



Till Harum
Konsulent Geohydrologie
Im Hoffeld 18
8046 Graz, Austria
Tel. +43 664 7505 4004
Email: harumtill@gmail.com

Einzugsgebiet Wasserwerk Feldkirchen

Kurzendbericht

T. HARUM

Auftraggeber:



Geologie und Grundwasser GmbH

Im Auftrag von:



Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 14 Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit

Graz, 20.06.2020



Inhalt

1	Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung	3
2	Hydrogeologischer Überblick	6
2.1	Der westliche Talrand des Plabutsch-Buchkogel-Zugs.....	6
2.1.1	Hydrogeologische Verhältnisse.....	6
2.1.1.1	Verkarstete bzw. verkarstungsfähige Kalke	7
2.1.1.2	Klüftige paläozoische Gesteine.....	8
2.1.1.3	Paläozoische Festgesteine, feinklüftig bis wasserstauend	9
2.1.1.4	Eggenberger Brekzie und feinklastische neogene Lockersedimente	9
2.1.1.5	Zum Wasserhaushalt des Plabutsch-Buchkogel-Zugs	9
2.1.2	Relevante Fachliteratur und Unterlagen	10
2.2	Der westliche Teil des Grundwasserkörpers Grazer Feld	12
2.2.1	Hydrogeologische Verhältnisse.....	12
2.2.1.1	Grundwassermodell und Strömungsverhältnisse	12
2.2.1.2	Verweilzeiten.....	13
2.2.2	Relevante Fachliteratur und Unterlagen	18
3	Abgrenzung Einzugsgebiet und vorgeschlagenes Schongebiet.....	20
3.1	Abgrenzung Einzugsgebiet	20
3.2	Einzugsgebiet und Vorschlag Schongebiet	23
4	Zusammenfassung.....	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Derzeitiger Stand der Schutzgebiete des Wasserwerks Feldkirchen (Quelle: GIS Steiermark).	4
Abbildung 2: Derzeitiger Stand der Abgrenzung im Bereich Feldkirchen des Grundwasserschutzprogramms Widmungsgebiet 2 (Quelle GIS Steiermark).	5
Abbildung 3: Schutz- und Schongebiet des Wasserwerks Feldkirchen mit Stand 2015 (Quelle GIS Steiermark).	6
Abbildung 4: Schematisches Längsprofil des Plabutschtunnels (Quelle: BIG, 2015).	7
Abbildung 5: Hydrogeologische Situation im Plabutsch-Buchkogel-Zug südlich der Steinbergfurche (aus V. MAURIN, 1978). Deutlich ist die junge West-Ost verlaufende Querentwässerung vom Becken von Feliferhof zur Bründlquelle erkennbar.....	8
Abbildung 6: Strömungsverhältnisse und Flurabstände mit theoretischem Kraftwerksbetrieb bei mittleren Grundwasserständen (Q50) für den Zeitraum 1993-2013 (Quelle: T. HARUM et al., 2015).....	14
Abbildung 7: Mittlere Verweilzeiten ausgewählter Brunnen im Grazer Feld aus Isotopenuntersuchungen (Quelle: M. KRALIK et al., 2014).	15



Abbildung 8: Absenkungen des Grundwasserspiegels, Bahnlinien und mittlere Verweilzeiten bei Entnahme der Konsensmenge von 420 l/s aus dem Wasserwerk Feldkirchen (aus T. HARUM et al., 2007).....	16
Abbildung 9: Mittlere Fließzeiten in der gesättigten Zone Grazer Feld für ausgewählte Grundwassermessstellen (Quelle: A. DALLA-VIA & T. HARUM, 2010).....	17
Abbildung 10: Potenziallinien des Grundwasserspiegels in rot bei Entnahme der Konsensmenge aus dem Wasserwerk Feldkirchen und Abgrenzung des Einzugsgebiets in blau geglättet (Kartenquelle: GIS Steiermark).....	21
Abbildung 11: Detailabgrenzung des hydrogeologischen Einzugsgebiets im Bereich Feliferhof-Bründl (Kartenquelle: GIS Steiermark).....	22
Abbildung 12: Abgrenzung Einzugsgebiet und Schongebietsvorschlag für das Wasserwerk Feldkirchen (Kartengrundlage: GEOLOGIE & GRUNDWASSER GmbH, 2020).....	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Niederschlag, Verdunstung und Quellabfluss in Monatswerten zwischen September 1978 und August 1979 (aus H. ZOJER et al., 1980).....	10
--	----

1 Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

Am 16.04.2020 erfolgte die Beauftragung seitens der Geologie und Grundwasser GmbH betreffend die Abgrenzung des Einzugsgebiets der Wasserversorgungsanlage Feldkirchen der Holding Graz Kommunale Dienstleistungen GmbH.

Die Wasserversorgungsanlage Feldkirchen Holding Graz - Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH weist eine bewilligte Konsensmenge von 420 l/s auf und stellt eine bedeutende Absicherung der Wasserversorgung der Stadtgemeinde Graz dar.

Im näheren Bereich der Brunnen kam es zu erheblichen Veränderungen des Grundwasserspiegels durch die Errichtung und Inbetriebnahme des Wasserkraftwerks Gössendorf, die aber durch Messungen und das vorliegende neue Grundwassermodell im Rahmen der UVE und Folgeuntersuchungen betreffend die Einflüsse des Wasserkraftwerks als gut bekannt vorausgesetzt werden können. Ein Ende Januar bis Mitte Mai 2006 im Rahmen der UVE durchgeführter Großpumpversuch mit Entnahme der Konsensmenge aus vier Brunnen erbrachte eine erhebliche Verbesserung der Kenntnisse bezüglich Strömungsverhältnisse, Mureinfluss und der qualitativen Verhältnisse bei Entnahme und zeigte, dass die Konsensmenge auch entnommen werden kann.

Für das Wasserwerk sind Schutz- und Schongebiete (letzteres nun Widmungsgebiet 2 des Grundwasserschutzprogramms) ausgewiesen, die in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt sind.

Bis 2015 waren andere Schutz- und Schongebietsgrenzen rechtsgültig (s. Abbildung 3) , sie wurden anschließend durch die Veränderung der Situation zu den derzeit gültigen Grenzen in Abbildung 1 und Abbildung 2 abgeändert. Die Hauptänderungen ab 2015 waren:



- Herausnahme des linksufrigen Bereichs der Mur, der nach aktuellem Kenntnisstand im Zusammenhang mit den hydrogeologischen Untersuchungen für das Wasserkraftwerk Gössendorf und dessen Errichtung außerhalb des Einzugsgebietes liegt.
- Herausnahme des Plabutsch-Buchkogel-Zugs im Westen, die neue Grenze folgt hier der Abgrenzung des Grundwasserkörpers GK100097 Grazer Feld.
- Vergrößerung nach Norden.

Ziel des Projekts ist eine hydrogeologisch fundierte Abgrenzung des Einzugsgebietes des Wasserwerks Feldkirchen bei Konsensentnahme als Grundlage für eine Neuausweisung des Widmungsgebiets 2 des Grundwasserschutzprogramms durch die Behörde.



Abbildung 1: Derzeitiger Stand der Schutzgebiete des Wasserwerks Feldkirchen (Quelle: GIS Steiermark).

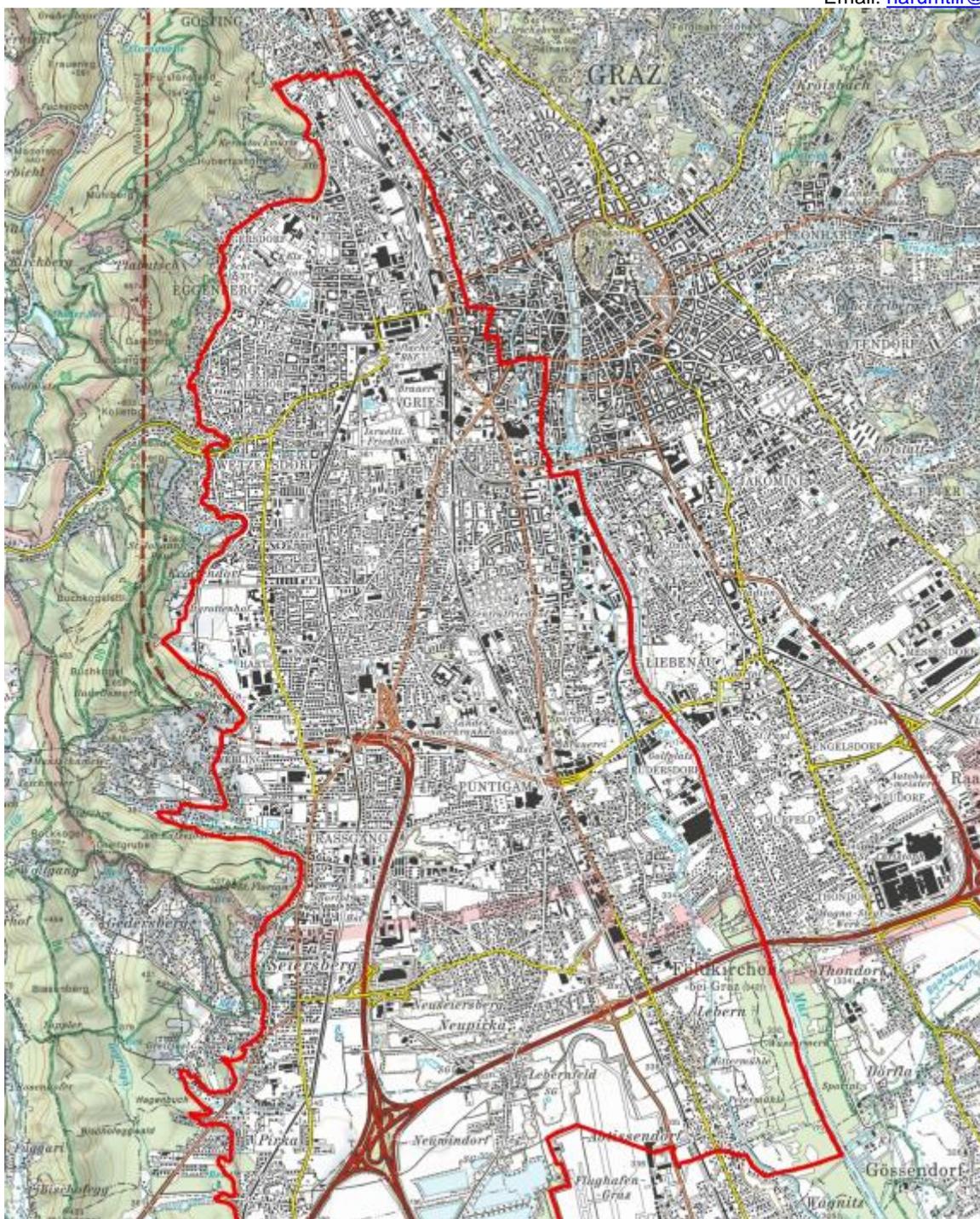


Abbildung 2: Derzeitiger Stand der Abgrenzung im Bereich Feldkirchen des Grundwasserschutzprogramms Widmungsgebiet 2 (Quelle GIS Steiermark).

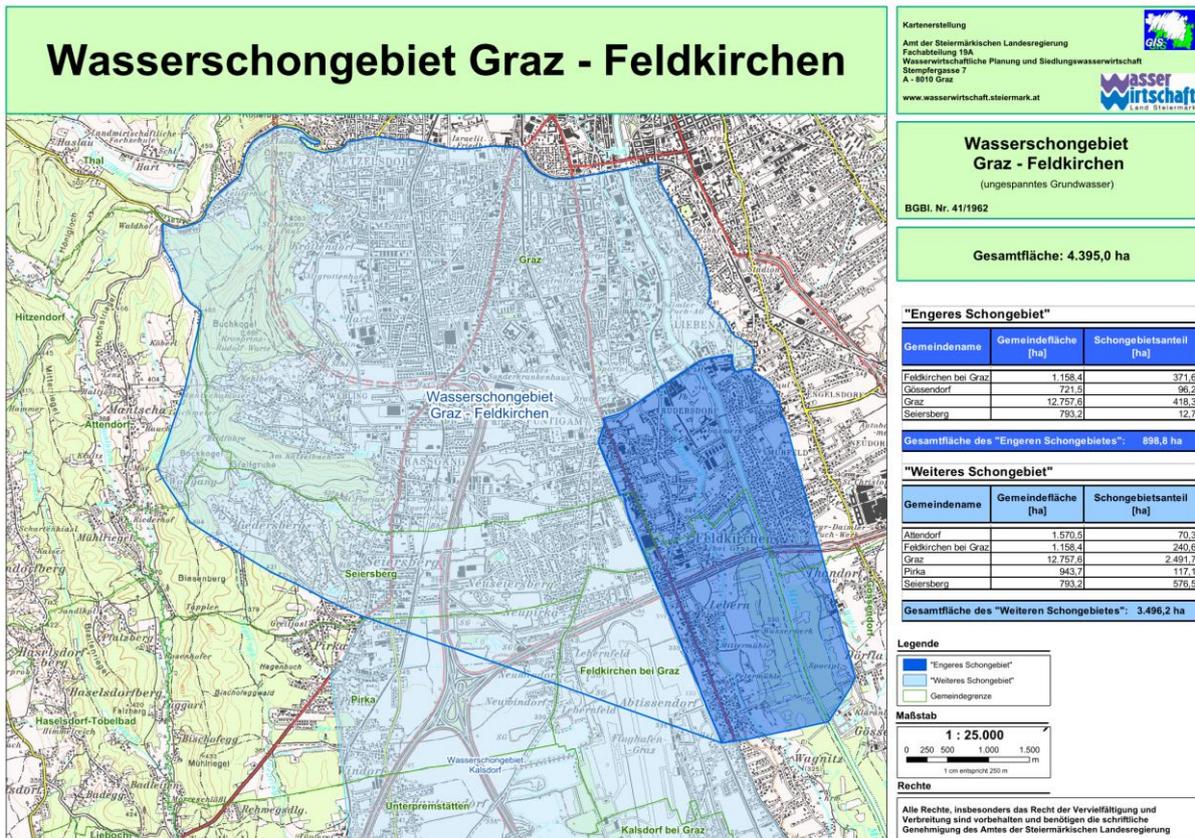


Abbildung 3: Schutz- und Schongebiet des Wasserwerks Feldkirchen mit Stand 2015 (Quelle GIS Steiermark).

2 Hydrogeologischer Überblick

Das Einzugsgebiet des Wasserwerks Feldkirchen lässt sich in zwei relevante hydrogeologische Teilbereiche gliedern:

- Der überwiegend aus Festgesteinen aufgebaute Bereich des Plabutsch-Buchkogel-Zugs.
- Der aus quartären Lockersedimenten aufgebaute westliche Teil Grundwasserkörpers Grazer Feld, aus dem die Entnahmen in Feldkirchen erfolgen.

Die Teilbereiche werden im Folgenden kurz beschrieben, die relevante Fachliteratur wird in Unterkapiteln zusammengestellt, wobei nur besonders wichtige Beiträge im Text zitiert werden, alle Unterlagen aber eingearbeitet wurden. Alle verfügbaren Unterlagen könne auf Wunsch digital zur Verfügung gestellt werden.

2.1 Der westliche Talrand des Plabutsch-Buchkogel-Zugs

2.1.1 Hydrogeologische Verhältnisse

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse sind in H. FLÜGEL (1975, 1983) dargestellt. Detailliertere Untersuchungen zur Hydrogeologie finden sich in V. MAURIN & J. ZÖTL (1959), V. MAURIN (1960, 1978), J. ZÖTL (1953, 1954, 1958) und J.G. ZÖTL (1974).

Der Plabutsch–Buchkogel-Zug wird in N-S-Richtung durch den 1987 eröffneten Straßentunnel gequert, wobei nur relativ geringe Karstwassereintritte zu verzeichnen waren. Die leider nicht gemessene Gesamtmenge beträgt am Südportal laut Angaben der ASFINAG etwa 10-15 l/s, die in den Schottern der Würmterrasse südlich der Unterflurtrasse bei Webling zur Versickerung gebracht werden.

Im Zusammenhang mit der Planung des Plabutschtunnels wurden zahlreiche Gutachten erstellt, zugänglich waren die folgenden: F. BAUER (1978), T. GLANZ (1979a, 1979b), V. MAURIN (1978), VERWALTUNGSGERICHTHOF (1979).

Seitens der ASFINAG waren keine Daten bezüglich hydrogeologisches Längsprofil und Abfluss der Tunneldrainage nach Süden verfügbar, bekannt gegeben wurde nur der Scheitelpunkt, der die Entwässerung nach Norden und Süden trennt (ASFINAG, 2020). Es existiert nur ein schematisches Längsprofil (s. Abbildung 4).

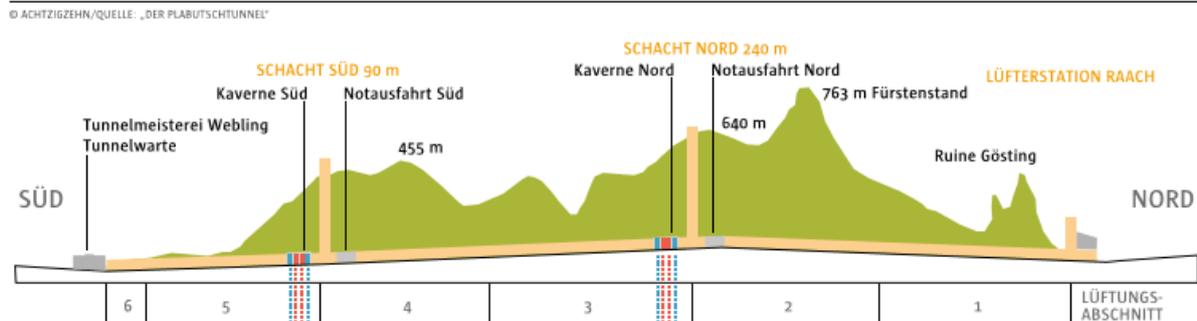


Abbildung 4: Schematisches Längsprofil des Plabutschtunnels (Quelle: BIG, 2015).

Der Westrand des Grazer Felds kann wie folgt charakterisiert werden:

2.1.1.1 Verkarstete bzw. verkarstungsfähige Kalke

Die Kalke des Grazer Paläozoikums sind ungeachtet ihres Alters, der faziellen Ausbildung und tektonischen Stellung in Hinblick auf die Wasserführung im Untergrund etwa gleich zu bewerten und zwar als teilweise verkarstet, bzw. verkarstungsfähig.

In diesen paläozoischen Kalken sind auch in Teilen des Plabutsch-Buchkogel-Zugs Verkarstungserscheinungen bekannt. Frühere Untersuchungen (Markierungsversuche) belegen die Entwässerung des tertiären Kesseltals von Feliferhof über Schwinden zur Bründlquelle im Grazer Feld (V. MAURIN & J. ZÖTL, 1959; V. MAURIN, 1960, 1978; J. ZÖTL, 1953, 1954, 1958; H. BATSCHE et al., 1967; J.G. ZÖTL, 1974).

Die Entwässerung der Schwinden des Kesseltals von Feliferhof ist in Abbildung 5 aus V. MAURIN (1978) dargestellt. Es stellt den einzigen Bereich des Plabutsch-Buchkogel-Zugs dar, in dem nachweislich eine unterirdische einzugsgebietsübergreifende Entwässerung von Westen her in das Grazer Feld gegeben ist. Im Rest des Gebiets gibt es keine Hinweise auf einzugsgebietsübergreifende Entwässerungen in das Grazer Feld. Es kann somit aufgrund der vorherrschenden nicht verkarsteten Dolomite davon ausgegangen werden, dass die orographische Wasserscheide auch tatsächlich die

Einzugsgebietsgrenze darstellt, was auch bei der Abgrenzung des Einzugsgebiets berücksichtigt wurde.

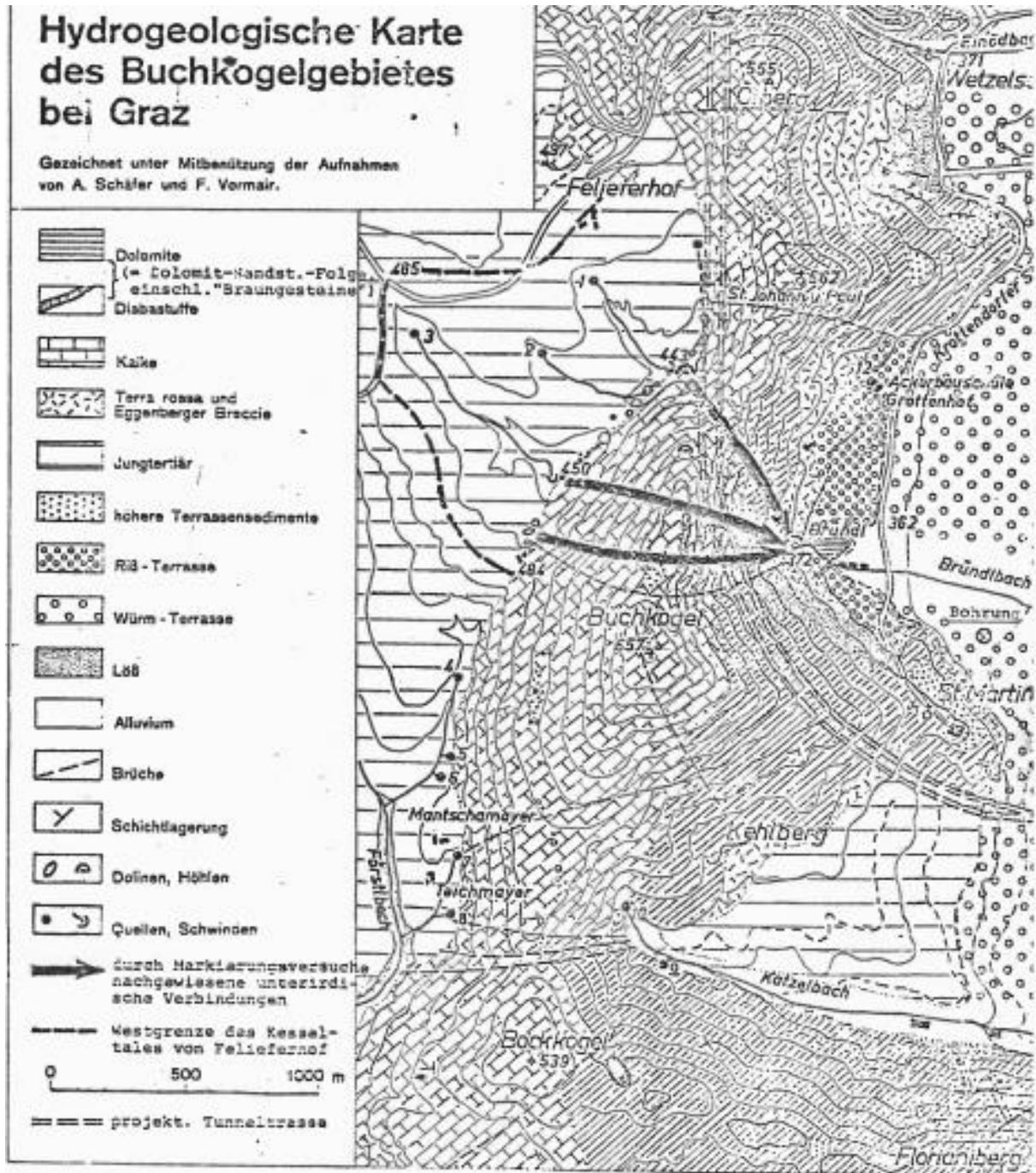


Abbildung 5: Hydrogeologische Situation im Plabutsch-Buchkogel-Zug südlich der Steinbergfurche (aus V. MAURIN, 1978). Deutlich ist die junge West-Ost verlaufende Querentwässerung vom Becken von Feliferhof zur Bründlquelle erkennbar.

2.1.1.2 Klüftige paläozoische Gesteine

Als gut geklüftet aber kaum verkarstungsfähig sind die diversen paläozoischen Dolomite (Mitteldevondolomit, Dolomite der Dolomitsandsteinfolge) einzustufen.



Innerhalb der Rannach Decke tritt im Bereich des Plabutsch - Buchkogelzuges in großflächiger Verbreitung eine Sandsteinbank auf. Sie zeichnet sich durch eine überwiegend regelmäßige Klüftung und ausgeprägte Bankung aus und ist hinsichtlich ihrer Wasserwegigkeit etwa den Dolomitgesteinen gleich zu setzen.

2.1.1.3 Paläozoische Festgesteine, feinklüftig bis wasserstauend

Innerhalb des Grazer Paläozoikums treten mehrere nichtkarbonatische Gesteinsabfolgen wie Grüngesteine, Diabase und Diabastuffe, Tonschiefer und Phyllite auf.

Diese Gesteine sind zumeist tiefgründig verwittert und tektonisch stark beansprucht. Ihre Klüftung ist sehr fein, wenig ausgeprägt und zumeist hydrogeologisch kaum wirksam, da die Klüfte auch oft verkittet sind. Diese Gesteine sind als unbedeutend wasserführend bzw. sogar als Wasserstauer anzusprechen.

2.1.1.4 Eggenberger Brekzie und feinklastische neogene Lockersedimente

Die Eggenberger Brekzie ist eine In-situ Bildung, die aus verkittetem altem Hangschuttmaterial besteht wobei das Bindemittel vorwiegend kalkig ist. Die Eggenberger Brekzie gilt als praktisch frei von Klüften. Sie tritt im Stadtgebiet am Osthang des Plabutsch- Buchkogelzuges als lokale Dichtungsschürze entlang der paläozoischen Karbonatgesteine auf und übt hier eine wasserstauende Funktion aus. Die Grenzlinie paläozoische Karbonate – Eggenberger Brekzie ist oft durch kleine Überlaufquellen markiert.

Im Bereich zwischen Wetzelsdorf und Webling sind neogene Feinsedimente an das paläozoische Festgestein angelagert, welche hier ebenso wie die Eggenberger Brekzie eine Dichtschürze bilden. In solchen Bereichen treten ebenfalls Überlaufquellen aus, welche die Oberkante des Neogens markieren.

2.1.1.5 Zum Wasserhaushalt des Plabutsch-Buchkogel-Zugs

Zum Wasserhaushalt des Gebiets liegen nur wenig Untersuchungen vor. H. ZOJER et al. (1980) schätzten für das gesamte Einzugsgebiet von etwa 13 km² ein Jahresmittel des Abflusses von 385 mm und einen unterirdischen Abfluss von rund 159 l/s. Davon treten gemäß Z. ZOJER et al. (1980) nur etwa 10 % also rund 16 l/s in Form von Quellen wieder aus.

R. BENISCHKE et al. (2002) erstellten für den Wasserversorgungsplan Steiermark auch eine Karte der Grundwasserneubildung, aus der sich für den Bereich Plabutsch-Buchkogel-Zug eine mittlere jährliche Neubildungsrate von 100 – 200 mm pro Jahr aus dem Zeitraum 1971-1995 ergibt. Das ergäbe eine deutlich geringere Gesamtmenge von rund 40 – 80 l/s für eine Fläche von 13 km². Bezogen auf das Einzugsgebiet des Wasserwerks Feldkirchen aus dem Plabutsch von 9,4 km² (vgl. Kap. 3) ergibt sich dann nur mehr eine Menge von rund 30 – 60 l/s, wovon Teile im Südportal des Tunnels zur Versickerung gelangen, Teile zur Bründlquelle abfließen, die ebenfalls im Grundwasserkörper Grazer Feld versickert. Der Rest verteilt sich auf Hangentwässerungen in das Grazer Feld.



Tabelle 1: Niederschlag, Verdunstung und Quellabfluss in Monatswerten zwischen September 1978 und August 1979 (aus H. ZOJER et al., 1980).

	Sept. 78	Okt.	Nov.	Dez.	Jän. 79	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Jahr
Niederschlagshöhe (mm)	56,1	16,8	31,0	23,6	48,5	74,8	58,1	50	43,4	124,7	250,9	59,9	837,8
Temperatur Monatsmittel (°C)	13,9	9,6	0,2	-2,9	-5,3	-0,7	5,8	7,9	14,0	19,1	17,5	15,2	7,9
Aktuelle Verdunstung (mm)	57,9	39		31,5			22,3	31,5	58,4	80,8	73,5	72,8	468
Abfluß Bründl (l/s)	2,07	1,99	1,50	1,50	5,20	12,51	14,46	19,57	14,19	6,53	47,55	9,39	11,37
Abfluß Bründl-Aufschlußstellen (l/s)	1,44	0,91	1,49	1,05	1,31	4,21	0,19	--	--	--	--	--	0,88
Gesantabfluß Quellen außer Bründl (l/s)	2,23	2,22	2,22	2,22	2,53	2,41	5,63	7,90	3,47	6,28	3,53	3,18	3,65

2.1.2 Relevante Fachliteratur und Unterlagen

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2015): Wasserversorgungsplan Steiermark 2015, Ein Leitfaden für die öffentliche Wasserversorgung.- 315 S, Graz.

ASFINAG (2012): Das Autobahnnetz in Österreich, 30 Jahre ASFINAG.- 289 S, Wien.

ASFINAG (2020): Angaben zum Scheitelpunkt des Plabutschtunnels.- Per Email am 28.04.2020.

BATSCHKE, H., F. BAUER, H. BEHRENS, K. BUCHTELA, F. HRIBAR, W. KÄSS, G. KNUTSSON, J. MAIRHOFER, V. MAURIN, H. MOSER, F. NEUMAIER, L. OSTANEK, V. RAJNER, W. RAUERT, H. SAGL, W.A. SCHNITZER & J. ZÖTL (1967): Ergebnisse der vergleichenden Markierungsversuche im Mittelsteirischen Karst 1966.- Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 18/19, 331-403, Graz.

BAUER, F. (1978): Karsthydrologische Stellungnahme zu den gegen den Bescheid des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung Zl. 3-49 P 170/9-1977 vom 24. Juni 1977 eingebrachten Berufungen unter Berücksichtigung der im Projekt und im Bescheid vorgesehenen Maßnahmen und deren möglichen Auswirkungen auf die karsthydrologischen Verhältnisse im Plabutsch-Buchkogelzug im Hinblick auf eine Beeinträchtigung von aus diesem alimentierten Karstwasservorkommen.-Unveröff. Bericht, 65 S, Wien.

BENISCHKE, R., A. DALLA-VIA, H. DOBESCH, W. ERHART-SCHIPPEK, E. FABIANI, J. FANK, K. FUCHS, T. HARUM, C. KAISER, H.-P. LEDITZKY, E. PÖTL, S. REINSDORFF, P. SACCON, B. SAURER, C. SCHMID, B. YEHDEGHO & H. ZOJER (2002): Wasserversorgungsplan Steiermark. Ein Leitfaden für die öffentliche Wasserversorgung. Kurzfassung.- 231 S, Graz (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 19A, Wasserwirtschaftliche Planung und Hydrographie).

BIG - DIE OFFIZIELLEN SEITEN DER STADT GRAZ (2015): Tunnelblick: Fahrt in die Vergangenheit.- 4-7, Graz, April 2015.

FLÜGEL, H. (1975): Die Geologie des Grazer Berglandes. Mit Beiträgen von A. ALKER, O. M. FRIEDRICH, W. GRÄF, V. MAURIN, M. MOTTL und A. THURNER.- Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, SH 1, 288 S.

FLÜGEL, H. (1983): Zur neogen-quartären Morphogenese und Verkarstung des Plabutschzuges westlich von Graz (Steiermark).- Mitt, naturwiss. Ver. Steiermark, 113, 15-23, Graz.

GIS STEIERMARK (2020): Schutz- und Schongebiete, Wasserbuch, geologische Karte. https://gis.stmk.gv.at/atlas/init.aspx?ks=das&karte=emptymap&cms=CMS_da&layout=gisst



Till Harum
Konsulent Geohydrologie
Im Hoffeld 18
8046 Graz, Austria
Tel. +43 664 7505 4004
Email: harumtill@gmail.com

[mk&template=gisstmk&logo=gisstmk&project=dwBnAHUAXwBIAGEAZQA0ADcANQA4ADgANQAYADIAOQA0ADAAOABiAGIANqAxADUAZABjAGUAZqAzADIAyqBkAGUAOAA1ADYAXABFAFoARwBfAEYAZQBsAGQAawBpAHIAyWBoAGUAbgA%3d&redliningid=srrr0ra0wz1khshxhju5ny4](https://gisstmk.com/project=dwBnAHUAXwBIAGEAZQA0ADcANQA4ADgANQAYADIAOQA0ADAAOABiAGIANqAxADUAZABjAGUAZqAzADIAyqBkAGUAOAA1ADYAXABFAFoARwBfAEYAZQBsAGQAawBpAHIAyWBoAGUAbgA%3d&redliningid=srrr0ra0wz1khshxhju5ny4)

- GLANZ, T. (1979a): *Gutachterliche Vorbemerkungen zu den Druckspiegelmessungen am Brunnen Puntigam 2 der Firma Reininghaus in Bezug auf eine mögliche hydraulische Beeinflussung durch Wasserspiegeländerungen in den Hohlräumen des Buchkogelzuges westlich von Graz.- Unveröff. Bericht, 20 S, Graz, 14.3.1979.*
- GLANZ, T. (1979b): *Absenkversuch Bründl - Ergänzungsbericht.- Unveröff. Bericht, 3 S, Graz, 2.4.1979.*
- KAISER & MACH ZT GmbH (2004): *A9 – Phyrnautobahn – Plabutschtunnel Brunnen und Quellen / Beweissicherung Zusammenfassung 1980 – 2004.- Unveröff. Bericht, 52 S, Judendorf-Strassengel.*
- MAURIN, V. & J. ZÖTL (1959): *Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse.– Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 1959 (1/2), 111–137, Graz.*
- MAURIN, V. (1960): *Hydrogeologische Untersuchungen im Grazer Bergland und deren Wert für die Versorgungswasserwirtschaft. Habilitationsschrift, 240 S, Graz.*
- MAURIN, V. (1978): *Hydrogeologische Stellungnahme zum -Plabutschtunnelprojekt und zu den gegen den Bescheid des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Zl. 3-349 P 170/9 - 1977, vom 24. Juni 1977 eingebrachten Berufungen.- Unveröff. Gutachten, 72 S, Karlsruhe.*
- VERWALTUNGSGERICHTHOF (1979): *1749/79, Spruch betreffend obige Beschwerde.- 7 S, Wien, 4.12.1979.*
- VERWALTUNGSGERICHTHOF (1979): *Zl. 1749, 1750/79 Verfügung über die Beschwerde der 1) Brüder Reininghaus Aktiengesellschaft und 2) der Steierischen Brauindustrie Aktiengesellschaft in Graz gegen den Bescheid des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 23. April 1979, Zl. 510.601/10-I 5/79 betreffend Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung.- 33 S, Wien, 23.4.1979.*
- WEISS, E.H. (1990): *Baugeologische Aspekte und Probleme im Tunnelbau der Steiermark.- Mitt, naturwiss. Ver. Steiermark, Band 120, 53-72, Graz.*
- ZOJER, H., R. BENISCHKE, J.E. GOLDBRUNNER & P. RAMSPACHER (1980): *Derr Wasserhaushalt des Plabutsch-Buchkogelzuges.- Unveröff. Bericht Forschungszentrum Graz (Institut für Geothermie und Hydrogeologie), 93 S, 9 Beil., Graz.*
- ZÖTL, J. (1953): *Die hydrogeologischen Verhältnisse im Raume des Buchkogelzuges bei Graz.- Beitr. Hydrogeologie Steiermarks. 6. Heft, S. 24–31, Graz.*
- ZÖTL, J. (1954): *Die hydrogeologischen Verhältnisse im Becken von Thal bei Graz.- Beitr. Hydrogeol. Steiermarks, 28-36, Graz.*
- ZÖTL, J. (1958): *Die hydrogeologischen Verhältnisse des Plabutsch- Kollerbergzuges bei Graz.- Steir. Beitr. z. Hydrogeol., 8/9, 77-82, Graz.*
- ZÖTL, J.G. (1974) *Karsthydrogeologie.- 291 S, Springer Wien – New York.*



2.2 Der westliche Teil des Grundwasserkörpers Grazer Feld

2.2.1 Hydrogeologische Verhältnisse

Der westliche Grundwasserkörper Grazer Feld befindet sich im Bereich der fluviatilen Aufschüttungen der quartären Niederterrasse aus der Würmkaltzeit sowie den Lockersedimenten aus dem Holozän in der Talau. Der Untergrund besteht aus überwiegend gut und zum Teil sehr mächtigen durchlässigen sandigen Kiesen und ist ein bedeutender Aquifer, aus dem unter anderem bedeutende Entnahmen für die Trinkwasserversorgung erfolgen (Wasserwerke Kalsdorf und Feldkirchen). Darunter lagern tonig-schluffige Sedimente aus dem Neogen (Tertiär), die aufgrund ihrer gering- bis undurchlässigen Eigenschaften als Grundwasserstauer zu sehen sind.

2.2.1.1 Grundwassermodell und Strömungsverhältnisse

Der Untersuchungsraum befindet sich im Modellgebiet des 2D instationären Grundwassermodells westliches Grazer Feld, welches für einen langjährigen Zeitraum (1993 – 2016) in Tagesschritten kalibriert wurde. Als Modellsystem wurde FEFLOW verwendet. Es liegt somit ein sehr umfangreiches Datenmaterial über die hydrogeologischen Verhältnisse vor, welches in der Hauptsache aus den folgenden Quellen stammt: A. DALLA-VIA & T. HARUM (2015), J. C. DRAXLER et al. (2011), T. HARUM et al. (2006, 2007, 2011), J. FANK (2016), T. HARUM et al. (2011), T. HARUM et al. (2015), T. HARUM et al. (2017).

Die Durchlässigkeiten des Aquifers sind auf Basis der Modellkalibrierung überwiegend relativ hoch mit k_f -Werten zwischen 4 und $5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Aus diesen Gründen und der großteils hohen Mächtigkeiten des Aquifers ist dieser sehr ergiebig.

Der Großteil der Untersuchungen und die Modellkalibrierung erfolgte im Zusammenhang mit der UVP für die Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf sowie für das Murkraftwerk Graz. Die Ergebnisse der Prognosen sind in den entsprechenden Berichten zu den UVE's dargestellt. Alle Kraftwerke sind inzwischen in Betrieb. Für die Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf erfolgte auch bereits eine Nachkalibrierung auf den Betriebszustand für die Kollaudierung und zeigte, dass die Prognosen sehr realistisch waren.

Im näheren Bereich der Brunnen Feldkirchen kam es zu erheblichen Veränderungen des Grundwasserspiegels durch die Errichtung und Inbetriebnahme des Wasserkraftwerks Gössendorf, die aber durch Messungen und das vorliegende neue Grundwassermodell im Rahmen der UVE und Folgeuntersuchungen betreffend die Einflüsse des Wasserkraftwerks als gut bekannt vorausgesetzt werden können. Ein Ende Januar bis Mitte Mai 2006 im Rahmen der UVE durchgeführter Großpumpversuch mit Entnahme der Konsensmenge aus vier Brunnen erbrachte eine erhebliche Verbesserung der Kenntnisse bezüglich Strömungsverhältnisse, Mur-Einfluss und der qualitativen Verhältnisse bei Entnahme und zeigte, dass die Konsensmenge auch entnommen werden kann. Die Ergebnisse sind in T. HARUM et al. (2007) dargestellt.

Abbildung 6 zeigt exemplarisch die Strömungsverhältnisse und Flurabstände bei Simulation eines langjährigen Betriebs des Kraftwerks Gössendorf ohne Konsensentnahme von 420 l/s aus den Brunnen Feldkirchen (aktuelle Entnahme in Zeitraum 1993-2013 nahe 0 l/s) aus T. HARUM et al. (2015) und anschließend bis 2016 (T. HARUM et al., 2017).



Abbildung 8 zeigt die Absenkungen des Grundwasserspiegels, Bahnlinien der Strömungsrichtung und Verweilzeiten des Grundwassers im Nahbereich des Wasserwerks Feldkirchen bei stationärer Entnahme der Konsensmenge von 420 l/s (aus T. HARUM et al., 2007) im Zuge des Großpumpversuchs 72006. Auf Basis dieser Ergebnisse lässt sich sehr gut das nähere Einzugsgebiet der Brunnen ermitteln.

2.2.1.2 Verweilzeiten

Ein wichtiger Punkt für den Schongebietsvorschlag sind die Verweilzeiten des Grundwassers vom westliche Talrand bis zu den Brunnen. Hierzu erfolgten Isotopenuntersuchungen (M. KRALIK et al., 2011, 2014; F. HUMER et al., 2015), Zusammenfassung dargestellt in Abbildung 7 und die hydraulische Modellierung im Zuge der erstgenannten Studie mit Ermittlung der Fließzeiten in der gesättigten Zone von T. HARUM & A. DALLA-VIA (2010), dargestellt in Abbildung 9.

Die Ergebnisse bezüglich Fließzeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die mittleren Verweilzeiten aus den Isotopenuntersuchungen liegen im westlichen Grazer Feld durchwegs unter 5 Jahre, sie berücksichtigen auch die ungesättigte Zone.
- Die mittlere Fließzeit zum Wasserwerk Feldkirchen im gesättigten Bereich liegt bei rund 2,1 Jahren und ist gut mit den Isotopenuntersuchungen vergleichbar, die naturgemäß durch die Einbeziehung der ungesättigten Zone ein höheres Wasseralter ergeben.
- Die Fließzeit in der gesättigten Zone vom westlichen Talrand (Westgrenze des Grundwasserkörpers Grazer Feld) bis zu den Brunnen Feldkirchen beträgt rund 4 Jahre.

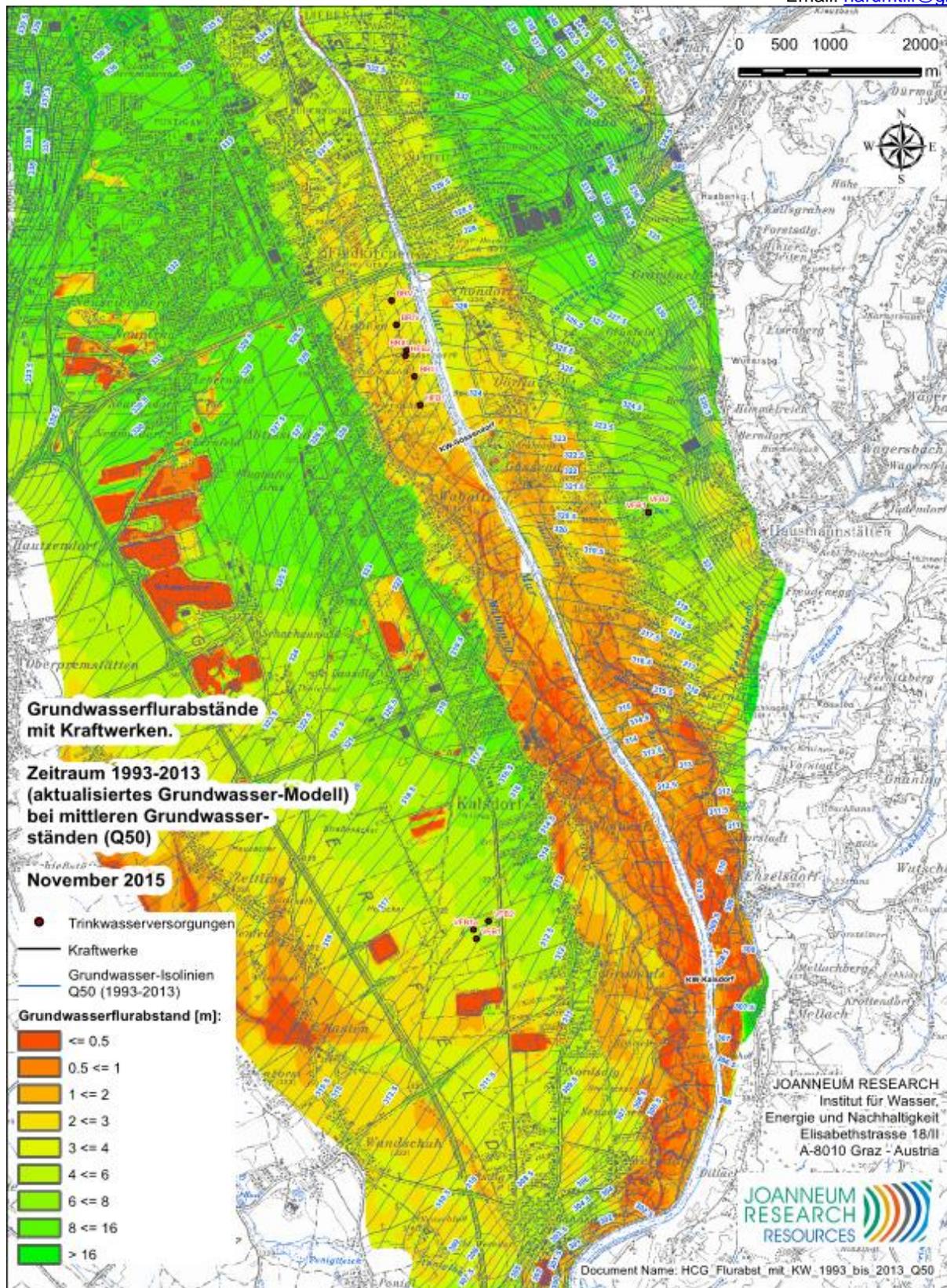


Abbildung 6: Strömungsverhältnisse und Flurabstände mit theoretischem Kraftwerksbetrieb bei mittleren Grundwasserständen (Q50) für den Zeitraum 1993-2013 (Quelle: T. HARUM et al., 2015).

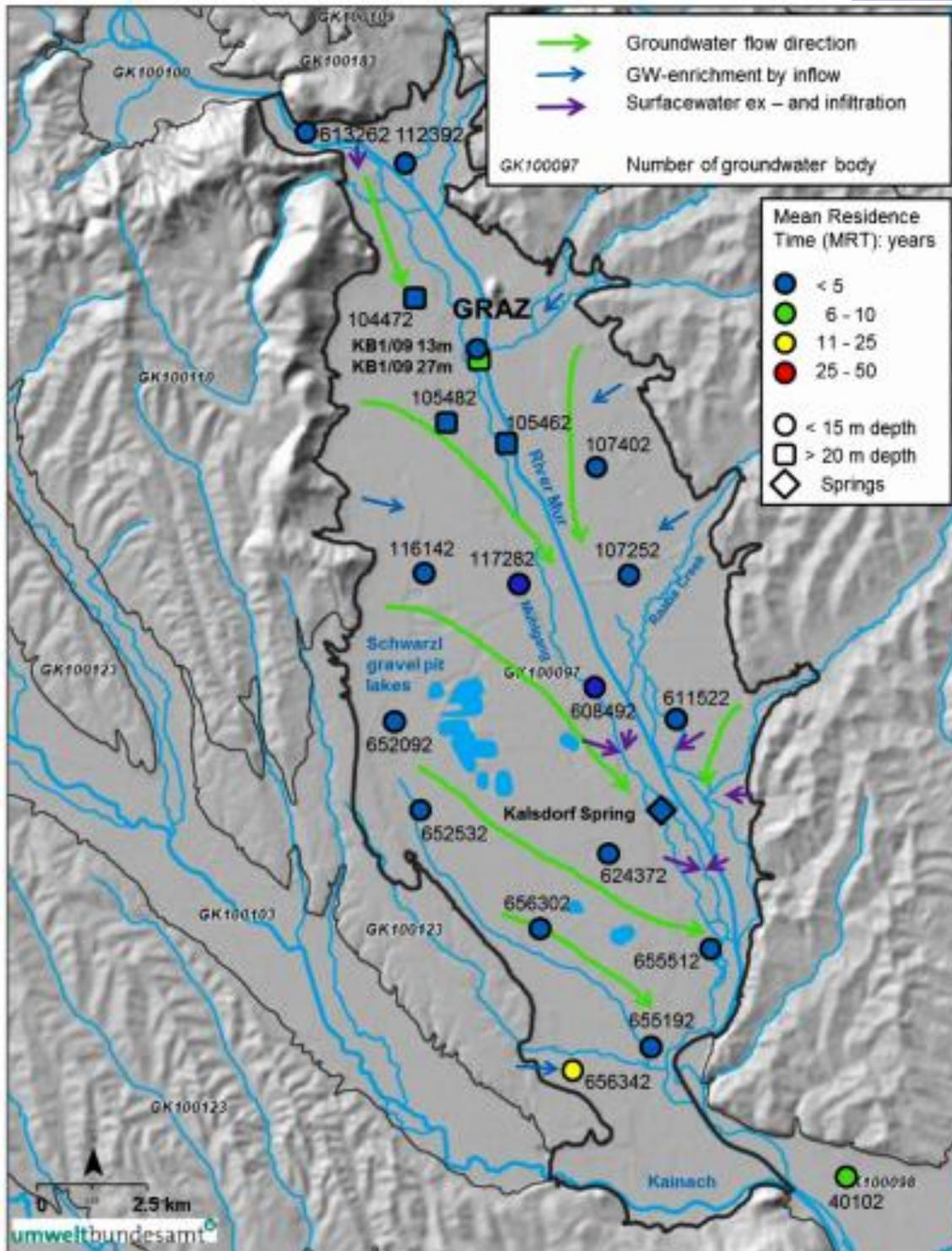


Abbildung 7: Mittlere Verweilzeiten ausgewählter Brunnen im Grazer Feld aus Isotopenuntersuchungen (Quelle: M. KRALIK et al., 2014).

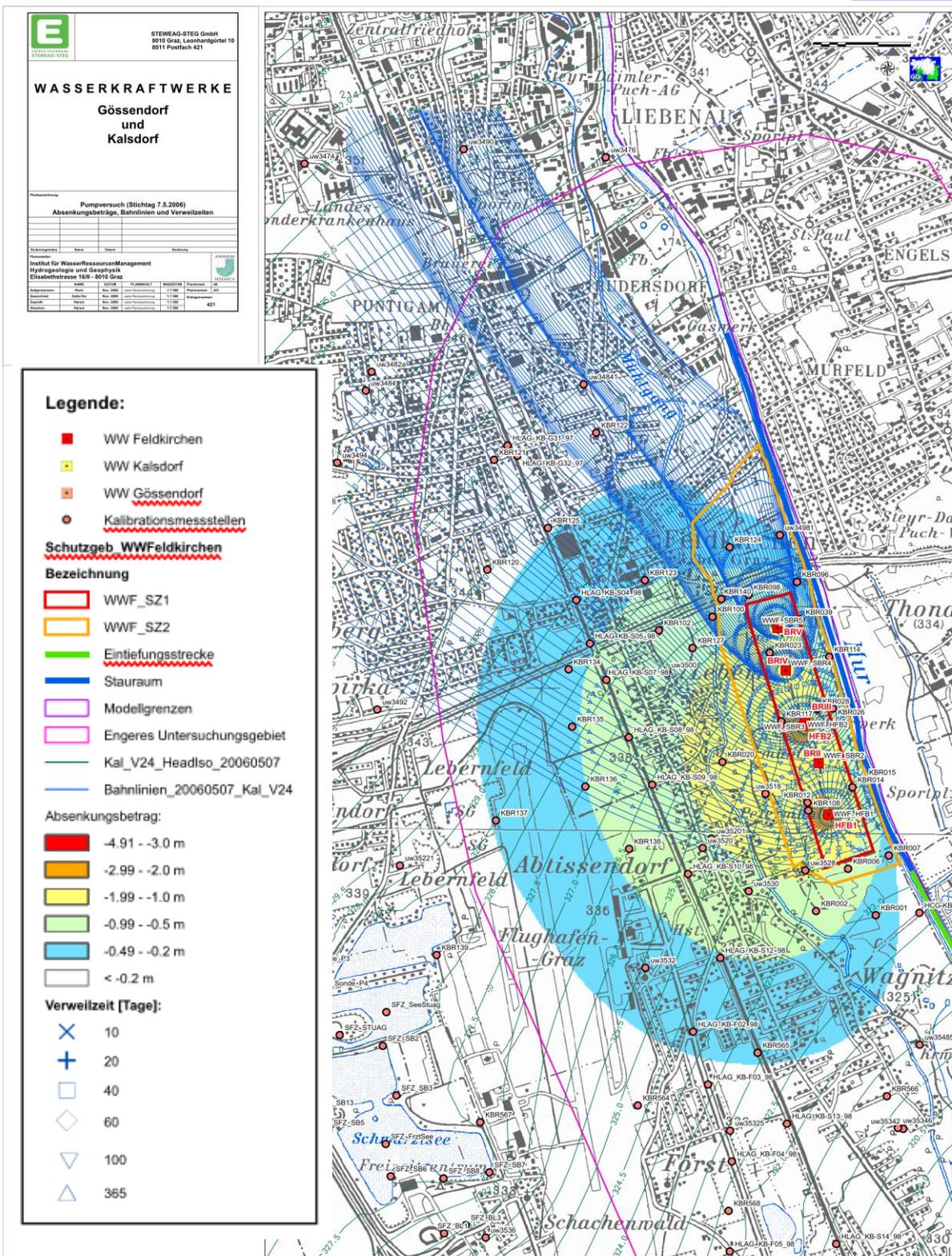


Abbildung 8: Absenkungen des Grundwasserspiegels, Bahnlinien und mittlere Verweilzeiten bei Entnahme der Konsensmenge von 420 l/s aus dem Wasserwerk Feldkirchen (aus T. HARUM et al., 2007).

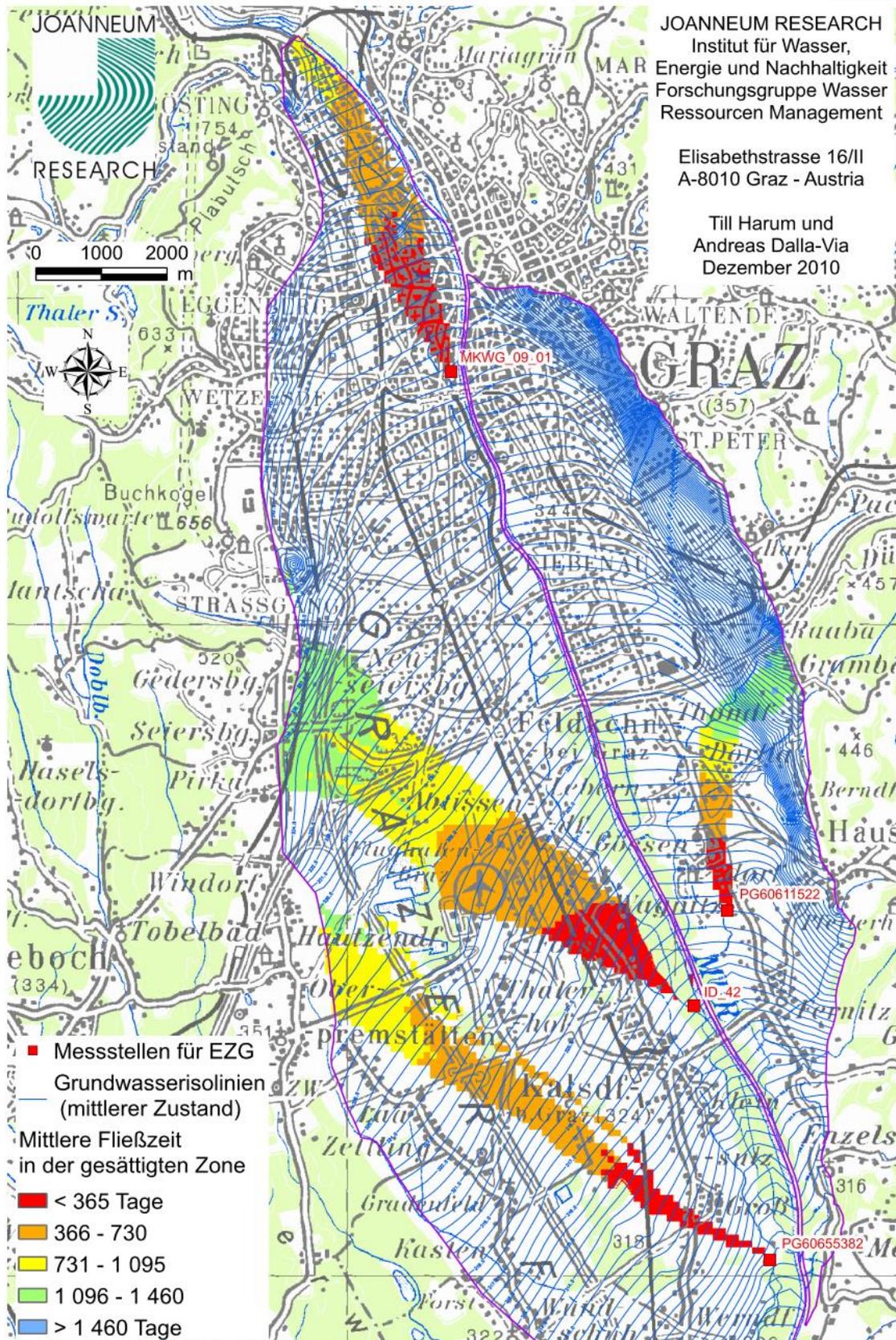


Abbildung 9: Mittlere Fließzeiten in der gesättigten Zone Grazer Feld für ausgewählte Grundwassermessstellen (Quelle: A. DALLA-VIA & T. HARUM, 2010).



2.2.2 Relevante Fachliteratur und Unterlagen

- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2007): Grazer Stadtwerke AG, Brunnen Feldkirchen, Schutzgebiet – Abänderung.- Bescheid FA13A-33.10 F 11-07/27 vom 2.03.2007, Graz, 18 S.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2008): Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf, Umweltverträglichkeitsprüfung, Genehmigungsbescheid. 238 S, Graz.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2008): STEWEAG-STEAG GmbH, Kraftwerk Gössendorf und Kraftwerk Kalsdorf,- UVP-Genehmigungsbescheid.- Bescheid FA13A-11.10-15/2008-10, Graz, 243 S.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2012): Energie Steiermark AG; Errichtung und Betrieb der Wasserkraftanlage Murkraftwerk Graz; Umweltverträglichkeitsprüfung, Genehmigungsbescheid.- 414 S, Graz.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2015): 24. Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 20. Mai 2015, mit der ein Regionalprogramm zum Schutz der Grundwasserkörper Grazer Feld, Leibnitzer Feld und Unteres Murtal erlassen und Schongebiete bestimmt werden (Grundwasserschutzprogramm Graz bis Bad Radkersburg).- Landesgesetzblatt, ausgegeben am 29.5.2015, 3 S, Graz.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2018): 39. Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 14. März 2018, mit der ein Regionalprogramm zum Schutz der Grundwasserkörper Grazer Feld, Leibnitzer Feld und Unteres Murtal erlassen und Schongebiete bestimmt werden (Grundwasserschutzprogramm Graz bis Bad Radkersburg).- Landesgesetzblatt, ausgegeben am 14.3.2018, 4 S, Graz.
- DALLA-VIA, A. & T. HARUM (2010). Mittlere Fließzeiten in der gesättigten Zone des Grazer Felds.- Unveröff. Bericht, JOANNEUM RESEARCH, Graz.
- DALLA-VIA, A. & T. HARUM (2015): Grazer Feld: Risikozonen hoher Grundwasserstände.- Unveröff. Bericht, JOANNEUM RESEARCH, 34 S, Anhang, Graz.
- DRAXLER, J. C. & G. PROBST (2016): Aufbau eines Monitoring Netzes im Einzugsbereich des Wasserwerkes Feldkirchen.- Unveröff. Bericht, JOANNEUM RESEARCH,
- DRAXLER, J. C., J. FANK. & G. ROCK (2011): Großpumpversuch Kalsdorf neu. Grundwasserhydrologisches Gutachten. – Unveröff. Bericht, JOANNEUM RESEARCH, Graz, 166 S.
- FANK, J. (2016): Konsensanpassung Kalsdorf - Grundwasser-Modellberechnung zur zeitlichen Anpassung der maximal zulässigen Grundwasserentnahme aus den Brunnen des Wasserwerkes Kalsdorf an den Bedarf.- Unveröff. Bericht, JR-AquaConSol, 30 S, Graz.
- GEOLOGIE & GRUNDWASSER GMBH (2009): Erhebung und Potentialanalyse der geothermischen Nutzung des Grundwassers im Raum Stadt Graz westlich der Mur.- Unveröff. Bericht, 180 S, Graz.
- GEOLOGIE & GRUNDWASSER GMBH (2016): Grundwasserschutzprogramm Grundwasserschongebiet Feldkirchen - Erhebung von Basisdaten zum Aufbau eines Monitoring Netzes im Einzugsbereich des WW Feldkirchen – Grundwasservorfeldbeobachtung.- Unveröff. Bericht, 116 S, Graz.
- GEOLOGIE & GRUNDWASSER GMBH (2020): GIS-Daten und deren Aufbereitung.



- GIS STEIERMARK (2020): Schutz- und Schongebiete, Wasserbuch, geologische Karte.
https://gis.stmk.gv.at/atlas/init.aspx?ks=das&karte=emptymap&cms=CMS_da&layout=gisstmk&template=gisstmk&logo=gisstmk&project=dwBnAHUAXwBIAGEAZQA0ADcANQA4ADgANQAYADIAOQA0ADAAOABiAGIANqAxADUAZABjAGUAZqAzADIAYqBkAGUAOAA1ADYAXABFAFoARwBfAEYAZQBAGQAawBpAHIAYwBoAGUAbgA%3d&redliningid=srrr0ra0wz1khshxhju5ny4
- HARUM T., A. DALLA-VIA, G. ROCK, A. LEIS & C. RUCH (2011): Murkraftwerk Graz, Einreichprojekt zum UVP Verfahren.- Veröff. Bericht, JOANNEUM RESEARCH, 179 S., 81 Abb., 25 Tab., 26 Karten, 6 Beilagen, Graz.
- HARUM T., A. DALLA-VIA, G. ROCK, A. LEIS & C. RUCH (2011): Murkraftwerk Graz, Einreichprojekt zum UVP Verfahren.- Veröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH, Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit, 179 S., 81 Abb., 25 Tab., 26 Karten, 6 Beilagen, Graz.
- HARUM T., ROCK G., DALLA-VIA A., LEDITZKY H. & RUCH C (2006): Wasserkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf; Unterlagen zur Genehmigung gemäß §17 Abs. 1 UVP-G 2000 i.d.g.f.; Band 4: Grundwasser; 401 Fachgutachten Grundwasser.- Unveröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für WasserRessourcenManagement, 146 S., 28 Tab., 70 Abb., 3 Anhänge, Graz.
- HARUM T., ROCK G., DALLA-VIA A., LEIDTZKY H.P. & RUCH (2007): Wasserkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf: Unterlagen zur Genehmigung gem. § 17 Abs. 1 UVP-G 2000 i.d.g.f.: Band 4: Grundwasser 401 Fachgutachten Grundwasser Textteil Nachbesserungen.- Veröff. Ber., JOANNEUM RESEARCH: Institut für WasserRessourcenManagement und Geoteam, 207 S., 124 Abb., 5 Anhänge, Graz.
- HARUM, T., A. DALLA-VIA & J.C. DRAXLER (2015): Kollaudierung FB Grundwasser KW Gössendorf – Kalsdorf - Überprüfung der Beweissicherung Grundwasser.- Unveröff. Bericht, JOANNEUM RESEARCH, 148 S, Graz.
- HARUM, T., A. DALLA-VIA, C. RESZLER & J.C. DRAXLER (2017): Kollaudierung FB Grundwasser KW Gössendorf – Kalsdorf - Nachführung des Grundwassermodells bis Ende 2016.- Unveröff. Bericht, JR-AquaConSol, 84 S, Graz.
- HARUM, T., G. ROCK & H.P. LEDITZKY (1997): Zum Einfluß der großen Murregulierung 1874-1891 auf das Grundwasser im Stadtgebiet von Graz - eine historisch-hydrologische Betrachtung.- Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 81, 125-154, Graz (Austria).
- HUMER, F., H. BRIELMANN, U. WEMHÖNER & R. PHILIPPITSCH (2015): Grundwasseralter in Österreich, mittlere Verweilzeiten in ausgewählten Grundwasserkörpern.- BUNDESMINISTERIUM, FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, 44 S, Wien.
- KRALIK, M., F. WENTER, F. HUMER, A. SCHEIDLEDER & J. GRATH (2011): Grundwasseralter ausgewählter Grundwasserkörper 2009/2010, Grazer Feld, Jauntal, Leibnitzer Feld, Rheintal, Unteres Salzachtal, Wulkatal.- Veröff. Bericht, 205 S, Umweltbundesamt, Wien.
- KRALIK, M., F. HUMER, J. FANK, T. HARUM, G. KLAMMLER, D. GOODDY, J. SÜLTENFUß, C. GERBER & R. PURTSCHERT (2014): Using $^{18}\text{O}/^2\text{H}$, $^3\text{H}/^3\text{He}$, ^{85}Kr and CFCs to determine mean residence times and water origin in the Grazer and Leibnitzer Feld groundwater bodies (Austria).- Applied Geochemistry 50 (2014), 150–163, Elsevier.
- PLASS, N., A. DALLA-VIA, H.P. LEDITZKY, A. LEIS, G. ROCK, H. GALLAUN, H. SCHUBERT & R. WIEDENHOFER (2002): Projekt „VERA“ (Verdachtsflächen- und Altlastenverzeichnis Grazer Betriebsstandorte).- Unveröff. Bericht Joanneum Research, 220 S, Graz.



Till Harum
Konsulent Geohydrologie
Im Hoffeld 18
8046 Graz, Austria
Tel. +43 664 7505 4004
Email: harumtill@gmail.com

PROBST, G., J. C. DRAXLER & T. JOBST (2018): Monitoring Feldkirchen Feldversuche.- Unveröff. Bericht, JR-AquaConSol, 41 S, Graz.

SCHICKOR, G. (1983): Hydrogeologie und Hydrochemie von Graz-Nord. In: Steir. Beitr. z. Hydrogeologie 34-35, Jahrgang 1982/1983, 55-106.

YEHDEGHO, B., J. FANK & H. ZOJER (1994): Untersuchungen zur Wasserbilanz und Wechselbeziehung zwischen dem Schwarzl Baggersee und dem umliegenden Grundwasserfeld.- Beiträge zur Hydrogeologie, 45, 5-53, Graz.

3 Abgrenzung Einzugsgebiet und vorgeschlagenes Schongebiet

3.1 Abgrenzung Einzugsgebiet

Die Abgrenzung des Einzugsgebiets erfolgte aus den folgenden hydrogeologischen Kriterien:

- Potenziallinien des Grundwasserspiegels bei Dauerentnahme der Konsensmenge von 420 l/s aus dem Wasserwerk Feldkirchen (s. Abbildung 10) und Prognosen bzw. Ergebnisse der Beweissicherung.
- Abdichtung der Mur und Drainagen im Einflussbereich der Murkraftwerke Gössendorf und Stadtkraftwerk Graz.
- Berücksichtigung der Prognosen der Auswirkungen des Murkraftwerks Graz auf den Grundwasserspiegel. Die Prognosen aus der UVE sind berücksichtigt, die Ergebnisse der Beweissicherung sind noch ausständig und müssten gegebenenfalls später noch einbezogen werden.
- Hydrogeologische Verhältnisse im Festgesteinsbereich des Plabutsch-Buchkogel-Zugs vor allem im Hinblick auf einzugsgebietsübergreifende Entwässerungen (vgl. Abschnitt 2.1.1).
- Die Gesamtabgrenzung ist Abbildung 10 zu entnehmen, Details bezüglich der einzugsgebietsübergreifenden im Raum Kesseltal Feliferhof Abbildung 11.

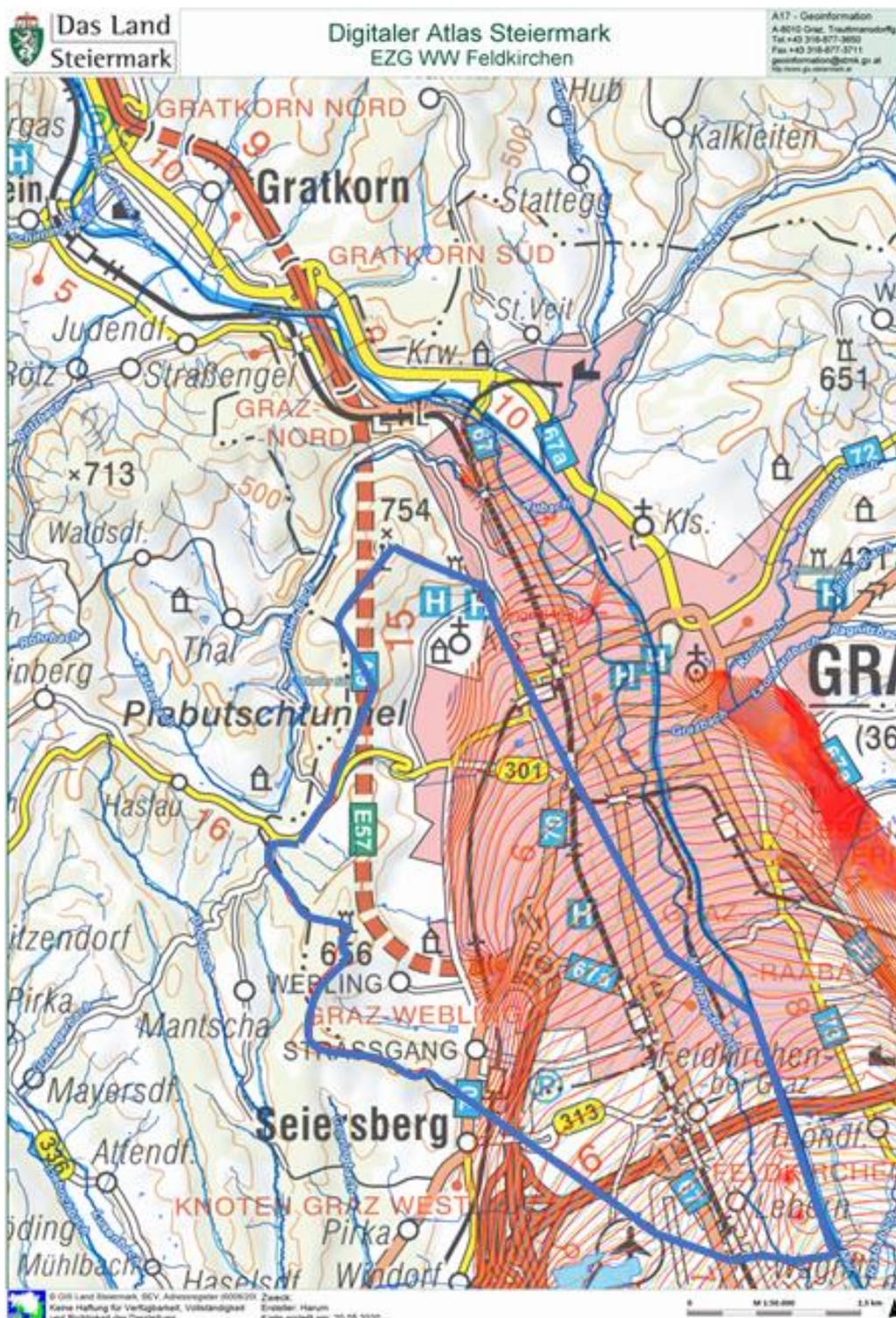


Abbildung 10: Potenzielllinien des Grundwasserspiegels in rot bei Entnahme der Konsensmenge aus dem Wasserwerk Feldkirchen und Abgrenzung des Einzugsgebiets in blau geglättet (Kartenquelle: GIS Steiermark).

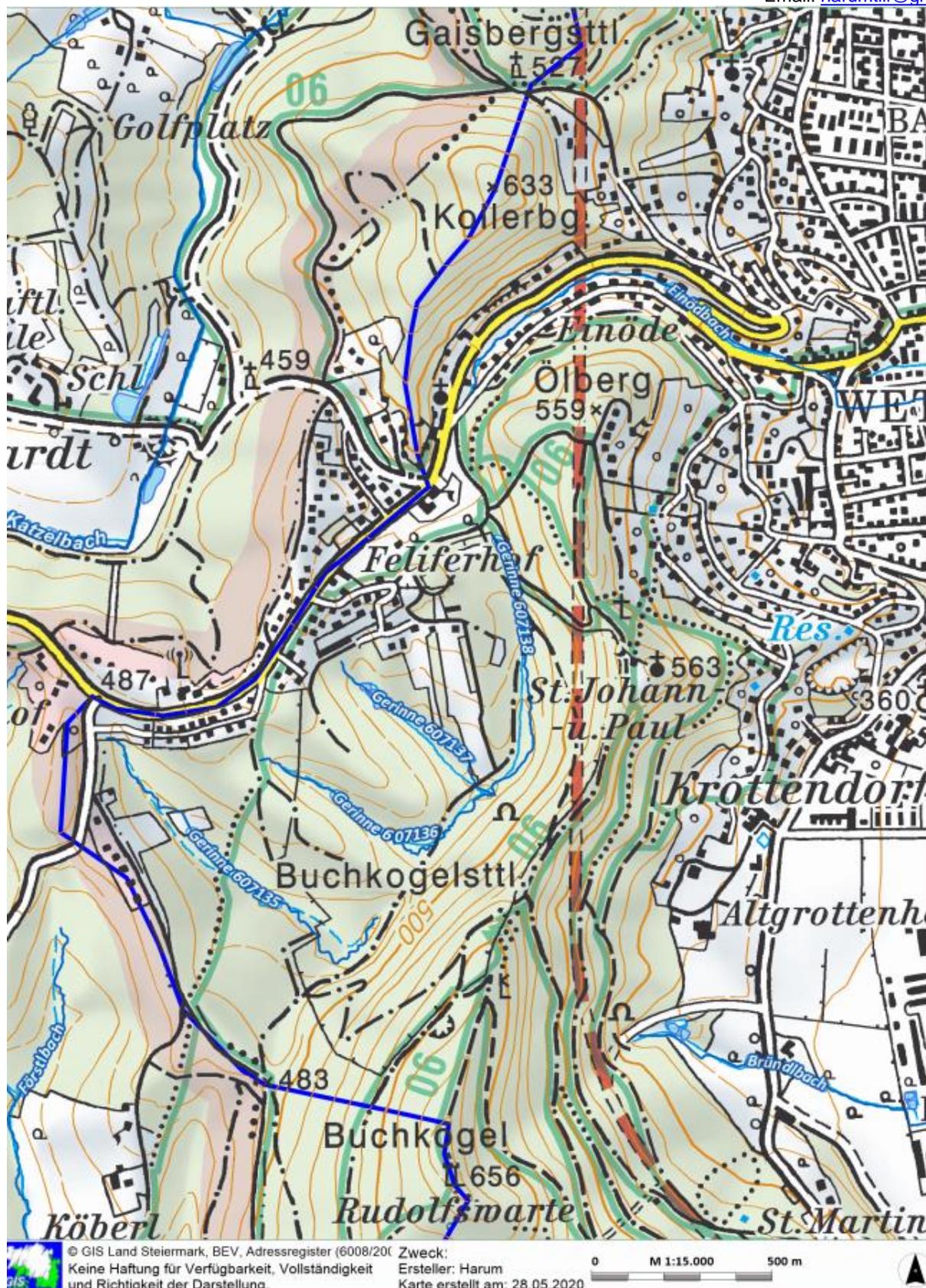


Abbildung 11: Detailabgrenzung des hydrogeologischen Einzugsgebiets im Bereich Feliferhof-Bründl (Kartenquelle: GIS Steiermark).



3.2 Einzugsgebiet und Vorschlag Schongebiet

Auf Basis der Bewertung vorhandener Untersuchungen ergibt sich eine Gesamtabgrenzung des Einzugsgebiets sowie ein Vorschlag für eine Abgrenzung des Schongebiets, die in Abbildung 12 dargestellt sind.

Das auf Basis von hydrogeologischen und morphologischen Kriterien abgegrenzte Gesamteinzugsgebiet des Wasserwerks Feldkirchen umfasst eine Fläche von 38,44 km², davon entfallen 9,39 km² auf den Plabutsch-Buchkogel-Zug und 29,05 km² auf den westlichen Teil des quartären Grundwasserkörpers Grazer Feld.

Die Abgrenzung erfolgte ausschließlich nach hydrogeologischen Kriterien, Grundstücksgrenzen wurden nicht berücksichtigt. Der Grenze des Schongebietsvorschlags umfasst das gesamte Einzugsgebiet innerhalb des Grundwasserkörpers Grazer Feld und ist wie folgt vom südlichsten Punkt ausgehen gegen den Uhrzeigersinn beschreibbar (Abbildung 12):

- Die südlichsten rund 3,7 km folgen exakt dem westlichen Murofer im Bereich des Stauraums des Kraftwerks Gössendorf. Die westliche Begleitdrainage ist somit im Schongebiet inkludiert. Die Mur ist in diesem Bereich aufgrund der erfolgten Abdichtungsmaßnahmen eine klare Grenze, ein Zutritt von Wässern aus dem östlichen Teil kann aus hydrogeologischer Sicht ausgeschlossen werden.
- Nördlich davon weicht die Einzugsgebiets- und damit vorgeschlagene Schongebietsgrenze in nordwestlicher Richtung von der Mur ab und verläuft im rechten Winkel zu den Potenziallinien des Grundwasserspiegels (vgl. Abbildung 10) bis zum Verschnitt mit der Westbegrenzung des Grundwasserkörpers Grazer Feld.
 - Diese Abgrenzung sollte nach Vorliegen der Beweissicherungsergebnisse des Murkraftwerks Graz gegebenenfalls überprüft werden, es sind aber keine großen Abweichungen zu erwarten.
- Im Westen folgt die vorgeschlagene Schongebietsgrenze der Westgrenze des Grundwasserkörpers Grazer Feld nach Süden bis zum Verschnitt mit der Einzugsgebietsgrenze des Plabutsch-Buchkogel-Zugs. Es wird vorgeschlagen, das Einzugsgebiet im Bereich Plabutsch-Buchkogel-Zug nicht in das Schongebiet einzubeziehen und zwar aus den folgenden Gründen:
 - Der Anteil von im Plabutsch-Einzugsgebiet versickernden Wässern ist mit ca. 30 – 60 l/s im Vergleich zum Grundwasserabstrom im Einzugsgebiet des Wasserwerks, der eine Konsensentnahme von 420 l/s ermöglicht, gering. Etwaige aufgrund des überwiegend bewaldeten Gebiets kaum zu erwartenden Schadstoffemissionen würden daher erheblich verdünnt.
 - Die Fließzeit in der gesättigten Zone vom westlichen Talrand (Westgrenze des Grundwasserkörpers Grazer Feld) bis zu den Brunnen Feldkirchen beträgt rund 4 Jahre, aus den nordwestlichen Teilen ist sie noch erheblich länger. Ein kurzfristiges Auftreten von etwaigen Kontaminationen aus diesem Bereich ist daher auszuschließen.
- Von dort verläuft die Grenze in südöstlicher und anschließend östlicher Richtung im rechten Winkel zu den Potenziallinien des Grundwasserspiegels (vgl. Abbildung 10) bis zum



Ausgangspunkt und entspricht der südlichen Abgrenzung des Einzugsgebiets bei Entnahme der Konsensmenge aus dem Wasserwerk Feldkirchen. Die Grenze liegt dort innerhalb des Widmungsgebiets 2 des Grundwasserschutzprogramms Graz bis Bad Radkersburg 2018 (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 2018).

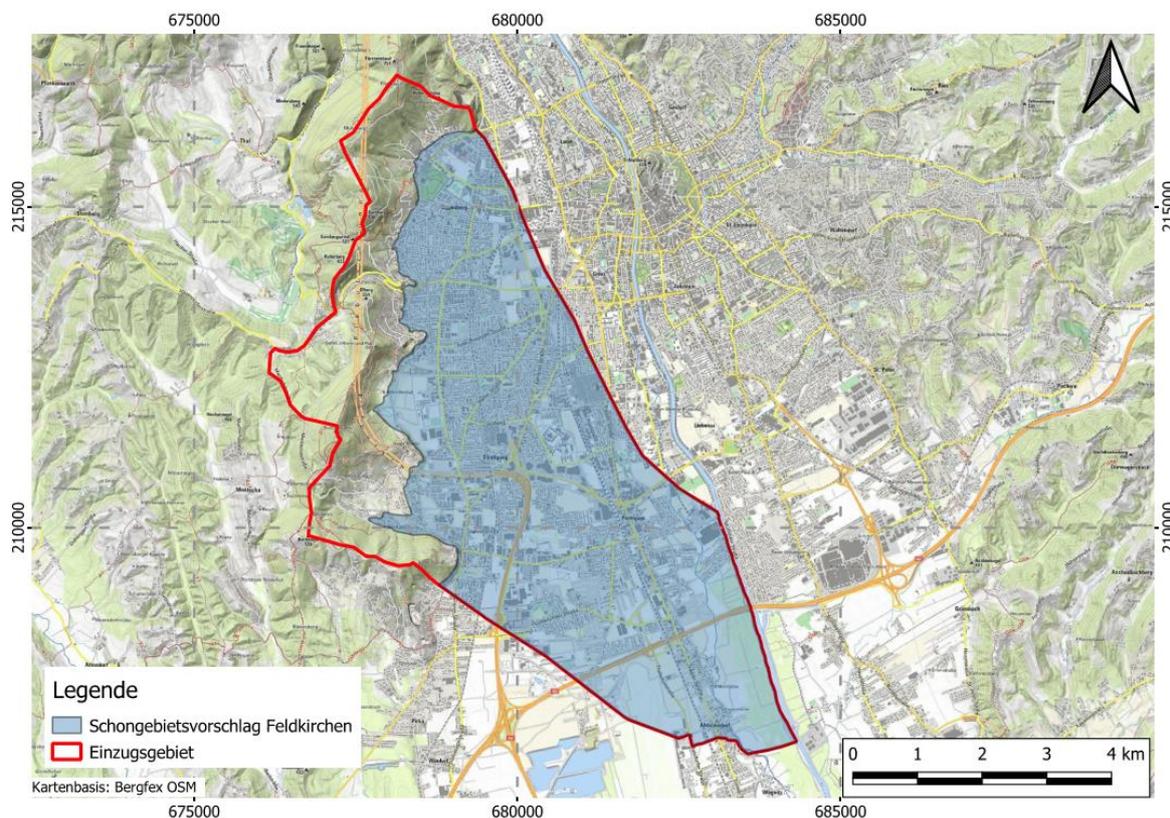


Abbildung 12: Abgrenzung Einzugsgebiet und Schongebietsvorschlag für das Wasserwerk Feldkirchen (Kartengrundlage: GEOLOGIE & GRUNDWASSER GmbH, 2020).

4 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden aufgrund einer umfangreichen Literaturstudie die Grundlagen für eine hydrogeologisch fundierte Abgrenzung des Einzugsgebiets des Wasserwerks Feldkirchen und ein Schongebietsvorschlag erarbeitet. Letzterer umfasst das aufgrund der derzeit bekannten Grundlagen das Einzugsgebiet im quartären Grundwasserkörper Grazer Feld, nicht aber das westliche randliche Einzugsgebiet aus dem Plabutsch-Buchkogel-Zug, welches aufgrund der geringen Zutrittsmengen und langen Fließzeiten bis zum Wasserwerk aus hydrogeologischer Sicht ausgeklammert werden kann-

Graz, 20.06.2020

(Till Harum)