

**SKUPNO TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE SISTEMA JAVNE OSKRBE S  
PITNO VODO NA ČEZ MEJNEM OBMOČJU MURSKÉ DOLINE /  
GEMEINSCHAFTLICHES NACHHALTIGES MANAGEMENT VON  
TRINKWASSERVERSORGUNGSSYSTEMEN IM  
GRENZÜBERSCHREITENDEN MUR EINZUGSGEBIET**

POROČILO  
BERICHT

*WP 2: Risiko Management*

*Task 2.1: Organisation der Datenbasis zur Risikoabschätzung von Grundwasserquantität und -qualität*

*Subtask 2.1.4: Risikobewertung von Schadstoffeinflüssen auf das Grundwasser und die Folgen für das Trinkwasser und die menschliche Gesundheit*

*Aktivität: Risikobeurteilung der Trinkwasserversorgungssysteme im Leibnitzer Feld und im Unteren Murtal*

*Partner 3: STEIERMÄRKISCHE LANDESREGIERUNG, FA19A (STY)*

**Maribor, June 2012**



---

# BERICHT

## **Trinkwasserhoffnungsgebiete im Murtal-Grundwasserleiter südlich von Graz**

Univ. Doz. Dr. Johann Fank, Ing. Gerhard Rock

Auftraggeber:  
Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
FA19A

Graz, im Juni 2012



## **1. Einleitung und Problemstellung**

Innerhalb eines zusammenhängenden Grundwasserkörpers sollen Teilgebiete ermittelt werden, deren Bedeutung für die Trinkwasserversorgung (= zukünftige Trinkwasserversorgung) so groß ist, dass sie vor den Folgen von anthropogenen Eingriffen geschützt werden sollen. Diese Gebiete werden Trinkwasser-Hoffungsgebiete genannt. Darüber hinaus besteht auch in Bereichen, die Einzugsgebiete (Zustromgebiete) solcher Trinkwasser-Hoffungsgebiete sind, erhöhtes wasserwirtschaftliches Schutz-Interesse. Daher werden sowohl Hoffungsgebiete als auch deren Einzugsgebiete als wasserwirtschaftliche Vorranggebiete für die Trinkwasserversorgung ausgewiesen.

Die Beurteilung soll anhand quantifizierbarer Parameter erfolgen, damit ein überregionaler Vergleich möglich ist. Der Planungszeitraum für Vorsorgemaßnahmen wird als unendlich angenommen, weshalb die Eigenschaft Grundwasserqualität (= nicht geogene Belastungen des Grundwassers) nicht als Beurteilungsparameter verwendet wird, da der weitere Verlauf der Grundwasserqualität nicht bekannt ist, und grundsätzlich im Sinne des flächenhaften Grundwasserschutzes künftig von der Nutzbarkeit des gesamten Grundwassers für die Wasserversorgung auszugehen sein sollte.

## **2. Vorgangsweise/Methodik**

Als Ausgangsbasis für die Ermittlung der Hoffungsgebiete wurden die Modellergebnisse der Konsensvarianten der für alle Gebiete aktuell zur Verfügung stehenden instationär, auf Tagesbasis, kalibrierten Grundwasserströmungsmodelle verwendet.

Die Ermittlung der Trinkwasserhoffungsgebiete erfolgt in drei Schritten:

- Ermittlung und Bewertung des spezifischen Grundwasserstroms
- Instationäre Berechnung der Einzugsgebiete für die bestehenden Trinkwasserversorgungsbrunnen
- Ermittlung und Ausweisung der Zustrombereiche zu den Trinkwasserhoffungsgebieten

Als Trinkwasserhoffungsgebiete gelten jene Teilbereiche, deren spezifischer Durchfluss groß genug ist um Grundwasser als Trinkwasser im regionalen Maßstab an einem oder mehreren Brunnen nutzen zu können (> 50 l/s für Grazer und Leibnitzer Feld, > 25 l/s für Unteres Murtal), die aber nicht zu bereits bestehenden Brunneneinzugsgebieten oder bestehenden Schongebieten gehören.

### **2.1. Ermittlung und Bewertung des spezifischen Grundwasserstroms**

Der spezifische Grundwasserstrom ist die Durchsatzmenge  $q_{\text{spez}}$ , umgerechnet auf ein gedachtes, 1000 m breites, normal durchströmtes Profil. Die nach Darcy abgeleitete Formel zur Berechnung des spezifischen Durchflusses ist:

$$q_{\text{spez}} = k_f * H * J * 10^6 \text{ [l/s/km]}$$

k <sub>f</sub> [m/s]	hydraulische Durchlässigkeit aus kalibriertem GW-Modell
H [m]	Grundwassermächtigkeit (Differenz zwischen mittlerem GW-Spiegel und Grundwasserstauer )
J [ ]	Grundwassergefälle aus den mittleren Grundwasserspiegelhöhen(Q50)

Die Ermittlung des spezifischen Durchflusses nach oben angeführter Formel wurde für jedes Grundwasserfeld getrennt durchgeführt. Als Software für die Ermittlung der Rasterergebnisse wurde ArcGIS mit der Extension „Spatial Analyst“ verwendet.

Die für die Berechnung notwendigen Ausgangsdatensätze wurden aus den Modellergebnissen der vorhandenen regionalen Grundwasserströmungsmodelle als Rasterdatensätze für ArcGIS erstellt. Bei der Berechnung wird mittels der Rasterfunktionen von ArcGIS der spezifische Durchfluss Zelle für Zelle für das gesamte Modellgebiet berechnet.

Für die Bewertung des spezifischen Durchflusses zur Eignung als Trinkwasserhoffnungsgebiet wurde für das Grazer und Leibnitzer Feld ein minimaler spezifischer Durchfluss von mindestens 50 l/s und für das Untere Murtal 25 l/s festgelegt. Diese unterschiedliche Festlegung ist in der grundsätzlichen hydrogeologischen Situation begründet: während im Grazer und auch im Leibnitzer Feld aufgrund der höheren Mächtigkeit des Grundwasserleiters größere Entnahmemengen an einem Ort möglich sind, erlaubt die geringe Grundwassermächtigkeit im Unteren Murtal (aufgrund der größeren Entfernung von der Endmoräne der Mur) zwar eine Nutzung des Grundwassers, diese erfolgt aber an mehreren Brunnenstandorten mit jeweils deutlich geringeren Entnahmemengen. Damit würde für das Untere Murtal eine Grenze von 50 l/s spezifischem Durchfluss praktisch keine weiteren nutzbaren Grundwasserreserven ergeben. Bei einer Grenze von 25 l/s ergeben sich im Bereich der Niederterrasse durchaus nutzenswerte Gebiete, man muss sich aber gewiss sein, dass diese Nutzung nur durch mehrere Brunnen mit relativ geringen Konsenmengen möglich sein wird.

## 2.2. Ermittlung der Einzugsgebiete bestehender Wasserversorgungsbrunnen

Eine mögliche Methode zur Ermittlung von instationären berechneten Einzugsgebieten besteht über das permanente Starten von virtuellen Wasserpartikeln und deren Verfolgung bis zu einem Brunnen bzw. bis zum Verlassen des Gebietes. Die hier verwendete Methode wurde bei JOANNEUM RESEARCH entwickelt und von Rock & Kupfersberger (2002) veröffentlicht.

Den instationären Weg eines Wasserpartikels nennt man eine Bahnlinie. Bei der Ermittlung von instationär berechneten Einzugsgebieten mittels Bahnlinien werden im Modellgebiet (oder eingeschränkten Gebiet) in einem regelmäßigen Abstand Bahnlinien (Wasserpartikel) gestartet und deren Weg verfolgt. Um das gesamte Einzugsgebiet zu erhalten, muss in jedem Zeitschritt eine neue Schar von Bahnlinien gestartet werden. Nach jedem Zeitschritt werden die Bahnlinien mittels der aktuellen lokalen

Geschwindigkeitsvektoren und der Zeitschrittdifferenz zum letzten Zeitschritt weitergerechnet. Wenn das Grundwassermodell kein Transportmodell ist, wird naturgemäß nur der konvektive Anteil (idealer Weg der Wasserpartikel), nicht aber der dispersive Anteil der Bahn der Wasserteilchen berechnet. Auf diese Weise erhält man die mit dem Strömungsmodell konsistente Bewegung des Wassers im instationären Strömungsfeld. Bei jeder Bahnlinie werden der Ausgangspunkt sowie die seit Start der Bahnlinie vergangene Zeit (Summe der Zeitschrittdifferenzen) gespeichert. Nach Berechnung jedes Zeitschrittes wird überprüft, ob die aktuelle Position von Bahnlinien innerhalb des gewählten Fangradius eines angegebenen Brunnens liegt. Liegt eine Bahnlinie im Fangradius, gehört die Bahnlinie zum Einzugsgebiet des jeweiligen Brunnens. Über die Ausgangsposition der Bahnlinie samt zugehöriger Fläche (Zelle um den Ausgangspunkt) erhält man einen Teil des Einzugsgebietes. Dabei werden mehrere an derselben Stelle gestartete Bahnlinien von einem Brunnen eingezogen. Da die Verweildauer jeder Bahnlinie gespeichert ist, kann zusätzlich zur Lage der zugehörigen Fläche (um den Startpunkt) noch die minimale, die maximale und die mittlere Verweilzeit berechnet werden. Zusätzlich kann berechnet werden wie viele Prozent der gesamten gestarteten Bahnlinien aus einem definierten Punkt im untersuchten Brunnen angelangt sind.

Die Einzugsgebiete der regionalen und kommunalen Trinkwasser-Entnahmebrunnen wurden mit Hilfe der jeweils aktuell existierenden GW-Modelle berechnet. Als Ergebnis der Einzugsgebietsberechnung erhält man jeweils für jeden Brunnen getrennt, die Ergebnisraster (verwendet wurden die Raster der mittleren Verweildauer). Weil sich diese Raster der Einzelbrunnen in vielen Fällen überschneiden (das Grundwasser einer Zelle kann je nach Zeitpunkt in unterschiedliche Brunnen strömen) wurde aus den Einzelrastern ein Gesamtraster ermittelt. Bei dieser Rasterzusammenführung wird die minimale Verweildauer jeder Zelle in den Gesamtraster übernommen. Zur Darstellung in den Karten wurden anschließend Polygonflächen digitalisiert, die zusammenhängende Einzugsgebiete einschließen.

### **2.3. Ermittlung der Zuströmgebiete zu den Hoffungsgebieten**

Da der Schutz der Grundwassers nicht nur in den Gebieten mit einem hohen spezifischen Durchfluss, sondern auch in deren Einzugsgebieten von Bedeutung ist, wurden zusätzlich deren Zustromgebiete ermittelt und ausgewiesen. Diese Einzugsgebiete wurden durch Verlängerung der mittleren Fließrichtung (normal auf die Grundwasserisolinien bei mittlerem Grundwasserspiegel) bis zu den Gebietsgrenzen abgegrenzt.

### **2.4. Kartendarstellung**

Die Trinkwasserhoffungsgebiete samt ihren Zuströmgebieten wurden getrennt nach Grundwassergebiet Grazer Feld, Leibnitzer Feld und Unteres Murtal in 3 Karten dargestellt (Beispiel siehe Abbildung 1). Auf Basis der topographischen Karte ÖK-50 des BEV wurde der spezifische Durchfluss, in Klassen <25 l/s, 25-50 l/s, 50-75 l/s und >75 l/s farbig differenziert, flächenhaft dargestellt. Die ermittelten Zustromgebiete zu den Trinkwasserhoffungsgebieten sind als gelbe Flächen dargestellt. Als Zusatzinformationen sind zusätzlich die Positionen der bestehenden Wasserversorgungsbrunnen, deren instationär berechnete

Einzugsgebiete (violett), die zugehörigen Schongebiete (schraffiert) sowie die Grundwasserkörpergrenze nach WRRL dargestellt. Die kartographischen Ergebnisse der Auswertung liegen diesem Bericht bei.

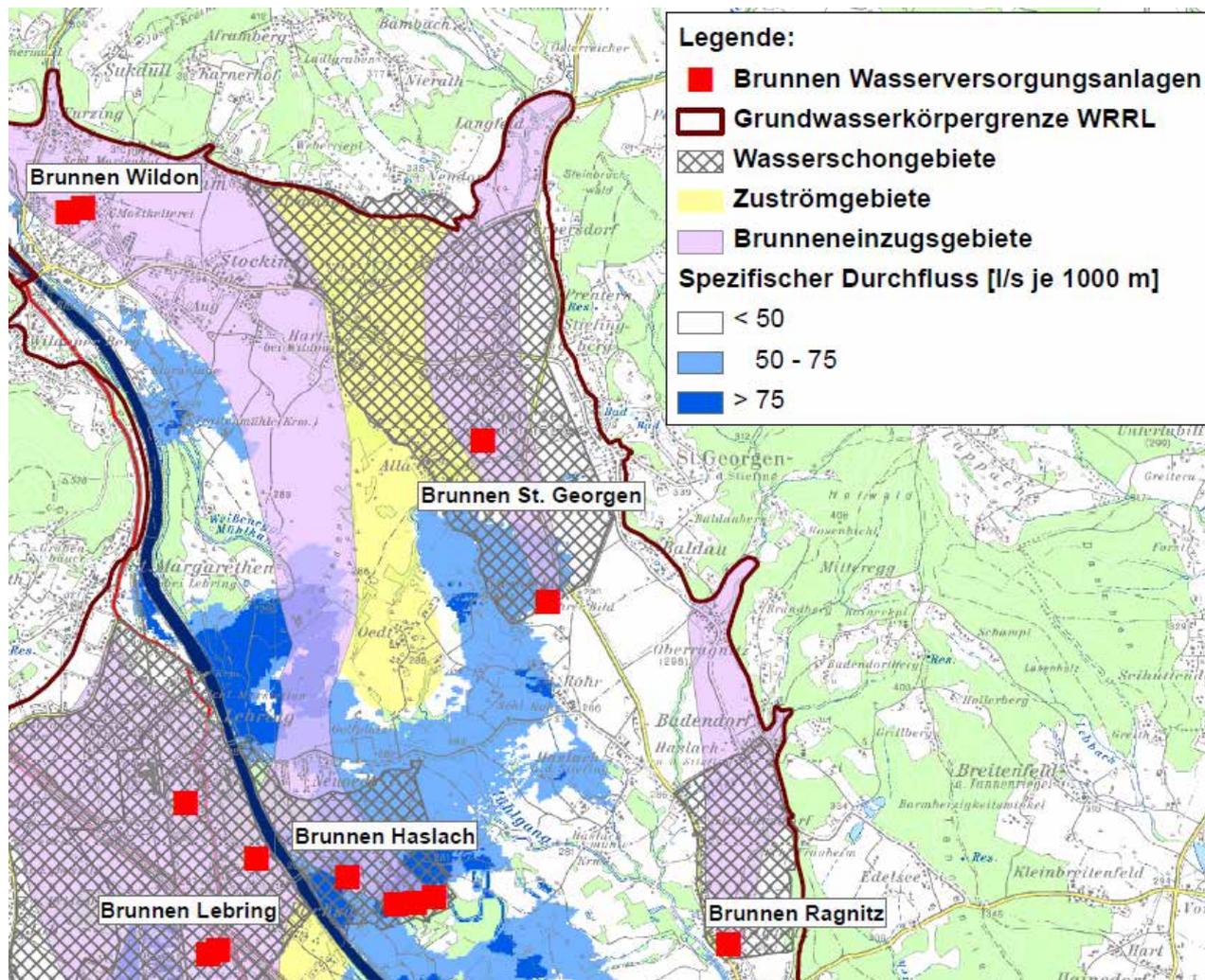


Abbildung 1: Ausschnitt der Darstellung der Trinkwasserhoffungsgebiete für das Leibnitzer Feld

### 3. Zusammenfassung, Diskussion, Schlussfolgerungen

Basierend auf den derzeit vorliegenden regionalen Grundwasserströmungsmodellen im Murtal-Grundwasserleiter zwischen Graz und Bad Radkersburg wurden Trinkwasserhoffungsgebiete aufgrund des spezifischen Durchflusses unter Berücksichtigung der Inanspruchnahme der Ressourcen durch bestehende Brunnenanlagen ausgewiesen.

Im Grazer Feld (RES.01-11.AF.013-01\_TB\_TWHoffungsgebiete\_Karte\_GF.pdf) ergeben sich entlang der Mur – und hier v.a. im Westteil große Gebiete mit hohem spezifischen Durchfluss von mehr als 75 l/s. Östlich der Mur ist dieser Bereich durch den Anstieg des Grundwasserstauers in Richtung tertiäres Hügelland nur sehr schmal ausgebildet. Dieser Bereich und auch sein Zustrombereich liegt nahezu zur Gänze im Stadtgebiet von Graz, was eine zukünftige Nutzung nur sehr schwer möglich erscheinen lässt. Der südlichste Bereich – bereits außerhalb der günstigsten Zone gelegen – wird durch das Wasserwerk

Gössendorf des Wasserverbandes Grazerfeld Südost genutzt. Westlich der Mur ist der Bereich hohen spezifischen Durchflusses bereits intensiv durch die Wasserversorgungsanlagen Feldkirchen und Kalsdorf genutzt. Im Bereich zwischen diesen Brunnenanlagen erstreckt sich zwischen Feldkirchen und Kalsdorf noch ein relativ breiter Bereich mit hohem spezifischen Durchfluss, der inzwischen durch eine geplante Erweiterung des Wasserwerkes Kalsdorf des Wasserverbandes Umland Graz mit zwei Brunnenstandorten und einer geplanten Konsensmenge von je 40 l/s genutzt wird.

Im Leibnitzer Feld (RES.01-11.AF.013-01\_TB\_TWHoffnungsgebiete\_Karte\_LF.pdf) ergeben die Berechnungen im nordöstlichen Teil Zonen höheren spezifischen Durchflusses (50 bis 75 l/s) im Bereich der Haslacher Au und entlang der Stiefing. Aufgrund der schon existierenden Brunnenstandorte und deren Einzugsgebiete ergeben sich mögliche Nutzungen nahezu ausschließlich im Bereich der Haslacher Au, wo auch schon ein wasserrechtliches Bewilligungsverfahren für einen 4. Brunnenstandort vorliegt. Der Bereich des unteren Stiefingtales, der auch relevanten spezifischen Durchfluss aufweist ist aufgrund der intensiven ackerbaulichen Nutzung und auch aufgrund der Wechselwirkung des Grundwassers mit der Stiefing auf längere Sicht für eine Trinkwassernutzung nicht verfügbar. Das Grundwasser des westlichen Leibnitzer Feldes wird durch die Brunnen der Gemeinde Lebring/St. Margarethen und der Leibnitzerfeld Wasserversorgung GmbH bereits zum überwiegenden Teil für die Trinkwassergewinnung genutzt. Zonen höheren spezifischen Durchflusses außerhalb von Brunneneinzugsgebieten gibt es nur noch im Abstrombereich der Nassbaggerungen (diese Bereiche könnten eventuell für eine künstliche Grundwasseranreicherung genutzt werden) und im Raum Gralla – Hasendorf. In letzterem ist eine künftige Nutzung aufgrund der Siedlungsstruktur, der Autobahn und des Einflusses von Murkraftwerken für längere Zeit wahrscheinlich nicht möglich.

Im Unteren Murtal (RES.01-11.AF.013-01\_TB\_TWHoffnungsgebiete\_Karte\_UMUR.pdf) zu dem aus hydrologischer Sicht auch der Bereich des südlichen Leibnitzer Feldes zu zählen ist, sind – wie bereits oben erwähnt – die spezifischen Durchflüsse aufgrund der geringeren Grundwassermächtigkeit deutlich niedriger und erreichen fast nirgends Werte > 50 l/s. Trotzdem sind die Bereiche mit spezifischem Durchfluss zwischen 25 und 50 l/s an den Standorten Ehrenhausen/Vogau, Mureck, Gosdorf, Fluttendorf/Donnersdorf, Radkersburg, Dedenitz bereits durch kommunale und regionale Grundwasserbrunnen zur Trinkwassergewinnung genutzt. Dies zeigt, dass eine Nutzung dieses Bereiches durchaus sinnvoll ist, allerdings ist der Aufwand bedeutend höher – zur Gewinnung der gleichen Wassermenge müssen mehrere Brunnenstandorte errichtet und zugehörige Schutzeinrichtungen ausgewiesen werden. Unter diesen Rahmenbedingungen ist abzuleiten, dass der noch nicht genutzte Bereich der Austufe und der Niederterrasse durchaus für künftige Nutzungen noch Reserven bietet, allerdings weisen diese Bereiche aufgrund der intensiven ackerbaulichen Nutzung derzeit Grundwasserbelastungswerte (in erster Linie Nitrat, aber wahrscheinlich auch hinsichtlich Pestiziden) auf, die mittelfristig eine Trinkwassergewinnung nur in sehr spezifisch ausgewählten Bereichen ermöglichen wird.

Zusammenfassen ist festzuhalten, dass das Grundwasser des Murtal-Grundwasserleiters von Graz bis Bad Radkersburg bereits intensiv zur Trinkwassergewinnung verwendet wird. In den wenigen Teilbereichen, an

denen noch Ressourcen verfügbar wären spricht die derzeitige Landnutzungsstruktur zumindest mittelfristig gegen eine Intensivierung der Trinkwassergewinnung. Hauptproblem das einer weiteren Nutzung entgegensteht ist die Nitratbelastung aus der intensiven ackerbaulichen Nutzung. Kann dieses Problem bereinigt werden – die Möglichkeiten dazu wurden wissenschaftlich und praktisch schon demonstriert – stehen durchaus noch lokale Ressourcen für die Trinkwassergewinnung aus dem Murtal-Grundwasserleiter zur Verfügung.

#### 4. Literatur

Rock, G., H. Kupfersberger (2002): Numerical delineation of transient capture zones. Journal of Hydrology, 269 (2002), 134-149, Amsterdam (Elsevier Science B.V.), 2002

Graz. 26.07.2012

*Dr. Johann Fank*

Univ. Doz. Dr. Johann Fank

JOANNEUM RESEARCH  
Forschungsgesellschaft mbH  
Leonhardstraße 59  
8010 Graz  
Tel. +43 316 876-0  
Fax +43 316 876-1181  
[pr@joanneum.at](mailto:pr@joanneum.at)  
[www.joanneum.at](http://www.joanneum.at)

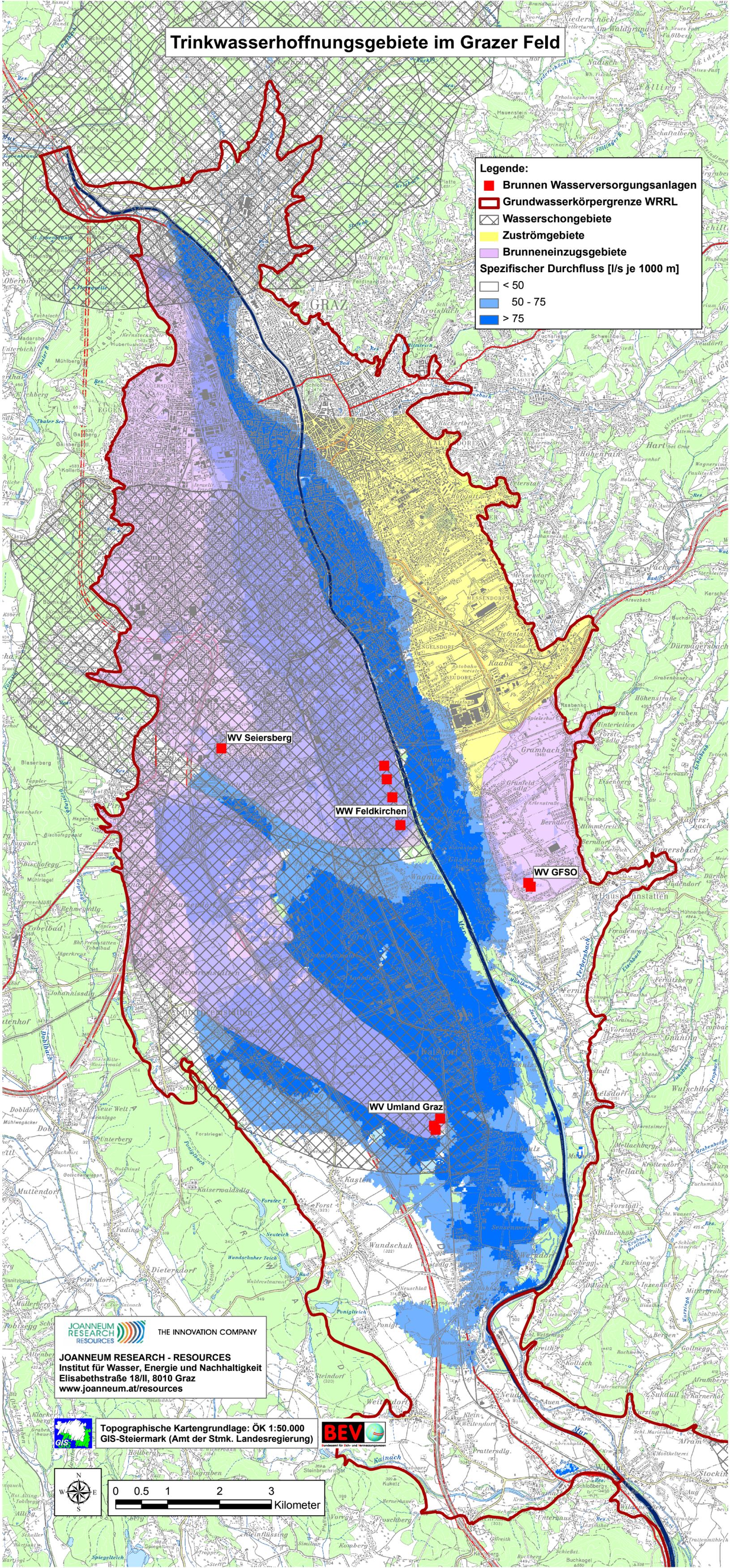
# Trinkwasserhoffungsgebiete im Grazer Feld

**Legende:**

- Brunnen Wasserversorgungsanlagen
- Grundwasserkörpergrenze WRRL
- Wasserschongebiete
- Zuflussgebiete
- Brunneneinzugsgebiete

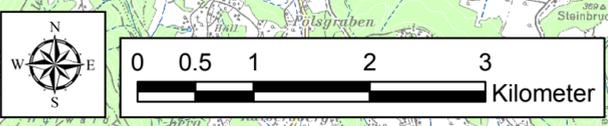
**Spezifischer Durchfluss [l/s je 1000 m]**

- < 50
- 50 - 75
- > 75



**JOANNEUM RESEARCH - RESOURCES**  
 THE INNOVATION COMPANY  
 Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit  
 Elisabethstraße 18/II, 8010 Graz  
[www.joanneum.at/resources](http://www.joanneum.at/resources)

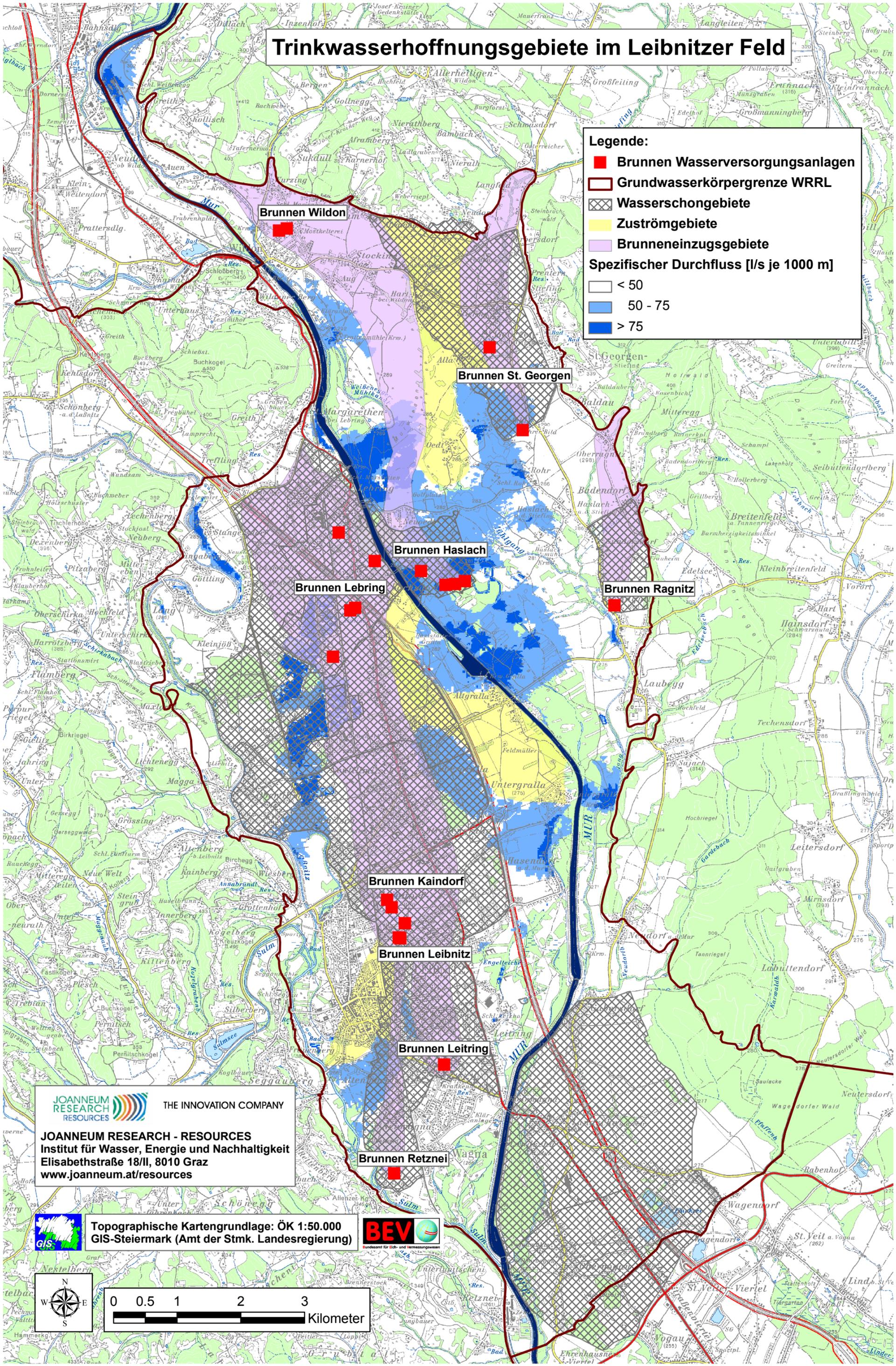
Topographische Kartengrundlage: ÖK 1:50.000  
 GIS-Steiermark (Amt der Stmk. Landesregierung)



# Trinkwasserhoffnungsgebiete im Leibnitzer Feld

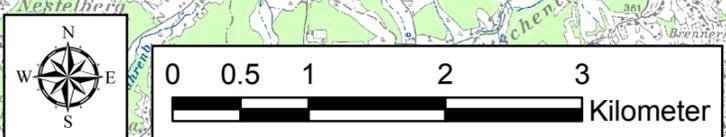
## Legende:

- Brunnen Wasserversorgungsanlagen
  - Grundwasserkörpergrenze WRRL
  - Wasserschongebiete
  - Zuströmgebiete
  - Brunneneinzugsgebiete
- Spezifischer Durchfluss [l/s je 1000 m]**
- < 50
  - 50 - 75
  - > 75



**JOANNEUM RESEARCH RESOURCES** THE INNOVATION COMPANY  
**JOANNEUM RESEARCH - RESOURCES**  
 Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit  
 Elisabethstraße 18/II, 8010 Graz  
[www.joanneum.at/resources](http://www.joanneum.at/resources)

**GIS** Topographische Kartengrundlage: ÖK 1:50.000  
 GIS-Steiermark (Amt der Stmk. Landesregierung)



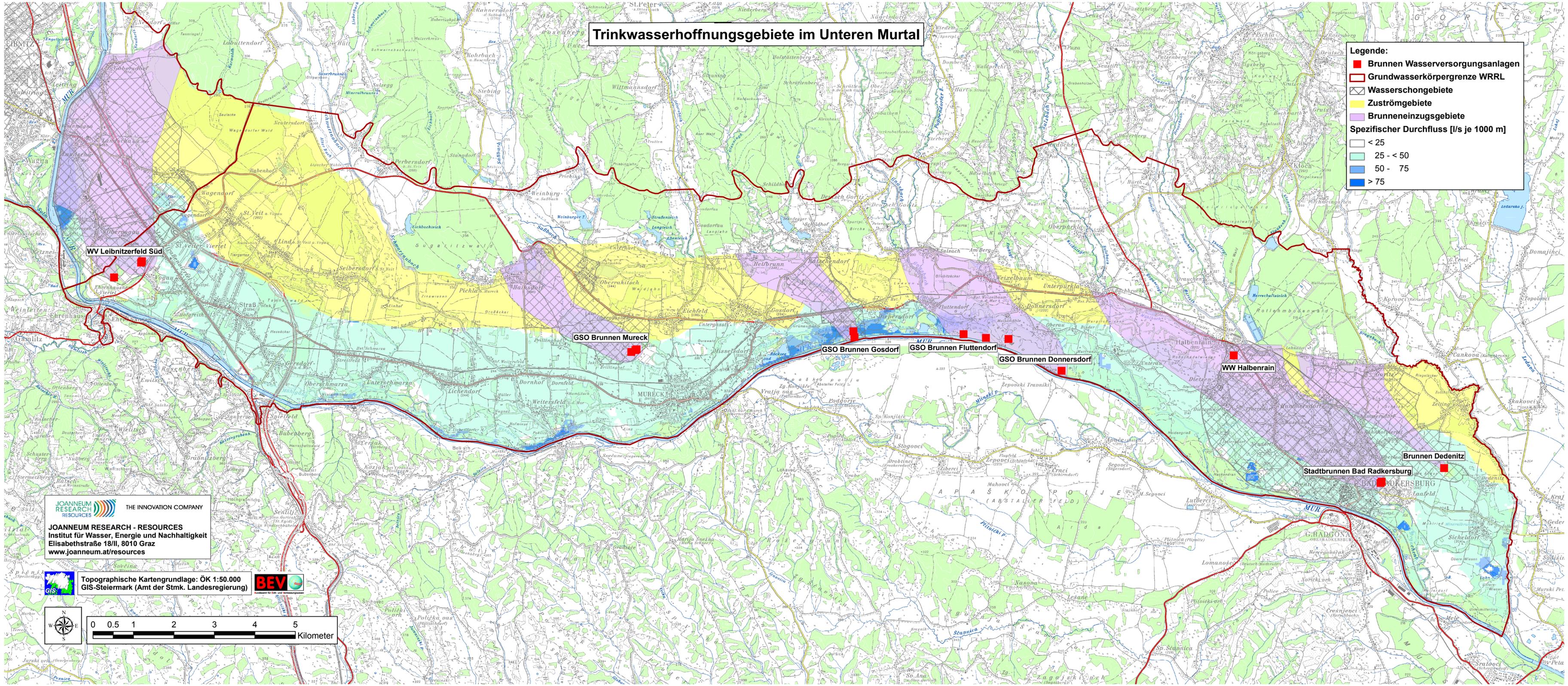
# Trinkwasserhoffungsgebiete im Unteren Murtal

**Legende:**

- Brunnen Wasserversorgungsanlagen
- Grundwasserkörpergrenze WRRL
- Wasserschongebiete
- Zuflussgebiete
- Brunneneinzugsgebiete

**Spezifischer Durchfluss [l/s je 1000 m]**

- < 25
- 25 - < 50
- 50 - 75
- > 75



WW Leibnitzerfeld Süd

GSO Brunnen Mureck

GSO Brunnen Gosdorf

GSO Brunnen Fluttendorf

GSO Brunnen Donnersdorf

WW Halbenrain

Stadtbrunnen Bad Radkersburg

Brunnen Dedenitz

**JOANNEUM RESEARCH - RESOURCES**  
 THE INNOVATION COMPANY  
 Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit  
 Elisabethstraße 18/II, 8010 Graz  
[www.joanneum.at/resources](http://www.joanneum.at/resources)

Topographische Kartengrundlage: ÖK 1:50.000  
 GIS-Steiermark (Amt der Stmk. Landesregierung)

