© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Mitt. österr. geol. Ges.	74/75 1981/82	S. 245–263 6 Abb., 1 Tab.	Wien, 15. November 1981

Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen im südlichen Burgenland, Österreich

Von Peter HACKER und Walter KOLLMANN*

Mit 6 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen an 36 tief- und seichtliegenden Grundwässern sowie Oberflächen- und Niederschlagswässern des südlichen Burgenlandes erlaubten die Herausarbeitung verschiedener Wassertypen nach deren unterirdischen Fließwegen, Mischungsvorgängen und Infiltrationsbedingungen. Abgesehen vom geochemischen Milieu, das durch die lithologische Ausbildung tertiärer, pleistozäner und holozäner Einzugsbereiche vorgegeben ist, wobei aber Ionenaustauschvorgänge zwischen Wasser und Feinsedimenten die Lösungsinhalte überprägen können, wird die Beschaffenheit oberflächennaher Wässer durch Verunreinigung ganz wesentlich bestimmt. Eine Beimengung von derartigen Wässern in artesischen Tiefengrundwässern, hervorgerufen durch schadhafte Verrohrung, konnte in einigen Fällen spezifisch durch angehobene Tritiumgehalte nachgewiesen werden.

Neben der Erfassung möglicher Mischvorgänge von Wässern verschiedener Herkunft war es das Ziel der Untersuchungen, die Frage einer eventuellen Regenerierung tieferer Grundwässer durch rezent wirksame Versickerung zu klären. Der Nachweis einer Alimentation gelang bei artesischen Bohrungen des oberen Stögersbach-, Strem- und Pinkatales, wo wahrscheinlich nicht isolierte Linsen erschrotet wurden, sondern mit einer Verbindung zu obertags ausstreichenden aufnahmefähigen Grundwasserträgern gerechnet werden kann.

Nur dem kombinierten Einsatz mehrerer Methoden und der synoptischen Betrachtung ist es zuzuschreiben, daß diese Aussage über eine potentielle Tiefengrundwassererneuerung abgegeben werden kann, die durch Bestimmung der chemischen Kennwerte oder Altersbestimmungen anhand von Tritiumuntersuchungen allein nicht hätte erfolgen können.

Summary

Isotopic and hydrochemical investigations on 36 samples from deep and shallow groundwaters, streams and precipitation in southern Burgenland (Austria) led to the differentiation of various types of waters corresponding to their subterranean circulation, mixing-processes and infiltration conditions. Besides the geochemical

* Adresse der Verfasser: Dr. Peter HACKER: Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Geotechnisches Institut, Objekt 214, A-1030 Wien. Dr. Walter KOLLMANN: Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, Postfach 54, A-1031 Wien.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

milieu which is established by Tertiary, Pleistocene and Holocene lithologies the effects of ion exchanges between groundwater and silty sediments and the influence from pollution changes the quality of shallow groundwaters considerably. Mixing in the casing of defective wells of such contaminated water with that of deep confined aquifers was indicated by an increase in Tritium concentration.

The determination of mixing processes in waters of different origin was again the subject of investigations in order to obtain information about the regeneration of deep aquifers by actual infiltration. Evidence of such replenishment was found in bore-holes in the upper valleys of Stögersbach, Strem and Pinka. It seems that they are not supplied from isolated lenses but from horizons with a connection to potential shallow aquifers.

Only by the application of different methods together with synoptic considerations it was possible to discover a potential replenishment source for deep confined aquifers. A separate interpretation of hydrochemical or isotope data would not have shown such a result.

Inhalt

1. Vorbemerkungen 246
2. Die isotopenhydrologischen Untersuchungsmethoden 253
3. Die Meßergebnisse 254
3.1. Einzugsgebiete der Lafnitz und Raab 254
3.1.1. Oberes Lafnitztal (Raum Grafenschachen) 254
3.1.2. Unteres Lafnitztal (Raum Heiligenkreuz) 255
3.1.3. Unteres Raabtal (Raum Jennersdorf) 255
3.2. Einzugsgebiet des Strembaches 256
3.2.1. Oberes Strembachtal (Raum Kemeten – Stegersbach) 256
3.2.2. Mittleres Strembachtal (Raum Bocksdorf – St. Michael) 257
3.2.3. Unteres Strembachtal und unteres Pinkatal (Raum Strem und Moschendorf) 257
3.3. Einzugsgebiet der Pinka 259
3.1.1. Oberes Pinkatal (Raum Pinkafeld – Jabing) 259
4. Synoptische Deutung hydrogeologischer, isotopenhydrologischer und hydrochemischer Parameter südburgenländischer Wässer 260
4.1. Die Beziehung der hydrochemischen Beschaffenheit und des Tritiumgehaltes der Grundwässer zur Bohrtiefe 260
4.2. Die stabilen Isotopenwerte, interpretiert aus der Beziehung zwischen Deuterium und Sauerstoff-18 260
5. Literatur 263

1. Vorbemerkungen

Im Rahmen des Projektes BA 5: „Wasserhöffigkeitskarte für die Bezirke Oberwart, Güssing und Jennersdorf" wurden vom 10. Mai bis 29. November 1979 insgesamt 36 Wasserproben für die Bestimmung von Tritium, Deuterium,

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Oxygen-18 und hydrochemisch relevanter Parameter gezogen (Abb. 1 und Tab. 1)*.

Der vereinfachten geologischen Übersicht (Abb. 2) ist zu entnehmen, daß die Hauptentwässerungssysteme vornehmlich in kristallinen Einzugsgebieten des südlichen Wechsels ihren Ursprung haben. Nach Verlassen des Grundgebirges durchfließen abschnittweise mäandrierend die beiden maßgeblichen Flüsse Lafnitz und Pinka wechselnd – bis zu 3 km – breite alluviale Talböden, begleitet von kaltzeitlich aufgeschütteten Terrassen. Die in das umgebende jungtertiäre Riedelland geschürften Täler sind vornehmlich durch Lateralerosion gekennzeichnet. Eine tiefenerodierende Tätigkeit erfolgte nur stellenweise in Form rasch sich verlagernder Flußrinnen. Deren Auffüllung geschah vorwiegend mit umgelagertem und durch periglaziale Solifluktionsvorgänge angeliefertem Tertiärmaterial. Ebenso geringmächtig wie die Talfüllungen und mit viel Feinkorn vermengt sind die pleistozänen Terrassenschotter hydrogeologisch anzusprechen, die zum Teil isoliert einem Sockel aus tertiären Feinsedimenten auflagern.

Durch besonders geringe Wasserwegsamkeit der oberflächennahen quartären Grundwasserleiter ist das Strembachtal geprägt. Dies hat seine Ursache darin, daß dieses dritte maßgebliche Flußsystem derzeit ausschließlich jungtertiäre feinklastische Lockergesteine entwässert. Jedoch scheinen diese rezenten Verhältnisse im Präquartär noch nicht geherrscht zu haben.

In Anlehnung an die Theorie der Talverlegungen A. WINKLER-HERMADEN's (1955) kann angenommen werden, daß die Pinka seinerzeit den Talverlauf des Strembaches gebildet und durchflossen hat. Eine durch jungtektonische Aktivität eingeleitete Anzapfung – eventuell durch das Absenken der „Raabmulde" bewirkt – mag zu einer Umlenkung der Pinka mit der Schaffung des Eisenberg-Durchbruchstales geführt haben. Anlaß für diese daraus resultierende, nordostwärts angelegte Epigenese dürfte die Ausbildung einer Vorflut entlang der eingesenkten Raablinie mit Zentrum etwa im Bereich Csorna – Györ gewesen sein. Bereichsweise in die Schichten des Pannons im Stremgebiet eingeschüttete, gröberklastische Fein- bis Mittelkieslagen mit Quarzkomponenten könnten die oben dargelegte Vorstellung verifizieren (Abb. 3). Dieser lithologische Sachverhalt ist auch die Grundlage für die erfolgreiche Erschrotung artesischer Tiefengrundwässer in ansonsten geringdurchlässigen bis stauenden jungtertiären Feinsedimenten.

Die Probennahme der Wässer folgte dem Prinzip, entlang eines Tallängsprofils (z. B. Strembach- und Pinkatal; vgl. Abb. 3 und 4) eine Information über artesische Wässer in Aquiferen des Pannons zu erlangen. Durch die Analyse dieser Proben sollte geklärt werden, ob ein mehr oder weniger homogen aufgebauter gespannter Aquifer über weite Strecken verfolgbar ist oder ob lediglich lokal und linsenförmig vorliegende Tiefengrundwässer (TG) erschrotet worden sind. Der Begriff „Tiefengrundwasser" wurde in Anlehnung an J. G. ZÖTL (1978) für nahezu tritiumfreie und im allgemeinen sauerstoffarme Wässer aus artesischen Brunnen verwendet.

---

* Die Untersuchungen wurden über Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Landes Burgenland ausgeführt, aus deren Mitteln auch die Finanzierung der umfangreichen Analysen in dankenswerter Weise erfolgen konnte.

© Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Liste der beprobten Wässer im südlichen Burgenland

Lfd. Nr.	ÖK 50.000	GBA-EDV Nr.	geograph. Länge ° ′	Koordinaten Breite ° ′	Seehöhe ∓ 5 m	Art	Bezeichnung	Datum
1	136	X 44	16 01	47 22	412	T G	Gh Koller; *Neustift 80*	1979 10 31
2	136	102	16 04	47 22	400	S G	Kotwiese; *Grafenschachen*	1979 05 10
3	136	103	16 04	47 22	410	O	Stögersbach; *Grafenschachen*	1979 05 10
4	136	X 104	16 04	47 22	384	T G	Gemeinde; *Grafenschachen 153*	1979 05 10
5	137	XV 15	16 07	47 22	395	T G	Sagmeister; Schloßg. 15 *Pinkafeld*	1979 10 30
6	137	X 70	16 09	47 20	360	T G	Gh Lang; *Riedlingsdorf 292*	1979 10 30
7	137	134/1	16 14	47 16	305	T G	Bohrung *Unterwart I*	1979 09 04
8	137	135/2	16 15	47 16	305	T G	Bohrung *Unterwart II*	1979 09 04
9	167	X 516	16 10	47 11	260	T G	Winkler; Kircheng. 7 *Ollersdorf*	1979 10 30
10	167	X 2	16 10	47 12	269	T G	Gemeindegrenze *Ollersdorf – Litzelsdorf*	1979 10 30
11	167	X 524	16 10	47 13	287	T G	Hochwarter; *Litzelsdorf – Obere Bergen 114*	1979 10 30
12	167	X 29	16 14	47 08	235	T G	Murlovits; *Rauchwart 11*	1979 10 25
13	167	X 30	16 16	47 15	283	T G	Gh Toth; *Jabing 34*	1979 10 30
14	137	X 30	16 09	47 15	305	T G	CF-Bohrung; *Kemeten 106*	1979 10 24
15	167	X 124	16 16	47 07	238	T G	Kremsner Mühle; *St. Michael 165*	1979 10 25
16	167	207	16 15	47 08	260	S G	Waldhäuser; *St. Michael 88*	1979 09 01
17	167	208	16 11	47 09	250	O	Waldbrücklgraben; *Bocksdorf*	1979 09 01
18	168	A1–01	16 28	47 01	205	O	Grenzgraben; *Hagensdorf*	1979 07 24
19	168	X 3	16 23	47 01	228	S G	Quelle; *Reinersdorf 93*	1979 09 02
20	168	X 10	16 25	47 03	207	T G	Post; *Strem 165*	1979 10 24
21	168	X 46	16 29	47 04	206	S G	Gh Noe; *Moschendorf 100*	1979 08 30
22	168	81	16 26	47 02	208	S G	Ziehbrunnen; *Heiligenbrunn*	1979 08 29
23	168	83	16 29	47 01	201	S G	Schreiner J.; *Luising 40*	1979 08 30
24	168	88	16 28	47 01	209	S G	Gemeinschaftsbrunnen; *Hagensdorf*	1979 09 06
25	168	89	16 27	47 01	201	S G	Candl; *Hagensdorf 52*	1979 08 30
26	168	91	16 23	47 01	225	O	Schöberlbergbach; *Reinersdorf*	1979 09 02
27	168	93	16 28	47 01	201	N	Niederschlag Juni; *Hagensdorf*	1979 06
28	168	X 93	16 28	47 01	201	N	Niederschlag Juli; *Hagensdorf*	1979 07
29	168	X 93	16 28	47 01	201	N	Niederschlag Aug.; *Hagensdorf*	1979 08
30	193	43	16 10	46 56	240	S G	Fabriksruine; *Neumarkt*	1979 10 25
31	193	55	16 10	46 56	237	S G	Leiner; *Rax 37*	1979 10 25
32	193	94	16 15	46 59	230	G	Brunnen I; *Heiligenkreuz*	1979 10 25
33	193	93	16 15	46 59	230	T G	Brunnen II; *Heiligenkreuz*	1979 10 25
34	193	95	16 15	46 59	230	S G	Brunnen III; *Heiligenkreuz*	1979 10 25
35	167	209	16 09	47 13	275	T G	Versuchsbohrung; *Litzelsdorf*	1979 11 29
36	193	73	16 08	46 55	250	T G	WV-St. Martin; *Drosen*	1979 11 29

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

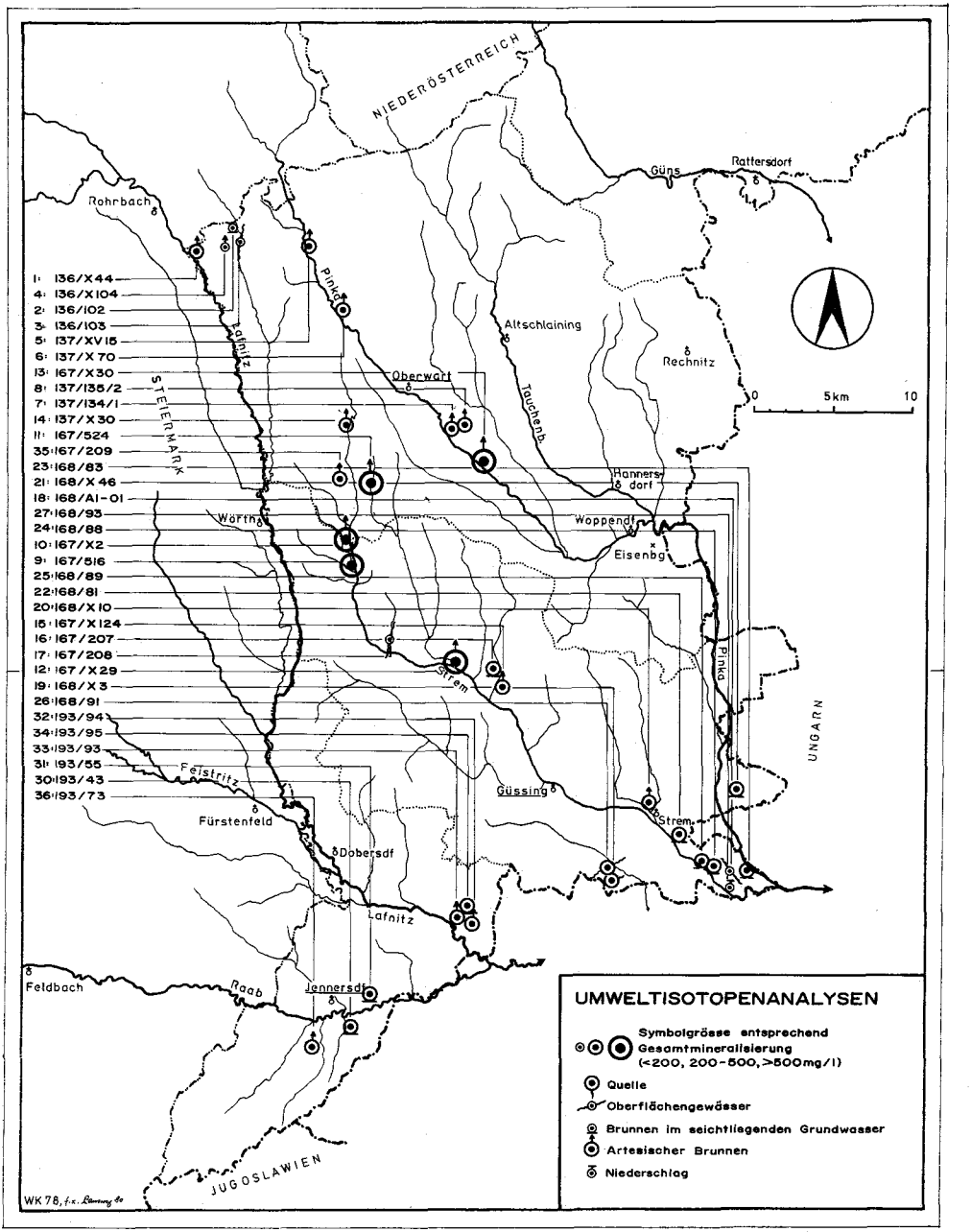


Abb. 1: Lage der Beprobungspunkte im südlichen Burgenland (Österreich).

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

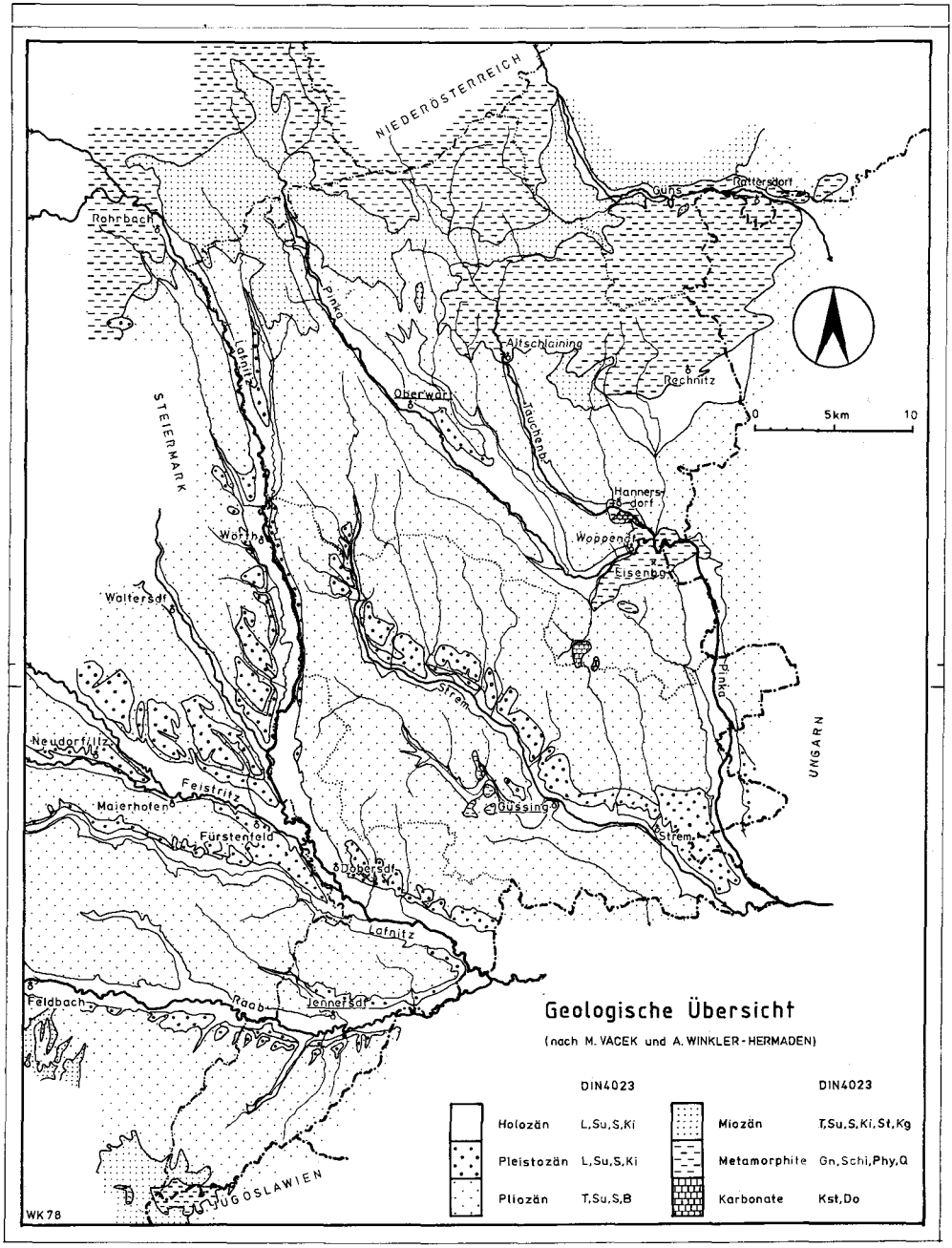
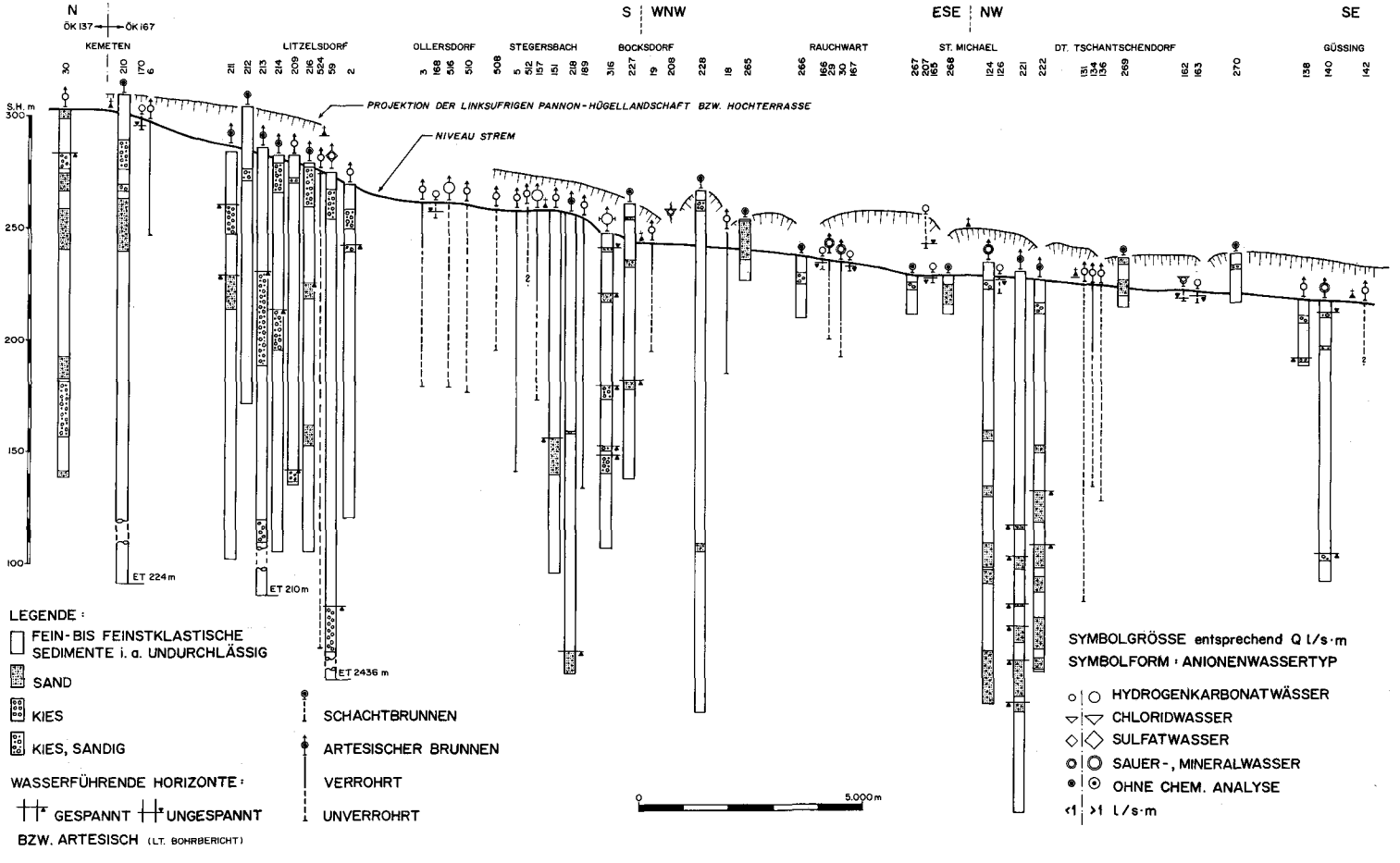


Abb. 2: Vereinfachte geologische Kartenskizze des südlichen Burgenlandes (Österreich).

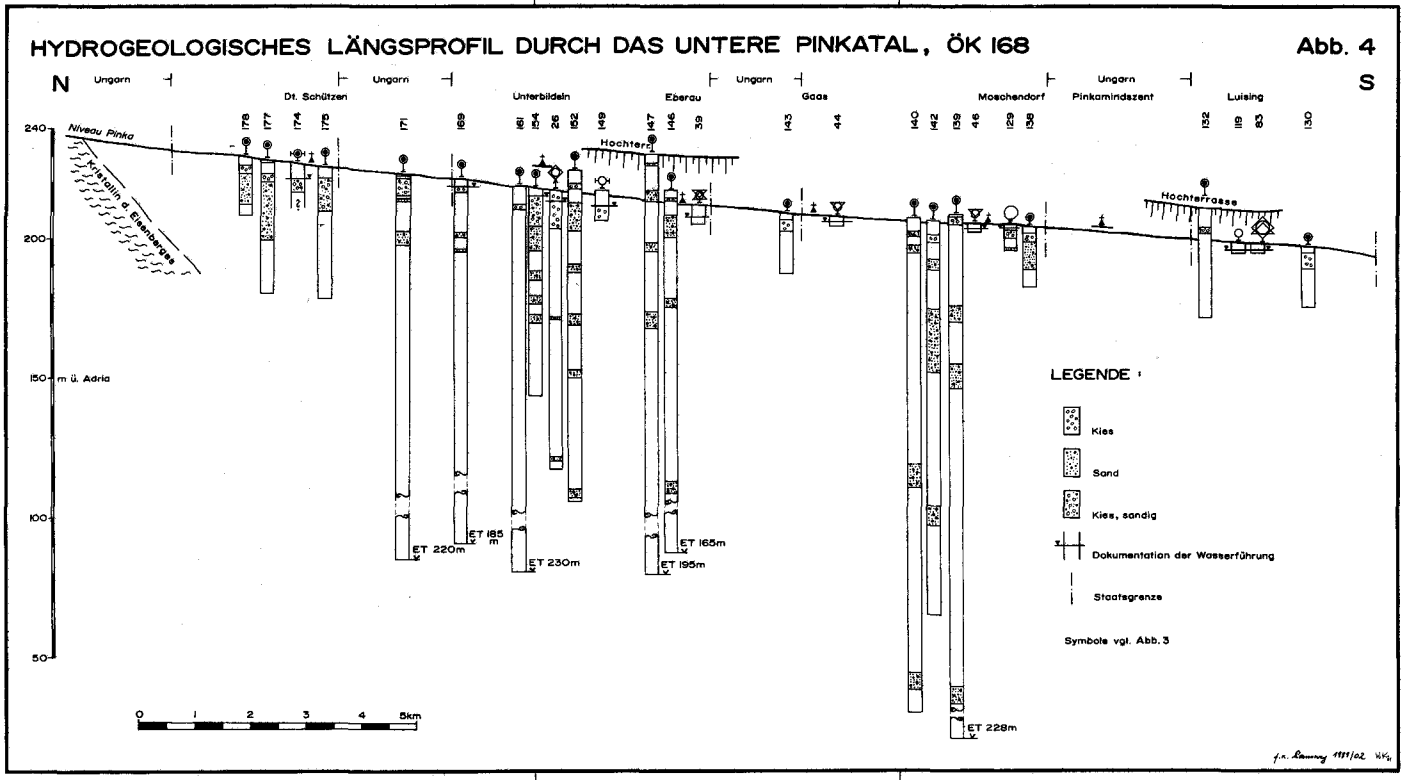
© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

HYDROGEOLOGISCHES LÄNGSPROFIL DURCH DAS STREMBACHTAL (KEMETEN-GÜSSING, BGLD.)

ABB. 3



© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at



© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Weiters zielte die Fragestellung darauf ab, ob und inwieweit eine Regenerierung durch infiltrierende Niederschläge oder versickernde Oberflächengewässer nachgewiesen werden kann. Ein Vergleich mit den chemischen Analysendaten (P. KLEIN, 1979), vor allem anhand verunreinigungsspezifischer Ionen, gestattet dabei die Erkennung einer durch schadhafte Verrohrung erfolgten Kontamination mit oberflächennahen Wässern im unmittelbaren Fassungsbereich. Aus diesem Grunde wurden zusätzlich gleichzeitig Proben von Oberflächengewässern (O), seichtliegenden Grundwässern (SG) und Niederschlägen (N) den kombinierten isotopenhydrologischen-hydrochemischen Untersuchungen zugeführt (Tab. 1 und Abb. 5).

Ein weiterer wichtiger Grund für diese umfassende Probenanalyse war es, jene repräsentativen Probenstellen zu finden, die für eine Langzeituntersuchung geeignet sein werden.

Der Übersichtsskizze (Abb. 1) ist zu entnehmen, daß die Gesamtmineralisierung der beprobten artesischen Grundwässer einen großen Streubereich von 129 bis 1548 ppm einnimmt, was zum Teil auf Säuerung und der damit einhergehenden bevorzugten Möglichkeit einer Inlösungsetzung von Salzen zurückführbar ist (z. B. Nr. 12).

Seichtliegende Grundwässer variierten zwischen 48 und 435 ppm, Oberflächenabflüsse von 82 bis 210 ppm Gesamtlösungsinhalt. Die Mineralisierung des Niederschlag-Inputs wurde in der Probe des Juni-Niederschlages 1979 von Hagensdorf mit 31 ppm bestimmt.

2. Die isotopenhydrologischen Untersuchungsmethoden

Tritium (^3H) ist ein radioaktives Isotop des Wasserstoffes. Nach H. E. SUESS (1969)*) gibt es zwei Quellen für das Vorhandensein von Tritium in der Atmosphäre. Die eine, natürliche, ist die Produktion durch die kosmische Strahlung. Die dabei entstehende Tritiumkonzentration ist jedoch sehr gering, sie liegt bei ca. 10 T. E. (1 T. E. = 1 Atom ^3H auf 10^{18} Atome ^1H). Die zweite Quelle ist eine künstliche; sie ist bedingt durch die seit 1953 einsetzenden thermonuklearen Explosionen. Diese Explosionen und deren Tritiumausstoß erreichten ihren Höhepunkt im Jahre 1963; zu diesem Zeitpunkt traten in der nördlichen Hemisphäre bis zu 10.000 T. E. auf; seither sinkt die Konzentration an Tritium in den Niederschlägen allmählich ab. Durch die periodischen Ausstöße von Tritium in die Atmosphäre erfolgt eine Markierung der Wässer im hydrologischen Kreislauf, wodurch unter günstigen Voraussetzungen eine Abschätzung der unterirdischen Verweildauer solcher Wässer möglich ist. Berücksichtigt werden muß jedoch der radioaktive Zerfall, der als Halbwertszeit beim Tritium 12,26 Jahre beträgt.

Neben der generellen Abnahme des mittleren jährlichen Tritiumgehaltes weisen die Monatsmittel des Tritiumgehaltes im Niederschlag rhythmische Variationen mit hohen Tritiumwerten im Frühjahr, Frühsommer und niedrigen im Winter auf. Diese jahreszeitliche Rhythmik paust sich jedoch nicht bis ins Grundwasser durch, wenn das Grundwasser eine gewisse Verweildauer im Untergrund hat und

*) Hans E. SUESS ist ein Enkel von Eduard SUESS.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

sich neugebildetes Grundwasser mit vorhandenem durchmischen kann. In Oberflächengewässern treten die Variationen des Tritiumgehaltes in den Niederschlägen deutlich erkennbar, wenn auch stark gedämpft, auf.

Deuterium (^2H) ist ein stabiles Isotop des Wasserstoffs und Sauerstoff-18 (^{18}O) ein stabiles Isotop des Sauerstoffs. Beide werden gegen einen internationalen Standard (SMOW) gemessen und ihre Konzentrationen (δ^2H, $\delta^{18}O$) in Promilleabweichungen von SMOW angegeben. Die δ^2H- und $\delta^{18}O$-Werte im Niederschlag stehen in einer bestimmten Beziehung zueinander, die durch die sogenannte Niederschlagsgerade in einem $^2H/^{18}O$-Diagramm als lineare Regression wiedergegeben wird. Für die gemäßigten Breiten lautet sie:

$$\delta^2H = 8 \cdot \delta^{18}O + 10$$

Die dargestellte Beziehung zwischen δ^2H und $\delta^{18}O$ kann dort gestört werden, wo das Wasser einer Verdunstung im offenen System ausgesetzt ist. Dann nimmt die Steigung 8 der Niederschlagsgeraden den Wert 4 bis 6 an. Auf andere Faktoren, die das ursprüngliche Verhältnis der ^2H- und ^{18}O-Werte zueinander stören, braucht hier nicht eingegangen zu werden, da sie für die vorliegende Problemstellung bedeutungslos sind.

Die δ^2H- und $\delta^{18}O$-Werte in den Niederschlägen zeigen jahreszeitliche Variationen. Diese Variationen sind in dem Grundwasser, das sich hinreichend lange im Untergtund aufhält und mit dem vorhandenen Grundwasser gut durchmischen kann, nicht mehr zu erkennen.

3. Die Meßergebnisse

Bei der Interpretation der Meßwerte wurde so vorgegangen, daß die Entnahmestellen vom Oberlauf zum Unterlauf und die Flußgebiete generell von West nach Ost behandelt wurden.

3.1. Einzugsgebiete der Lafnitz und Raab

3.1.1. Oberes Lafnitztal (Raum Grafenschachen)

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	Endtiefe (m, GOK)	Probennahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
3	Grafenschachen Stögersbach	O	—	79-05-10	82,6 ± 4,0	−64,3	−9,25
2	Grafenschachen	SG	1	79-05-10	18,7 ± 1,1	−63,4	−9,02
1	Koller-Neustift	TG	86	79-10-31	<1	−73,3	−10,32
4	Grafenschachen Gemeinde	TG	60	79-05-10	<1	−60,0	−8,79

Weder die Isotopenwerte noch der Chemismus der Probe Nr. 2 lassen eine unmittelbare und bemerkenswerte Anreicherung des seichten Grundwasserkörpers durch eventuell versickerndes Flußwasser (Nr. 3) erkennen (Abb. 5).

Die Arteser Nr. 1 und 4 sind tritiumfrei, führen daher Wässer, die älter als 20 Jahre sind. G. H. Davis et al. (1968) konnten für die im August 1966 artesisch

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

ausfließenden Wässer beim Ghf. Koller in Neustift/Lafnitz (Nr. 1) ein Kohlenstoff-14-Alter von etwa 31.000 Jahren ermitteln. Die damals bestimmten Werte für Tritium (0,9 ± 0,8 T. E.), Deuterium (−75,9‰) und Oxygen-18 (−10,27‰) korrelieren im Bereich der Meßtoleranzen mit den aktuellen Ergebnissen.

In ihren stabilen Isotopenwerten unterscheiden sich die artesischen Wässer ebenfalls vom seichten Grundwasser. Da der O-18-Wert des Artesers Nr. 4 nicht wesentlich von dem des seichten Grundwassers Nr. 2 abweicht, wäre eine Langzeitbeobachtung zur Klärung der hydrologischen Zusammenhänge und einer möglichen rezenten Regenerierung empfehlenswert.

Bei der artesischen Bohrung in Neustift/Lafnitz weist der hohe Natrium-Gehalt von 4,3 mol/m³, der vereinzelt bei tiefem Grundwasser beobachtet wird (Abb. 5), nicht nur auf einen Ionenumtausch hin (F. SCHWILLE, 1956), sondern dürfte zusätzlich durch schwachen Salinareinfluß (2,7 mol/m³ Cl^-) erklärbar sein.

3.1.2. Unteres Lafnitztal (Raum Heiligenkreuz)

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	Endtiefe (m, GOK)	Probennahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
34	Br. Feld, Heiligenkreuz III	SG	12	79-10-25	59,0±3,2	−62,9	−9,38
32	Br. Feld, Heiligenkreuz I	TG	32	79-10-25	46,4±2,7	−66,3	−9,50
33	Br. Feld, Heiligenkreuz II	TG	90	79-10-25	<1	−69,9	−9,96

Aus den ^3H-Werten ist die Zunahme des Grundwasseralters mit der Tiefe offensichtlich. Konform mit dieser Zunahme verläuft die Abnahme des ^{18}O- und Deuteriumgehaltes.

Eine Differenzierung dieser Grundwässer war nur mit Hilfe der Isotopenanalysen möglich, die hydrochemische Beschaffenheit ließ keine Unterscheidung zu (Abb. 1 und 5).

3.1.3. Unteres Raabtal (Raum Jennersdorf)

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	Endtiefe (m, GOK)	Probennahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
30	Neumarkt	SG	4	79-10-25	79,4 ± 4,1	−59,0	−8,71
31	Rax	SG	5	79-10-25	77,4 ± 4,0	−68,1	−9,55
36	St. Martin	TG	100	79-11-29	<1	−67,4	−10,11

Der Hauptanteil der Wässer aus den seichten Grundwasserkörpern Nr. 30 und 31 infiltrierte 1979 und 1978. Bei der Probe Nr. 30 kann eine nennenswerte Bei-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

mischung von Oberflächenwasser aus der unmittelbaren Umgebung trotz der Nähe zur Raab ausgeschlossen werden. Die Möglichkeit einer flußaufwärts gelegenen Uferinfiltration besteht jedoch, insbesondere bei Pumpförderung.

Nach den chemischen Kennwerten der Probe 30 – besonders der gehobene Kaliumwert und die erhöhte Gesamtmineralisation lassen diesen Schluß zu – scheint eine Beimengung von verunreinigten Sickerwässern, wahrscheinlich ausgelaugte Düngungen, in geringem Ausmaß vorzuliegen. Bestätigen könnte dies auch die geringfügige Anreicherung des stabilen 0-18-Isotops, im Vergleich zur Probe Nr. 31, welche Grundwässer des Terrassenkörpers bzw. Schwemmkegels repräsentiert (Abb. 6).

In der Bohrung Nr. 36 wurden Wässer mit einem Alter über 20 Jahre angefahren. Da die chemische Analyse keine Ionenaustauschvorgänge belegen konnte, kann angenommen werden, daß dieser Aquifer nur durch geringe Beimengung von Tonmineralen gekennzeichnet sein dürfte. Die relativ gute Porosität der durchörterten geringmächtigen Grundwasserträger in 23 bis 24 m und in 89 bis 93 m Tiefe bestätigt der Ergiebigkeitstest mit einer Fördermenge von 7,8 l/s bei einer Absenkung s von 16,7 m (Bohrdurchmesser 220 mm). Eine bedeutende Beimengung jungen Wassers aus dem oberen Horizont kann ausgeschlossen werden.

3.2. Einzugsgebiet des Strembaches

3.2.1. Oberes Strembachtal (Raum Kemeten-Stegersbach)

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	End-tiefe (m, GOK)	Proben-nahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
14	Kemeten	TG	146	79-10-24	4,2 + 1,0	−61,6	−9,38
35	Litzelsdorf	TG	139	79-11-29	<1	−77,8	−11,12
11	Litzelsdorf – Obere Bergen	TG	211	79-10-30	2,2 ± 1,0	−65,6	−9,51
10	Ollersdorf – Litzelsdorf	TG	148	79-10-30	<1	−64,6	−9,06
9	Ollersdorf	TG	83	79-10-30	<1	−70,1	−9,57

Die Wässer dieser Gruppe sind entweder ohne Tritium (Nr. 9, 10, 35), daher älter als 20 Jahre, oder weisen niedrige Konzentrationen (Nr. 11, 14) auf. Die Proben mit den niedrigen ^3H-Werten stammen aus Bohrungen mit alten, wahrscheinlich zum Teil korrodierten Verrohrungen, an deren Schadstellen geringe Mengen von oberflächennahem Grundwasser zutreten können. Da die O–18-Meßwerte, mit Ausnahme der der Probe Nr. 35, im Meßfehlerbereich zwischen −9,06 und −9,57 schwanken, ist anzunehmen, daß die angegebenen ursprünglichen Endteufen derzeit nicht mehr der Wirklichkeit entsprechen. Als Ursache kann auch angeführt werden, daß die tieferen Bohrlochstrecken durch hohe Eintrittsgeschwindigkeiten im Laufe der Zeit versandet sind.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

3.2.2. Mittleres Strembachtal (Raum Bocksdorf – St. Michael)

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	End-tiefe (m, GOK)	Proben-nahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
17	Bocksdorf, Waldbrücklgraben	O	—	79-09-01	60,0 ± 3,1	−60,6	−8,58
16	St. Michael Waldhäuser	SG	15	79-09-01	55,5 ± 2,9	−63,3	−9,40
12	Rauchwart	TG	34	79-10-25	3,2 ± 1,1	−79,9	−11,07
15	St. Michael	TG	196	79-10-25	1,8 ± 1,1	−78,6	−11,06

Diese Wässer zeigen deutliche Unterschiede im Isotopengehalt, besonders zwischen dem seichtliegenden und dem tiefen Grundwasser, minder zwischen dem Oberflächengewässer und dem seichtliegenden Grundwasser.

Da die Probennahme während einer Trockenwetterperiode erfolgte, kann aus dem Vergleich der ^3H-Werte von Nr. 16 und 17 geschlossen werden, daß der Waldbrücklbach zur Zeit der Probenahme vornehmlich Wässer aus dem seichten Grundwasserkörper der Pleistozänterrasse abführte. Ein Vergleich mit den Isotopenwerten der Juni/August Niederschläge zeigt, daß sowohl die Wässer von Nr. 17 als auch die aus Nr. 16, von infiltrierten Frühjahrs/Sommerniederschlägen stammen dürften.

Während die Hauptkomponente der Tiefengrundwässer Nr. 12 und 15 sicherlich älter als 20 Jahre ist, sind offensichtlich auch jüngere Wässer in geringem Ausmaß anteilig. Verunreinigungsspezifische Ionen, welche bei den oberflächennahen Wässern Nr. 16 und 17 erhöht nachweisbar waren, konnten dagegen in den teilweise gesäuerten Tiefenwässern Nr. 12 und 15 nicht festgestellt werden (Abb. 5). Bei einem Vergleich der Bohrung Nr. 12 mit der gleich tiefen in Heiligenkreuz (Nr. 32) fällt auf, daß letztere mit einem ^3H-Gehalt >40 T. E. durch einen wesentlich höheren Rezentwasseranteil gekennzeichnet ist.

3.2.3. Unteres Strembachtal und unteres Pinkatal (Raum Strem und Moschendorf)

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	End-tiefe (m, GOK)	Proben-nahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
27	Hagensdorf Juni	N	—	79–06	60,1 ± 3,4	−50,1	−7,36
28	Hagensdorf Juli	N	—	79–07	79,8 ± 4,1	−29,3	−4,95
29	Hagensdorf Aug.	N	—	79–08	61,3 ± 3,3	−56,6	−8,12
18	Hagensdorf, Grenzgr.	O	—	79–07–24	82,1 ± 4,1	−40,8	−5,51
26	Reinersdorf Schöberlberggr.	O	—	79–09–02	47,5 ± 2,9	−67,2	−9,55
19	Reinersdorf	SG	1	79–09–02	33,4 ± 2,0	−70,4	−9,30
21	Moschendorf	SG	2	79–08–30	74,8 ± 3,7	−55,7	−8,18

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	End-tiefe (m, GOK)	Proben-nahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
22	Heiligenbrunn	SG	4	79–08–29	83,6 ± 4,1	−58,2	−8,66
23	Luising	SG	4	79–08–30	129,0 ± 6,2	−62,9	−9,20
24	Hagensdorf (Hochterrassen-rand)	SG	12	79–09–06	14,2 ± 1,7	−64,0	−8,90
25	Hagensdorf (Niederterrasse)	SG	6	79–08–30	131,0 ± 6,4	−64,4	−9,07
20	Strem, Post	TG	80	79–10–24	<1	−66,7	−9,64

Die Proben Nr. 19 und 26, die während einer langen Trockenperiode gezogen worden waren, bestätigen durch ihre ähnlichen Isotopenwerte die aus der Interpretation von Trockenwetter-Abflußmessungen geäußerte Vermutung, daß der Schöberlbergbach zur Niederwasserzeit hauptsächlich Grundwässer aus feinkörnigen Pannonaquiferen mit relativ geringer Durchlässigkeit abführt. Hingegen scheint der terrassierte altpleistozäne Grundwasserleiter (Abb. 3 und 4), präsent durch Nr. 16, 17 und 18, aufgrund seiner Kornzusammensetzung sowohl eine höhere vertikale, als auch horizontale Grundwasserbewegung zuzulassen. Starke laterale und horizontale Wechsellagerung und linsenartiger, sedimentologisch differenzierter Aufbau können jedoch lokal unterschiedliche hydrogeologische Verhältnisse verursachen, welche beispielsweise durch einen hohen Wert des Standardfehlers bei Angabe der Retentionsspenden zum Ausdruck gebracht werden (A_u = 63 ± 10 mm/a nach W. KOLLMANN, in Druck).

Die Infiltrationszeit der den pleistozänen Aquifer alimentierenden Niederschlagswässer dürfte im Frühsommer 1979 liegen (Nr. 27–29). Wässer aus tertiären Einzugsbereichen (Nr. 19 und 26) scheinen jedoch bereits im Winterhalbjahr 1978/79 versickert zu sein.

Bei den Proben Nr. 21 und 22 handelt es sich entweder um Mischwässer, bestehend aus dem kurzfristigen Oberflächen- und Sickerwasserabfluß von Deckenschichten der Hochterrasse (Nr. 18) und solchen aus der Niederterrasse (Nr. 23, 25), oder um Mischwässer von Uferinfiltraten mit Niederterrassenwässern.

Die Isotopenwerte der Proben Nr. 23 und 25 lassen auf eine Vorjahrs- und Winterhalbjahrsinfiltration schließen und somit längere Verweilzeiten der Wässer, bzw. eine größere Speicherkapazität der Grundwasserleiter in der Niederterrasse vermuten. Ältere bis sehr alte Wässer erschließt aus größerer Tiefe der Brunnen Nr. 24, der an der Stufe zur Hochterrasse gelegen ist und die Bohrung Nr. 20 mit artesisch aufspiegelndem Grundwasser aus einem Oberpannonaquifer.

Durch die chemischen Kennwerte kann ebenfalls der Unterschied im Einzugsgebiet, ob Hochterrasse oder Tertiärsedimente, letztere sind doppelt so hoch mineralisiert, herausgearbeitet werden. Der durch Grundwässer aus tertiären Einzugsgebieten (Nr. 19) alimentierte Bach (Nr. 26) erweist sich in gleicher Weise mineralisiert und bestätigt die aufgrund von Isotopenuntersuchungen und hydrometrischen Trockenwettermessungen dargelegten Ergebnisse (Abb. 1 und 5).

Ob es zu Mischprozessen zwischen Wässern aus der Hochterrasse mit solchen aus der Niederterrasse oder zwischen Wässern der Niederterrasse und versickern-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

dem Oberflächenwasser kommt, ist durch die hydrochemische Analyse allein nicht feststellbar, da fallweise anthropogene Verunreinigungen die natürlichen Lösungsinhalte überprägen. Die charakteristischen hydrochemischen Parameter der Tiefenwässer im Raum Strem sind durch mäßige Ionenaustauschvorgänge gekennzeichnet. Es kann dies als Hinweis dafür angesehen werden, daß durch die mehrfache Umlagerung des tertiären Feinmaterials im Unterlauf der konsequent entwässernden Täler die Durchlässigkeit der Aquifere herabgesetzt ist.

Abschließend muß festgehalten werden, daß eine endgültige Interpretation des Misch- und Entwässerungsvorganges erst nach einer Langzeitbeprobung und Beobachtung möglich erscheint.

3.3. Einzugsgebiet der Pinka

3.1.1. Oberes Pinkatal (Raum Pinkafeld – Jabing)

Lfd. Proben-Nr.	Ort Bezeichnung	Art	End-tiefe (m, GOK)	Proben-nahme	^3H (T. E.)	δD (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
5	Pinkafeld	TG	?170	79–10–30	<1	−61,9	−8,80
6	Riedlingsdorf	TG	105	79–10–30	<1	−75,7	−10,79
7	Unterwart 1	TG	173	79–09–04	<1	−63,4	−9,14
8	Unterwart 2	TG	?	79–09–04	<1	−63,8	−8,92
13	Jabing	TG	68	79–10–30	1,1 ± 1,1	−70,3	−10,03

Mit Hilfe der stabilen Isotope kann eine Differenzierung in Werte um −9‰ für ^{18}O und −63‰ für ^2H bzw. um −10‰ und <−70‰ erfolgen. Im Chemismus läßt sich nur die Gruppe um −9‰ $\delta^{18}O$ durch einheitliche absolute (ca. 400 ppm Gesamtmineralisation) und relative Kennwerte herausarbeiten.

Bei den Bohrungen Nr. 7 und 8 macht es die Übereinstimmung von chemischen und isotopenhydrologischen Daten wahrscheinlich, daß beide denselben Horizont nutzen. Aus einem weiteren Vergleich der chemisch und isotopenhydrologisch ermittelten Werte erscheint es denkbar, daß die Bohrung Nr. 5 in Pinkafeld (Schloßgasse 15) ebenfalls einen zumindest sedimentologisch ähnlichen Horizont erschrotet.

Die 0–18-Gruppe um −10‰ zeigt im Chemismus keine einheitlichen Charakteristika. Der Tritiumwert allein gestattet es nicht, einen Oberflächeneinfluß oder seichtliegenden Grundwasserzufluß bei der Probe Jabing Nr. 13 durch schadhafte Verrohrung mit Sicherheit zu belegen. Für diesen Zweifel spricht, daß keine der in Frage kommenden chemischen Verunreinigungsindikatoren, wie Kalium, Chlorid, Nitrit und Nitrat angehoben sind. Während NO_2^- überhaupt nicht nachweisbar ist, liegen die Konzentrationen der anderen Ionen deutlich unter 2 mg/l.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

4. Synoptische Deutung hydrogeologischer, isotopenhydrologischer und hydrochemischer Parameter südburgenländischer Wässer

4.1. Die Beziehung der hydrochemischen Beschaffenheit und des Tritiumgehaltes der Grundwässer zur Bohrtiefe

Im Detail bereits erörterte Umstände, wie mangelhafte Verrohrung, Mischung von Wässern verschiedener Horizonte oder Unkenntnis der wahren Tiefenlage von erschlossenem artesischem Wasser, lassen keine straffe Beziehung zwischen Tritiumgehalt und Bohrtiefe herausarbeiten (Abb. 5). Dennoch zeigt das mehrdimensionale Diagramm, daß die Tiefengrundwässer generell einen Ca-Mg-HCO_3-Wassertyp mit etwa gleich hoher Gesamtmineralisierung (um 5,4 ± 0,4 mval/l) repräsentieren.

Dagegen zeigen die bis zu 40 m Tiefe erschroteten Wässer bisweilen hohe Natrium- und Kaliumgehalte bei äußerst unterschiedlichen Ca/Mg-Verhältnissen. Ebenso variiert unter den Anionen der Bikarbonatanteil je nach dem Verunreinigungsgrad und läßt bei Erdalkaliäquivalenz durch die Größe des Symbols das Maß der „Aufhärtung" erkennen. Zusätzlich zu höheren Sulfat- und Hydrogenkarbonatkonzentrationen ist bei derartigen Wässern meistens die damit einhergehende Inlösungsetzung von Chlorid und Nitrat sogar in der relativen Verteilung ersichtlich.

Das Mineralwasser Nr. 12 nimmt durch die starke Kohlensäureführung (364 mg freies CO_2/l) eine Sonderstellung ein. Im Vergleich zur Probe Nr. 32 aus gleicher Tiefe weist der deutlich geringere Tritium-, Deuterium- und Oxygen-18-Gehalt des Sauerwassers auf eine Komponente älteren und wahrscheinlich tieferen Wassers mit Kohlensäure vulkanischen Ursprungs hin.

4.2. Die stabilen Isotopenwerte, interpretiert aus der Beziehung zwischen Deuterium und Sauerstoff – 18

Die in der Abbildung 6 verzeichneten Werte liegen im überwiegenden Maß entlang der aktuellen Niederschlagsgeraden $\delta D = 8 \cdot \delta\ ^{18}O + 10$. Ausnahmen bilden vor allem die Proben Nr. 18 und 19. Für die Position der Oberflächenwasserprobe Nr. 18 ist die Beantwortung einfach: Sie wird bedingt durch Verdunstungsvorgänge und damit erklärt, daß bei Phasenumwandlungen von Wasser in Dampf im Wasser das O–18 gegenüber dem Deuterium wesentlich stärker angereichert wird. Die Werte der Probe Nr. 19, einem Quellaustritt aus Sedimenten des Pontien (Sand-Folge op_3 nach K. NEBERT, 1979), könnten entweder eine Infiltration von Oberflächenwasser oder, wenn der Grundwasserspiegel nahe genug zur Geländeoberfläche liegt, auch eine Grundwasserverdunstung widerspiegeln.

Der Arteser Nr. 1 in Neustift (Koller) wurde bereits 1968 beprobt (G. H. DAVIS et al., 1968). Seine Analysenwerte stimmen, wie bereits im Kapitel 3.1.1. besprochen, mit den Meßergebnissen von 1979 noch sehr gut überein. Demnach dürfte auch das damals berechnete C-14-Alter von 31.425 Jahren, das entspräche einer Infiltration im Pleistozän, noch relevant sein.

Versucht man die Punktkette entlang der Niederschlagsgeraden zu gliedern, so heben sich die vier Proben (Nr. 6, 12, 15, 35) unterhalb der Probe Nr. 1 deutlich

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

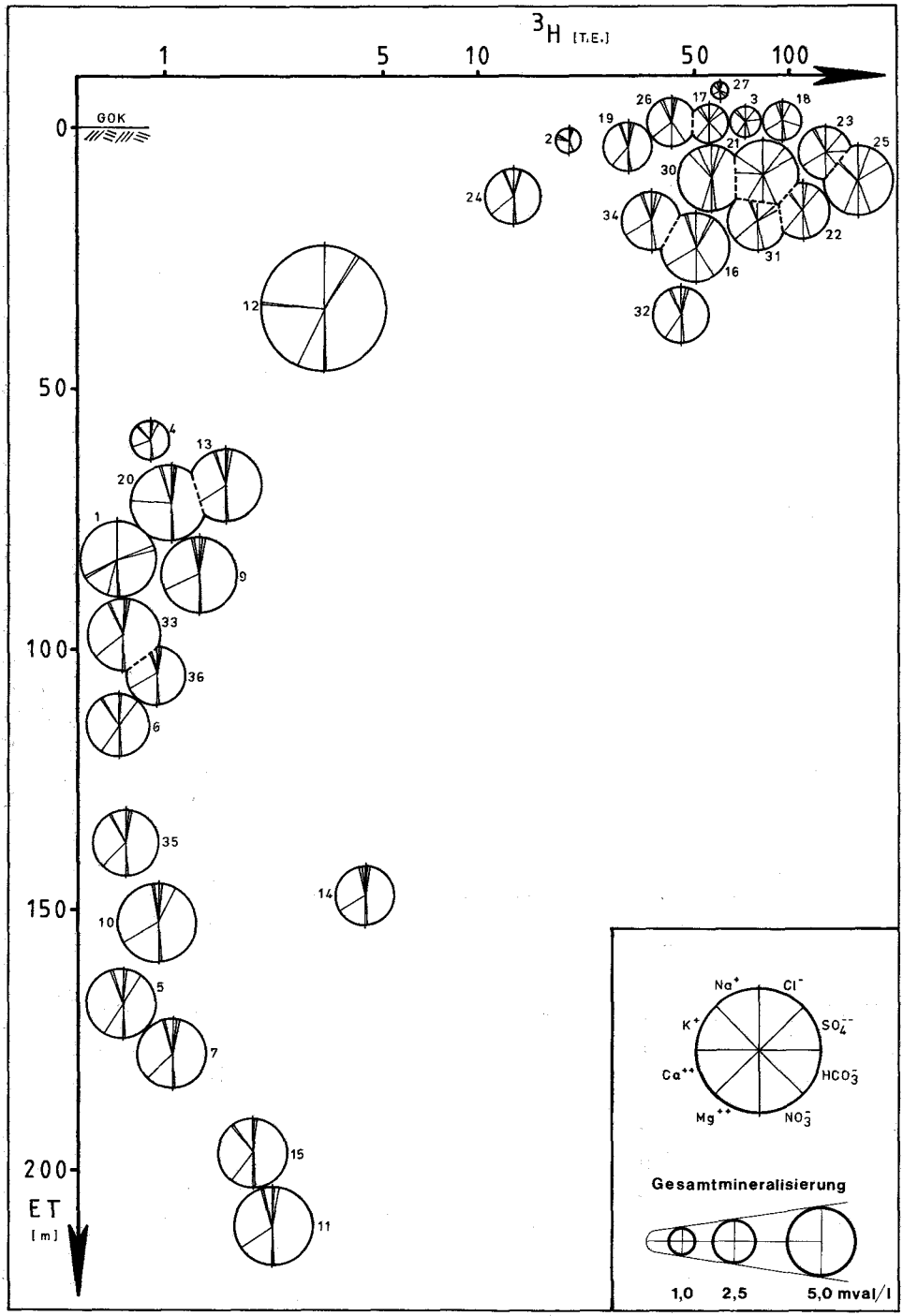


Abb. 5: Tritiumgehalt in Beziehung zu Endtiefe und hydrochemischer Beschaffenheit von südburgenländischen Wässern.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

von den übrigen ab. Die Tritiumwerte dieser Proben liegen nahe bei 1 T.E., bzw. darunter. Es ist daher anzunehmen, daß die Hauptkomponente dieser Wässer zumindest das Alter der Probe Nr. 1 hat. Dabei ist zu beachten, daß sowohl Probe Nr. 1 als auch Nr. 12 chemisch eine Sonderstellung einnehmen (Abb. 5) und für ihre Deutung spezielle hydrogeologische Umstände zu berücksichtigen sind (Kap. 3.1.1. und 4.1.).

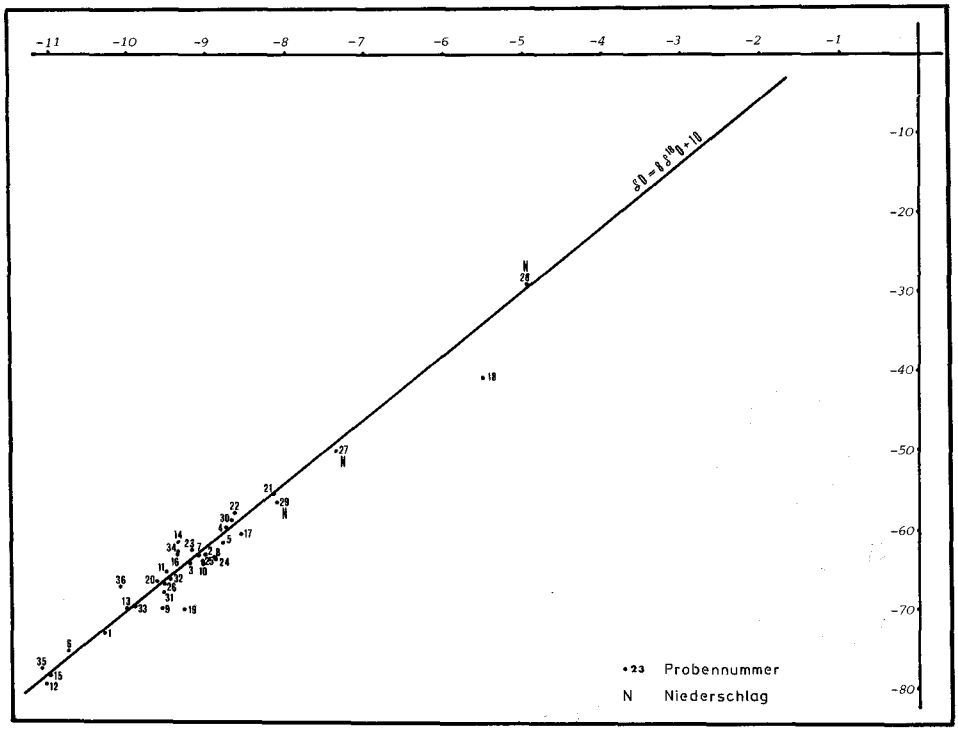


Abb. 6: Korrelation zwischen Deuterium und Sauerstoff-18-Gehalt südburgenländischer Wässer. Ordinate = δD (‰), Abszisse = $\delta^{18}O$ (‰).

Die Punktwolke mit den Proben Nr. 1, 13, 33, 9 und 36 – sie alle scheinen wegen ihrer ^3H-Konzentrationen um 1 T.E. und darunter ein ähnliches Alter zu haben – bildet den Übergang zur höher liegenden Hauptgruppe. Sicher ist, daß mit Anstieg des δD- und δ18-0-Wertes (von −70 nach −60, bzw. −10 nach −9) die Komponente rezenten Wassers mehr und mehr zunimmt.

Interessant ist die Tatsache, daß die Gruppe, die den Niederschlagswerten am nächsten liegt (Nr. 5, 4, 17, 30, 22, 21), neben Wässern aus seichten Grundwasserkörpern mit aktuellen ^3H-Werten auch artesische Wässer mit einem ^3H-Gehalt kleiner als 1 T.E. beinhaltet. Die Beobachtung kann auch bei der Hauptgruppe gemacht werden, wo Analysenwerte eines Oberflächengewässers oder von seichten Grundwässern neben solchen von Tiefengrundwässern zu liegen kommen (z. B. 20–26, 31, 11, 32 oder 3–8, 23, 25). Diese Tatsache könnte der erste Hin-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

weis dafür sein, daß die erschroteten artesischen Horizonte (Nr. 4–8, 11, 20, 32) keine Linsen sind, sondern einen Zufluß aus oberflächennahen Grundwasserkörpern erfahren.

Die daraus ableitbare Schlußfolgerung einer rezenten Regenerierung von Tiefengrundwässern durch versickernde Niederschlags- bzw. zuströmende oberflächennahe Grundwässer ist dem kombinierten Einsatz mehrerer Methoden zu verdanken. Denn nur unter der Voraussetzung, daß die erbohrten artesischen bzw. gespannten Tiefengrundwasserleiter laufend aufgefüllt werden, sind sie als wasserwirtschaftlich relevant zu beurteilen. Die technische Gewinnbarkeit derartiger Grundwässer kann anfänglich ohne weiteres höher als das Maß der Zulieferung sein. Über die Ergänzung lassen sich ohne Großpumpversuche und langfristige Druckspiegelmessungen im allgemeinen keine Aussagen machen. Es war somit Aufgabe der vorgenommenen überblicksartigen Untersuchungen, erste Anhaltspunkte für die Abschätzung einer Wasserbilanz bereitzustellen. Dem Ziel, weitere konkrete Ergebnisse über die unterirdische Wasserzirkulation zu erlangen, wurde vorläufig durch die Einrichtung eines Druckspiegelmeßprogramms mit Instrumentierung der Brunnen in Unterwart, weiters geplant in Grafenschachen, Heiligenkreuz und Stegersbach nähergerückt. Regelmäßige weitere Umweltisotopenuntersuchungen (speziell Radiokarbondatierungen), insbesonders während mehrerer Jahre des kontrollierten artesischen Überlaufes bzw. der Produktion mögen die Aussagen über aktuelle Regenerierung stützen.

5. Literatur

DAVIS, G. H. MEYER, G. L. & YEN, C. K.: Isotope Hydrology of the Artesian Aquifers of the Styrian Basin, Austria. – Steir. Beitr. Hydrogeologie, **1968**, 51–62, Graz 1968.

KLEIN, P.: Hydrochemische Vollanalysen. – [In:] KOLLMANN, W.: Systematische Aufnahme der artesischen Brunnen im südlichen Burgenland. – Unveröff. Beilage zum Ber. d. FA Hydrogeologie, Geol. B.-A., Wien 1979.

KOLLMANN, W.: Bericht 1978 über hydrogeologische Aufnahmen und hydrometrische Trockenwetterabflußmessungen zur Beurteilung des Wasserrückhaltevermögens geologisch einheitlich definierter Einzugsgebiete auf den Blättern 47/15 Graz, 47/16 Steinamanger (Szombathely), 48/16 Wien und 48/17 Preßburg (Bratislava) für die Hydrogeologische Karte 1 : 200.000,— Verh. geol. B.-A., **1979** (1), Wien (im Druck).

NEBERT, K.: Die Lignitvorkommen Südostburgenlands. – Jb. geol. B.-A., **122** (1), 143–180, Wien 1979.

SCHWILLE, F.: Ionenumtausch und der Chemismus von Grund- und Mineralwässern. – Z. dt. geol. Ges., **106** (1954), 16–22, Hannover 1956.

SUESS, H. E.: Tritium Geophysics as an International Research Project. – Science, **163**, 1405–1410, Washington 1969.

WINKLER-HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. – Österr. Akad. d. Wiss. (math.-natw. Kl.), Denkschriften, **110** (1), Wien 1955, 180 S.

ZÖTL, J. G.: Tiefengrundwässer – Nutzung und Beherrschung. – Österr. Wasserwirtschaft, **30** (3/4), 46–52, Wien 1978.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 12. März 1981,
ergänzte Fassung 27. Mai 1981

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: 74_75

Autor(en)/Author(s): Hacker Peter, Kollmann Walter Franz Hannes

Artikel/Article: Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen im südlichen Burgenland, Österreich. 245-263