---	64,8	26,4	10,9	1,6	347,7	1	1,3	454
1	BGLD	Luising	AGES	16.10.2019	0,5	399	7,86	12,7	---	<1,0	---	43,4	20,3	15,8	<1,0	---	1,4	1,8	---
1	BGLD	Neumarkt	Hydroisotop	16.10.2019	0,5	351	7,97	12,5	---	<0,2	3,14	25	11	21	1,2	192	0,65	0,51	251
1	BGLD	Rotenturm	AGES	16.06.2020	1,0	577	7,4	14,2	---	<0,1	---	86,6	26,4	---	1,4	411	---	5,4	>530,8
2	STMK	Untergroßau	JR-AquaConSol	06.07.2021	0,2	573	7,50	13,1	0,3	<0,1	5,78	67,7	21,8	24,5	3,24	352,7	1,39	21,74	493
2	STMK	Breitenfeld	JR-AquaConSol	06.07.2021	0,2	516	7,76	16,2	0,3	<0,1	5,31	33,2	15,7	59,3	2,75	324,0	1,91	13,1	450
2	STMK	Zoebing	JR-AquaConSol	02.06.2021	4,0	519	7,38	13,3	0,5	<0,1	5,59	73,3	20,2	10,6	1,84	341,1	0,56	5,5	453
2	STMK	Pertlstein	JR-AquaConSol	06.08.2021	0,2	475	7,90	13,6	0,2	<0,1	4,83	46,6	16,4	33,9	3,00	294,7	4,87	9,56	409
2	STMK	Hohenbrugg	JR-AquaConSol	06.08.2021	1,8	444	7,78	13,0	0,3	<0,1	4,78	50,8	22,5	10,1	2,06	291,7	0,88	3,0	381
2	BGLD	Schachendorf	JR-AquaConSol	24.08.2022	0,1	947	7,18	15,8	3,0	2,4	9,86	89,3	37,3	82,4	5,8	601,7	7,8	47,4	872
2	BGLD	Auboden	JR-AquaConSol	24.08.2022	0,1	332	9,10	13,2	0,2	<0,1	3,36	26,1	13,2	28,8	2,7	205,0	2,3	11,5	290
2	BGLD	Rauchwart	JR-AquaConSol	24.08.2022	0,2	2380	6,33	13,2	0,2	<0,1	24,16	250,1	52,6	240,4	7,5	1474,2	112,8	14,9	2153
2	BGLD	Dt. Kaltenbrunn	JR-AquaConSol	19.10.2021	0,2	428	7,94	12,4	0,3	<0,1	4,36	29,7	4,0	63,6	1,6	266,0	1,2	9,1	375
2	BGLD	Dobersdorf	JR-AquaConSol	19.10.2021	0,5	477	8,36	13,2	0,8	<0,1	4,98	19,3	7,5	81,2	2,2	303,9	5,7	3,2	423

k.A. keine Angaben  
\*25 °C

In Abbildung 4.28 sind die Äquivalentkonzentrationen der untersuchten Hauptparameter als Kreisdiagramme veranschaulicht. Während von der zweiten Ausbaustufe aus sämtlichen zehn Messstellen vollständige Analysen vorliegen, konnten für die Pegel aus der Ausbaustufe 1 mangels fehlender Daten nur fünf Diagramme erstellt werden. Die Bohrung Bildein wurde nicht ausgebaut, aus den Messstellen Lafnitz und Luising fehlen in den Analysen die Parameter Hydrogencarbonat bzw. die Säurekapazität (30). Im Untersuchungsbericht der Messstelle Rotenturm sind keine Natrium- und Chloridkonzentrationen ausgewiesen.

Wie den Konzentrationsverteilungen in Abbildung 4.28 zu entnehmen ist, dominieren Ca-HCO<sub>3</sub>-Wässer (TGW Rauchwart, Hohenbrugg, Pertlstein, Zoebing, Untergroßau, Laßnitzthal, Paldau) vor Na-HCO<sub>3</sub>-Typen (Dobersdorf, Deutsch Kaltenbrunn, Breitenfeld) und Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-Wässern (Heiligenkreuz).

Die höchste Mineralisierung zeigt die Messstelle Rauchwart mit 2.153 mg/l, was gemeinsam mit einem erhöhtem Partialdruck und einer hohen Chloridkonzentration auf eine Zumischung CO<sub>2</sub>-haltiger Fluide aus der Tiefe (über Wegigkeiten entlang tektonischer Störungszonen) im Bereich der Südburgenländischen Schwelle hindeutet.

Die erhöhte Mineralisierung sowie der leicht erhöhte CO<sub>2</sub>-Partialdruck in der Messstelle Schachendorf werden so interpretiert, dass hier mit einer "Basisentwicklung" ein Tiefengrundwasserleiter erschlossen wurde, der zumindest teilweise hydraulisch mit dem Basement in Verbindung steht und zumindest nicht im vollen Umfang an der Tiefengrundwasserzirkulation in der sedimentären Beckenfüllung teilnimmt. Möglicherweise ist im Gebiet Schachendorf der Discharge aufgrund der geologischen Verhältnisse blockiert und es kommt in diesem eigenständigen Kompartiment zu teilweise stagnierenden Bedingungen.

Die niedrigste Mineralisierung wurde in der Messstelle Diernersdorf beobachtet, was auf geringe Verweilzeiten bzw. auf die Nähe des Recharge-Gebietes hindeutet.

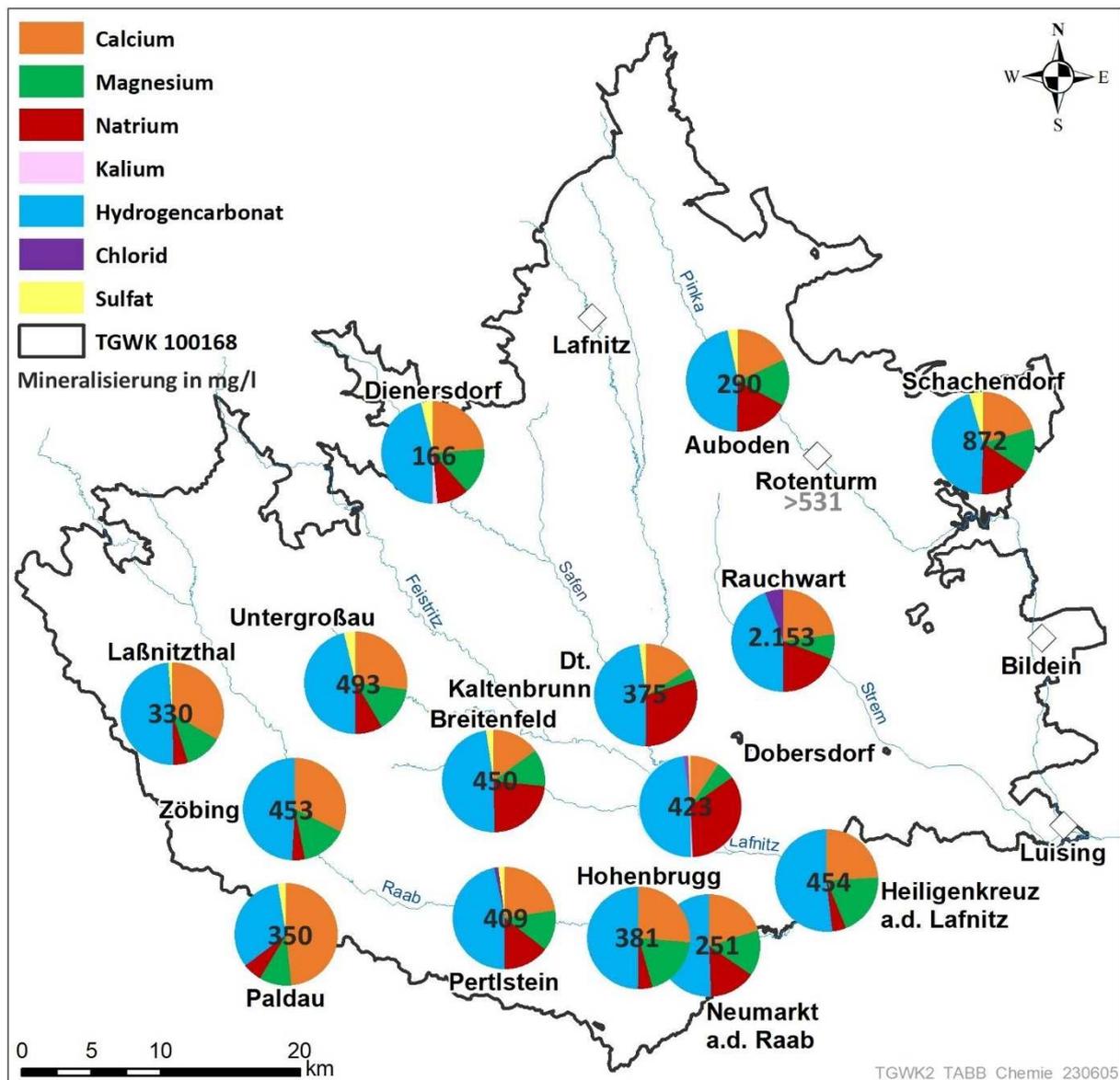


Abbildung 4.28: Tiefengrundwassermonitoring – Kreisdiagramme der hydrochemischen Analysenergebnisse der erschlossenen Tiefengrundwässer (Äquivalentkonzentrationen). Die Bohrung Bildein wurde aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht ausgebaut, aus den Messstellen Lafnitz, Lusing und Rotenturm fehlen die Werte einzelner Parameter in (30).

Zur Klassifizierung der beprobten Wässer sind die hydrochemischen Untersuchungsergebnisse in Abbildung 4.29 in einem trilinearen Diagramm nach Piper dargestellt. Wie bei den Wässern der Ausbaustufe 2 (in Kapitel 3) ist auch in der Darstellung beider Phasen eine Übereinstimmung der Tiefengrundwässer in ihrer anionischen Zusammensetzung zu erkennen, die von Hydrogencarbonat dominiert wird. Die burgenländische Messstelle Rauchwart bleibt die einzige Ausnahme mit einem erhöhten Chloridwert von 112,8 mg/l im Vergleich zu den anderen Messstellen (<10 mg/l). Die Sulfatkonzentration der untersuchten Tiefengrundwässer wird mit <50 g/l als gering eingestuft. Nitrat wurde nur in drei Messstellen in geringer Konzentration (Dienersdorf: 0,21 mg/l, Paldau: 1,3 mg/l und Schachendorf: 2,4 mg/l) nachgewiesen, in den übrigen Pegeln lag die Nitratkonzentration unter der Bestimmungsgrenze, die - in Abhängigkeit vom Labor - bei 0,1 mg/l in der Phase 2 (JR-AquaConSol) bzw. bei 0,2 mg/l in der ersten Ausbaustufe (Hydroisotop), 1,0 mg/l (AGES) liegt (siehe auch Tabelle 4.6).

Die kationische Zusammensetzung zeigt generell eine erdalkalische Prägung. Vor allem die Messstellen der Phase 1 plotten direkt im Bereich der erdalkalisch-karbonatischen Wässer (Typ

a in Abbildung 4.29: Rotenturm, Paldau, Lafnitz, Heiligenkreuz, Luising, Laßnitzthal, Zöbing, Hohenbrugg, Untergroßbau, Lafnitz). Die übrigen Wässer liegen aufgrund unterschiedlicher Natrium-Konzentrationen im Übergangsbereich erdalkalisch – alkalisch – karbonatisch (Typ d in Abbildung 4.29: TGWM Perlstein, Rauchwart, Schachendorf, Breitenfeld und Neumarkt) bzw. bereits im Bereich alkalisch-karbonatisch (Typ f in Abbildung 4.29: TGWM Dobersdorf und Deutsch Kaltenbrunn).

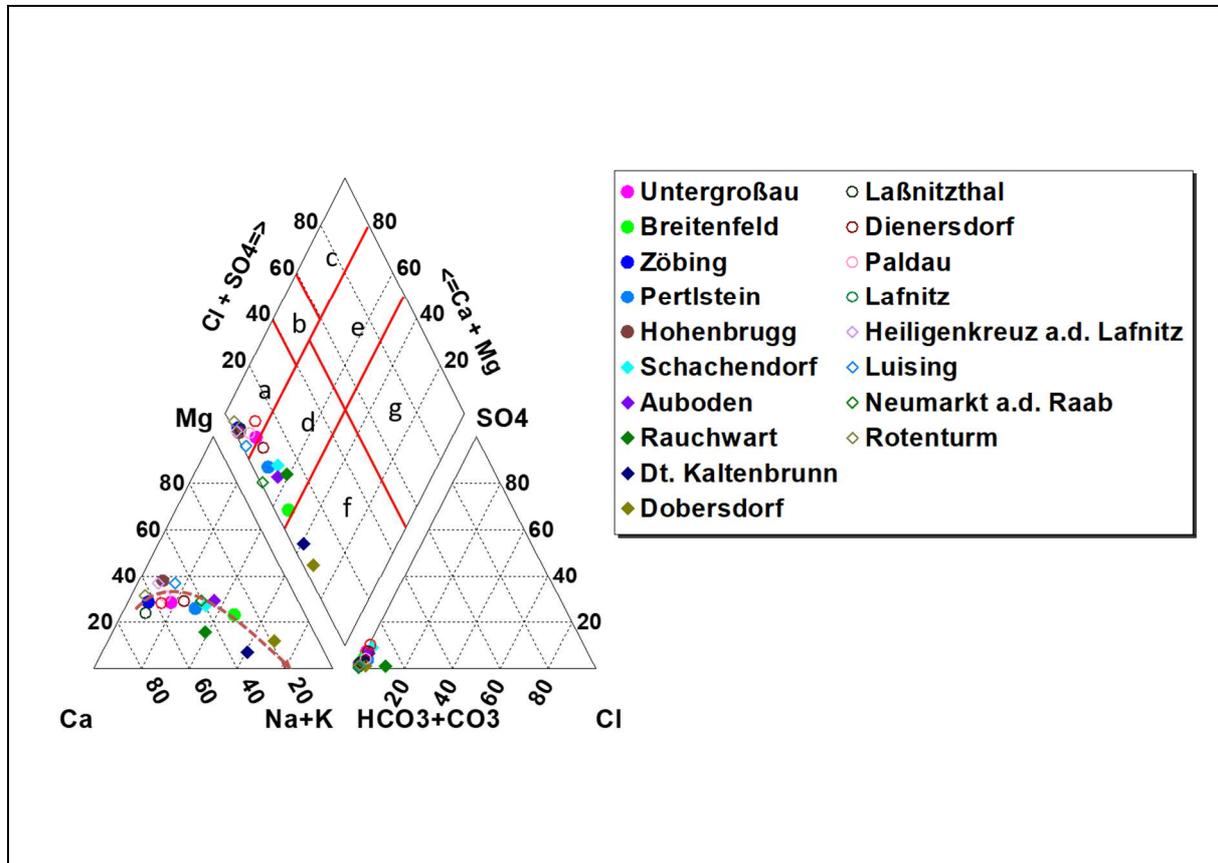


Abbildung 4.29: Tiefengrundwassermonitoring - Darstellung der beprobten Tiefengrundwässer aus der Steiermark (kreisförmige Symbole) und dem Burgenland (rautenförmige Symbole) der Ausbaustufe 1 (leere Symbole) und 2 (gefüllte Symbole) im modifizierten Piper Diagramm, die Felder für die Klassifizierung der Wassertypen nach Furtak und Langgut (a-g; zitiert in (42)) sind rot hervorgehoben. Die gestrichelte braune Linie kennzeichnet den generellen Trend der Genese der kationischen Zusammensetzung bei Ionenaustauschprozessen im Untergrund (42).

Die untersuchten Tiefengrundwässer zeigen überwiegend interne CO<sub>2</sub>-Partialdrücke, die mit ihren log pCO<sub>2</sub> Werten im Bereich der Bodenzone (-1,48 bis -2,96) liegen (siehe Abbildung 4.30). Ausnahmen bilden die Messstellen Rauchwart, Schachendorf und Auboden. Wie bei der Mineralisierung und der Chloridkonzentration ist die Messstelle Rauchwart auch mit einem stark erhöhten CO<sub>2</sub>-Partialdruck (log pCO<sub>2</sub> von -0,28) auffällig, der auf eine nachträgliche Zumischung von CO<sub>2</sub> haltigen Fluiden aus größeren Tiefen hinweist (42). Ein leicht erhöhter CO<sub>2</sub>-Partialdruck kann auch aus der Messstelle Schachendorf abgelesen werden, wo ebenfalls eine erhöhte Mineralisierung vorliegt.

Dagegen liegt der CO<sub>2</sub> Partialdruck in der Messstelle Auboden mit einem log pCO<sub>2</sub> Wert von -3,93 deutlich unter dem atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Partialdruck von -3,4 bei einem sehr hohen, unplausiblen pH-Wert von 9,1 (siehe Abbildung 4.30). Als Ursache ist z.B. eine Reaktion der Wässer mit dem Zement des Bohrlochs denkbar.

In den meisten Messstellen zeigen die Sättigungsindizes der Mineralphasen Kalzit und Aragonit eine moderate bis leichte Übersättigung (siehe Abbildung 4.31). Die Mineralphase Dolomit weist Sättigungsindizes mit einer großen Schwankungsbreite auf, wobei der überwiegende Teil der untersuchten Proben im Bereich zwischen leichter Untersättigung und moderater Übersättigung liegt.

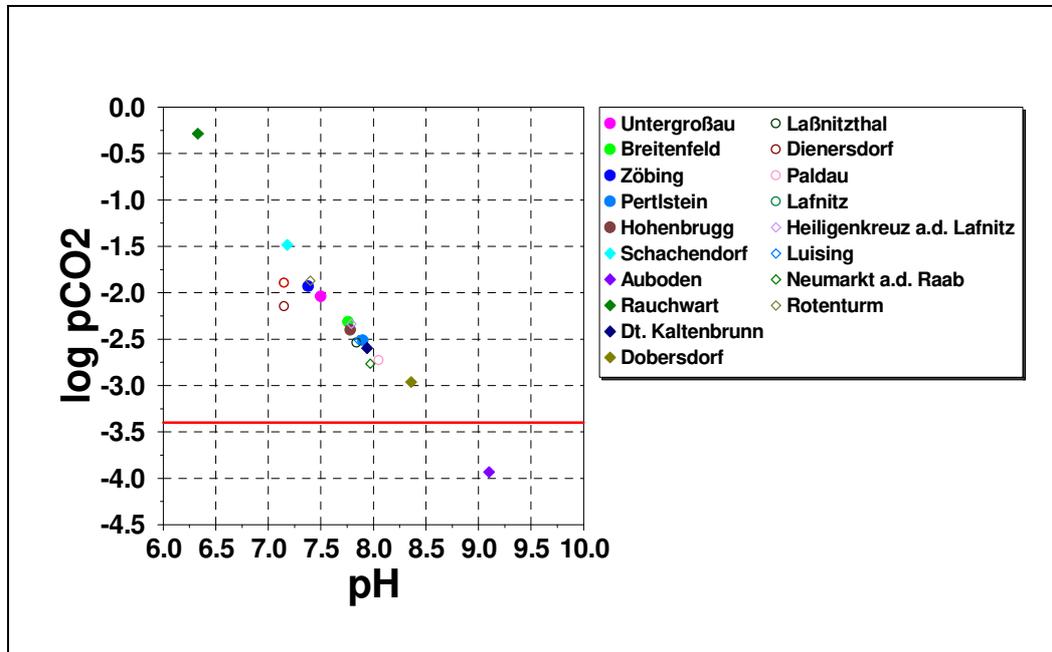


Abbildung 4.30: Tiefengrundwassermonitoring - Interner CO<sub>2</sub>-Partialdruck (log pCO<sub>2</sub>) der beprobten Tiefengrundwässer aus der Steiermark (kreisförmige Symbole) und dem Burgenland (rautenförmige Symbole) der Ausbaustufen 2 (gefüllte Symbole) und 1 (leere Symbole) als Funktion des pH-Wertes. Die rote Linie markiert den CO<sub>2</sub>-Partialdruck in der Atmosphäre.

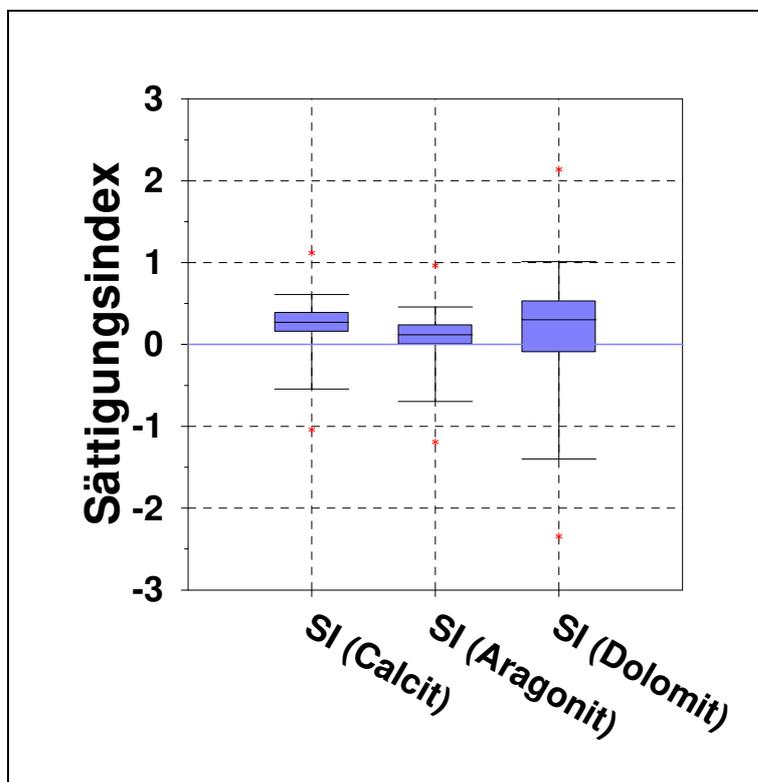


Abbildung 4.31: Tiefengrundwassermonitoring - Boxplot-Darstellung der Sättigungsindizes von Kalzit, Aragonit und Dolomit bei den beprobten Wässern der Ausbaustufen 1 und 2.

## 4.5. Isotopenhydrologie

### 4.5.1. Überblick

In Tabelle 4.7 sind die Isotopendaten der ersten und zweiten Ausbaustufe zusammengefasst. Wie die hydrochemischen Darstellungen wurden auch die Isotopendiagramme (Abbildung 4.32, Abbildung 4.35 und Abbildung 4.36) von DI Dr. Albrecht LEIS erstellt.

Tabelle 4.7: Tiefengrundwassermonitoring – Ergebnisse der Isotopenuntersuchungen der Phasen 1 und 2.

Phase	Land	Messstelle	Labor	Probenahme	2H ‰	18O ‰	Tritium TU	13C DIC ‰	14C pMC	Alter years	strat
1	STMK	Laßnitzthal	Hydroisotop	16.09.2019	-66,40	-9,74	<0,6	-13,2	34,12	4.000-6.000	HOLOZ
1	STMK	Dienersdorf	Hydroisotop	07.11.2019	-61,50	-9,08	<0,6	-16,1	51,45	3.000-4.000	HOLOZ
1	STMK	Paldau	Hydroisotop	29.11.2019	-68,80	-10,11	6,5	-13,9	54,89	<2.000	HOLOZ
1	STMK	Lafnitz	AGES / Seibersdorf	07.11.2019	-64,50	-9,21	1,4	-17,2	48,87	5.750	HOLOZ
1	BGLD	Heiligenkreuz a.d. Lafnitz	AGES / Seibersdorf	27.08.2019	-67,40	-9,75	<0,5	-16,2	39,78	7.410	HOLOZ
1	BGLD	Luising	AGES / Seibersdorf	16.10.2019	-71,00	-10,14	<0,5	-17,8	38,38	7.690	HOLOZ
1	BGLD	Neumarkt a.d. Raab	Hydroisotop	16.10.2019	-83,90	-12,01	<0,6	-20,9	n.b	---	---
1	BGLD	Neumarkt a.d. Raab	Hydroisotop	16.09.2020*	-83,30	-11,75	0,6	-16,9	9,8	18.660	PLEIST
1	BGLD	Rotenturm	AGES / fehlt	16.06.2020	-63,30	-9,04	<0,5	-14,1	42,56	6860	HOLOZ
2	STMK	Untergroßau	JR-AquaConSol	06.07.2021	-68,6	-9,65	<0,5	-10,10	19,03	11.185 ± 475	HOLOZ
2	STMK	Breitenfeld	JR-AquaConSol	06.07.2021	-78,7	-11,00	<0,5	-11,40	0,93	>30.000	PLEIST
2	STMK	Zoebing	JR-AquaConSol	02.06.2021	-68,4	-9,90	<0,5	-13,80	31,43	8.585 ± 345	HOLOZ
2	STMK	Pertlstein	JR-AquaConSol	06.08.2021	-68,9	-9,82	<0,5	-14,20	30,9	9.455 ± 365	HOLOZ
2	STMK	Hohenbrugg	JR-AquaConSol	06.08.2021	-68,7	-9,82	<0,5	-14,10	25,33	11.330 ± 450	HOLOZ
2	BGLD	Schachendorf	JR-AquaConSol	24.08.2022	-76,7	-10,65	0,9	-7,40	8,64	15.845 ± 475	PLEIST
2	BGLD	Auboden	JR-AquaConSol	24.08.2022	-80,3	-11,23	1,5	-11,70	2,65	>30.000	PLEIST
2	BGLD	Rauchwart	JR-AquaConSol	24.08.2022	-80,4	-11,32	1,0	0,60	<0,44	>22.000	PLEIST
2	BGLD	Dt. Kaltenbrunn	JR-AquaConSol	19.10.2021	-76,9	-10,90	<0,5	-10,80	2,53	>30.000	PLEIST
2	BGLD	Dobersdorf	JR-AquaConSol	19.10.2021	-78,6	-11,05	<0,5	-10,90	0,88	>30.000	PLEIST

\* Nachbeprobung da erste Probe nicht korrekt stabilisiert

### 4.5.2. Stabile Isotope Sauerstoff-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) und Deuterium ( $\delta^2\text{H}$ )

In Abbildung 4.32 ist zu erkennen, dass der überwiegende Teil der untersuchten Tiefengrundwässer unterhalb des mittleren rezenten Niederschlages liegen. Eine Ausnahme bilden die Messstellen Lafnitz, Rotenturm und Dienersdorf. Als Ursache ist eine Kontamination bzw. Beeinflussung durch die Spülung und/oder ein zu geringes kumulativ abgepumptes Volumen denkbar (von der ersten Phase liegen keine Angaben zu den Pumpzeiten und Volumenströmen vor der Beprobung vor).

Eine deutliche Abreicherung und damit ein Hinweis auf kältere Bildungstemperaturen zeigt sich vor allem in den burgenländischen Wässern der Messstellen Neumarkt, Rauchwart, Auboden, Breitenfeld, Deutsch Kaltenbrunn, Dobersdorf und Schachendorf.

Die Deuteriumgehalte der Tiefengrundwässer aus den Messstellen in Rauchwart, Auboden, Deutsch Kaltenbrunn, Schachendorf und Luising liegen mit Werten zwischen -70‰ und -80‰ bereits in einem Bereich, der nach (13) für Wässer mit einer Verweildauer von 10.000 bis max. 18.000 Jahren typisch ist (42).

Bei den in Dobersdorf, Breitenfeld, Rauchwart und Auboden angetroffenen Tiefengrundwässern liegen die Deuteriumgehalte mit Werten zwischen -78,6‰ und -80,4‰ bereits an der Grenze zum Hochglazial, sodass auch Grundwasseralter von über 18.000 Jahren plausibel wären (42). Die größte Abreicherung wurde im Wasser aus dem Pegel Neumarkt an der Raab mit -83,9 % gemessen.

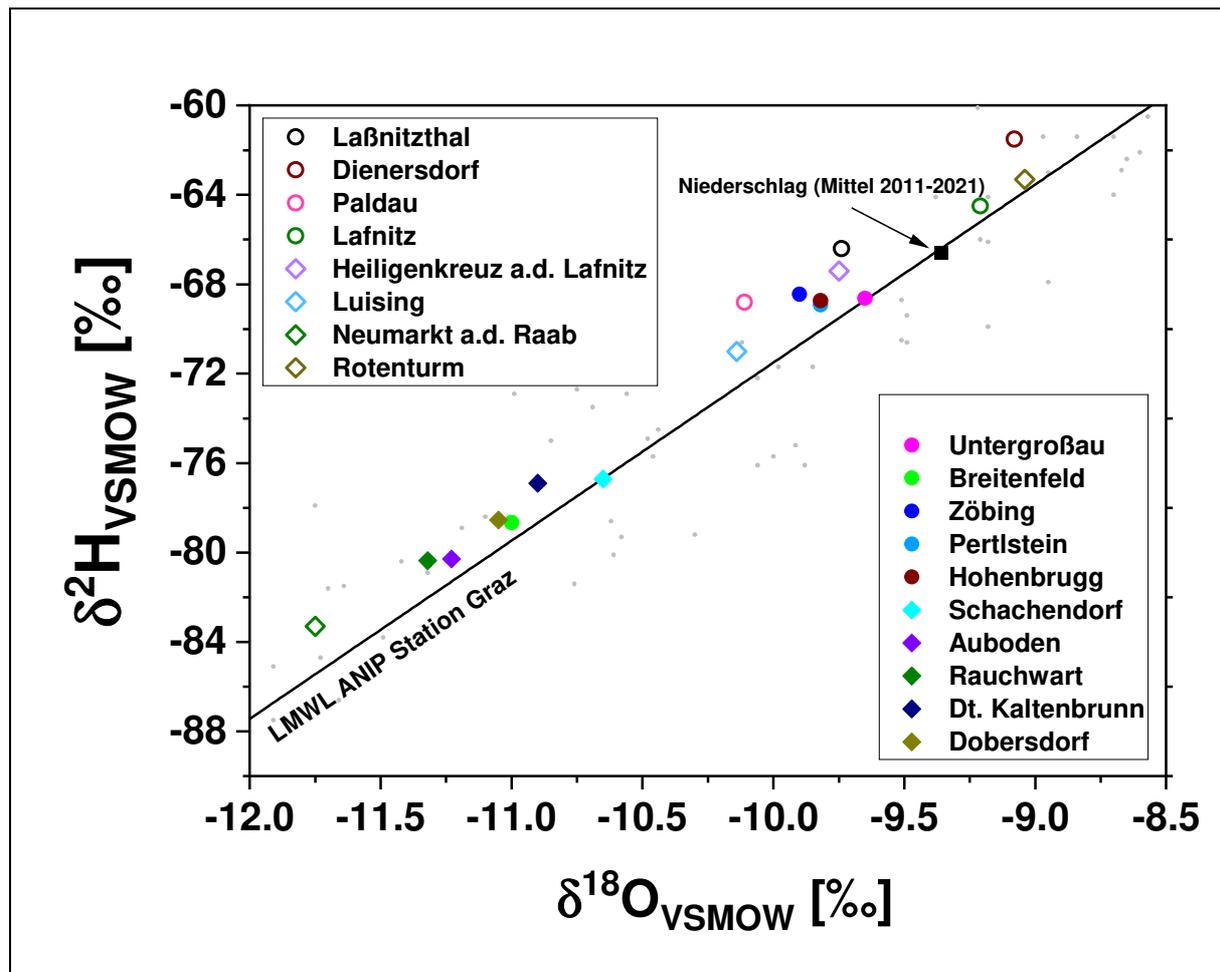


Abbildung 4.32: Tiefengrundwassermonitoring - Gegenüberstellung der Isotopenwerte im Niederschlag an der ANIP-Station Graz (graue Symbole) im Zeitraum 2011-2021 (Quelle Umweltbundesamt GmbH) mit den Isotopendaten der Wasserproben der beprobten Tiefengrundwässer aus der Steiermark (kreisförmige Symbole) und dem Burgenland (rautenförmige Symbole) der Ausbaustufen 1 (leere Symbole) und 2 (ausgefüllte Symbole). Die lokale Niederschlagsgerade (LMWL) der Station Graz ist durch die schwarze Linie gekennzeichnet und der gewichtete Mittelwert des Niederschlags ist durch den schwarzen Pfeil markiert.

#### 4.5.3. Tritium

Mit Hilfe der Tritiumuntersuchungen ist eine eindeutige Identifikation von Grundwässern möglich, die Komponenten enthalten, deren Infiltration im Zeitraum der letzten 70 Jahre erfolgte. Die Anwesenheit von Tritium bedeutet jedoch nicht, dass diese Wässer ausschließlich rezenten Ursprungs sind. Insbesondere bei Tiefengrundwässern können oft Mischungen vorliegen, die zum überwiegenden Teil aus alten Grundwasserkomponenten bestehen, denen sich unterschiedliche Anteile rezent neugebildeter Grundwässer zumischen.

Für die tritiumbasierte Klassifikation von Wässern wurde eine Einteilung der Grundwässer herangezogen, die auf räumlich und zeitlich variablen Schwellenwerten der Tritiumkonzentration beruht (nach Lindsey et al., 2019 in (42); siehe Abbildung 4.33).

Als "pre-modern" werden dabei Wässer eingestuft, deren Tritiumgehalt kleiner als ein unterer Schwellenwert ist, der sich aus der zerfallskorrigierten Hintergrundkonzentration vor 1953 ergibt.

Dieser Wert liegt aktuell bei ca. 0,2 TU und damit unter der Nachweisgrenze der Tritiumbestimmung von 0,5 TU. Wenn der gemessene Tritiumwert oberhalb des zerfallskorrigierten Minimalwertes des Niederschlages im Zeitraum der letzten 70 Jahre (aktuell ca. 2.4 TU) liegt, werden die Wässer als "modern" klassifiziert. Wässer deren Tritiumgehalte zwischen den beiden Schwellenwerten liegen, werden als Mischwässer in die Kategorie "mixed" eingestuft.

Wie in Abbildung 4.33 ersichtlich, können auch Wässer deren Tritiumkonzentration unter der Nachweisgrenze von ca. 0,5 TU liegen, zumindest rein rechnerisch einen kleinen Anteil jüngerer Wässer enthalten (Anmerkung: in den Analysenberichten der Firma Hydroisotop/ Stufe 1 ist die Nachweisgrenze von Tritium mit 0,6 TU angegeben, siehe Tabelle 4.7). Im Fall der Zumischung sehr junger Wässer (MVZ <5 Jahre) zu alten Wässern ist jedoch bereits eine Zumischung von Jungwasseranteilen unter 5 % erkennbar.

Im gegenständlichen Fall konnte bei fünf Tiefengrundwässern Tritium nachgewiesen werden. In den burgenländischen Messstellen Schachendorf, Rauchwart, Auboden und der steirischen Messstelle Lafnitz liegen die gemessenen Tritiumgehalte mit Werten zwischen 0,9 und 1,5 TU im Bereich der Mischwässer (Kategorie "mixed"). Der Tritiumgehalt in der steirischen Messstelle Paldau liegt dagegen mit 6,5 TU bereits im Bereich "modern". Bei den restlichen beprobten Tiefengrundwässern lagen die Tritiumgehalte unter der Nachweisgrenze von 0,5 TU (bzw. 0,6 TU). Dies bedeutet, dass diese Tiefengrundwässer keinen oder nur einen äußerst geringen Jungwasseranteil (<5%) besitzen. In der Messstelle Neumarkt aus der Phase 1 wurden zwei Proben gezogen. In der ersten lag der Tritiumwert unter der Nachweisgrenze (<0,6 TU (30)) Im Analysenbericht der zweiten Probe ist ein Wert von 0,6 TU angegeben.

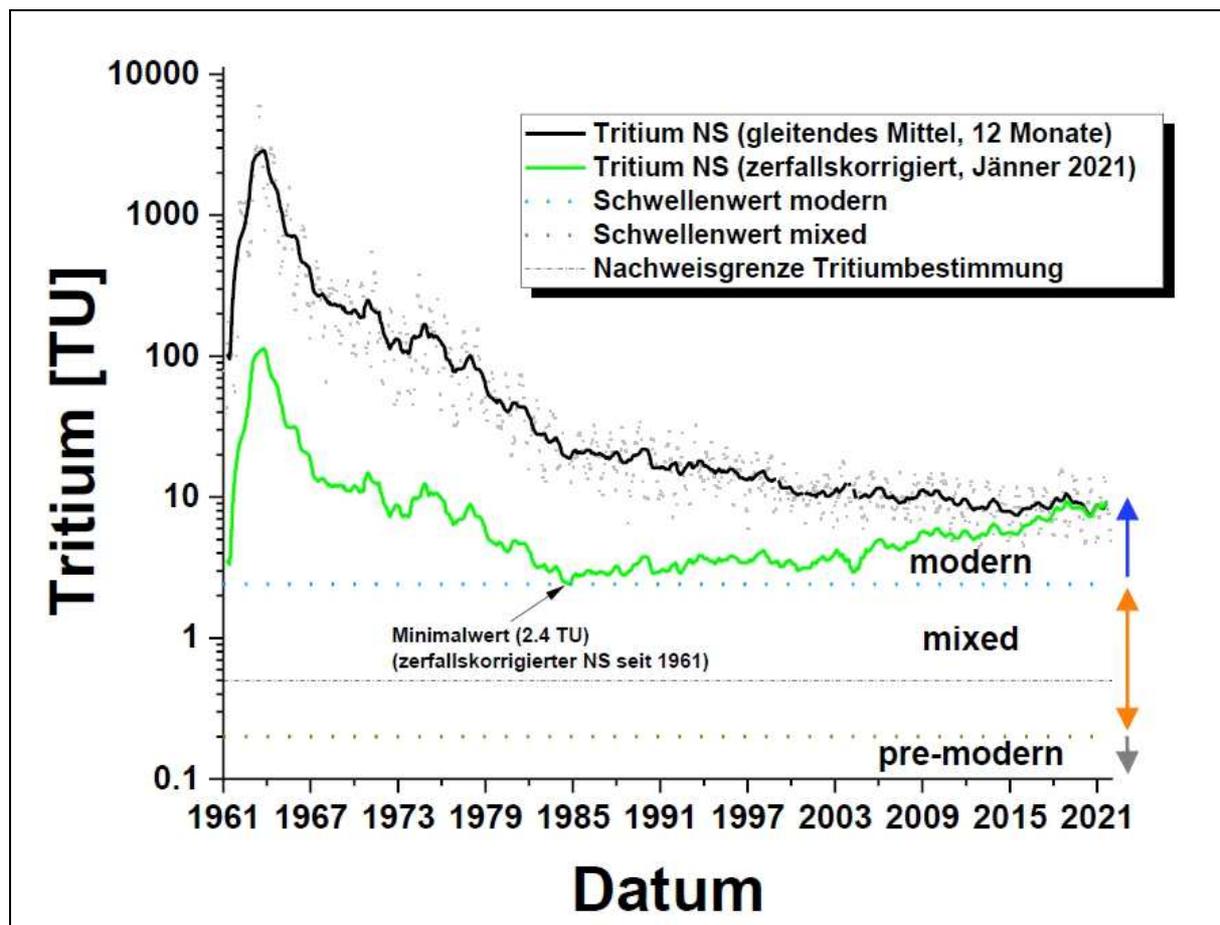


Abbildung 4.33: Tiefengrundwassermonitoring - Einteilung von Grundwässern in die Tritium-Kategorien "pre-modern", "modern" und "mixed" auf der Basis von unterschiedlichen Schwellenwerten der Tritiumkonzentration (modifiziert nach Lindsey et al., 2019 in (42)).

In Abbildung 4.34 ist die Lage der Messstellen mit Tritium-freien ("pre-modernen") Wässern bzw. mit nachgewiesenen Tritium-Anteilen (< 70 a) dargestellt. Die Wässer mit jungen Anteilen konzentrieren sich dabei auf den nordöstlichen Bereich des TGWK. Mit Ausnahme der Messstation Paldau liegen die Wässer mit jungen Anteilen im Burgenland bzw. im unmittelbaren Grenzbe-  
reich (Lafnitz). Das Wasser in der burgenländischen Messstation Neumarkt a.d. Raab liegt an der Nachweisgrenze. Tritium könnte einerseits auf den Zutritt oberflächennäherer Wässer, andererseits aber auf Spülungsreste hinweisen.

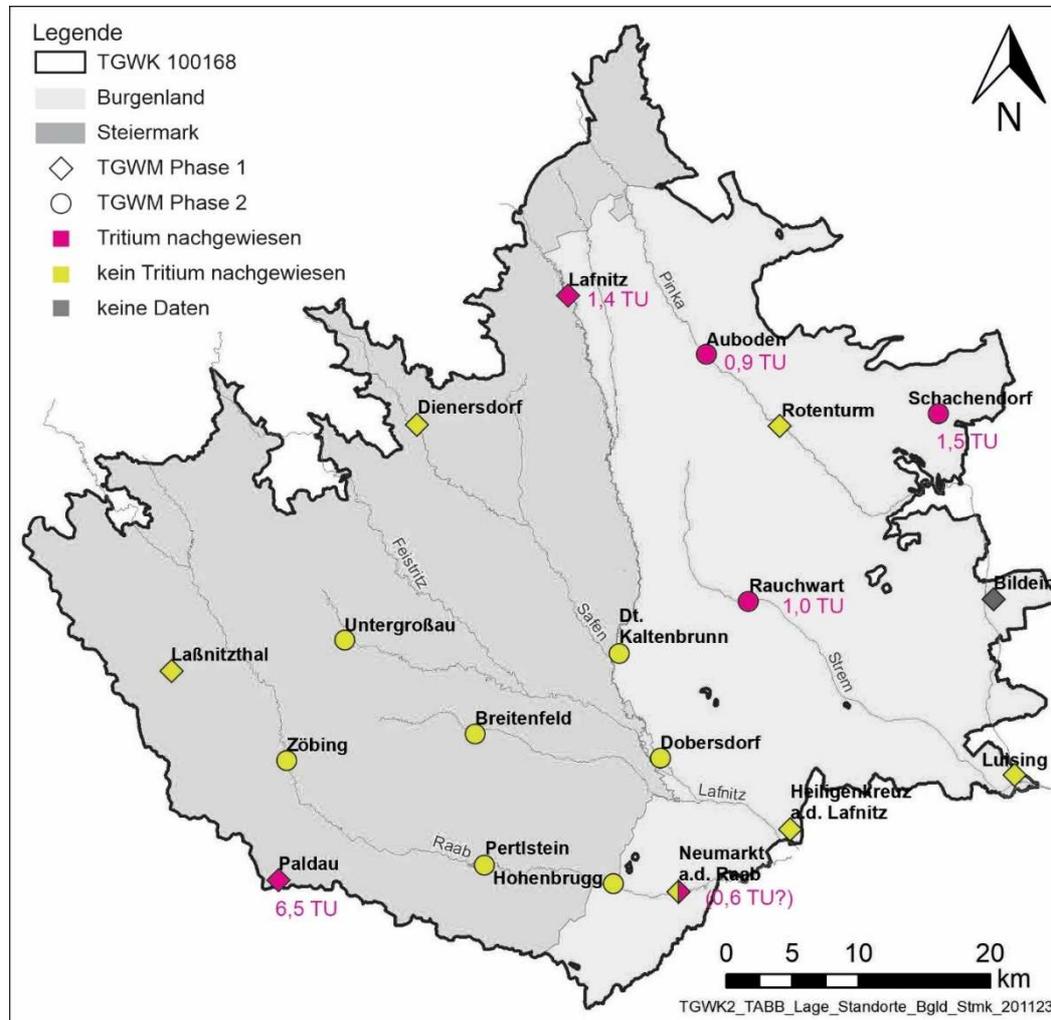


Abbildung 4.34: Tiefengrundwassermonitoring – Karte der Tritium-freien Wässern bzw. Wässern mit nachgewiesenen Tritium-Anteilen.

#### 4.5.4. $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ im gelösten anorganischen Kohlenstoff ( $^{13}\text{C}_{\text{DIC}}/^{14}\text{C}_{\text{DIC}}$ )

In Abbildung 4.35 sind die  $^{14}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Gehalte der Tiefengrundwasserproben den entsprechenden Modellszenarien zur Berechnung der kalibrierten Radiokohlenstoff-Alter der Wässer gegenübergestellt. Da eine gemeinsame Darstellung aller Proben im Diagramm unübersichtlich wäre, wurden die Messdaten – getrennt nach den Ausbaustufen – geplottet. Daraus ist zu erkennen, dass bei niedrigen  $^{14}\text{C}_{\text{DIC}}$ -Gehalten die Bestimmung des  $^{14}\text{C}$ -Modellalters zunehmend unschärfer wird. In den Messstellen der ersten Ausbaustufe wurden überwiegend holozäne  $^{14}\text{C}$ -Modellalter bestimmt (mit Ausnahme der TGWM Neumarkt; siehe Abbildung 4.35 oben). Von den Wässern der Messstellen aus der Phase 2 zeigten vier holozäne Modellalter (Hohenbrugg, Untergroßau, Pertlstein und Zöbing), die restlichen (Dobersdorf, Breitenfeld, Auboden, Dt. Kaltenbrunn, Rauchwart und Schachendorf) wurden auf pleistozänes Alter datiert.

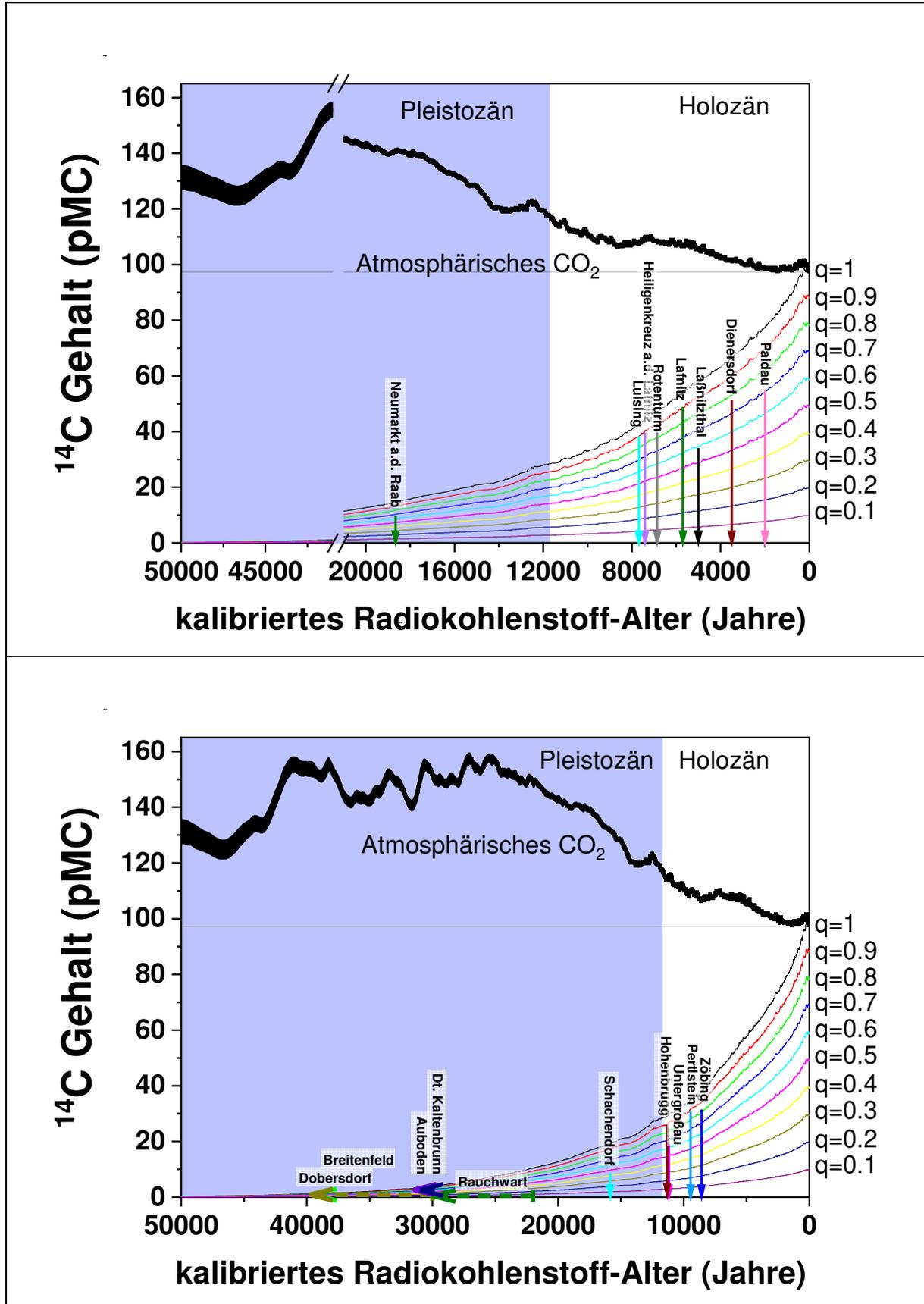


Abbildung 4.35: Tiefengrundwassermonitoring - Gegenüberstellung der <sup>14</sup>C<sub>DIC</sub>-Gehalte der beprobten Tiefengrundwässer der Phasen 1 (Diagramm oben) und 2 (Diagramm unten) und den entsprechenden Modellszenarien. Im gegenständlichen Fall ergeben sich Grundwasseralter die in einem Zeitraum von ca. 8.585 Jahren bis über 30.000 Jahren liegen.

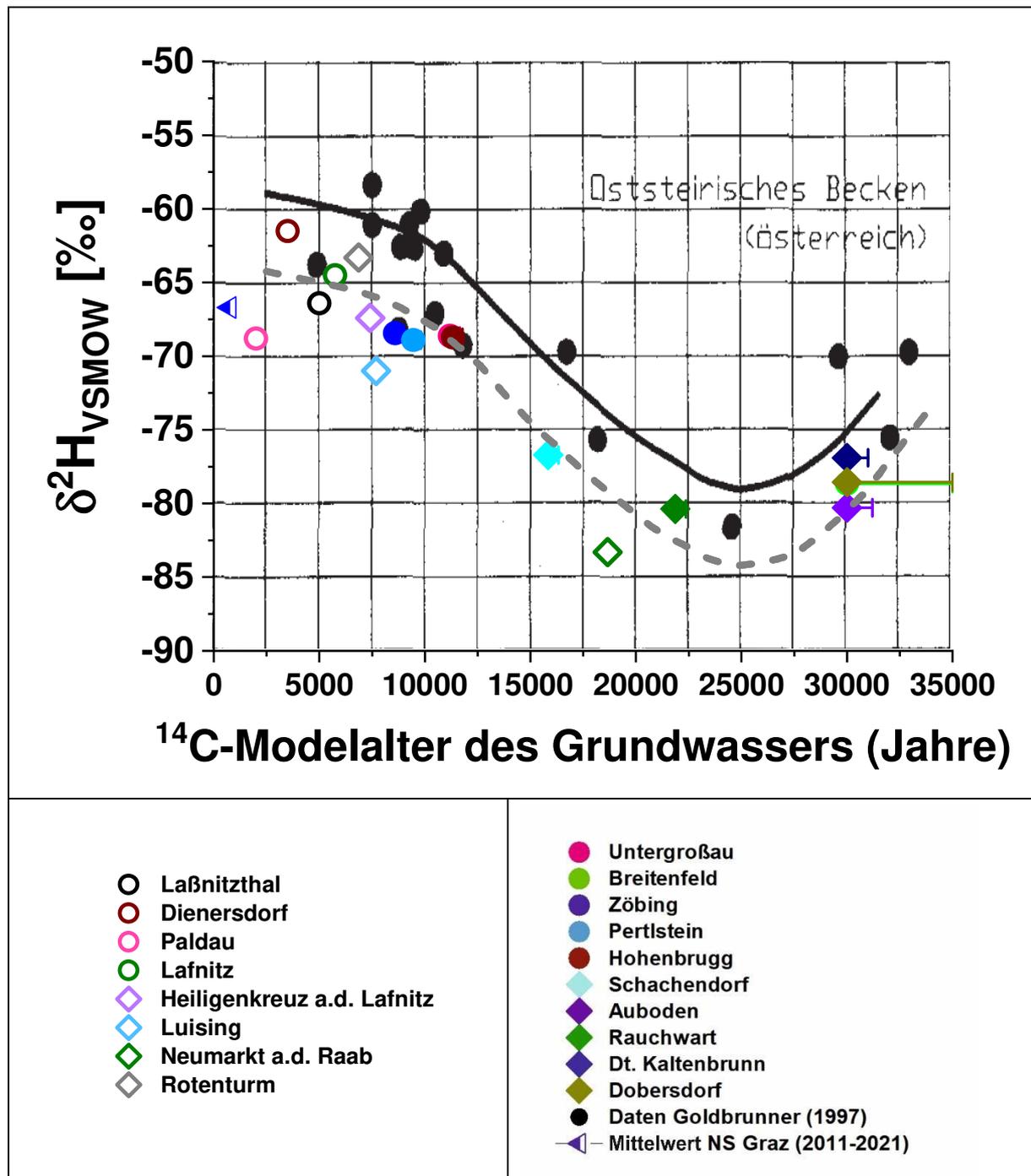


Abbildung 4.36: Tiefengrundwassermonitoring - Gegenüberstellung der Deuteriumgehalte und  $^{14}\text{C}$ -Modellalter der im Rahmen der gegenständlichen Studie beprobten Tiefengrundwässer aus der Steiermark (kreisförmige Symbole) und dem Burgenland (rautenförmige Symbole) mit historischen Daten (schwarze Symbole) von Wässern des Oststeirischen Becken (Grafik modifiziert nach Goldbrunner, 1997). Die beiden Linien markieren den generellen Trend der zeitlichen Veränderung der Deuteriumgehalte im Verlauf der letzten 35.000 Jahre.

Abbildung 4.36 zeigt einen Vergleich der Deuteriumgehalte und  $^{14}\text{C}$ -Modellalter der Tiefengrundwässer aus der Steiermark und dem Burgenland mit älteren Daten von Wässern des Oststeirischen Becken (13). Dabei liegen die aktuellen Daten alle im generellen zeitlichen Trend, plotten aber eher im unteren Wertebereich der historischen Daten. Deutlich erkennbar ist die starke Abreicherung der Deuteriumgehalte beim Übergang vom Holozän zum Pleistozän. Diese ermöglicht bereits auf der Grundlage der stabilen Isotope eine erste zeitliche Zuordnung der Tiefengrundwässer in der Region (42).

In Abbildung 4.37 sind die berechneten Modellalter in der Karte dargestellt, die Tritium-Werte in Abbildung 4.34 sowie in Abbildung 4.37. Die ältesten Wässer (>30.000 a) wurden im zentralen Teil des Tiefengrundwasserkörpers in den benachbarten Messstellen Deutsch Kaltenbrunn und Dobersdorf im Safental sowie der Messstelle Breitenfeld im Rittscheintal bzw. am nordöstlichen Beckenrand in der Station Auboden ermittelt. Das jüngste Wasser liegt mit <2.000 Jahren an der südwestlichen Abgrenzung des Tiefengrundwasserkörpers (Wasserscheide Drau und Raab). In Schachendorf stammen die Wässer aus einem tieferen Grundwasserleiter an der Neogenbasis.

In der Messstelle Auboden ist ein hangender Horizont (32 – 36 m) erschlossen. Das hohe Modellalter von >30.000 a ist hier möglicherweise auf geringere Fließgeschwindigkeiten bzw. Durchlässigkeiten zurückzuführen.

Neben Durchlässigkeiten, die die Fließgeschwindigkeiten steuern, zeigt die Altersdifferenzierung tendenziell jüngere Wässer näher zum Recharge-Bereich.

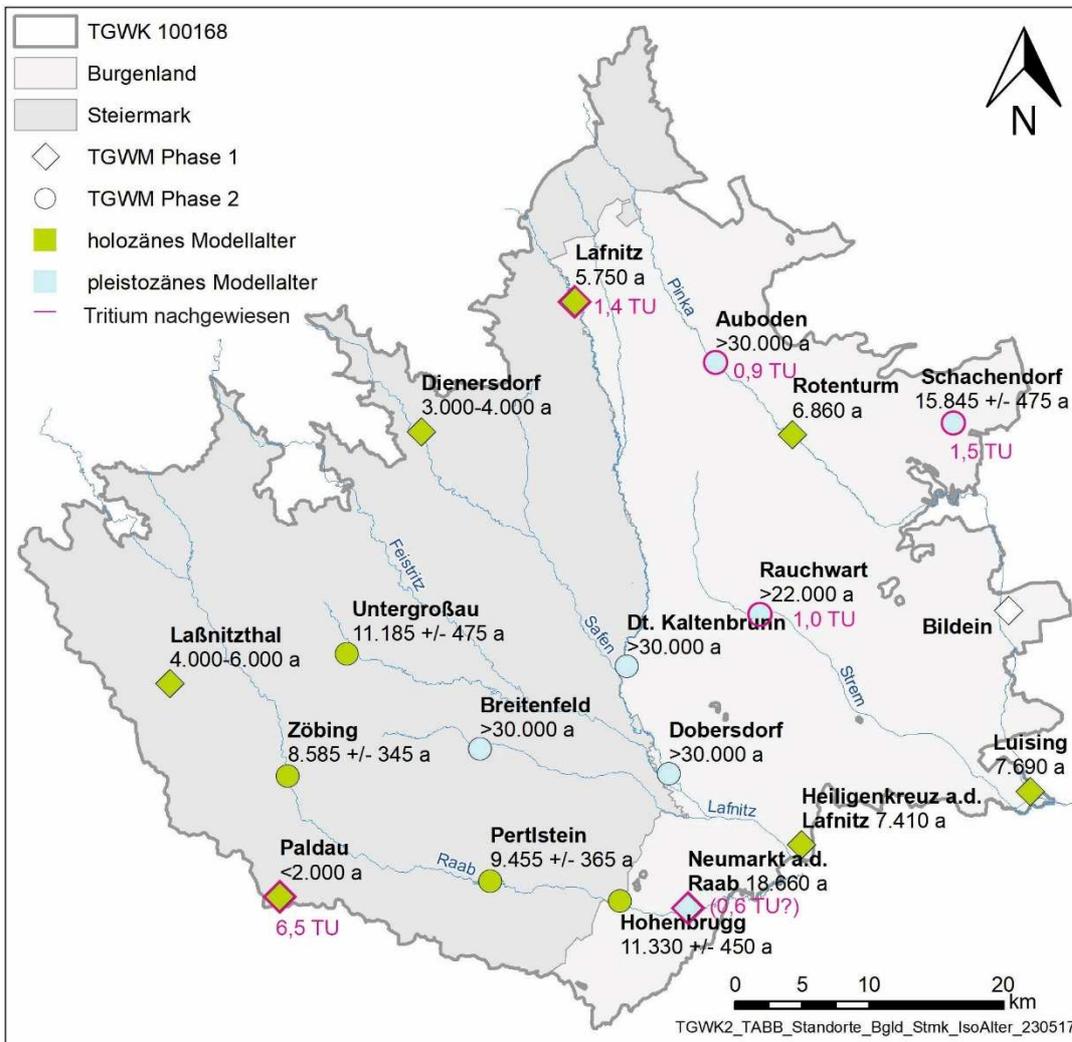


Abbildung 4.37: Tiefengrundwassermonitoring – Modellalter und nachgewiesenes Tritium in den Wässern der Ausbaustufen 1 und 2. Das Bohrloch Bildein wurde nicht ausgebaut.

## 4.6. Hydraulische Potentiale

Für die Ausarbeitung des Monitoring-Konzeptes wurde ein orientierender Potentiallinienplan für den Tiefengrundwasserkörper GK100168 aus dem NANUTIWA-Projekt (44) herangezogen, der im Wesentlichen einen hydraulischen Zustand ohne größere Entnahmen für die 1980er/1990er Jahre wiedergibt (43) und damit eine grobe Potentialabschätzung im Bereich der vorgeschlagenen Standorte ermöglichte.

Abbildung 4.38 enthält eine Residuenkarte die aus dem o.g. NANUTIWA-Plan (mit Isolinien im 10 m – Intervall) und den bei der Errichtung der neuen Tiefengrundwassermessstellen angetroffenen Druckverhältnissen generiert wurde. In grüner Farbe sind Messstellen gekennzeichnet, bei denen die angetroffenen Druckspiegel im Bereich der Unschärfe ( $\pm 2,5$  m) liegen. Gelbe Kreise markieren positive Abweichungen, in Lila sind Standorte eingefärbt, in denen im Vergleich zum Isolinienplan niedrigere Drücke gemessen wurden. Brombeerfärbig sind Extremwerte dargestellt. In Tabelle 4.8 sind die mit Abbildung 4.38 korrespondierenden Daten (Werte) aufgelistet.

Sechs der achtzehn Messstellen haben Druckspiegel angetroffen, die jenen aus den letzten beiden Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts entsprechen. Die niedrigsten Abweichungen liegen mit  $-0,2$  m in der Messstelle Neumarkt an der Raab, in Dienersdorf ( $-0,8$  m) und Rauchwart ( $+1,1$  m).

Im Vergleich dazu größere Druckspiegelabsenkungen wurden in den Pegeln Laßnitzthal mit  $-9,7$  m sowie Untergroßau und Breitenfeld mit  $-7,2$  m bzw.  $-7,8$  m beobachtet. Positive Abweichungen zeigten sich u.a. an den Standorten Auboden ( $+8,1$ ) und Luising ( $+6,3$  m). Die Messstelle Paldau liegt an der südlichen Begrenzung des Tiefengrundwasserkörpers und westlich der letzten hier verlaufenden Isolinie (340 m ü.A.). Laut dem zugehörigen NANUTIWA-Profil L liegen aus diesem Abschnitt keine Informationen aus Brunnenanlagen vor. Die Abweichung von 11 m kann hier als "Randeffekt" an der Modellgebietsgrenze mit geringer Informationsdichte eingestuft werden. Da dem orientierenden Plan eine Unschärfe von  $\pm 10$  m zugeordnet wird, können diese Abweichungsbeträge nicht als Druckspiegelveränderungen in den letzten Jahrzehnten interpretiert werden.

Im Bereich Schachendorf liegt ein Wert mit einer Differenz von  $-27,3$  m. Laut Potentiallinienplan tritt hier - zwischen dem anstehenden Grundgebirge im Norden (Penninikum der Rechnitzer Einheit / Günser Gebirge) und der strukturellen Hochzone der Südburgenländischen Schwelle südlich davon - ein starkes Grundwassergefälle auf. Daraus resultieren eine hohe Isoliniendichte und damit verbundene Unschärfen. Weiters wurde in der Messstelle Schachendorf ein tiefer Aquifer - wahrscheinlich der Basisentwicklung des Neogen (siehe Kapitel 4.3.16) - erschlossen, der möglicherweise einem anderen Drucksystem (Basement?) angehört bzw. damit in Verbindung steht.

Ein zweiter Ausreißer wurde am Standort Pertlstein mit rund  $-25$  m beobachtet. Der Pegel ist knapp unterhydrostatisch mit einem Ruhewasserspiegel von  $0,38$  m u.GOK bzw. ca. 267 m ü.A. Im Isolinienplan ist hier ein Potential von rund 292 m ü.A. ausgewiesen. Die Messstelle liegt im Abstrombereich größerer kommunaler Grundwasserentnahmen (Raum Feldbach/Fehring mit ca. 55 l/s), die hier in den letzten Jahrzehnten (seit der Erstellung des Potentiallinienplanes) möglicherweise eine regionale Potentialabsenkung bewirkt haben.

Insgesamt ist eine sehr gute Übereinstimmung der angetroffenen hydraulischen Verhältnisse mit dem Potentiallinienplan aus dem Jahr 2005 zu beobachten, was zumindest im Bereich der Messstellenstandorte (abseits der großen Entnahmen) auf einen guten quantitativen Zustand des Tiefengrundwasserkörpers hinweist.

Tabelle 4.8: Vergleich der Druckspiegel im Potentiallinienplan mit Status 1980er – 1990er Jahre (43) mit den bei der Errichtung der Messstellen angetroffenen Verhältnissen.

Phase	Land	Name	Name-Alt	GOK m ü.A.	Potential gemessen m ü.A.	Potential in Karte m ü.A.	Potentialdifferenz m
1	STMK	Laßnitzthal	Laßnitzthal	387,5	388,7	379	-9,7
1	STMK	Dienersdorf	Dienersdorf	350,9	344,8	344	-0,8
1	STMK	Paldau	Axbach	365,1	328,3	340	11,7
1	STMK	Lafnitz	Lafnitz	381,4	386,4	391	4,6
1	BGLD	Heiligenkreuz a.d. Lafnitz	Deutsch Minihof	221,2	220,6	223	2,4
1	BGLD	Luising	Luising	197,9	193,67	200	6,3
1	BGLD	Bildein	Bildein	223,7	---	---	---
1	BGLD	Neumarkt a.d. Raab	Neumarkt a.d. Raab	238,2	>244,2	244	-0,2
1	BGLD	Rotenturm	Jabing	287,9	292,7	289,5	-3,2
2	STMK	Untergroßau	Sinabelkirchen	312,0	312,3	319,5	-7,2
2	STMK	Breitenfeld	St. Kind	276,5	276,2	284	-7,8
2	STMK	Zöbing	Studenzen	313,0	326,3	322	4,3
2	STMK	Pertlstein	Haselbach	267,5	267,1	292	-24,9
2	STMK	Hohenbrugg	Haselbach	248,5	>248,9	253	<-4
2	BGLD	Schachendorf	Schachendorf	264,0	236,7	264	-27,3
2	BGLD	Auboden	Auboden	325,7	326,1	318	8,1
2	BGLD	Rauchwart	Rauchwart	233,8	238,1	237	1,1
2	BGLD	Dt. Kaltenbrunn	Dt. Kaltenbrunn	258,7	256,7	259	-2,4
2	BGLD	Dobersdorf	Dobersdorf	239,7	242,1	244	-1,9

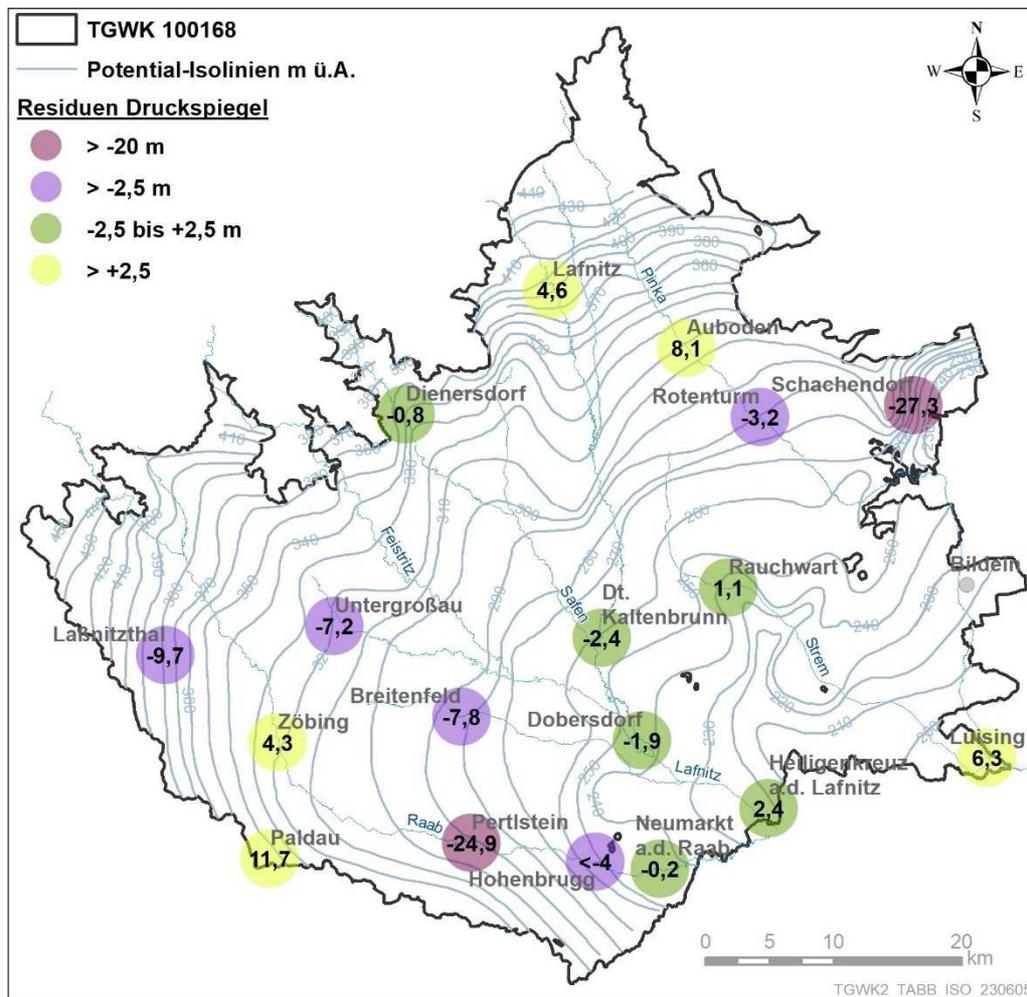


Abbildung 4.38: Tiefengrundwassermonitoring – Vergleich der in den neu errichteten TGW-Pegeln angetroffenen Druckverhältnisse mit dem Potentiallinienplan Status 2017 (43) – Residuenkarte.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

Die untersuchten Wasserproben der Phase 2 zeigen Modellalter zwischen ca. 8.500 und >30.000 Jahren. Dabei weisen die Tiefengrundwässer aus dem Burgenland im Vergleich zu denen der Steiermark tendenziell höhere Grundwasseralter auf. Dies stimmt mit den deutlich abgereicher-ten Isotopensignaturen der stabilen Isotope Deuterium und Sauerstoff-18 und den daraus ab-leitbaren kaltzeitlichen Neubildungstemperaturen überein. Dagegen zeigen die Wässer der steirischen Messstellen mit einer Ausnahme (Breitenfeld, >30.000 a) Isotopenwerte, die nur ger-ingfügig unter denen rezent neugebildeter Grundwässer liegen (42). Das Recharge-Gebiet liegt im steirischen Anteil meist näher als im Burgenland, wo längere Verweilzeiten beobachtet wurden.

Tritium wurde in nur drei Messstellen und dabei auch nur in geringer Konzentration im Bereich von Mischwässern (0,9 bis 1,5 TU in den burgenländischen Messstellen Schachendorf, Rauch-wart und Auboden) nachgewiesen. In allen anderen Wasserproben lag der Tritiumwert unter der Nachweisgrenze von 0,5 TU, womit diese Wässer keinen bzw. nur einen sehr geringen Jung-wasseranteil (<5%) aufweisen (42). Die Zumischung jüngerer Wässer aus dem Hangenden wird durch Druckabsenkungen infolge größerer Grundwasserentnahmen verursacht. Auch sind Be-influssungen durch Spülungsreste nicht auszuschließen.

Grundwasserneubildungszonen werden im TGWK 100168 grundsätzlich dort erwartet, wo die Ausbissflächen der grundwasserführenden Horizonte in topographisch höheren Positionen (Rie-del und Hügel) auftreten und wo keine oder nur mehr (gering) gespannte Druckverhältnisse bestehen. Die Grundwasserneubildung erfolgt in diesen Bereichen in erster Linie aus dem Nie-derschlag und zu einem untergeordneten Anteil auch aus seichtliegenden Grundwässern so-wie Oberflächenwässern (43).

Die TGWM Breitenfeld ist ein Beispiel für ein weit entferntes Rechargegebiet. Der Aquifer liegt (wahrscheinlich) in den Sedimenten des Oberen Sarmatium ("Mühldorfer Schotter"), die ca. 15 km nordwestlich an die Oberfläche treten. Das Alter der Wässer in der Messstelle wurde mit >30.000a bestimmt. Dieselben Verweilzeiten zeigen auch die Wässer weiterer Messstellen im zentralen Bereich des Grundwasserkörpers (z.B. Dobersdorf, Deutsch Kaltenbrunn).

Vor allem in den randlichen Messstellen im Norden/Osten liegen die Grundwasserneubildungs-zonen dagegen näher (z.B. TGWM Lafnitz ca. 1 km). Die jüngsten ("modern" nach Lindsey et al., 2019 in (42)) Wässer mit einem  $^{14}\text{C}$ -Modellalter <2.000 Jahre bzw. den höchsten Tritiumgehalt der beprobten Messstellen zeigt Paldau am Südwestrand des TGWK, die hier von der orogra-phischen Wasserscheide (Einzugsgebietsgrenze) zwischen Raab- und Draugebiet gebildet wird. Laut geologischer Karte (9) verschneiden hier die Kies- und Sand-führenden Schichten der Paldau Formation (Kirchberg- und Karnerberg-Subformation) mit der Geländeoberkante (siehe Abbildung 5.1).

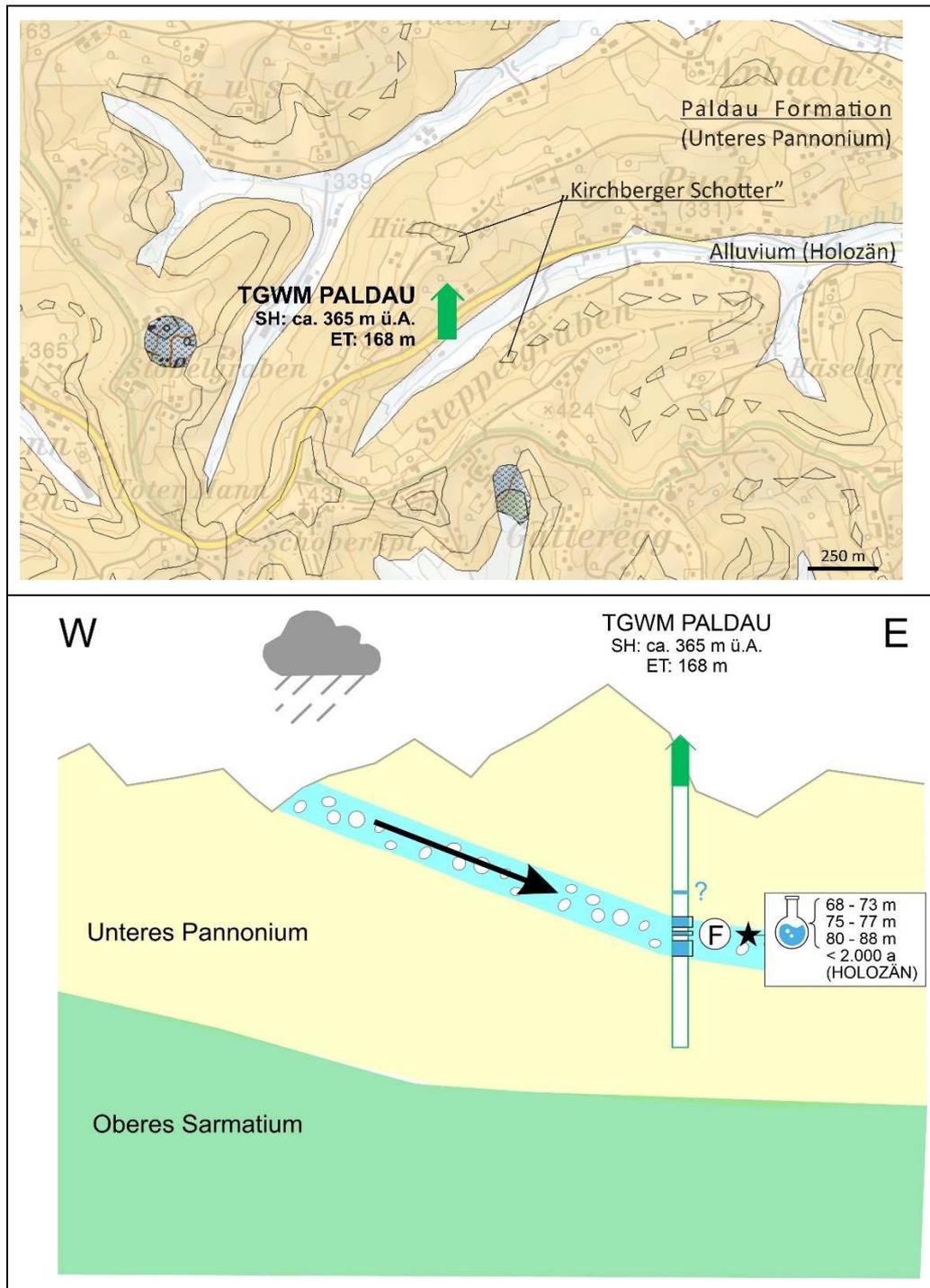


Abbildung 5.1: Tiefengrundwassermonitoring – Schematische Darstellung einer Messstelle (Paldau) im unmittelbaren Einzugsgebiet (oben: in der geologischen Karte (2), unten: im Profil).

Zudem kann ein Zufluss (Recharge) von aufsteigenden Wässern aus größeren Tiefen stattfinden. Vor allem an den nördlichen und östlichen Rändern des Tiefengrundwasserkörpers stoßen wasserführende neogene Schichten an tektonischen Störungen direkt an das präneogene Gebirge und die Konglomerate bzw. Brekzien der neogenen Basisentwicklungen. Da diese Festgesteine auch stark geklüftete Bereiche aufweisen können, ist eine Alimentation des Tiefengrundwasserkörpers auch durch lateral angrenzende Kluffundwasserleiter sehr wahrscheinlich (43).

Ein Beispiel für aufsteigende Systeme ist die TGWM Rauchwart, in der u.a. durch den CO<sub>2</sub>-Partialdruck und die erhöhte Mineralisierung eine Zumischung von CO<sub>2</sub>-haltigen Fluiden aus der Tiefe angenommen wird. Die Messstelle liegt an der Westkante der Südburgenländischen Schwelle, wo in der Karte des präneogenen Untergrundes (20) paläozoische Karbonatgesteine (Arnwiesener Gruppe) eingetragen sind. Nach (20) verlaufen unmittelbar westlich und südlich der Messstelle Störungszonen in Nord-Süd-Richtung. Der erschlossene Aquifer liegt in Schichten des Unteren Pannonium in einer Tiefe von 25 - 33 m unter Gelände. Die Wässer wurden mit einem pleistozänen Alter (>22.000 a) datiert. Die Schichten des Pannonium lagern im Bereich der strukturellen Hochzone des Beckenuntergrundes direkt den Karbonatgesteinen des Basement auf.

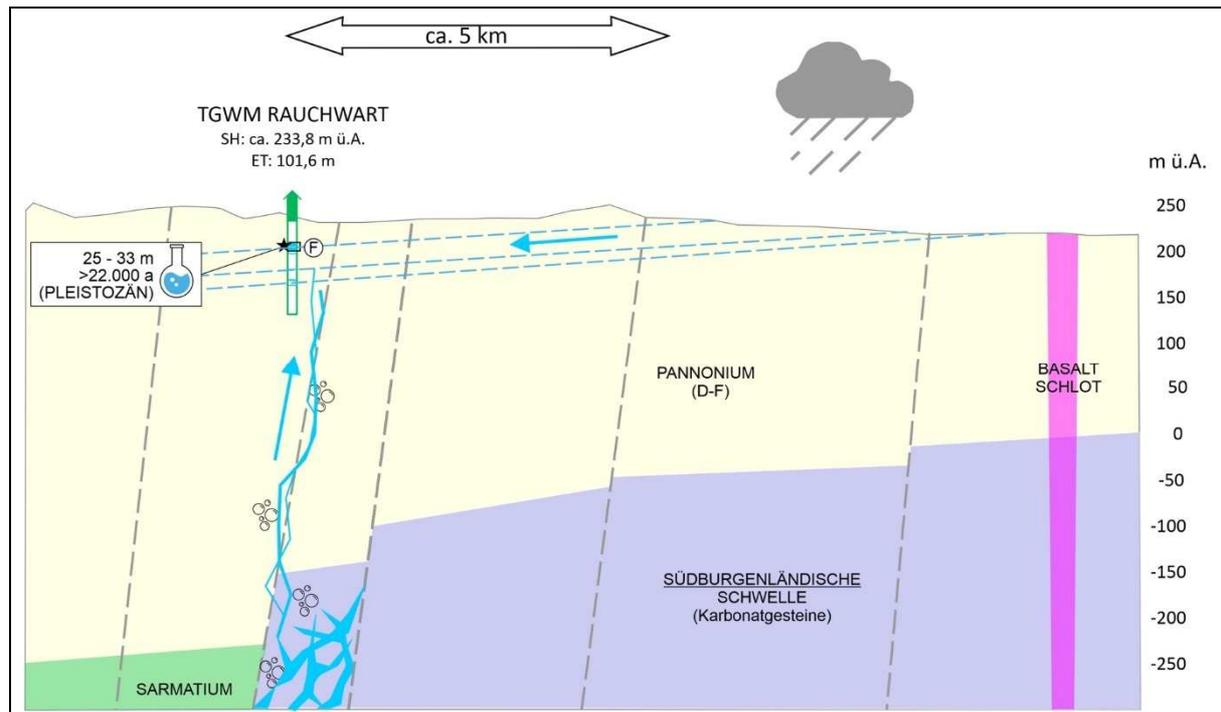


Abbildung 5.2: Tiefengrundwassermonitoring – Schematische Darstellung für den Zustrom aufsteigender Wässer aus größeren Tiefen in der Messstelle Rauchwart.

Ein Zufluss jüngerer Wässer kann auch dort stattfinden, wo anthropogene Einflüsse (Grundwasserentnahmen) zur Ausbildung von Bereichen mit starken Druckabsenkungen (Absenktrichter) führen.

Die nachgewiesenen Tritium-Anteile können mit größeren Entnahmen aus dem Tiefengrundwasserkörper (v.a. in Pinkafeld und Oberwart, siehe Abbildung 5.4) in Verbindung gebracht werden, die Druckspiegelabsenkungen und die Ausbildung von Absenktrichtern hervorrufen, die den Zufluss jüngerer Wässer aus dem Hangenden induzieren.

Grundsätzlich zeigen die Hydrochemie- und Isotopendaten der untersuchten Messstellen einen qualitativ guten Zustand des Tiefengrundwasserleiters an.

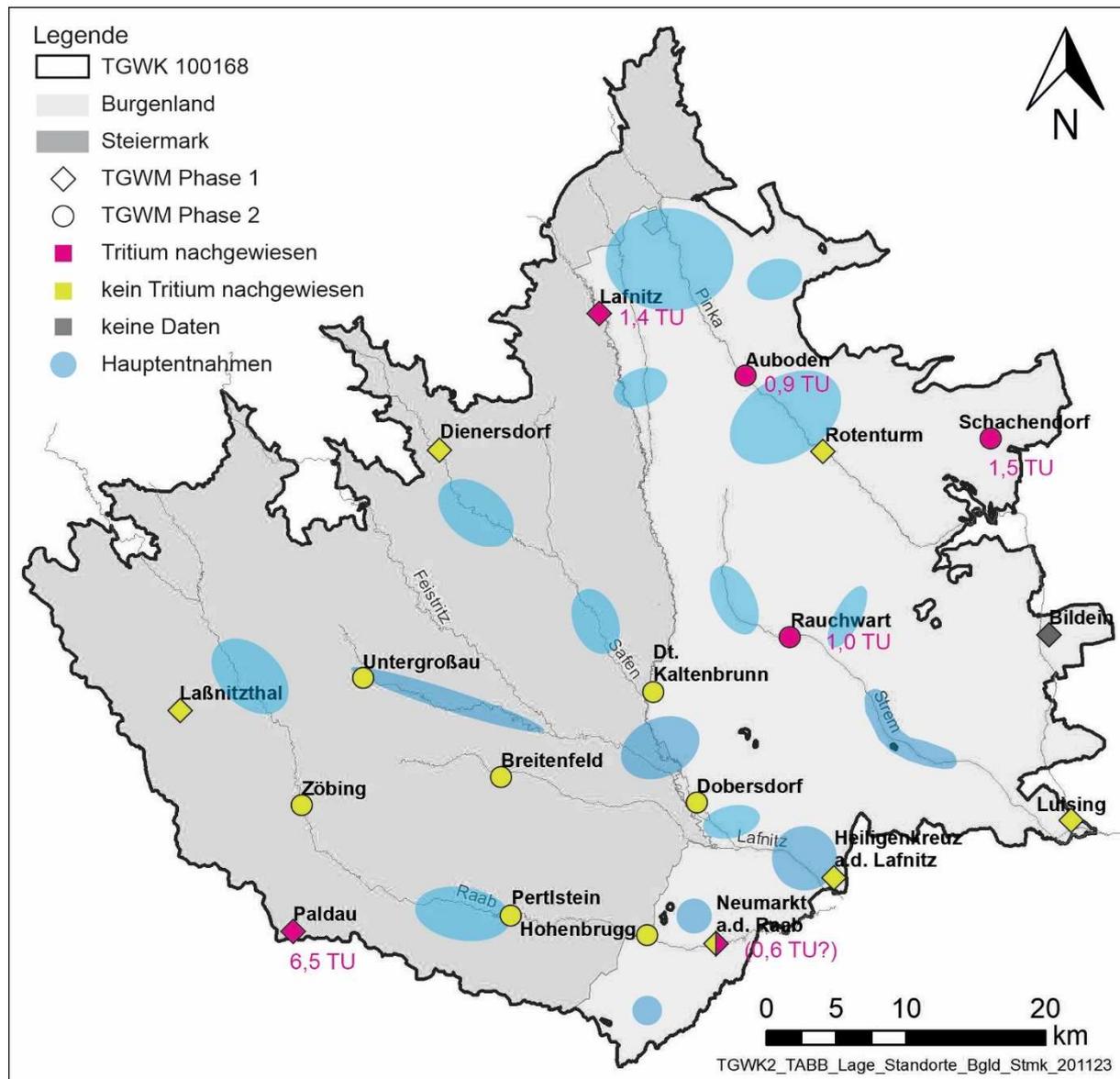


Abbildung 5.3: Tiefengrundwassermonitoring – Karte der Messstationen mit Tritium-freien Wässern bzw. Wässern mit nachgewiesenen Tritium-Anteilen und symbolischer Darstellung der Entnahmecluster aus (43).

Der Tiefengrundwasserkörper GK100168 hat eine große wasserwirtschaftliche Bedeutung und wird durch rund 200 wasserrechtlich bewilligte Brunnen von Wasserversorgungen (Stand 2017 (43)) sowie durch zahlreiche private und zum Teil noch nicht bewilligte Brunnenanlagen genutzt. Weiters ist er im Fall von großflächigen Kontaminationen als Notwasserversorgung von Bedeutung. Eine quantitative Überwachung des Zustandes ist nicht nur für das Grundwassermanagement und die Abwicklung wasserrechtlicher Verfahren von Bedeutung, sondern bildet auch eine belastbare Datenbasis für numerische Modellierungen zur Simulation verschiedener Szenarien.

Vor der Umsetzung der Phasen 1 und 2 des Monitoringkonzeptes wurde der Tiefengrundwasserkörper GK100168 durch 17 in der Steiermark und 13 im Burgenland gelegene Hydrographie-Messstellen überwacht, wobei die burgenländischen Messstellen durchwegs in Betrieb stehende Brunnen darstellen. Bei den steirischen Messstellen fanden/finden dagegen keine Entnahme statt, jedoch beschränkten sie sich auf den Bereich zwischen Feistritz- und Safental.

Mit der Errichtung von achtzehn Tiefengrundwassermessstellen (jeweils neun in der Steiermark und neun im Burgenland) liegt ein deutlicher Mehrwert für die Überwachung des Tiefengrundwasserkörpers GK100168 vor. Abbildung 5.4 gibt einen Überblick der Messstellendichte.

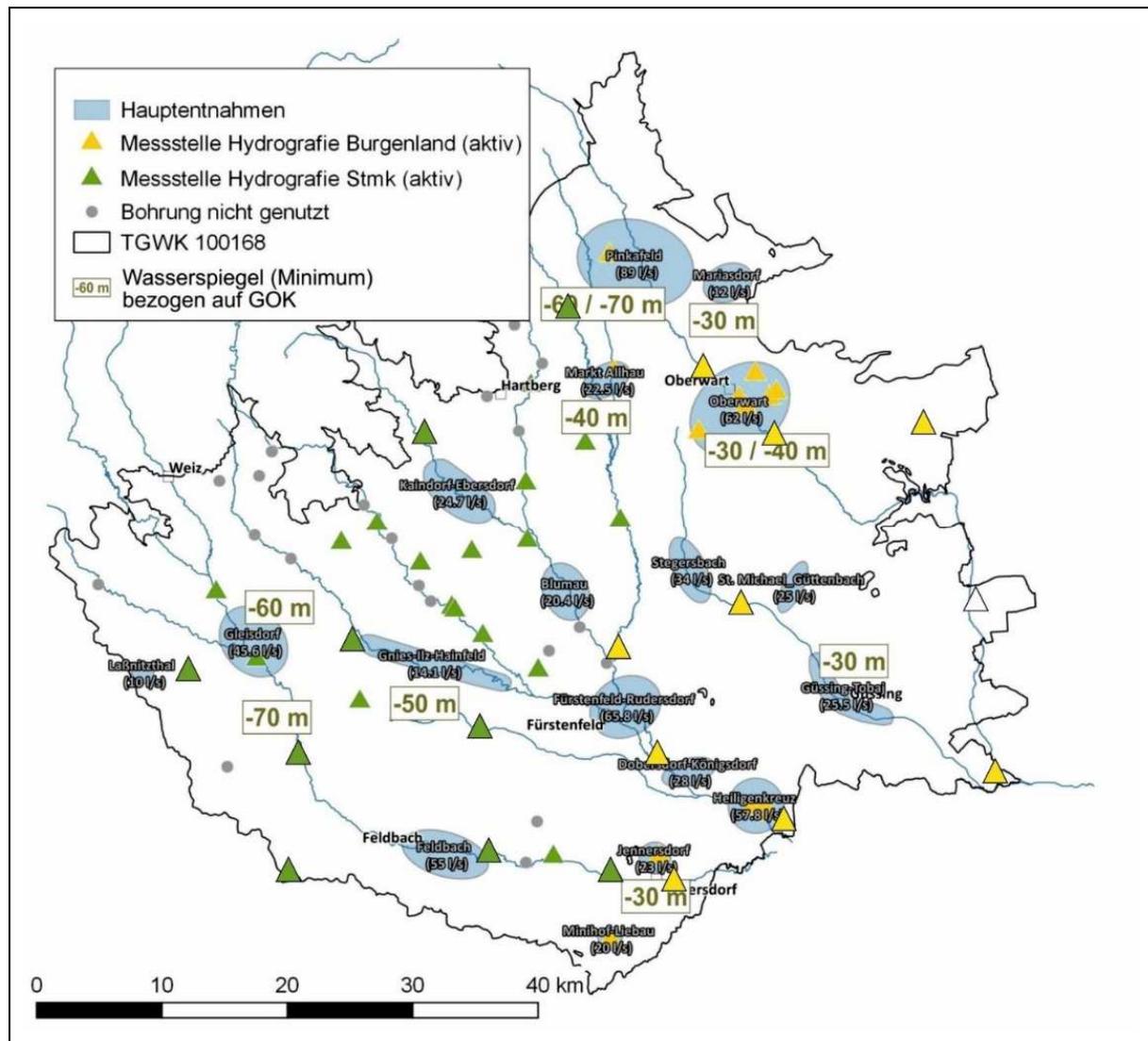


Abbildung 5.4: Tiefengrundwassermonitoring – aktualisierte Karte des Messstellennetzes aus dem Monitoringkonzept (43) mit exemplarischen Druckspiegelabsenkungen. Die neu errichteten Messstellen sind leicht vergrößert und schwarz umrandet dargestellt.

Die hydraulischen Potentiale der neu errichteten 18 Messstellen konnten gut in den für das NANUTIWA-Projekt entwickelten orientierenden Potentiallinienplan integriert werden. Dies bestätigt auch die hydrogeologische Konzeptvorstellung, dass die wasserführenden Horizonte des Pannonium und Sarmatium im Wesentlichen ein hydraulisches Drucksystem ausbilden.

Die bisher vermuteten Re- und Dischargegebiete konnten durch die neuen Pegel meist ebenso verifiziert werden, wie Gebiete mit aufsteigenden Wässern und regionalen Druckabsenkungen aufgrund von Entnahmen.

Die im Potentiallinienplan dargestellten Druckspiegel der neuen Messstellen zeigen weiters, dass die Gebiete außerhalb der Entnahmecluster meist noch hydraulisch unbeeinflusst sind und

sich in den letzten Jahrzehnten quantitativ nur geringfügig geändert haben. Somit kann festgestellt werden, dass sich der Tiefengrundwasserkörper, überwiegend und abgesehen von den größeren Entnahmeklustern, auch quantitativ in einem guten Zustand befindet.

Was die neu errichteten 18 Tiefengrundwassermessstellen betrifft, sollten diese und damit auch die Bezugspunkte der Druckspiegelmessungen dringend geodätisch Vermessungen und an das Präzisionsnivelement angeschlossen werden. Dies vermeidet zukünftig Fehlinterpretationen durch Datenungenauigkeiten. Auch bei allen weiteren Messstellen sollten Lage und Seehöhen der Bezugspunkte bei Unsicherheiten vermessungstechnisch überprüft werden.

Die 18 neuen Messstellen wurden entsandet, Auslauf-, Pump- und Aufspiegelungsversuche wurden noch nicht durchgeführt. Da im Tiefengrundwasserkörper nur wenige belastbare Informationen zu den Durchlässigkeiten einzelner wasserführender Horizonte vorliegen, sollten diese hydraulischen Tests nachträglich durchgeführt und daraus Durchlässigkeitsbeiwerte abgeleitet werden. Damit wird der Datensatz verbessert, auch in Hinblick auf zukünftige numerische Modellierungen in Zusammenhang mit hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Fragestellungen.

Weiters werden ergänzende Probennahmen und Analysen bei jenen Messstellen der ersten Ausbaustufe empfohlen, bei denen Parameterwerte fehlen.

Der Ausbauzustand der 18 neu errichteten Pegel wurde noch nicht durch Kamera-Befahrungen dokumentiert. Dies sollte in den nächsten Jahren nachgeholt werden, vor allem auch bei jenen Messstellen, die vor Jahrzehnten hergestellt wurden. Eine derartige visuelle Zustandsüberprüfung von Pegeln - auch in Hinblick auf die Betriebssicherheit - ist Stand der Technik.

Die in der ersten Ausbaustufe vorgesehene Messstelle Bildein, die wegen technischer Probleme nicht fertiggestellt wurde, wäre eine wichtige Stützstelle des Monitoringnetzes im Randbereich des Grundwasserkörpers gewesen. Vielleicht kann einer der hier zahlreichen Tiefbrunnen (ungenutzt) als Ersatz herangezogen werden, um diesen Abschnitt des Grundwasserkörpers quantitativ zu beobachten.

Durch die Errichtung der 18 Messstellen konnte das Tiefengrundwassermessnetz an entscheidenden Stellen verbessert werden. Das quantitative Monitoring läuft in diesen Messstellen nun zumindest seit der zweiten Hälfte 2022.

Daneben sollte auch ein einheitliches qualitatives - d.h. chemisches und isotonhydrologisches Monitoring - an ausgewählten Tiefengrundwassermessstellen, aber auch an Brunnen in Entnahmezentren langfristig etabliert werden. Dazu sollten die vorhandenen Daten und Vorschriften aus den wasserrechtlichen Genehmigungsbescheiden erhoben, zusammengeführt und ausgewertet werden und darauf basierend ein Konzeptvorschlag erstellt werden.

Eine regelmäßige zusammenschauende hydrogeologische Interpretation der Monitoringdaten aller Messstellen und Entnahmebrunnen mit Trendanalysen in Hinblick auf die Entwicklungen im Tiefengrundwasseraquifer ist ebenso Stand der Technik, wie die Auswertung der Monitoringdaten der Brunnen auf Alterungsprozesse und Schäden und sollte in 3 - 5 Jahresabständen erfolgen.

Ein längerfristiges Ziel sollte jedenfalls weiterhin die Etablierung eines ersten, möglichst einfachen numerischen Modells des Tiefengrundwasserkörpers zur Überprüfung des hydrogeologischen Konzeptmodells und zur Simulation erster Bewirtschaftungskonzepte sein. Bereits im NANUTIWA-Projekt wurde ein Teilgebiet erfolgreich numerisch abgebildet.

Auch ist eine zentrale Weiterführung und regelmäßige Ergänzung der NANUTIWA-Datenbank empfehlenswert. Darin sollten die Ergebnisse neuer Bohrungen, Brunnen und Pegel, die hydrogeologisch fachgerecht zu dokumentieren sind, eingepflegt werden. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass bohrlochgeophysikalische Messungen Standard sind. Aber auch auf eine fachgerechte geologische Aufbereitung der Bohrkleinproben (Sieben) zur Identifikation von wasserführenden Schichten, aber auch in Hinblick auf Stratigraphie und Korrelation mit der Bohrlochgeophysik, muss hingewiesen werden.

Im Monitoringkonzept (43) wurde eine dritte Ausbaustufe vorgeschlagen, in der das Messstellennetz sowohl in der Fläche als auch in der Tiefe verdichtet werden soll. Zur Festlegung von rund zehn Messstellen-Standorten der Phase 3 ist aber eine Evaluierung der Monitoring-Ergebnisse der beiden ersten Ausbaustufen erforderlich. Weiters wurde in (43) auch die Adaptierung ausgewählter bestehender, aber inaktiver Hydrographie-Messstellen (z.B. die Versuchsbohrungen Kumberg und Neudorf) empfohlen.

Graz, 26.06.2023

Mag. Christian Kriegl  
Projektleitung / Bearbeitung

Mag.<sup>a</sup> Marlies Gold  
Bearbeitung