

Hydrogeologische Risikobewertung des Petzengebietes (Karawanken, Kärnten/Slowenien)

Hydrogeological assessment of risk of the Petzen area (Karawanken, Carinthia/Slovenia)

Proceeding of PANGEO Austria 2004 in Graz

Walter POLTNIG, Elmar STROBL & Mihael BRENČIČ

4 Abbildungen, 2 Beilagen und 1 Tabelle

Zusammenfassung: Zur Abgrenzung des Petzen Karstaquifers, der sowohl auf österreichischem wie slowenischem Staatsgebiet liegt, wurden in den Jahren 2002 und 2003 umfassende geologische und hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt. Zusätzlich wurden die Ergebnisse eines bereits Anfang der 80er Jahre durchgeführten Markierungsversuches neu bewertet und reinterpretiert. Auf Grund der aktuellen Landnutzung sowie zukünftiger touristischer Nutzungsmöglichkeiten im Gebiet der Petzen besteht ein Risiko für den Karstaquifer und die genutzten Quellen. Eine Gefährdung ergibt sich vor allem aus der Wechselwirkung zwischen der gefügegebundenen, intensiven Verkarstung der Karbonatgesteine und den Speicher- und Fließverhältnissen im Untergrund. Zum Schutz des Trinkwassers wurden Vorschläge für die Abgrenzung von Schutzzonen erarbeitet. Diese sollen nun die Grundlage für bilaterale Abstimmungen zwischen Slowenien und Österreich zur Umsetzung gemeinsamer Anstrengungen zum Grundwasserschutz bilden.

Abstract: For the definition of the Petzen karstic aquifer, which is situated as well in Slovenia as in Austria, comprehensive geological and hydrogeological investigations were done in 2002 and 2003. Additionally the results of a tracing experiment, which was carried out in the early 80th were evaluated and reinterpreted.

Because of the actual land use and of the possibility for a future use for tourism there is a risk for the karstic aquifer und the springs used for drinking water. The risk results out of the interaction between the karstic phenomena, which were related to tectonic structures, and the storage and flow conditions in the underground. For protection of the drinking water protection zones were estimated. These are now the basis for bilateral adjustments between Slovenia and Austria for the realisation of the endeavours for groundwater protection.

Inhalt

1. Einleitung und Problemstellung	18
2. Durchgeführte Untersuchungen	19
3. Ergebnisse	21
3.1. Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse	21
3.2. Petzen-Karstaquifer	21
3.3. Gefährdungspotential	23
3.4. Grundwasserschutzgebiete im Petzen-Karstaquifer	25
4. Diskussion der Ergebnisse	27
Dank	27
Literatur	28

Schlüsselworte: Karawanken; Petzen; Hydrogeologie; Markierungsversuch; Risikobewertung; Einzugsgebiete; Schutzgebiet.

Key Words: Karawanken; Petzen; Hydrogeology; Tracing experiment; Risk assessment; Catchment area; Protection zone.

1. Einleitung und Problemstellung

Die im Rahmen der Arbeitsgruppe „Trinkwasserreserven Karawanken“ durchgeführten grenzüberschreitenden hydrogeologischen Untersuchungen umfassten im Zeitraum 1990–2003 in fünf Teilprojekten den Karawankensüdstamm zwischen Wurzenpass im Westen und Petzen im Osten. Das Petzengebiet war bereits Anfang der 80er Jahre Gegenstand hydrogeologischer Untersuchungen. Ein damals durchgeführter Markierungsversuch zeigte, dass die Entwässerung im Petzengebiet grenzüberschreitend erfolgt.

Das Ziel der in den Jahren 2002 und 2003 durchgeführten Untersuchungen war die Abgrenzung des grenzüberschreitenden Karstaquifers der Petzen und der Einzugsgebiete der großer Quellen in diesem Gebiet sowie die Abschätzung des Gefährdungspotentials für diese Wässer durch die aktuelle und geplante Landnutzung.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Für die Abgrenzung des grenzüberschreitenden Karstaquifers der Petzen wurden nach vorhandenen Unterlagen (BAUER 1981; BAUER et al. 1983; PLACER et al. 2002) und ergänzenden Kartierungen im Grenzbereich geologische, hydrogeologische und tektonische Übersichtskarten kompiliert. Die in der Legende der geologischen Übersichtskarte (Beil. 1) verwendeten Bezeichnungen der geologischen Einheiten wurden von der geologischen Karte der Karawanken (BAUER 1981) und von den in PLACER et al. (2002) verwendeten Begriffen übernommen. Da in der geologischen Karte von BAUER (1981) das „Tertiär“ ausschließlich neogene Sedimente umfasst, diese in der slowenischen Karte aber als Paläogen- und Neogensedimente ausgeschieden sind, wurden diese unter der Bezeichnung „Tertiärsedimente“ zusammengefasst.

In den verkarstungsfähigen Gesteinen des Petzenmassivs kommt den tektonischen Strukturen hinsichtlich Verkarstung und damit verbundenen bevorzugten Entwässerungsrichtungen große Bedeutung zu. Um Zusammenhänge zwischen den tektonischen Strukturen und der Anlage von Karstformen (Abb. 1) erkennen zu können wurden in den Plateaubereichen oberhalb der Baumgrenze die tektonischen Großstrukturen und die Großkarstformen möglichst detailliert aufgenommen.

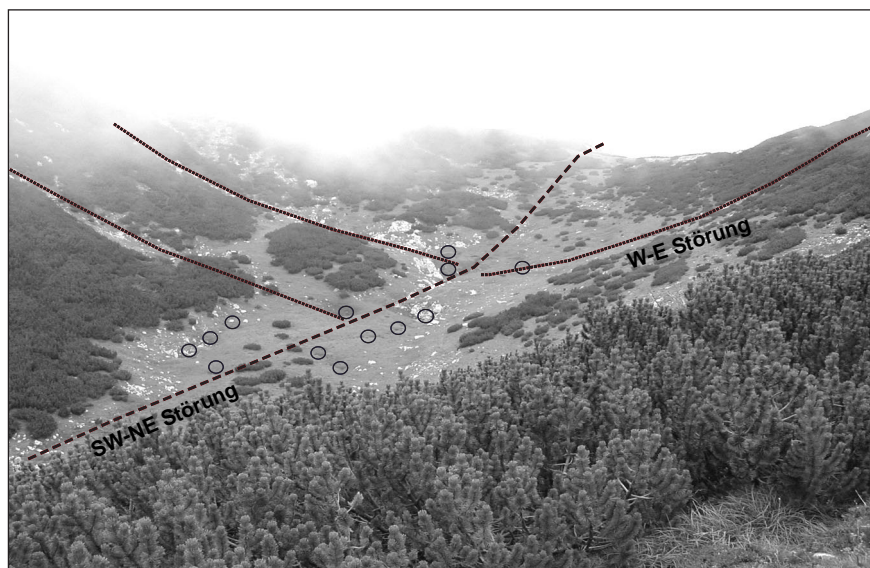


Abb. 1: Anlage von Dolinen entlang von Störungszonen im Bereich der Petzen Hochfläche (Kreise: Dolinen; Linien: Störungszonen).

Fig. 1: Location of dolines along fault zones in the area of Petzen plateau (circles: dolines; lines: fault zones).

Um Aussagen zur unterirdischen Verweilzeit der Karstwässern und deren Speicherung bzw. Wasseralter zu erhalten, wurden chemische und isotopehydrologische Untersuchungen an Quellen des Petzenmassivs durchgeführt.

Im Rahmen eines 1981 durchgeführten Markierungsversuches (RAMSPACHER et al. 1983; 1986) wurden an 4 verschiedenen Eingabestellen 8 verschiedene Tracer eingebracht. Je zwei Tracer wurden bei einer Eingabestelle gemeinsam eingesetzt (Tab. 1). Dazu wurden mit Ausnahme bei der Eingabestelle Feistritzspitze jeweils ein Salztracer und ein Fluoreszenztracer miteinander verwendet.

Eingabestelle	Eingabezeit	Tracer	Menge (kg)	Lösung (Liter)	Vorspülung (Liter)	Nachspülung (Liter)
W: Wackendorfer Alm (1560 m Sh.)	13.05. 10:30-14:00	NaCl	1350	4000		
	14.05. 10:00-11:30	NaCl	1650	4000		4000
	14.05. 15:15-15:30	EOG	20	120		4000
S: Siebenhütten (1640 m Sh.)	13.05. 11:30-18:00	KCL	400	SMW	kont. Zufluss	kont. Zufluss
	13.05. 14:40-15:50	RHFB	20	120		
	14.05. 10:30-18:45	KCL	250	SMW		
	11.06. 12:00-16:30	KCL	2200	6000		
	12.06 09:00-15:00	KCL	800	2200		800
L: Ludwigshütte (1480 m Sh.)	15.05. 12:45-12:55	ARG	20	120	20	60
	15.05. 12:55-13:00	LiCl	24	50		70
F: Feistritzspitze (2060 m Sh.)	16.05. 13:10-13:15	RSP	20	120		
	16.05. 13:20-13:30	UR	20	120		360

Tab. 1: Markierungsversuch 1981 – Übersicht zu den Eingabedaten (Einspeisungspunkte vgl. Abb. 3; Beil. 2). Insgesamt wurden 3000 kg NaCl und 3650 kg KCL eingebracht. NaCl: Natrium-Chlorid, handelsübliches Speisesalz fein; KCl: Kalium-Chlorid, KCl-Düngesalz, 60 %, granuliert; EOG: Eosin gelblich (MERCK); RHFB: Rhodamin FB (BASF); ARG: Amidorhodamin G extra (HOECHST); LiCl: Lithium-Chlorid (MERCK); RSP: rotgefärbte *Lycopodium*-Sporen; UR: Uranin AP konz. (MERCK); SMW = Schmelzwasser.

Tab. 1: Tracing experiment 1981 – Overview of the injection data (injection points in fig. 3; encl. 2). The total amount of NaCl was 3000 kg and of KCl 3650 kg. NaCl: Sodium-Chloride, commercial table salt fine; KCl: Potassium-Chloride KCl-fertiliser salt, 60 %, grained; EOG: Eosin yellowish (MERCK); RHFB: Rodamin FB (BASF); ARG: Amidorhodamin G extra (HOECHST); LiCl: Lithium-Chloride (MERCK); RSP: red coloured *Lycopodium*-spores; UR: Uranin AP conc. (MERCK); SMW = melting water.

Durch die nunmehr vorliegenden neueren Ergebnisse geologischer, insbesondere strukturgeologischer Arbeiten, ergaben sich im Hinblick auf die Interpretation des Markierungsversuches Diskrepanzen, die es notwendig erscheinen ließen, eine Neubewertung und Reinterpretation der seinerzeitigen Ergebnisse zu versuchen.

3. Ergebnisse

3.1. Geologisch–hydrogeologische Verhältnisse

Das Petzenmassiv wird im wesentlichen aus triassischen Karbonatgesteinen aufgebaut. Im Norden und Osten sind diese auf Tertiärsedimente und paläozoische Metamorphite überschoben. Im Süden grenzen sie an paläozoische Grungesteine und an den Eisenkappler Granitzug (Beil. 1).

Das Hauptgestein des Petzenmassivs ist der Wettersteinkalk, der sich durch eine ausgeprägte Verkarstung auszeichnet. Das Niederschlagswasser versickert über Dolinen und Klüfte praktisch zur Gänze in das Berginnere. Der zentrale Anteil des Petzenmassivs zeichnet sich durch sehr wenige Quellen aus, was in der Verkarstungsfähigkeit des Untergrundes begründet ist (Beil. 2). Die Entwässerung erfolgt im Petzenmassiv fast ausschließlich unterirdisch, die Übertritte des Karstwassers erfolgen erst im Bereich der überschobenen neogenen Sedimente. Dies bedingt die hohe Quelldichte am Nordfuß der Petzen und im Bereich Rischberg.

Die hydrogeologische Übersichtskarte (Beil. 2) wurde auf der Grundlage der im Rahmen des Projektes erarbeiteten, kompilierten geologischen Übersichtskarte angefertigt. Diese Karte stellt eine Verallgemeinerung der geologischen Verhältnisse und Interpretation der hydrogeologischen Gebietseigenschaften dar.

3.2. Petzen-Karstaquifer

Innerhalb der Karawanken bildet der Bereich Petzen eine eigenständige hydrogeologische Einheit, die als Karstgrundwasserkörper Petzen abgegrenzt werden kann (Abb. 2). Dieser Karstgrundwasserkörper ist im Westen durch den Einschnitt des Globasnitzgrabens begrenzt. Hier stellt der Globasnitzbach die Vorflut für die gegen Westen abfließenden Karstwässer aus dem Petzenmassiv dar.

Im Norden sind die Karbonatgesteine der Petzen auf die neogenen Schichtglieder des Karawankenvorlandes aufgeschoben, sodass diese Überschiebungsbahn als Begrenzung des Karstaquifers gegen Norden angesehen werden kann. Im Bereich der Überschiebung treten die großen Karstquellen der Petzen auf.

Legende / Legenda

- Petzenkarstaquifer
kraški vodonosnik Pece
- Quelleinzugsgebiete - napajalno zaledje izvirov
- Probennahme an Quellen
vzorčne točke na izviri

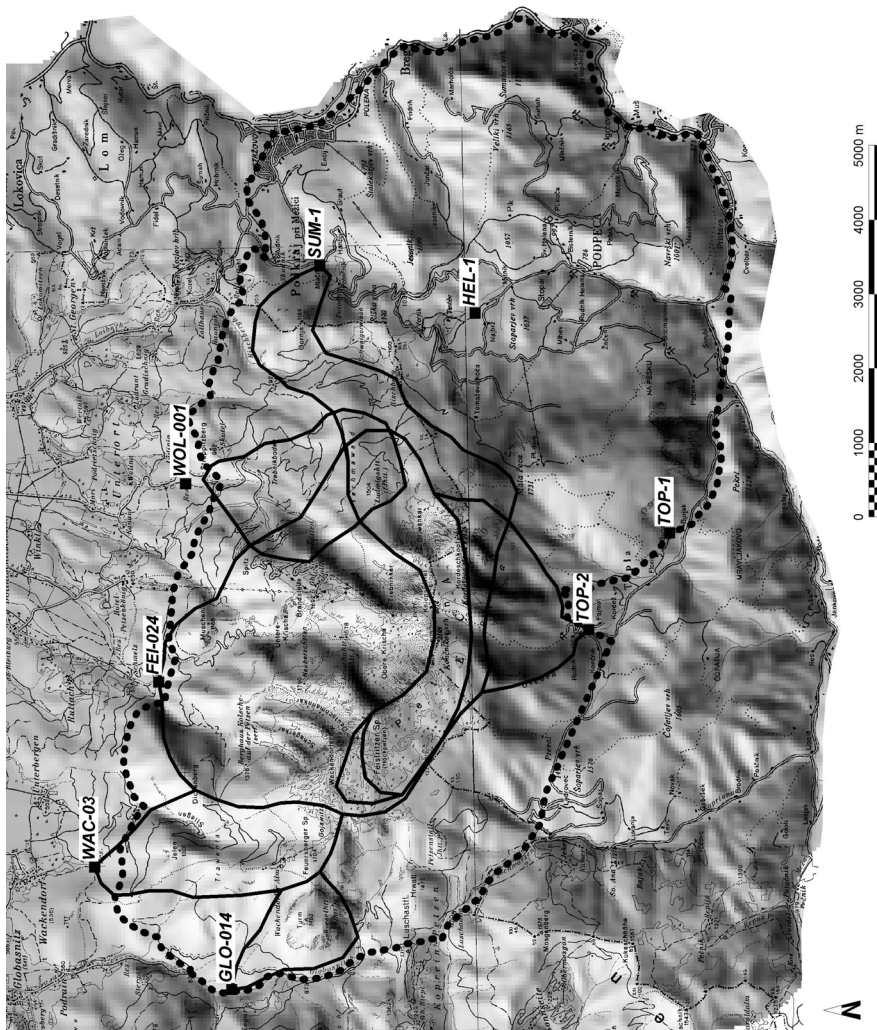


Abb. 2: Abgrenzung des Petzen-Karstaquifers und der Quelleinzugsgebiete.
Fig. 2: Contour of the Petzen carstic aquifer and recharge areas of springs.

Im Osten wird der Karstaquifer einerseits durch die Überschiebung auf die Tertiärschichten östlich der Gornja und andererseits durch die Meža zwischen Mežica und Črna, die hier als Vorfluter wirkt, begrenzt.

Die Südgrenze des Karstgrundwasserkörpers folgt vorerst der Meža Richtung Westen und dann dem Topla Tal Richtung Nordwesten. Die südlichen Gebiete werden aus Granodioriten und Tonschiefern mit Diabasen aufgebaut.

3.3. Gefährdungspotenzial

Auf Grund der aktuellen Landnutzung sowie zukünftiger touristischer Nutzungsmöglichkeiten im Gebiet Petzen besteht das Risiko einer qualitativen Beeinträchtigung des Karstaquifers.

Das Petzengebiet kann auf der Basis der geologischen Verhältnisse und der Gesteinseigenschaften in Flächen mit guter und eingeschränkter Infiltration differenziert werden. Eine gute Infiltration weisen beispielsweise alle verkarstungsfähigen und gut geklüfteten Gesteine (Wettersteinkalk, -dolomit, anisische Karbonatgesteine, Hauptdolomit, Rhätoliasschichten) sowie Hangschutt und Glazialablagerungen lokaler Gletscher auf.

Die Kenntnis der Speichereigenschaften der verschiedenen Gesteine erlaubt darüber hinaus eine Differenzierung in Gesteine mit einer guten, mittleren und schlechten Wasserführung. Eine gute Wasserführung weisen vor allem die Wettersteinkalke und -dolomite auf, an welche die großen Karstquellen mit zum Teil beträchtlichen Verweilzeiten gebunden sind. Eine gute Wasserführung kann man auch den anisischen Karbonatgesteinen und dem Hauptdolomit zuordnen, da die großen Wassermengen im Bergbau auf slowenischer Seite zum Teil an diese Gesteine gebunden sind.

Auf Grund der Ergebnisse des Markierungsversuches, der Quellschüttungen, der mittleren Verweilzeiten sowie der geologischen Verhältnisse können für die größeren genutzten Quellen und für die Entwässerung durch den Bergbau Mežica und Topla in Slowenien Einzugsgebiete abgeschätzt werden.

Hinsichtlich der größeren genutzten Quellen dieses Karstaquifers (Neubersquelle im Globasnitzgraben GLO-014, Wackendorfer Quelle WAC-03, Feistritzquelle FEI-024, Kanaufquellen WOL-001, Šumec-Quelle SUM-1 und Entwässerung Bergbau Topla TOP-2) ergibt sich nach den Kriterien der Wasserführung, Infiltrationsbedingungen und Lage der mutmaßlichen Quelleinzugsgebiete eine Bewertung des Gefahrenpotenzials für die genutzten Quellen mit folgender Klassifizierung (Abb. 3):

- **Sehr hohes Risiko für Quellen:** Flächen, die eine gute Infiltration und gute Wasserführung aufweisen und zudem in Einzugsgebieten von Quellen liegen.
- **Hohes Risiko für Quellen:** Flächen, die eine gute Infiltration und mittlere Wasserführung aufweisen und zudem in Einzugsgebieten von Quellen liegen.

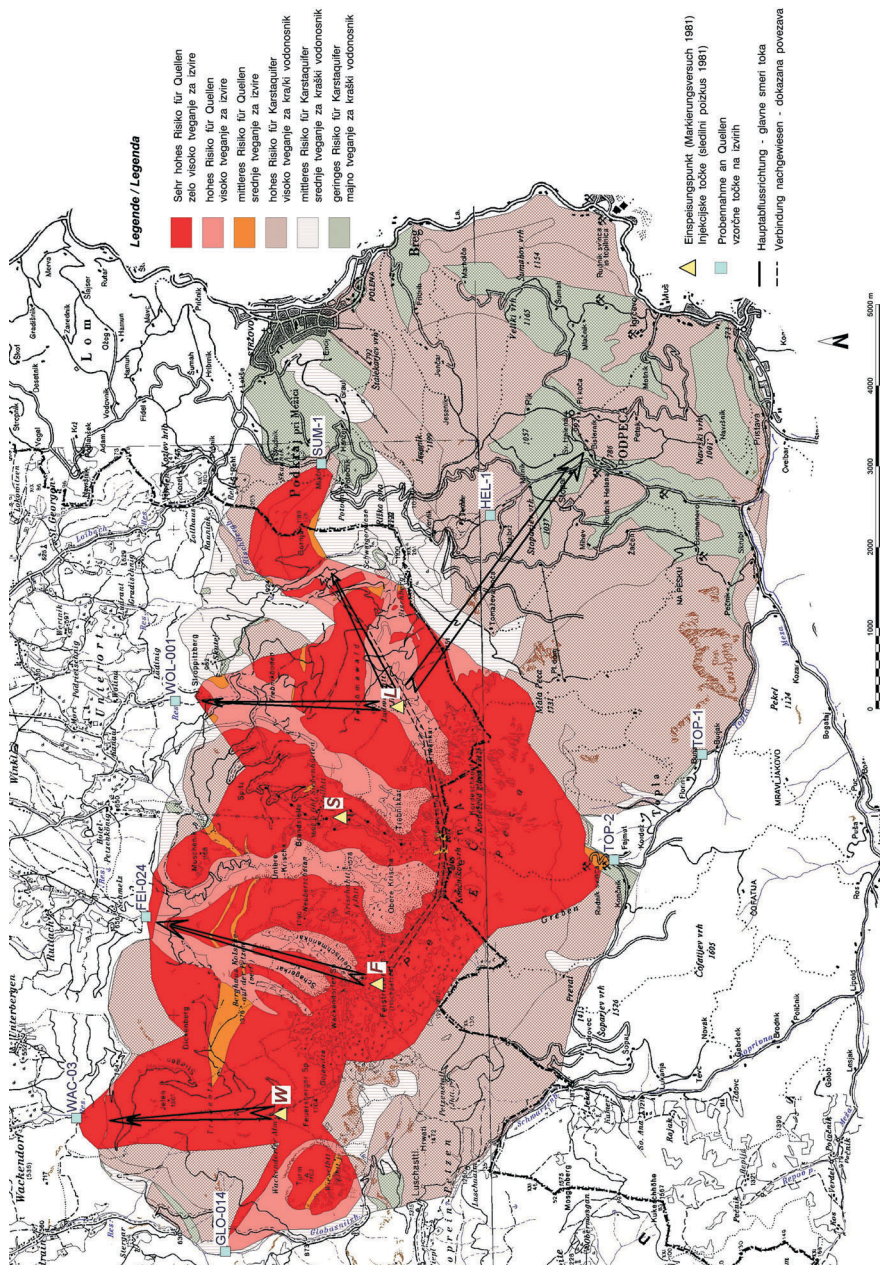


Abb. 3: Gefährdungspotenzialkarte des Petzengebietes.
Fig. 3: Map of exposure of the Petzen area.

- **Mittleres Risiko für Quellen:** Flächen mit einer eingeschränkten Infiltration und schlechten Wasserführung, die aber in Einzugsgebieten von Quellen liegen.
- **Hohes Risiko für den Karstaquifer:** Flächen, die eine gute Infiltration und gute Wasserführung aufweisen und möglicherweise außerhalb von Einzugsgebieten von Quellen liegen. Ein Einfluss auf genutzte Quellen kann nicht ausgeschlossen werden.
- **Mittleres Risiko für den Karstaquifer:** Flächen, die eine gute Infiltration und mittlere Wasserführung aufweisen und möglicherweise außerhalb von Einzugsgebieten von Quellen liegen. Ein Einfluss auf genutzte Quellen kann nicht ausgeschlossen werden.
- **Geringes Risiko für den Karstaquifer:** Flächen, die eine eingeschränkte Infiltration und schlechte Wasserführung aufweisen und vermutlich außerhalb von Einzugsgebieten von Quellen liegen.

Die Pfeilsymbole in Abbildung 3 geben die aus dem Markierungsversuch 1981 bekannten unterirdischen Hauptabflussrichtungen wider und zeigen die grenzübergreifende Entwässerung von der Hochfläche der Petzen.

3.4. Grundwasserschutzgebiete im Petzen-Karstaquifer

Schutzgebietsüberlegungen für die genutzten Quellen des Petzen-Karstaquifers können nur grenzübergreifend gemacht werden, da der Karstwasserabfluss im Bereich der Petzen grenzübergreifend erfolgt. Die Hochfläche der Petzen von der Wackendorfer Spitze zur Mala Peca ist für beide Staatsgebiete als besonders sensibler Bereich anzusehen, da hier die Verkarstung in Form von Dolinen besonders ausgeprägt ist und der Markierungsversuch gezeigt hat, dass die hier infiltrierenden Wässer sowohl in Slowenien, als auch in Österreich zum Wiederaustritt gelangen. Dasselbe gilt für den Bereich um die Ludwigshütte westlich von Rischberg. Hier infiltrierende Wässer gelangen sowohl nach Slowenien (Entwässerung Bergbau Topla, Bergbau Mežica und Šumec-Quelle) als auch an die Nordseite der Petzen (Kanauf-Quellen).

Das heißt, dass der Grenzkambereich zwischen Ludwigshütte und Wackendorfer Spitze Einzugsgebiete der Quellen auf österreichischer und slowenischer Seite aufweist, die sich überlappen. Ein Schutz dieses Bereiches sollte daher im Interesse beider Staaten sein. Der Petzen-Karstaquifer kann nur als Gesamtes geschützt werden, wobei hinsichtlich des Schutzes Differenzierungen in drei Bereiche (Schutzzonen A–C) gemacht werden können (Abb. 4). Schutzgebietsüberlegungen zu einzelnen Quellen sollten auf diese unterschiedlichen Schutzzonen Bedacht nehmen.

Die **Schutzzone-A** umfasst alle mutmaßlichen Einzugsgebiete der größeren Quellen mit Ausnahme der Entwässerung durch den Bergbau Mežica. Weiters werden alle Areale mit verkarstungsfähigen Karbonatgesteinen – vorwiegend Wettersteinkalk – im Nahebereich der mutmaßlichen Quelleinzugsgebiete als schutzwürdig eingestuft, da

Legende / Legenda

- Petzenkarstaquifer
kraški vodonosnik Pece
- Schutzzone-A - Zaščitno območje A
- Schutzzone-B - Zaščitno območje B
- Schutzzone-C - Zaščitno območje C

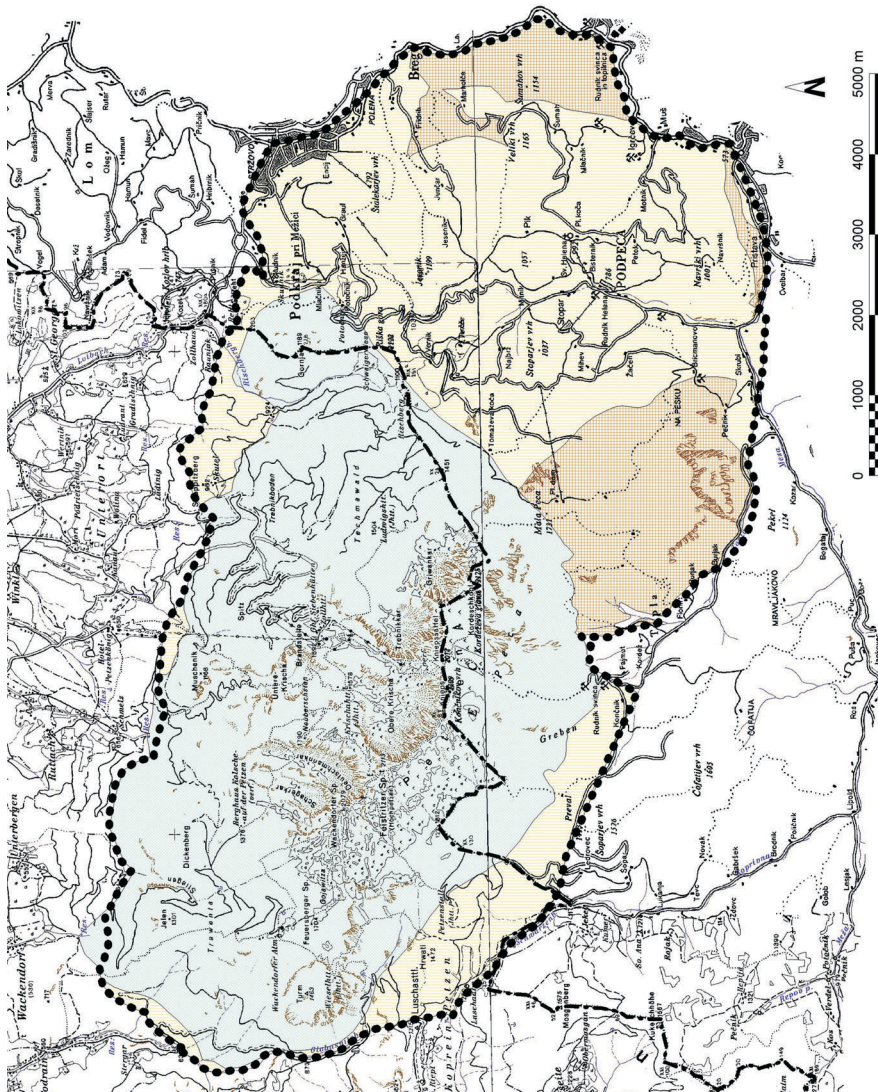


Abb. 4: Vorschläge für die Schutzzonengliederung.
Fig. 4: Suggestion for protection zones.

nicht ausgeschlossen werden kann, dass von diesen Gebieten Wässer in die Einzugsgebiete genutzter Quellen gelangen.

Der Bereich südlich der Mala Peca wird bis zum Talboden des Topla Tales aus gebanktem Wettersteinkalk aufgebaut der mittelsteil gegen Südosten einfällt. Die Wettersteinkalke werden durch die Petzen-Störung (PLACER et al. 2002) von den östlich folgenden Hauptdolomiten und Carditaschichten getrennt. Im Liegenden dieser Schichten liegen die Wettersteinkalke des Bergbaues Mežica, die viel Wasser führen und möglicherweise mit den über Gelände ausstreichenden Wettersteinkalken in Zusammenhang stehen. Für die Wässer dieses Bergbaues wurde im Rahmen dieser Arbeit kein Einzugsgebiet ausgewiesen. Zum Schutz der Karstwässer, die im Bergbau austreten, sollten diese Wettersteinkalke auf Grund ihrer Verkarstungsfähigkeit, guten Infiltrationsbedingungen und guten Wasserführung in Schutzgebietsüberlegungen (**Schutzzone-B**) mit einbezogen werden.

Auch die Gebiete, die vermutlich nicht im unmittelbaren Einzugsgebiet der betrachteten großen Quellen liegen sind schutzwürdig (**Schutzzone-C**), da sie im Einzugsgebiet vieler kleinerer Quellen des Petzen-Karstaquifers liegen. Vor allem große Bereiche westlich der Meža (Podpeca) dürften zur Vorflut des Bergbaues Mežica entwässern. Zum Schutz dieses bedeutenden Wasservorkommens, das derzeit nicht für Trinkwasserzwecken genutzt wird, besteht für diesen Bereich Schutzbedarf.

Für den Schutz der einzelnen Quellen bedarf es gemeinsamer Schutzanstrengungen von Slowenien und Kärnten. Dies betrifft mit Sicherheit die großen Quellen: Feistritzquelle (FEI-024), Šumecquelle (ŠUM-1), Topla (TOP-2) und die Wässer des Bergbaues Mežica. Die Wackendorfer Quelle (WAC-03), Neuberschquelle (GLO-014) und Kanauf-Quellen (WOL-001) dürften ihre Einzugsgebiete ausschließlich auf der Kärntner Seite der Petzen aufweisen.

4. Diskussion der Ergebnisse

Auf Grund der unterschiedlichen Wasserrechtsgesetze von Slowenien und Österreich sind nun für die Umsetzung gemeinsamer Schutzanstrengungen bilaterale Abstimmungen eines gemeinsamen Maßnahmenkataloges zum Schutz des für beide Seiten bedeutenden Petzen-Karstaquifers zu empfehlen. Bei diesen Überlegungen sind die Auswirkungen etwaiger touristischer Nutzungen auf das Schutzgut Wasser dem wirtschaftlichen Nutzen durch den Tourismus gegenüber zu stellen.

Dank

Das gegenständliche Projekt wurde vom Land Kärnten und der Republik Slowenien finanziert sowie im Rahmen des Programms der Gemeinschaftsinitiative Interreg IIIA Österreich (Kärnten und Steiermark) – Slowenien von der Europäischen Union kofinanziert.

Literatur

- BAUER, F.K. (1981): Geologische Gebietskarte der Karawanken, Ostteil 1:25.000. – 3 Blätter, Geologische Bundesanstalt, Wien.
- BAUER, F.K., CERNY, I., EXNER, C., HOLZER, H.-L., HUSEN, D.v., LOESCHKE, J., SUETTE, G. & TESSENSOHN, F. (1983): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Karawanken 1:25.000, Ostteil. – 86 S., 1 Taf., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- BENISCHKE, R., BRENČIČ, M., LEIS, A., POLTNIČ, W. & STROBL, E. (2003): Hydrogeologie der Karawanken – Abschnitt Petzen, Endbericht. – 72 S., 5 Beil., unveröffentlichter Bericht, Joanneum Research, Graz.
- PLACER, L., VRABEC, M. & TRAJANOVA, M. (2002): Kratek pregled geologija okolice Mežice. – In: HORVAT, A., KOŠIR, A., VREČA, P. & BRENČIČ, M. (Hrsg.): Vodnik po ekskuzijah, 1. slovenski geološki kongres, Črna na Koroškem, 9.–11. oktober 2002. – 3-14, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- RAMSPACHER, P. & ZOJER, H. (1983): Bericht über den Markierungsversuch Petzen. – 34 S., 1 Beil., unveröffentlichter Bericht, Forschungszentrum Graz, Graz.
- RAMSPACHER, P., ZOJER, H., HERZOG, U., GOSPODARIC, R., STRUCL, I. & STICHLER, W. (1986): Karsthydrologische Untersuchungen des Petzenmassivs unter Verwendung natürlicher und künstlicher Tracer. – Proceedings, 5th International Symposium on Underground Water Tracing, Athens 1986: 377-388, 5 Abb., 1 Tab., Athen.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Walter Poltnig
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH
Institut für WasserRessourcenManagement
Elisabethstraße 16/II
A-8010 Graz
walter.poltinig@joanneum.at

Mag. Dr. Elmar Strobl
ZT-Büro Mag. Erhard Neubauer
Wienerstraße 253
A-8051 Graz
elmar.strobl@zt-neubauer.at

Mag. Dr. Mihael Brenčič
Geological Survey of Slovenia
Dimičeva 14
SLO-1000 Ljubljana
miha.brencic@geo-zs.si

Beilagerläuterungen

- Beilage 1:** Geologische Übersichtskarte des Petzengebietes.
Beilage 2: Hydrogeologische Übersichtskarte des Petzengebietes.

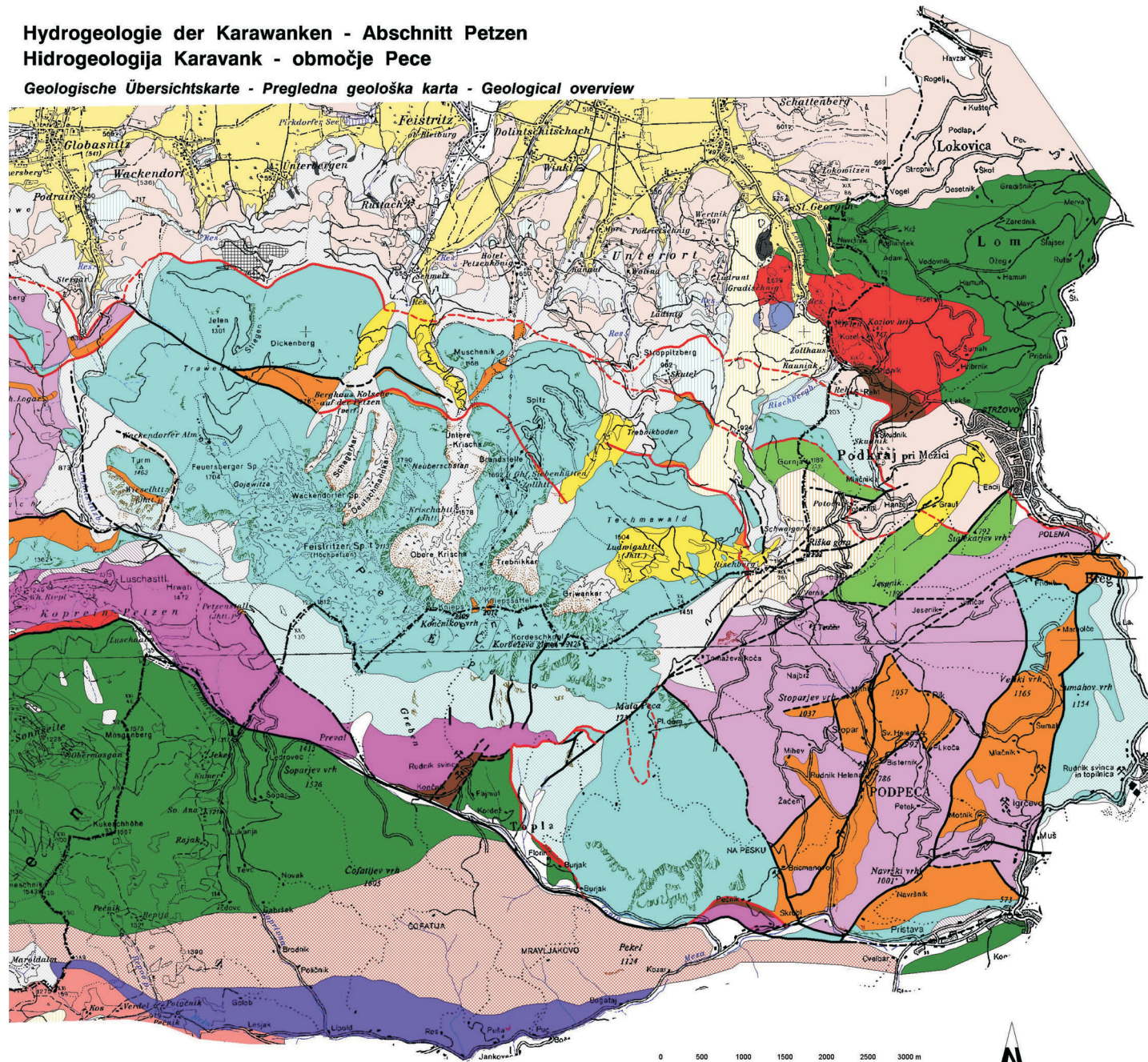
Explanation of the enclosures

- Enclosure 1:** Geological overview map of Petzen area.
Enclosure 2: Hydrogeological overview map of Petzen area.

Hydrogeologie der Karawanken - Abschnitt Petzen

Hidrogeologija Karavank - območje Pece

Geologische Übersichtskarte - Pregledna geološka karta - Geological overview



Legende / Legenda

Quartär / Kvarter

- Alluvium aluvij
- Schwemmkegel vršaj
- Niedermoor močvirje
- Hangschutt melišče
- Niederterrasse nizka terasa
- Moränen morene
- Periglazialer Schuttstrom periglacialni pobočni grušč
- Hangbrechie pobočna breča

Tertiär / Terciar

- Gleitscholle zdrslji bloki
- Quarz- und Karbonatkies kremenovi in karbonatni prodniki
- Kohle führende Sande und Tone peski in gline s premogi
- Alluvialfächer - Brekzien aluvialni vršaj - breče

- Störung - vermutet prelom - pokrit
- Störung prelom
- Überschiebung vermutet nariv pokrit
- Überschiebung nariv

Mesozoikum / Mezozoik

- Rhätoliaskalke retoliasni apnenci
- Hauptdolomit Glavni dolomit
- Cardita Schichten Cardita plasti
- Wettersteinkalk Wettersteinski apnec
- Wettersteindolomit Wettersteinski dolomit
- Partnachmergerl Partnaški laporji
- Alpiner Muschelkalk Koprivenska formacija
- Dolomit dolomit
- Werfener Schichten Werfenske plasti
- Permoskythsandstein permoskiški peščenjaki

Umrahmung und Intrusiva / Okolica in intruzivne kamnine

- Tonalit tonalit
- Granodiorit granodiorit
- Tonschiefer, Diabas (Magdalensbergerserie) skrilavi glinavci, diabaz (štalenskogorska serija)
- Altkristall Pohorska serija

Geologische Kartengrundlage / Viri:

Bauer, F.K. et al. (1981): Geologische Karte der Karawanken 1:25.000, Ostteil, Geol. B.-A., Wien
 Mioč, P., Žnidarčič, M. s sodelavci (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Ravne na Koroškem.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
 Teller F. (1895): Geologische Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen, Blatt Eisenkappel und Kanker 1:75000.- K.K. Geol. R.-A., Wien.
 Placer, L. (2003): Manuskriptna karta območja Pece

Bearbeitung / Obdelali:

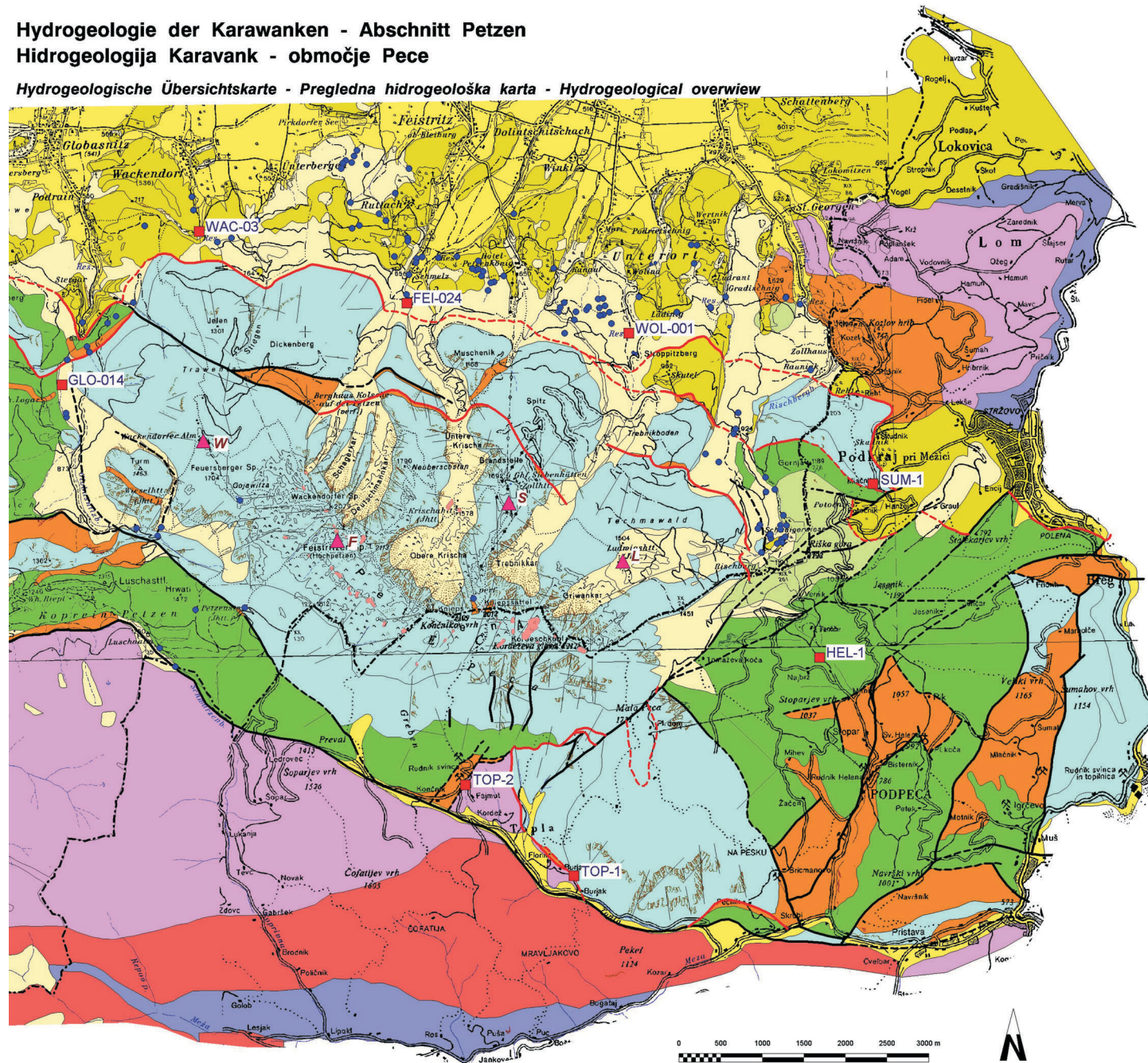
Placer, L., Brenčič, M. (Geološki Zavod Slovenije)
 Poltnig, W. (Joanneum Research, Graz)

Oktober 2003

Beilage 1
 Enclosure 1

Hydrogeologie der Karawanken - Abschnitt Petzen
Hidrogeologija Karavank - območje Pece

Hydrogeologische Übersichtskarte - Pregledna hidrogeološka karta - Hydrogeological overview



Legende / Legenda

- Kalke und Dolomite mit bedeutenden Karst- und Kluftaquiferen
Kraško razpoklinski vodnosniki v apnencih in dolomitih
- Kalke und Dolomite mit bedeutenden Kluftaquiferen
Razpoklinski vodnosniki v apnencih in dolomitih
- Gesteine mit lokalen Aquiferen
Kamnine z lokalnimi vodnosniki
- Lockersedimente mit kleineren zusammenhängenden Aquiferen
Sedimenti z majhnimi med seboj povezanimi vodnosniki
- Quartäre Lockersedimente mit nicht zusammenhängenden Aquiferen
lokalni vodnosniki v kvartarnih plasteh
- Tertiärsedimente mit nicht zusammenhängenden Aquiferen
lokalni vodnosniki v terciarnih sedimentih
- Schlecht wasserdurchlässige Festgesteine
Slabo prepustne kamnine

Nichtkarbonatische Festgesteine
Nekarbonatne kamnine

- Tonschiefer, Diabas
skrilavi glinavci, diabaz
- Granodiorit
- Metamorphe Schiefer
metamorfne plasti
- Einspeisungspunkt (Markierungsversuch 1981)
Injekcijske točke (sledilni poizkus 1981)
- Probennahme an Quellen
vzorčne točke na izviri
- Quelle / Izvir

- Störung - vermutet
prelom - pokrit
- Störung
prelom
- Überschiebung vermutet
nariv pokrit
- Überschiebung
nariv
- Lineament / lineament
- Doline / vrtača