F A C H S E K T I O N

KARSTHYDROGEOLOGIE

im Verband österreichischer Höhlenforscher

Wien, im Mai 1990

KARST - BULLETIN 12

(7/8/9.Jg, ganze Folge)

Die "Arbeitsgruppe Karsthydrogeologie in Wien" wurde im Zuge der Generalversammlung 1988 des Verbandes österreichischer Höhlenforscher diesem als "Fachsektion Karsthydrogeologie" eingegliedert. Dies hat nicht zuletzt seinen Grund darin, daß die Mitarbeiter der ehemaligen Arbeitsgruppe seit langem im Verband - vor allem bei der Erstellung der "Karstgefährdungskarten - tätig waren. Indessen ändert sich an Struktur, Arbeit und dem KARST-BULLETIN nichts. Allerdings gibt es eine

NEUE ADRESSE:

Fachsektion Karsthydrogeologie
Verband österr. Höhlenforscher
c/o Messeplatz 1/10
A-1070 Wien/Austria

NEW ADDRESS !

Unter der angegebenen Adresse ist der Leiter der Fachsektion (R.Pavuza) wenigstens an einigen Tagen pro Woche ab ca. 16 Uhr erreichbar (Tel. 930418/20), einer der Stellvertreter, Dr. K. Mais, auch tagsüber (930418/15).

Nicht zuletzt bedingt durch diese organisatorischen Änderungen, aber auch durch die Zusammenfassung mehrerer Artikel erscheint das vorliegende Heft mit gehöriger Verspätung als umfangreicher Sammeljahrgang 7/8/9.

INHALT:

H. Traindl & R. Pavuza: Wechselbeziehungen zwischen dem Keimgehalt von Karst- und Grundwässern und den hydrogeologischen Rahmenbedingungen 2

K. Mais: Literatursammlung zur Karsthydrogeologie im Rahmen von Speldok-Austria 27

R. Pavuza & H. Traindl: Geologische Übersichtskarte des Toten Gebirges 1 200 000 30

R. Pavuza & H. Traindl: Temperaturanomalien einiger alpiner Karstquellen 34

H. Traindl & G. Wirth: Die Erkundung von Altlasten und Schadstoffkontaminationen in Boden und Grundwasser mittels Bodenluftuntersuchungen. 40

Literatur, Verschiedenes 44

TEMPERATURANOMALIEN EINIGER ALPINER KARSTQUELLEN

Rudolf Pavuza & Helmut Traindl (Wien)

Zusammenfassung - Summary

Karstquellen zeichnen sich relativ selten durch in Relation zum hydrogeologischen Umland mehr oder minder erhöhte Wassertemperaturen aus. Doch gibt es im alpinen Bereich abgesehen von den spektakulären Quellen an dessen Ostrand auch immer wieder schwach übertemperierte Karstquellwässer. Es werden einige Beispiele gegeben, die interessanterweise allesamt einen Zusammenhang von Temperaturanomalie, erhöhtem Sulfatgehalt und tektonischen Störungszonen suggerieren.

Usually karst springs do not often show higher water temperatures in relation to their hydrogeological neighbourhood. Nevertheless we can encounter several springs in the Northern Calcareous Alps with slightly but significantly increased water temperatures aside the famous hydrothermal springs at its eastern margin. In all cases there seems to exist an interrelationship between water temperature, sulfate content and tectonic features.

- - - - - - - - - - - - - - -

1. Allgemeines:

Temperaturanomalien im Sinne von "zu hohen Temperaturen" sind bei den alpinen Karstquellen keine allzu häufige Erscheinung. Umso auffälliger sind dann natürlich die Fälle, wo solche beobachtet werden können wie etwa die zu einem guten Teil mit dem Karstphänomen verknüpften "Thermen" am Ostrand der Alpen (Baden, Bad Vöslau ...). Zumeist verbindet man mit dem Begriff "Karstwasser" freilich meist kühles, erfrischendes Quellwasser. In der vorliegenden Arbeit werden einige Fälle wenig spektakulärer, doch signifikant übertemperierter Quellen in Österreich besprochen, die im Zuge hydrogeologischer Arbeiten stets zufällig "entdeckt" wurden.

2. Definition der Temperaturanomalien im Karst

Entsprechend einer alten, mehr oder minder bewährten Lehrmeinung nimmt man für den Karst an, daß die Quelltemperaturen für viele Quellen im Zusammenhang mit dem Jahresmittel der Lufttemperatur im Bereich des Einzugsgebietes (besser: der mittleren Seehöhe des Einzugsgebietes) der betreffenden Quelle stehen. Als Faustregel gilt, daß die durchschnittliche Quelltemperatur im alpinen Raum generell 1.5 bis 2°C über eben diesem Jahresmittel zu finden liegt.

Diese auch von den Autoren beobachtete Temperaturzunahme ist wohl auf geothermale Effekte im Bergesinneren (schwache Kulmi-

nation der Geoisothermen unter dem Gebirge) bzw. den tieferen Aquiferbereichen, aber auch durch beginnende Angleichung an die Temperaturverhältnisse im Quellbereich zurückzuführen.

Für den voralpinen Raum im westlichen Niederösterreich konnten wir folgenden Zusammenhang ermitteln (Pavuza, 1983):

T (Qu.) = 11.23 - 0.0051 * Sh (E)
[in °C] [in m]

Für den Seehöhenbereich der meisten alpinen Karstquellen zeigt sich überdies (Pavuza & Traindl, 1984), daß die Wassertemperaturen der Porengrundwässer ebenfalls um rund 1°C höher liegen als die durchschnittliche Lufttemperatur diese Bereiches (dieser Effekt nimmt mit der Höhe ab).

Es bietet sich demnach an, Quellen, deren Wassertemperatur bzw. deren winterliche Minimaltemperatur (was ein strengeres Kriterium ist) oder deren Jahresmittel um mehr als 2 °C über der Lufttemperatur des Quellbereiches liegt, als "geothermal" beeinflußt im Sinne einer positiven Temperaturanomalie zu bezeichnen.

3. Alpine Beispiele

3.1. Bereich Nassereith - Imst (Tirol)

Zwei Beispiele übertemperierter Wässer aus dem genannten Gebiet (A,B) werden einer mit Sicherheit unbeeinflußten Quelle (C) tabellarisch gegenübergestellt:

A ... Quelle beim See-Eck (Nassereith, Sießenkopf-Ost)
B ... Römerbad bei Roppen (Tschirgant-Ost)
C ... Heilquelle bei Tarrenz (Tschirgant-West)

	Datum	Sh(m)	T(°C)	T_L	ΔT	HCO_3^-	SO_4^{--}	S/H
A	8.01.84	810	10.6	7.2	+3.4	255	216	0.85
B	19.02.86	700	≈14	7.5	+6.5	252	300	1.19
C	8.01.84	790	7.5	7.2	+0.3	263	<10	0

Die als Maß verwendete Lufttemperaturreferenz ergibt sich aus dem langhährigen Mittel der Station Imst (785 m): 7.2°C (1901-70), ΔT ist demnach die Differenz von Quell- und Lufttemperatur. S/H ist der Quotient aus dem Hydrogencarbonat- und Sulfatgehalt der Wässer.

Die geologische Situation stellt sich wie folgt dar (nach Niederbacher, 1982):

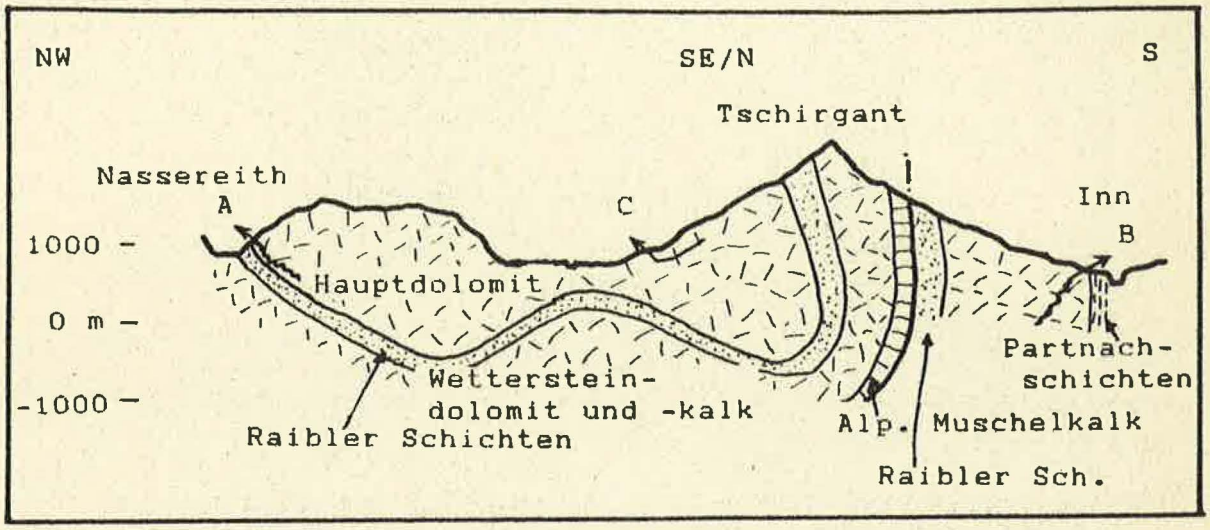

Abb.1: schematischer geologischer Schnitt durch das Gebiet Tschirgant - Gurgltal - Nassereith (Tirol)

Während im Bereich von Nassereith eine NW-SE streichende Störung für das Aufdringen der sulfathältigen Wässern aus den Raibler Schichten verantwortlich ist, so scheinen beim Römerbad Partnachschichten, die obertags in einem tektonisch bedingten Kontakt zum Hauptdolomit stehen, zum Aufstieg der Tiefenwässer beizutragen. In der Tiefe ist freilich mit dem Auftreten der obertags in diesem Bereich völlig fehlenden dazwischenliegenden sulfatliefernden Raibler Schichten zu rechnen.

3.2. Seefelder Becken (Tirol)

Dieses Beipiel wurde im KARST-BULLETIN bereits behandelt (Pavuza & Traindl, 1984), zusammenfassend ergibt sich folgendes Bild:

A ... Heilquelle Kurhotel, N Seefeld
B ... Quelle Triendlsäge, N Seefeld
C ... Quelle Seebach, N Seefeld
D ... Quelle Klammbach, N Seefeld
E ... Quelle Hermannssthal (unbeeinflußt, E Seefeld)

Temperaturreferenz: Station Seefeld (1204 m): 4.9°C (1901-70)

	Datum	Sh(m)	T(°C)	T_L	ΔT	HCO_3^-	SO_4^{--}	S/H
A	29.07.82	1140	11.3	5.0	+6.3	188	500	2.66
B	29.07.82	1140	11	5.0	+6	223	440	1,97
C	29.07.82	1140	8.6	5.0	+3.6	191	490	2.57
D	31.07.82	1195	8.4	4.9	+3.5	279	160	0.57
E	28.07.89	1245	6.35	4.8	+1.55	215	<5	0

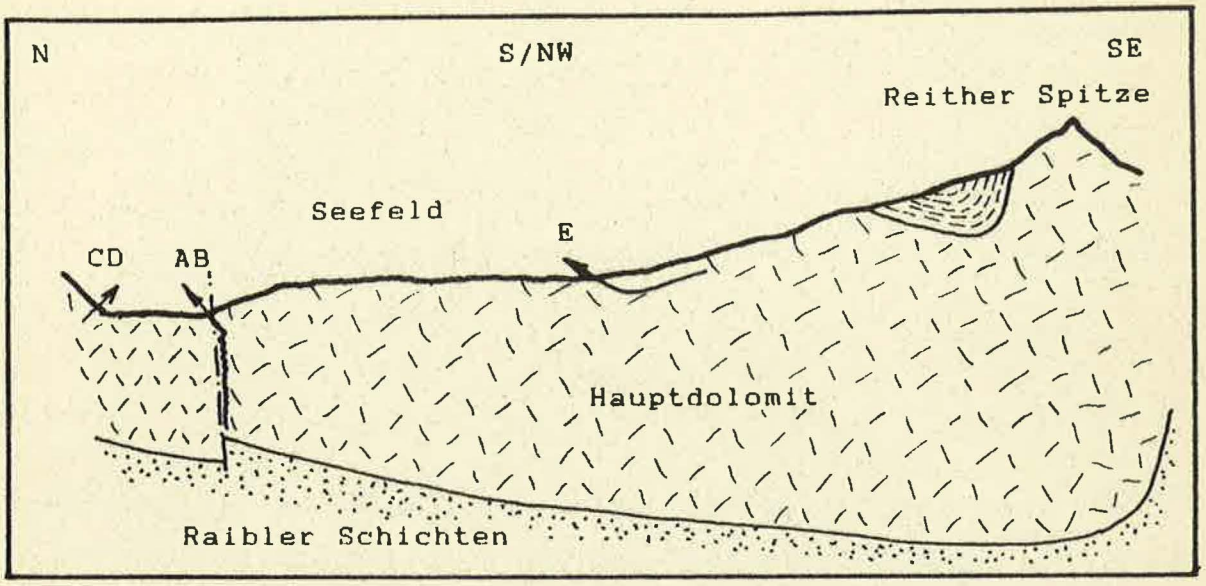

Abb.2: schematischer geologischer Schnitt Bereich Seefeld/Tirol

Da die sulfatliefernden Raibler Schichten in diesem Bereich in einer Teufe von wenigstens einigen hundert Metern zu finden sind, ist mit einem lokalen, mengenmäßig freilich untergeordneten Aufdringen an einer Störung, die im Hauptdolomit aber nur schwer faßbar ist, zu rechnen.

Verschiedentlich wurden in Bezug auf diese Wässer Spekulationen hinsichtlich ihrer Herkunft und Verwendbarkeit angestellt: So findet sich in "Tirol aktuell" vom 19. September 1984 ein Artikel: "Thermalquellen in Seefeld" mit Aussagen eines "Fachmannes" über wasserführende Schichten in 450 und 700 Metern Tiefe mit Schüttungen von 7-8 bzw. 10-15 l/s und Temperaturen von 31°C und mehr. Aus der Sicht des Hydrogeologen ist aber derzeit weder eine exakte Aussage über die Basistiefe der wasserführenden Schicht möglich, noch ist eine quantitativ ausreichende Menge höher temperierten Wassers - etwa durch eine Bohrung - mit Sicherheit zur Verfügung zu stellen. Zum selben Ergebnis kamen - laut "Tirol aktuell" - übrigens auch Geologen der ÖMV.

3.3. Bereich Schwaz (Inntal, Tirol)

Auch dieses Beispiel wurde im KARST-BULLETIN bereits kurz angeführt (Pavuza & Traindl, 1984):

A ... Quelle aus Bergwerk E Schwaz
B ... Quelle aus Bergwerk E Schwaz
C ... Quelle östlich Schwaz (unbeeinflußt)

Temperaturreferenz: Station Schwaz (535 m): 7.8°C (1901-70)

	Datum	Sh(m)	T(°C)	T_L	ΔT	HCO_3^-	SO_4^{--}	S/H
A	14.4.83	560	10.3	7.8	+2.5	250	37	0.15
B	14.4.83	530	10.0	7.8	+2.2	247	100	0.4
C	14.4.83	570	7.1	7.8	-0.7	235	<5	0

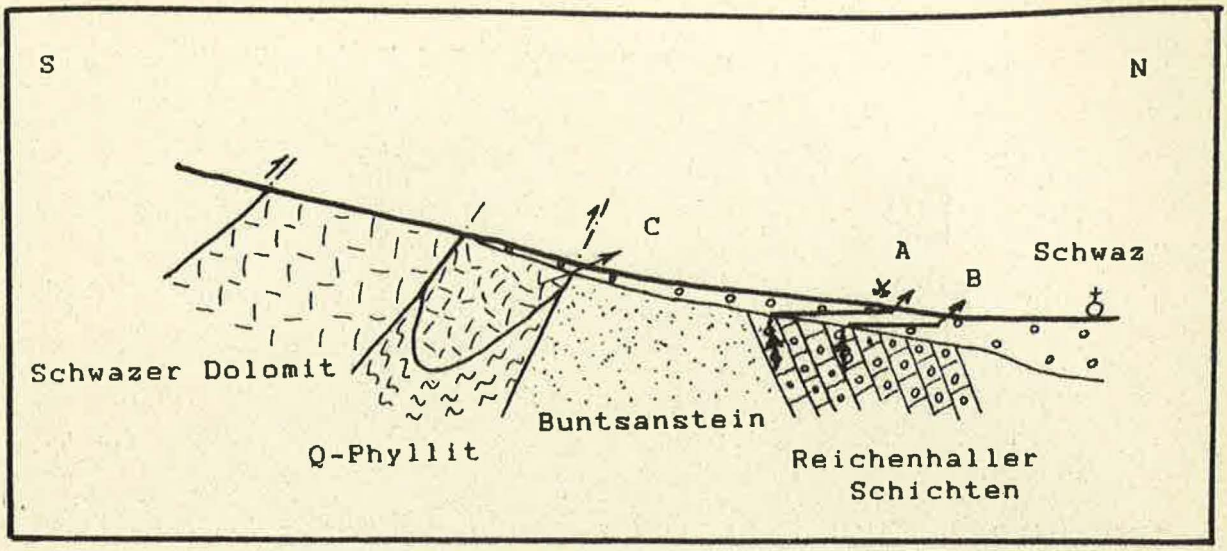

Abb.3: schematischer Schnitt Bereich Schwaz - Ost (Tirol)

Hier steigen Wässer aus den im Untergrund des Inntales anstehenden Reichenhaller Schichten am Talrand an der Grenze zum permotriassischen Buntsandstein auf.

3.4. Inntalwestrand bei Kiefersfelden/BRD

Im Zuge von Quell- und Grundwasseruntersuchungen wurde die markante Quellzone am Nordfuß des Nußlberges bearbeitet:

A ... östliche Mühlbachquelle
B ... westliche Mühlbachquelle
C ... Quelle Nußlberg - Ost (unbeeinflußt)

Temperaturreferenz: Station Kufstein (495 m): 7.7°C (1901-70)

	Datum	Sh(m)	T(°C)	T_L	Δ T	HCO_3^-	SO_4^{--}	S/H
A	15.4.83	620	9.7	7.4	+2.3	240	177	0.74
B	15.4.83	620	9.4	7.4	+2.0	247	152	0.62
C	15.4.83	685	5.6	7.2	-1.6	186	18	0.1

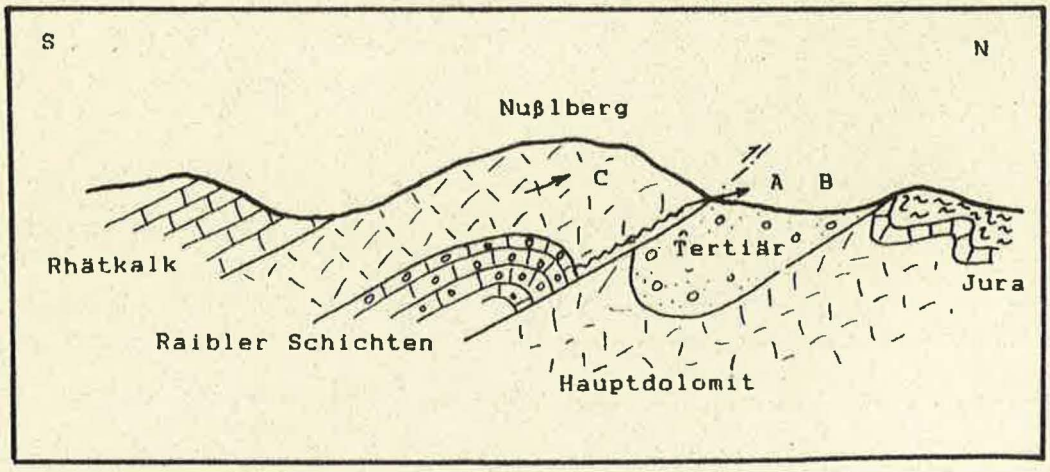

Abb.4: schematischer geologischer Schnitt Bereich Kiefersfelden Ost (Inntal, BRD)

Hier wird durch die stauenden, überschobenen tertiären Sedimente ein Aufdringen der Sulfatwässer hervorgerufen.

3.5. Hallstatt, Oberösterreich

Neben den spekakulären Karstquellen (Waldbachursprung, Kessel) ist in der Umgebung von Hallstatt vor allem die Thermalquelle, die im Bereich des Wasserspiegels des Hallstättersees bei Steeg entspringt von hydrogeologischem Interesse:

A ... Thermalquelle bei Steeg
B ... Kessel bei Hallstatt (unbeeinflußt)

Temperaturreferenz: Station Hallstatt (525m): 7.9°C (1901-70)

	Datum	Sh(m)	T(°C)	T_L	ΔT	HCO_3^-	SO_4^{--}	S/H
A	12.3.86	508	>19.6	7.9	>+11.7	111	57	0.51
B	11.3.86	508	6.3	7.9	-1.6	122	<5	0

Zu vermerken sind ferner erhöhte Chloridgehalte bei der Thermalquelle (167 mg/l)

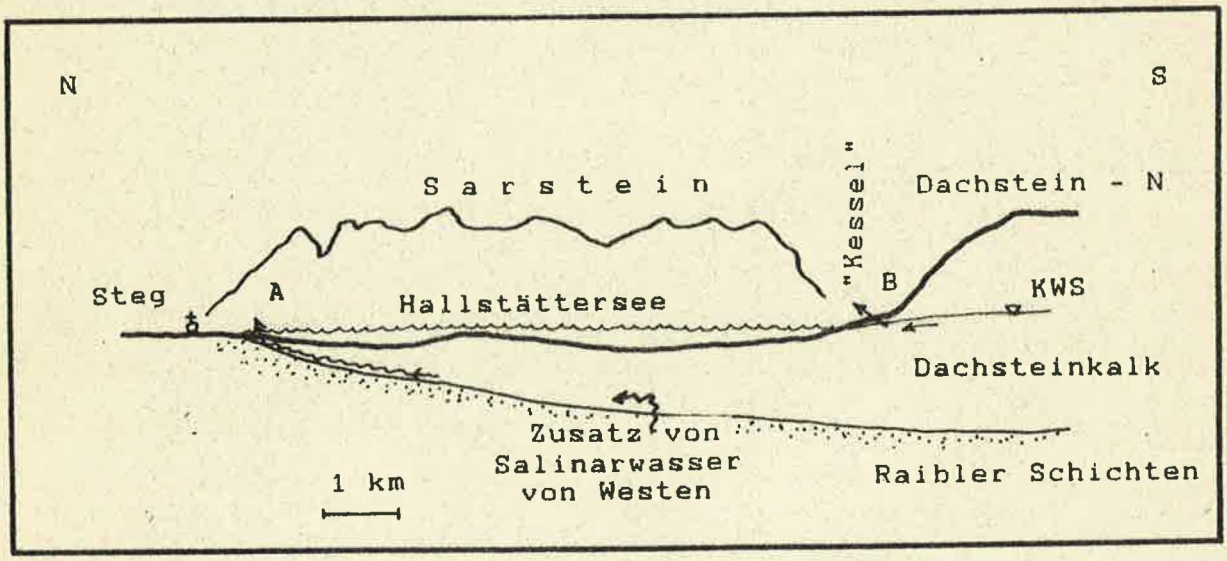

Abb.5: schematischer geologischer Schnitt im Bereich des Hallstättersees (Oö)

Das Auftauchen der geringmächtigen Raibler Schichten bei gleichzeitigem Auftreten von Haselgebirge führt zum Aufdringen des deutlich erwärmten, Cl- und SO_4 - hältigem Wasser.

3.6. Kalkvoralpen bei Waidhofen (Nö)

Im Zuge unserer Dissertationen im Ybbstal im Bereich des "Kleinen Gesäuses" eine kleine, absolut konstant schüttende übertemperierte Quelle gefunden (s.a. Pavuza & Traindl, 1984):

A ... Quelle unterhalb "Amtmann"
B ... Quelle im Eibenbach (unbeeinflußt)

Temperaturreferenz: Station Waidhofen (365 m): 7.9°C (1901-70)

	Datum	Sh(m)	T(°C)	T_L	Δ T	HCO_3^-	SO_4^{--}	S/H
A	30.3.81	385	10.3	7.9	+2.4	332	530	1.6
B	30.3.81	510	8.6	7.4	+1.2	302	15	0.05

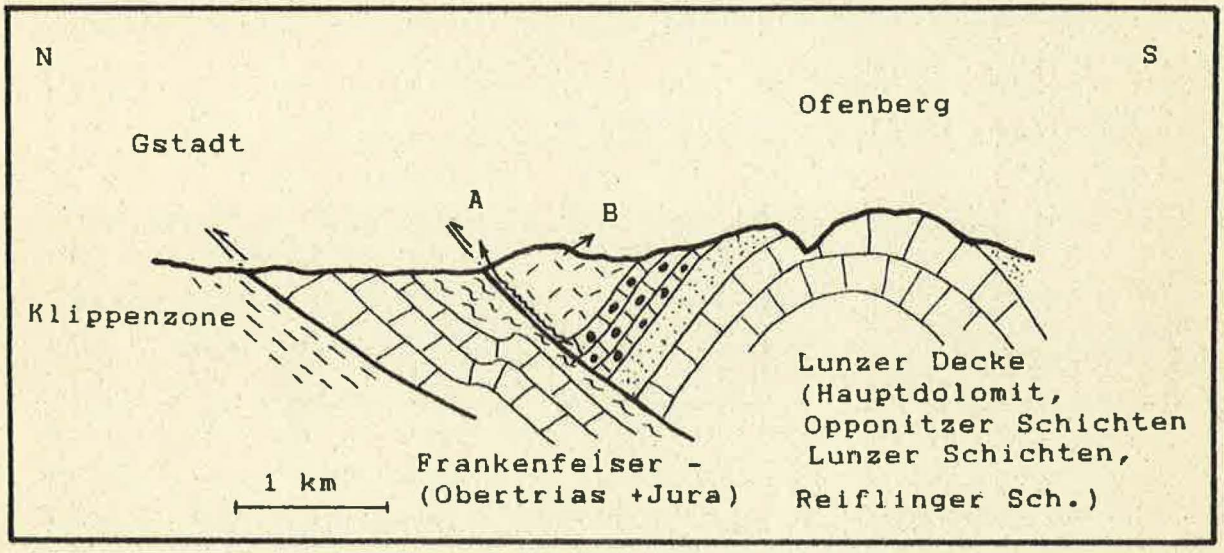

Abb.6: schematischer Schnitt im Bereich SE Waidhofen/Ybbs

In diesem Falle fungiert die Deckengrenze Lunzer Decke/Frankenfelser Decke als Wasserbahn: Wässer aus den Rauhwacken der Opponitzer Schichten (Karn), die obertags aufgrund der Abscherung bei der Überschiebung nicht zu finden sind, werden durch den unterlagernden mergeligen und daher relativ stauenden Jura der Frankenfelser Decke längs der Überschiebungsbahn zum Aufsteigen gezwungen.

4. Folgerungen

Man sieht bei allen genannten Fällen einerseits erhöhte Quelltemperaturen in Zusammenhang mit ebenfalls deutlich erhöhten Sulfatgehalten, wobei in einigen Fällen an der Oberfläche von den Muttergesteinen nichts zu finden ist. Andererseits ist immer wieder in den Bereichen mit höher temperierten "Sulfatwässern" eine Störung oder eine Überschiebungsbahn zu finden.

Die Muttergesteine sind in allen Fällen triassische bis permotriassische gips- und anhydritführende Gesteine (Haselgebirge, Reichenhaller Schichten, Raibler Schichten, Opponitzer Schichten). Diese liegen in unterschiedlicher Teufe vor und

sind aufgrund ihres Kornaufbaues gute Karstwasserleiter, deren Wegigkeit durch die rasche Sulfatlösung bereichsweise stark erhöht ist. Daher können wärmere "Tiefenwässer" hier relativ rasch ohne größeren Wärmeverlust aufdringen. Unklar ist, in welchem Ausmaße die gegenüber den reinen Karbonatgesteinen deutlich erhöhte Wärmeleitfähigkeit der Sulfatgesteine eine Rolle spielt (5500 W/m.K gegenüber 3000 W/m.K). Man möchte meinen, daß in den Bereichen mit steilem Einfallen auch ein Wärmetransport über die bessere Wärmeleitung in diesen Gesteinen parallel zum Transport durch das Wasser erfolgen kann. Signifikant ist, daß bei allen beobachteten Fällen ein markanter Anstieg des Verhältnisses Sulfat/Hydrogencarbonat zu vermerken ist. Dies spricht eindeutig für eine Herkunft aus Evaporitgesteinen und widerspiegelt deren signifikante Lösungsdynamik (Pavuza, 1983).

Es kann darüber hinaus als sicher gelten, daß es im Bereich der gipsführenden Schichten bedingt durch deren mechanische Eigenschaften bevorzugt zur Ausbildung von tektonischen Bewegungsbahnen gekommen ist, die dann wieder als Wegigkeiten für das Karstwasser dienen können. Dort wo freilich durch die Bewegungsvorgänge eine Mylonitisierung des Gesteines auftrat, wie dies häufig etwa beim Hauptdolomit der Fall ist, führt dies zu Staueffekten, die aber ebenfalls wiederum Grund für ein Aufdringen von Tiefenwässern sein können.

Eine Teufenangabe für die Herkunft der Wässer ist problematisch: außer in Bohrungen hat man keinerlei Hinweise auf die Angleichungsvorgänge an oberflächennahe Temperaturen. Auch mag die geothermische Tiefenstufe je nach den geologischen Gegebenheiten lokal einigermaßen variieren. So stellen derartige Angaben wohl Mindestteufen dar.

Die Koppelung der Parameter "erhöhte Quelltemperatur", "erhöhter Sulfatgehalt" sowie "Störung bzw. Überschiebung" bietet jedoch nach den obigen, vorläufigen Beobachtungen recht günstige Voraussetzungen für eine detaillierte, gezielte Exploration auf höher temperierte Wässer im Bereich der Kalkalpen.

5. Literatur

Niederbacher P.(1982): Geologisch tektonische Untersuchungen in den südöstlichen Lechtaler Alpen.- Geol.Paläont. Mitt. Innsbruck, 12:123-154.

Pavuza, R.(1983): Karsthydrogeologische Untersuchungen in den Kalkvoralpen S Waidhofen/Ybbs.- Mitt.Ges.Geol. Bergbaustud. Wien, 29:133-160.

Pavuza, R. & Traindl, H.(1984): Gedanken zur Grundwassertemperatur.- Karst-Bull.7,Wien, 4(1):5-10

Pavuza, R. & Traindl, H.(1984): Hydrogeologische Betrachtungen im Gebiet von Seefeld/Tirol.- Karst-Bull.8,4(2):11-16

Pavuza, R. & Traindl, H.(1984): Karstverbreitungs- und Karstgefährdungkarten österreichs 1:50000, Blatt 70 - Waidhofen/Ybbs.- Wien (Verb.österr. Höhlenforscher)