

GEOLOGISCHE KARTE DER REPUBLIK ÖSTERREICH 1 : 50.000

ERLÄUTERUNGEN

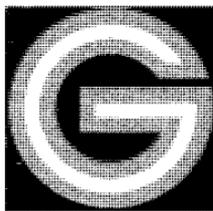
zu Blatt

139 LUTZMANNSBURG

VON PAUL HERRMANN

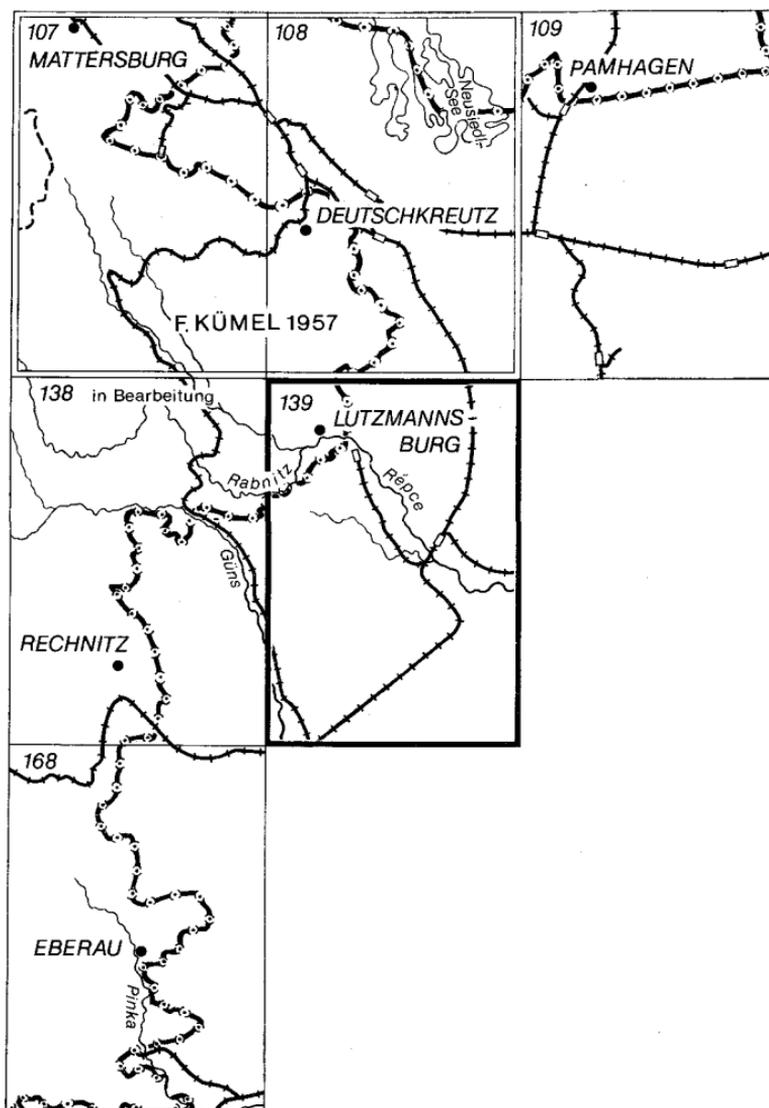
mit Beiträgen von WALTER KOLLMANN (Hydrogeologie)
und FRANZ NOBILIS (Klimatologie)

Mit 4 Abbildungen und 1 Tafel (Tabelle)



Wien 1981

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:
Geologische Bundesanstalt, A-1031 Wien, Rasumofskygasse 23



Blatt 139 Lutzmannsburg
und seine Nachbarblätter mit Stand der Bearbeitung (Ende 1980)

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-900312-14-1

Redaktion: ALOIS MATURA

**Filmsatz und Offsetdruck: Ferdinand Berger & Söhne Gesellschaft m.b.H.,
3580 Horn**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	3
1. Geographischer und geologischer Überblick	3
2. Schichtfolge	4
2.1. Tertiär	4
2.2. Quartär	5
3. Tektonische Fragen	8
4. Nutzbare Gesteine	8
5. Literaturverzeichnis (Geologie)	8
6. Hydrogeologische Grundzüge (W. KOLLMANN)	10
6.1. Allgemeines	10
6.2. Klimatologische Kurzbeschreibung (F. NOBILIS)	11
6.3. Hydrogeologie seichtliegender Grundwässer	12
6.4. Mineralwasserprospektion	17
6.5. Geothermie	18
6.6. Zur hydrogeologischen Situation im benachbarten Westungarn	19
6.7. Literaturverzeichnis (Hydrogeologie)	22

Vorwort

Im mittleren und südlichen Oberpullendorfer Becken sind natürliche und künstliche Aufschlüsse sowie Fossilien außerordentlich selten. Dieser Umstand ist für das wenig gegliederte geologische Kartenbild von Blatt 139 Lutzmannsburg verantwortlich.

Die ältesten geologischen Informationen über das vorliegende Kartenblatt stammen aus der Aufnahme 1:144.000 von K. HOFMANN et al. (1880). Spätere Arbeiten wurden von A. TOLLMANN (1957), R. WEINHANDL (1964) und P. HERRMANN (1977, 1979 und im Druck) durchgeführt.

Für den ungarischen Anteil des Blattes wurde vom Ungarischen Geologischen Zentralamt dankenswerterweise eine unveröffentlichte Aufnahme von K. FERENCZ zur Verfügung gestellt und vom Bearbeiter mit geringen Modifikationen übernommen. Der österreichische Anteil wurde vom Bearbeiter unter Berücksichtigung vorhandener Karten (K. HOFMANN et al., 1880 und R. WEINHANDL, etwa 1965; die Manuskriptkarte von A. TOLLMANN ist leider verschollen) entworfen.

1. Geographischer und geologischer Überblick

Blatt Lutzmannsburg umfaßt den südöstlichsten Teil des mittleren Burgenlandes (Pol. Bezirk Oberpullendorf) und das angrenzende ungarische Gebiet.

Der österreichische Teil des Kartenblattes gehört zum Einzugsgebiet der Rabnitz, die nach Südosten der Raab zu fließt; im ungarischen Anteil gibt es mehrere Zubringer der Raab, deren bedeutendster neben der Rabnitz (Repce) die Güns (Gyöngyös) ist.

Die größte Höhe des österreichischen Anteils erreicht das Lutschburger Weingebirge mit knapp 300 m Sh. Der tiefste Punkt ist jener, an dem die

Rabnitz ungarisches Gebiet erreicht (200 m Sh.). Im angrenzenden ungarischen Teil reichen die Ausläufer des Günser Berglandes bis in 316 m Sh. Die Rabnitz verläßt das Kartenblatt nach Osten in einer Seehöhe von 160 m.

Der Bereich des Blattes Lutzmannsburg ist politisches Grenzgebiet. Mineralische Rohstoffe fehlen, Land- und Forstwirtschaft ist die wichtigste Erwerbsquelle der Bevölkerung. Wälder stehen hauptsächlich auf den Quartärschottern, während Tertiärschichten und quartäre Löße und Lehm teils für den Weinbau, teils für den Anbau von Getreide (besonders Mais) genutzt werden. In Bük (Ungarn) ist auch das dort erbohrte Mineralwasser ein bedeutender Wirtschaftsfaktor.

Geologisch liegt das Kartenblatt im Übergangsbereich zwischen dem Oberpullendorfer (Rand-)Becken und dem Pannonischen Becken. Das Tertiär wird nur durch obermiozäne Schichten vertreten. Die ältesten Quartärschichten nehmen hier im Raume Lutzmannsburg noch ein höheres Niveau ein als die jüngeren Quartärschichten in den Niederungen daneben, doch sind die Höhenunterschiede relativ gering. Wenig weiter im Osten im Bereich des pannonischen Beckens liegen die Quartärschichten in einer normalen Schichtfolge übereinander.

2. Schichtfolge

2.1. Tertiär

Die tertiären Sedimente bestehen im wesentlichen aus Feinklastika (feiner Sand und Schluff); nur selten sind gröbere Sande und Sandsteine (Sandgrube Frankenau; Hanganriß südwestlich Kroatisch Geresdorf; Tertiärvorkommen südlich Kiszsidány) oder Kalkbänke (Ziegelei Lutzmannsburg; Ziegelei Csepreg) eingeschaltet. Die weiteste Verbreitung und die besten Aufschlußverhältnisse zeigen sie dank der Erosionswirkung der Rabnitz an der Nord- und Westseite des Lutschburger Weingebirges. Das Liegende bildet hier eine Wechselfolge von geringmächtigen Schluff-, Feinsand- und selten Kalklagen; die überwiegend dunklen Sande führen häufig Kalkkonkretionen. Darüber folgt ein anscheinend ziemlich einheitliches Paket von weißem Feinsand, das in einer Mächtigkeit von etwa 20 m erhalten ist.

Im österreichischen Gebiet links der Rabnitz zeigen einzelne Aufschlüsse, daß die Riedelhänge aus tertiären Schichten aufgebaut sind; im ungarischen Teil des Blattes hingegen ragen nur vereinzelt kleine Tertiärflecken aus der ausgedehnten Quartärbedeckung.

Zur Altersstellung: A. TOLLMANN (1957, S. 86) fand im Lutschburger Weingebirge die Ostracoden *Candona* aff. *mutans* POKORNY und *Cypria* aff. *ophthalmica* (JURINE) und vermutete danach oberes Pannon oder unteres Pont. Eigene Proben erbrachten lediglich eine juvenile Klappe von *Hemicytheria* sp. aus einem grauen Schluff, der knapp unter der Grenze zum weißen Feinsand liegt. Vertreter dieser im Pannon häufigen Gattung sind aus dem österreichischen Pont noch nie und aus dem Pont der übrigen Paratethys äußerst selten bekannt geworden (s. N. KRSTIĆ, 1975), weshalb für die Schichten des Lutschburger Weingebirges ein oberpannonisches Alter sehr wahrscheinlich ist.

Sicher pontische Schichten stehen bei Gyöngyösfalu, etwa 6 km süd-südwestlich des auf der Karte geologisch dargestellten Bereiches an. Ei-

ne Probe aus der Ziegelei Csepreg enthielt wenige unbestimmbare Molluskensplitter und Fischreste, jedoch keinerlei Reste von Ostracoden. So problematisch Schlüsse ex silentio sind, ist festzuhalten, daß das Fehlen von Ostracoden bei Anwesenheit von Mollusken im Pannon sehr selten, im (besonders unteren) Pont aber die Regel ist (K. KOLLMANN, 1960, S. 124). Ein pontisches Alter ist daher für mindestens einen Teil der im ungarischen Bereich ausgeschiedenen Tertiärflecken anzunehmen.

2.2. Quartär

Ältere Quartärschotter

Die Riedel links der Rabnitz sind von selten über 10 cm großen, schlecht gerundeten, häufig gelb bis rot angefärbten Quarz- und Quarzgeröllen bedeckt. Die Schottergruben im Rücken östlich des Ribitzer Baches zeigen wohlgeschichtete Schotterkörper. Diese Schotter bedecken ein Gebiet, das etwa 40 Höhenmeter umfaßt; wie das sich in allen Schottergruben sammelnde Wasser zeigt, sind sie aber nirgends mächtiger als 2–3 m. Es handelt sich also um eine Folge ehemaliger, morphologisch kaum mehr faßbarer Terrassen. K. WICHE (1970, S. 14) macht dafür die geringe Reliefenergie und das weiche Material verantwortlich. Eine verfallene Schottergrube etwa 500 m ostnordöstlich Lutzmannsburg zeigt die diskordante Überlagerung des Hauptkörpers durch etwa 20 cm Schluff mit Kleingeröllagen. Es handelt sich hier um das Erosionsrelikt ursprünglich sicher weit verbreiteter Überschwemmungssedimente, die nach Tieferlegung des Flußlaufes den Älteren Quartärschottern aufgelagert wurden.

Zur petrographischen Charakterisierung der Älteren Quartärschotter wurden aus dieser Grube 138 Gerölle mit einer Längsachse von mindestens 1 cm entnommen. Dabei wurden folgende Daten gewonnen:

	Häufigkeit %	Abplattung ∅	Zurundung ∅
Gneis	14,5	2,53	181
Glimmerschiefer	8,0	3,91	240
Quarzit	63,8	2,63	202
Quarz	13,8	2,29	169
Gesamt	100,0	2,70	197

Die Werte für Abplattung und Zurundung wurden nach den Formeln von A. CAILLEUX 1952 berechnet und dann für jede Geröllart und für die Gesamtprobe gemittelt, wozu bei der Abplattung die Logarithmen der einzelnen Werte herangezogen wurden.

Gerölle, die sich infolge intensiver Verwitterung in situ mit der Hand zerdrücken lassen („Gesteinsleichen“) wurden hier, zum Unterschied von den Jüngeren Quartärschottern, nicht gefunden. Es ist also anzunehmen, daß die intensive Verwitterung, die zur Anreicherung chemisch beständiger Komponenten auf fast 80% führte, vor der Ablagerung dieser Schotter stattfand. Zusammen mit der intensiven, das ganze Sediment erfassenden Ferritisierung deutet dies auf eine Bildung der Älteren Quartärschotter in einem ausgesprochenen Warmklima.

In Ungarn setzen sich die Älteren Quartärschotter in der nördlichen und mittleren Schotterzone von E. SZADECKY-KARDOSS (1938) fort. Er gibt vergleichbare Geröllspektren an, allerdings ohne quantitative Aussagen

zu machen. Nur aus einem Aufschluß 2 km östlich Zsira beschreibt er ein einziges, tonig verwittertes, basaltartiges Geröll.

Zur Altersstellung: Auf der Karte von K. HOFMANN et al. (1880) erscheint dieses Gebiet als Pannon (s.l.). E. SZADÉCKY-KARDOSS (1938, S. 196) spricht von „postmittelplozänen Rabnitzschottern“. A. WINKLER-HERMADEN (1955, Abb. 13) zeichnet hier „Ältestquartäre Schotterdecken“ und „Altquartäre Lehmterrassen mit Schotterbasis“. J. FINK (1957, Taf. VII a) deutet die Sedimente als „Pleistozäner Solifluktionsschutt“ (höhergelegene Anteile) bzw. Rabnitz-Terrassenschotter des untersten bis mittleren Pleistozäns (tiefergelegene Anteile); später (J.FINK, 1961, S. 253) bezeichnet er erstere als pliozänen Fußflächenschutt. K. WICHE (1970) zeichnet hier „Stooper System“ (ohne genauere Altersangabe) bzw. „Jungquartäre Terrassen“, doch zeigt, wie erwähnt, die intensive Verwitterung des Materials Klimabedingungen an, wie sie im Jungquartär Österreichs unbekannt sind. K. FERENC bezeichnet auf seiner Manuskriptkarte die ungarische Fortsetzung der Älteren Quartärschotter als „Terrassenschotter“; ihr Alter hält er für oberpliozän (mündl. Mitt.).

A. WINKLER-HERMADEN (1955, S. 64) hält die Schotter, die das jüngere, unter 1.2.2. beschriebene Niveau aufbauen, für eine Bildung des Mindel-Riß-Interglazials. An Hand des Verwitterungszustandes beider Komplexe scheint eher ein Mindel-Alter des jüngeren plausibel. Da unter der Bezeichnung „Ältere Quartärschotter“ zweifellos verschieden alte Anteile zusammengefaßt wurden, scheint die Altersangabe „Prägünz und Günz“ vertretbar.

Jüngere Quartärschotter

Eine deutlich ausgeprägte Flur findet sich bei Frankenau etwa 20 m oberhalb des heutigen Rabnitzbettes und läßt sich flußabwärts gut verfolgen, wobei die Höhendifferenz zum heutigen Flußbett langsam abnimmt. Die Schotter, die diese Terrasse aufbauen, bilden auf österreichischem Gebiet nur oberhalb der Mündung des Stooper Baches die Oberfläche; von da abwärts sind sie von Löß bedeckt, der jedoch, wie die ehemalige Schottergrube in Lutzmannsburg (Fossilzeichen auf der Karte) zeigte, nur eine dm- bis wenige m-mächtige Haut bildet. Die Mächtigkeit der Schotter selbst kann 2–3 m nicht überschreiten, da in den Schottergruben Wasser steht.

Von den Älteren Quartärschottern unterscheidet sich dieser Komplex im Aufschluß zunächst durch die weniger intensive und nur in den hangenden Partien auftretende Rotfärbung.

Zur petrographischen Charakterisierung der Jüngeren Quartärschotter wurden aus der Schottergrube am Blatrand, etwa 1 km südwestlich Frankenau, 154 Gerölle mit einer Längsachse von mindestens 1 cm entnommen. 6 davon zerfielen infolge intensiver Verwitterung bei der Messung. Die übrigen 148 ergaben folgende Daten:

	Häufigkeit %	Abplattung Ø	Zurundung Ø
Gneis	18,2	2,74	267
Glimmerschiefer	18,2	4,67	418
Quarzit	51,4	2,94	235
Quarz	12,2	2,43	206
Gesamt	100,0	3,23	272

Der Anteil an Kristallingeröllen ist also fast doppelt so hoch als in den Älteren Quartärschottern, obwohl das Vorkommen von Gesteinsleichen auf postsedimentäre Ausmerzung verwitterungsempfindlicher Gerölle weist und die deutlich höheren Zurundungswerte stärkere mechanische Beanspruchung anzeigen. Daraus läßt sich ableiten, daß die Jüngeren Quartärschotter in deutlich kühlerem Klima gebildet wurden. Die Abplattungswerte sind zwar nur geringfügig aber für alle Geröllarten höher; nach A. CAILLEUX (1952, Tab. 1) könnte auch das ein Indiz für kaltes Klima sein. Die von oben eingreifende Rotfärbung zeigt, daß nach Ablagerung dieser Schotter noch eine starke, langdauernde Wärmephase eintrat.

In Ungarn setzt sich dieser Komplex in der südlichen Schotterzone von E. SZADÉCKY-KARDOSS (1938) fort; er gibt daraus (1938, S. 187) ein quantitatives Geröllspektrum an, das wesentlich kristallinärmer ist als das hier beschriebene; allerdings zählte er nur größere Gerölle aus.

Zur Altersstellung: K. HOFMANN et al. (1880) zeichnen hier „diluviale, vielleicht dem jüngsten Neogen angehörige Flußablagerungen“. E. SZADÉCKY-KARDOSS (1938, S. 186) meint, daß sich diese Ablagerungen nicht scharf von den rezenten trennen lassen. A. WINKLER-HERMADEN (1955, S. 64–65) erwähnt in der westlichen Fortsetzung eine „Terrassenflur zwischen Unterpullendorf-Kloster Marienburg“, die er ins Mindel-Riß-Interglazial stellt. Die Ablagerung unter kalten Bedingungen, bei nachfolgender intensiver Verwitterung scheint aber für den Bereich Frankenau eher eine Einstufung ins Mindel nahezu legen. Da in diesem Raum die Altersgleichheit morphologisch zusammenhängender Schotterkörper immer wieder bezweifelt wurde (E. SZADÉCKY-KARDOSS, 1938, S. 153; A. TOLLMANN, 1957, S. 85) scheint eine genauere Altersangabe als „Mindel oder jünger“ nicht möglich.

Löß und Lehm

Diese Sedimente bedecken den größten Teil des Blattes, besonders im ungarischen Anteil, wo sie auch petrographisch differenziert wurden. Grundlage der Ausscheidungen ist ein Netz von Flachbohrungen, die mit einem Dieselaggregat bis zu 15 m abgeteuft wurden.

Im österreichischen Anteil waren sie lediglich in der ehemaligen Schottergrube Lutzmannsburg (Fossilzeichen) aufgeschlossen, wo über den Jüngeren Quartärschottern gelber, typisch aussehender Löß auftritt. Eine Korngrößenanalyse ergab folgende Werte nach R.L. FOLK & W.C. WARD (1957):

$$M_z=5,7 \quad \sigma_1=2,78 \quad Sk_1=+1,58 \quad K_G=1,28.$$

Da in der Literatur (A. SWINEFORD & J.C. FRYE, 1945; A. SWINEFORD & J.C. FRYE, 1955; M.E. TERUGGI, 1957) für echten Löß stets σ_1 -Werte unter 2 angegeben werden, muß aquatische Umlagerung und Verunreinigung des Lößmaterials angenommen werden. Eine kleine Gastropodenfauna wurde aufgesammelt und von F. STOJASPAL bestimmt; sie enthält die Formen *Succinea oblonga* DRAPARNAUD, *Columella columella* (MARTENS) und *Pupilla* sp. Es handelt sich also um typische Bewohner der kalten Lößsteppe (V. LOŽEK, 1968, S. 70); eine Zuordnung zu einem bestimmten Glazial ist auf Grund dieser Fauna aber nicht möglich (V. LOŽEK, 1964, S. 143).

Alluvionen

Die Aufschlußverhältnisse der jüngsten Quartärablagerungen in den Talsohlen sind sehr veränderlich. Bauarbeiten am Stoober Bach nördlich

Frankenau förderten bläulichen Schluff zutage. E. SZADÉCZKY-KARDOSS (1938) gibt für die Rabnitzalluvionen bei Zsira und Csepreg mehrere dm Feinsand, der Schotter auflagert, an.

3. Tektonische Fragen

In der östlichen Fortsetzung der Rechnitzer Schieferinsel erscheint das Lutschburger Weingebirge gegenüber seinem nördlichen und südlichen Vorland gehoben. Diese Hochlage manifestiert sich durch das Auftreten von Pannon gegenüber Pont im Süden und Südwesten (weiter nördlich zeichnet A. WINKLER-HERMADEN, 1962, S. 158, dazische Schichten), aber auch darin, daß das Lutschburger Weingebirge im Gegensatz zu anderen Rücken keine quartäre Schotterbedeckung trägt. Die Tatsache, daß die Rabnitz dicht am Nordrand des Lutschburger Weingebirges fließt, deutet auf einen Bruch (siehe auch A. TOLLMANN, 1957, S.86), der sich jedoch unter der Quartärbedeckung nicht lokalisieren läßt. K. WICHE (1970, S. 19) führt den Lauf der Rabnitz allerdings auf klimatische Gründe zurück. Danach soll während der Kaltzeiten die stärkere Sonneneinstrahlung auf den Südhängen zu stärkerer Solifluktion und damit zu einer Südverlegung der Flußläufe geführt haben. Es ist zu hoffen, daß die im Gang befindlichen geophysikalischen Untersuchungen der Österreichischen Mineralölverwaltung hier Klarheit schaffen werden; leider konnte der Abschluß der Arbeiten nicht abgewartet werden.

4. Nutzbare Gesteine

Erze oder Energierohstoffe sind von Blatt Lutzmannsburg nicht einmal in unbauwürdigen Vorkommen bekannt. H. KURZWEIL (1971, S. 273) erwähnt das Auftreten von Goethit in panonischen Feinsanden bei Lutzmannsburg, doch ergab seine Analyse nur 16% Eisenoxid; knapp 18% Eisenoxid enthielt eine von H. SCHMID (1973, S. 104) erwähnte Probe. Prähistorische Abbaue, wie sie weiter nördlich und westlich bekannt sind (H. SCHMID, 1973), fehlen auf Blatt Lutzmannsburg. Die Gewinnung tertiärer Sande (Frankenau) ist zum Erliegen gekommen, ebenso die Ziegelherstellung aus den Schluffen des Lutschburger Weingebirges. Lediglich die Gewinnung von Schotter ist noch im Gange, beschränkt sich aber auf die Älteren Quartärschotter, während die beiden in den Jüngeren Quartärschottern angelegten Gruben (Lutzmannsburg Ort und südwestlich Frankenau am Blattrand) nicht mehr in Abbau stehen.

Die im ungarischen Anteil des Blattes eingezeichneten Ziegeleien sind ebenfalls (teilweise seit Jahrzehnten) außer Betrieb; hier findet noch ein gelegentlicher Abbau tertiärer Sande statt.

5. Literaturverzeichnis (Geologie)

- CAILLEUX, A.: Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. – Geol. Rdsch., 40, 11–19, Stuttgart 1952.
- FINK, J.: Das Quartär zwischen Wr. Neustädter Pforte und Rechnitzer Schieferinsel. – In: H. KÜPPER: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg-Deutschkreutz, 36–49, Wien (Geol. B.-A.) 1957.
- FINK, J.: Leitlinien einer österreichischen Quartärstratigraphie. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 53, 1960, 249–266, Wien 1961.

- FOLK, R. L. & WARD, W. C.: Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. — *J. Sed. Petrol.*, **27**, 3–26, Tulsa 1957.
- HERRMANN, P.: Bericht 1976 über Aufnahmen im Tertiär auf den Blättern 136, Hartberg, 137, Oberwart, 138, Rechnitz und 139, Lutzmannsburg. — *Verh. Geol. B.-A.*, **1977**, A 123, Wien 1977.
- HERRMANN, P.: Bericht 1977 über Aufnahmen im Tertiär auf den Blättern 138, Rechnitz und 139, Lutzmannsburg. — *Verh. Geol. B.-A.*, **1978**, A 114, Wien 1979.
- HERRMANN, P.: Bericht 1978 über Aufnahmen im Tertiär auf den Blättern 138, Rechnitz und 139, Lutzmannsburg. — *Verh. Geol. B.-A.*, **1979** (im Druck).
- HOFMANN, K., STÜRZENBAUM, J. & INKEY, B.: Geologische Spezialkarte der Länder der Ungarischen Krone 1:144.000, Umgebungen von Ödenburg. — Budapest (Geol. Anst.) 1880.
- KRSTIĆ, N.: Pontian Ostracods in Paratethys and Tethys. — *Proc. VIth Congr. Region. Comm. Mediterr. Neog. Strat.*, **1**, 325–330, Bratislava 1975.
- KURZWEIL, H.: Mineralbestand und Genese einiger Eisenerzvorkommen in den Sedimenten der „Landseer Bucht“, Burgenland. — *Tschermaks Miner. Petr. Mitt.*, (3), **16**, 268–280, Wien 1971.
- LOŽEK, V.: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. — *Rozpr. Ústřed. Ústav. Geol.*, **31**, 374 S., 32 Taf., Praha 1964.
- LOŽEK, V.: The loess environment in Central Europe. — In: C. SCHULTZ & J. C. FRYE (ed.): *Loess and Related Eolian Deposits of the World*. — *Proc. 7th Inqua Congr.*, Boulder 1965, 67–80, Lincoln (Univ. Nebraska Press) 1968.
- SCHMID, H.: Die montangeologischen Voraussetzungen des ur- und frühgeschichtlichen Eisenhüttenwesens im Gebiet des mittleren Burgenlandes (Becken von Oberpullendorf). — *Burgenl. Heimatbl.*, **35**, 97–109, Eisenstadt 1973.
- SWINEFORD, A. & FRYE, J. C.: A mechanical analysis of windblown dust compared with analyses of loess. — *Amer. J. Sci.*, **243**, 249–255, New Haven (Conn.) 1945.
- SWINEFORD, A. & FRYE, J. C.: Petrographic comparison of some loess samples from Western Europe with Kansas loess. — *J. Sed. Petrol.*, **5**, 3–23, Tulsa 1955.
- SZADÉCZKY-KARDOSS, E.: Geologie der rumpfungarländischen kleinen Tiefebene mit Berücksichtigung der Donaugoldfrage. — *Mitt. berg- u. hüttenmänn. Abt.*, **10**, 2, 444 S., Sopron 1938.
- TERUGGI, M.: The nature and origin of Argentine loess. — *J. Sed. Petrol.*, **27**, 322–332, Tulsa 1957.
- TOLLMANN, A.: Aufnahmebericht über das Tertiär und Quartär auf den Blättern 138 und 139 (Rechnitz und Lutzmannsburg). — *Verh. Geol. B.-A.*, **1957**, 85–86, Wien 1957.
- WEINHANDL, R.: Bericht über Aufnahmen auf den Blättern Oberwart (137), Rechnitz (138) und Lutzmannsburg (139). — *Verh. Geol. B.-A.*, **1964**, A 57–A 58, Wien 1964.
- WEINHANDL, R.: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 139 Lutzmannsburg. — Unveröff. Manuskript (Geol. B.-A.), Wien, etwa 1965.
- WICHE, K.: Die Flächentreppe des mittleren Burgenlandes. — *Wiss. Arb. Burgenland*, **44**, 5–38, Eisenstadt 1970.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. — *Österr. Akad. Wiss. mathem.-naturwiss. Kl., Denkschr.* **110**, 1, 1–180, Wien 1955.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Die jüngsttertiäre (sarmatisch-pannonisch-höherpliozäne) Auffüllung des Pullendorfer Beckens (= Landseer Bucht E. SUSS's) im mittleren Burgenland und der pliozäne Basaltvulkanismus am Pauliberg und bei Oberpullendorf-Stoob. — *Sitzber. Österr. Akad. Wiss. mathem.-naturwiss. Kl., Abt. I*, **171**, 143–192, Wien 1962.

6. Hydrogeologische Grundzüge

(WALTER KOLLMANN)*)

6.1. Allgemeines

Die kurze Beschreibung klimatologischer, hydrogeologischer, hydrologischer und hydrochemischer Verhältnisse soll als generelle Einführung nur einen Überblick über bisherige Untersuchungen vermitteln. Im Zuge der Erarbeitung von Grundlagen zur Erstellung einer Wasserhöffigkeitskarte für das südliche Burgenland im Rahmen des Projektes BA 5/a konnten zu Vergleichszwecken Kurzpumpversuche mit Isotopenanalysen ausgeführt werden. Weitere laufende Projekte sowie Erfahrungen aus Exkursionen im ungarischen Grenzgebiet werden kurz umrissen (Abb. 1).

Wie bereits in geologisch vergleichbaren Gebieten der Oststeiermark (L. BERNHART et al., 1974) und des südlichen Burgenlandes (E. FABIANI, 1978; W. KOLLMANN, 1980) dargelegt, können diese Tertiärbecken als ausgesprochene Wassermangelgebiete eingestuft werden. Die Ursache liegt einerseits darin, daß am Aufbau vornehmlich feinsandig-schluffige Sedimente beteiligt und nur lagenweise Kiesfraktionen eingeschaltet sind. Diese stecken jedoch in feinkörniger Matrix, welche in erster Linie die Durchlässigkeit und nutzbare Porosität bestimmt und weitgehend herabsetzt. Die quartäre Talentwicklung im periglazialen Bereich war durch periodisch erhöhte Wasserführung maßgeblich für eine verstärkte Lateralerosion. In leicht abtragbaren Tertiärsedimenten resultierte daraus lediglich eine Verbreiterung der Talböden. Sie zeichnen sich aber nicht durch mächtigere Akkumulationen aus. Überdies setzen sich die allenfalls nur wenige Meter mächtigen Aufschüttungen in Gebirgsferne fast ausschließlich aus umgelagertem oder durch Solifluktionvorgänge angeliefertem Tertiärmaterial zusammen. Geringe Wasserwegsamkeit, seichtliegende Grundwasserspiegel, dünne Deckschichten und die Gefahr einer permanenten Verunreinigung tragen zur wasserwirtschaftlichen Problematik solcher Gebiete bei. Daran ändert auch das Vorhandensein tiefliegender, fallweise artesischer Grundwasserstockwerke wenig, da deren Mächtigkeit im allgemeinen nur im Dezimeter- bis Meterbereich variiert. Eine rezente Regenerierung und Bewirtschaftung des Wasserangebotes ist bei schlieren- bis linsenartigen Vorkommen meist nicht gegeben. Isotopenhydrologische Studien an artesischen Wässern im südlichen Burgenland erbrachten dabei in den meisten Fällen sehr hohes Wasseralter, was auf eine Infiltration etwa in pleistozäner Zeit schließen läßt (G.H. DAVIS et al., 1968). Umfangreiche weitere Isotopenuntersuchungen lassen aber auch eine Tiefgrundwassererneuerung vor allem in der Nähe des Wechselgebietes vermuten (P. HACKER & W. KOLLMANN, 1981).

Andererseits ist zusätzlich zur geologisch vorgegebenen Ungunst für die Klassifizierung des auf der Karte wiedergegebenen Bereiches um Lutzmannsburg als Wassermangelgebiet die klimatische Situation mitverantwortlich.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. WALTER KOLLMANN; Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

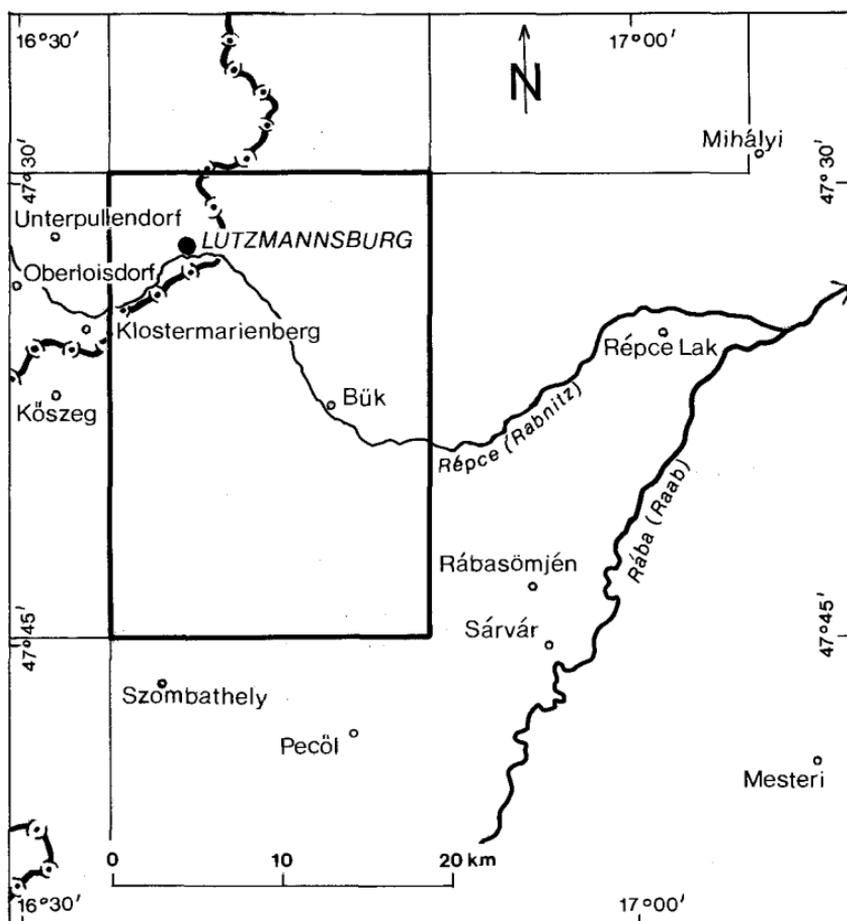


Abb. 1: Übersichtsskizze der weiteren Umgebung von Lutzmannsburg.

6.2. Klimatologische Kurzbeschreibung

(FRANZ NOBILIS *)

Aufgrund der Beobachtungen der Station Lutzmannsburg bis zum Jahre 1970 werden einige Klimaelemente unter Einbeziehung überregionaler Erkenntnisse aus unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen besprochen. Es wird damit eine kurze Klimacharakteristik des relativ kleinen österreichischen Gebietsanteils gegeben.

Die mittlere Jahresniederschlagssumme (1901–1970) errechnet sich in Lutzmannsburg zu 675 mm. Die mittlere Niederschlagshöhe im Winter beträgt 104 mm, im Frühjahr 156 mm, im Sommer 243 mm und im Herbst 172 mm. Die niederschlagsreichsten Monate sind der Juli und der August mit 83 und 84 mm, der niederschlagsärmste der Februar mit 28 mm.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. FRANZ NOBILIS; Hydrographisches Zentralbüro, Margergasse 2, A-1030 Wien.

Der Beginn der Schneedecke ist in der zweiten oder dritten Dezemberdekade, das Ende im Laufe der ersten Märzdekade anzunehmen.

Die mittlere Anzahl der Tage mit Schneebedeckung beträgt etwa 30. Der Beginn der Winterdecke fällt meist in die zweite Jännerdekade, das Ende in die erste Februardekade.

Das Jahresmittel der Lufttemperatur (1956–1970) beträgt in Lutzmansburg 9,9° C. Die geringste Monatsmitteltemperatur erreicht der Jänner mit -1,0° C. Die höchste Monatsmitteltemperatur fällt in den Juli mit 20,1° C. Die Jahresschwankung erreicht demnach über 20° C.

Die Sonnenscheindauer beträgt im Winter 30–35%, im Frühjahr 45–50%, im Sommer 55–60% und im Herbst etwa 45–50% der effektiven möglichen Dauer.

Die potentielle Verdunstung läßt sich als Abschätzung für die Einzelmonate (Dezember bis Februar vernachlässigbar) in Form einer potentiellen Evaporation nach M.A. KOHLER et al. (1955) angeben. Diese beträgt im März etwa 20–30 mm, im April mehr als 80 mm, im Mai und Juni 100–120 mm, im Juli 120–140 mm, im August 80–100 mm, im September 60–80 mm, im Oktober mehr als 40 mm und im November 20–30 mm.

Die Abflußziffer – sie gibt den Anteil der Gebietsniederschlagsmenge an, die an der Austrittsstelle des betreffenden Gebietes zum Abfluß kommt – beträgt nur 10% oder weniger.

Der Anteil des Jahresniederschlags, welcher infiltriert und längerfristig gespeichert wieder abgegeben wird, kann nach W. KOLLMANN (im Druck) für tertiäre Einzugsgebiete des Südburgenlandes mit 30 ± 4 mm/a beziffert werden. Vornehmlich strähnige Grundwasserführung in altpleistozänen Terrassenkörpern ist für Retentionsspenden in der Größenordnung von 63 ± 10 mm/a bei breiterer Streuung maßgeblich.

Nach der im Atlas der Republik Österreich dargelegten Klimaklassifikation ist dieses Gebiet dem pannonischen Klimatyp zuzurechnen.

6.3. Hydrogeologie seichtliegender Grundwässer

Grundsätzlich muß festgestellt werden, daß die im folgenden durch Kurzpumpversuche getesteten Hausbrunnen im hydraulischen Sinn „unvollkommene Brunnen“ darstellen, da diese nicht bis zur Grundwasser-sole abgeteuft wurden. Qualitative und untereinander vergleichbare, relative Aussagen werden dennoch ermöglicht, weil deren Schachtdurchmesser, Absenkungsbetrag des Quasistationärzustandes gegenüber dem Ruhewasserspiegel und die Eintauchtiefe in den Aquifer größenordnungsmäßig ähnlich sind. Technische Umstände (keine stärkere Drosselungsmöglichkeit), sehr schwacher Zufluß aufgrund geringer Permeabilität der genutzten Grundwasserhorizonte und durch die Brunnentiefe begrenzte Wassersäule waren maßgebend, daß Ergiebigkeitstests im instationären Stömungszustand abgebrochen werden mußten.

Auf der altpleistozänen Schotterterrasse befindet sich der nicht benützte Lätubrunnen im Pfeifer- bzw. Zagagraben. Aufgrund des geringen Grundwasserzuströmes aus den Älteren Quartärschottern konnte der Entnahmeversuch nur mit einer Förderrate von 0,05 l/s abgeführt werden (Abb. 2). Nach rund vier Stunden verstärkte sich die Absenkung bei gleichbleibender Entnahme, so daß bald darauf die Förderung eingestellt werden mußte. Ein Stationärzustand wurde dabei nicht erreicht.

PUMPVERSUCH an Brunnen 139/4 Pfeifergraben, Lutzmannsburg
Spiegelhöhen, Schüttung, Leitfähigkeit u. Temperatur
 16.9.1980 (14,45) - 18.9.1980 (8,30)

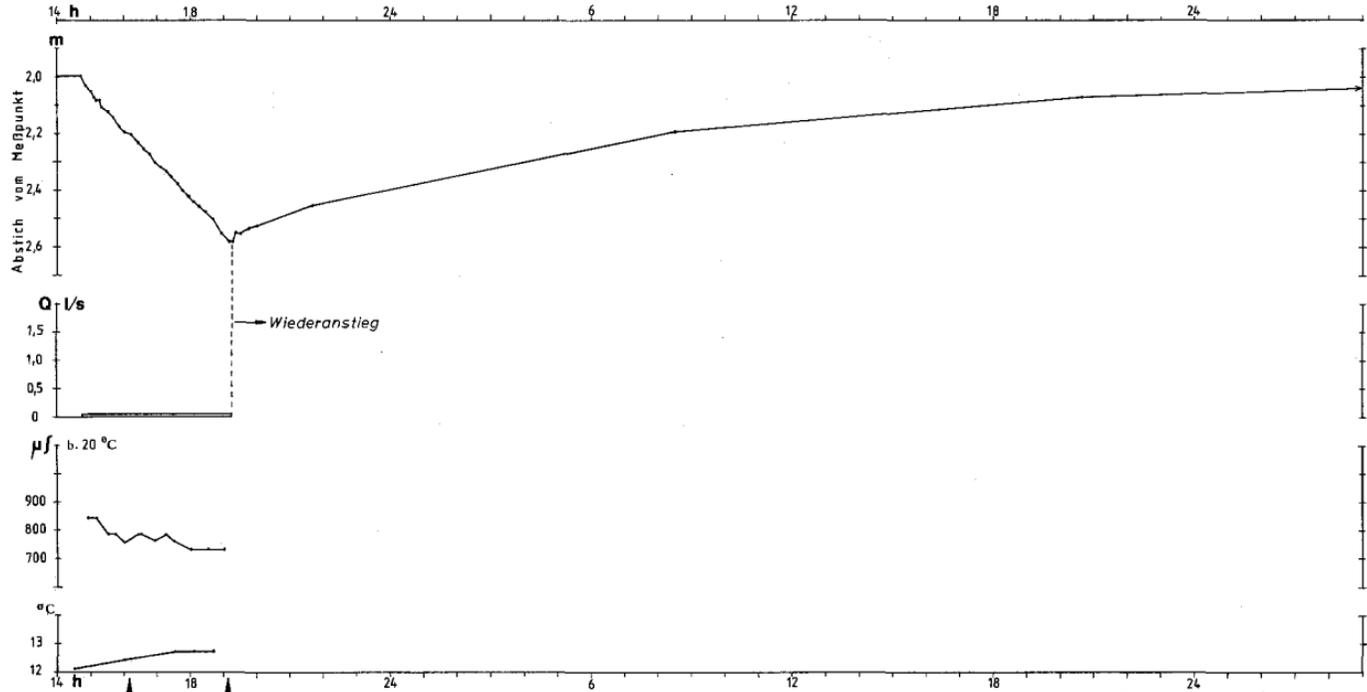


Abb. 2.: Ergiebigkeitstest 139/4 und begleitende physikalisch-chemische Untersuchungen (Pfeile an der Zeitachse markieren die chemische und Isotopenprobe). Abbruch bei instationärem Strömungszustand.

Der Brunnenboden war etwas verschlammte, das Wasser jedoch klar. Verunreinigungen sind aus den chemischen Indikatoren nicht zu interpretieren (Taf. 1)*). Durch die Ableitung des gefördert Wassers unterstromig in den abflußlosen Pfeifergraben in ca. 25 m Entfernung war die Förderung von Uferfiltrat ausgeschlossen.

Es zeigte sich eine langsame Aufspiegelung, bei der nach 24 Stunden bis zum Erreichen der Ruhewasserspiegellage noch 10 cm fehlten. Vergleichsmessungen des ungestörten Grundwasserspiegels an Hausbrunnen in Lutzmannsburg ließen während dieses Zeitraumes keine natürlichen Schwankungen feststellen. Eine Auswertung des Wiederanstiegs erlaubt lediglich eine größenordnungsmäßige Abschätzung der Transmissivität $T = k_f \cdot M$ um 10^{-5} m²/s für diesen Bereich der sandigen Älteren Quartärschotter. Die Mächtigkeit der altpleistozänen Terrassenschotter wird nach den Kartierungsbefunden mit maximal 2 bis 3 m angegeben. Da der Hangenteil trocken sein kann, ist der Aquifer meist nur wenige Dezimeter mächtig anzunehmen. Die durch Faustformeln für den Wiederanstieg bei Felddurchlässigkeitstests nach weiteren Verfahren ermittelten k_f -Schätzwerte lagen ebenfalls im Bereich zwischen 10^{-5} und 10^{-6} m/s, was auf hohen Schluffanteil hinweist.

Im Talalluvium der Rabnitz befindet sich ein weiterer getesteter Hausbrunnen (139/5). Bei einer Fördermenge von 0,05 l/s kam es nach stem, sich verlangsamen dem Absinken des Wasserspiegels zu einem Quasistationärzustand (Abb. 3). Nach Steigerung der Entnahmerate auf 0,15 l/s sank der Spiegel rasch tiefer, so daß die Förderung eingestellt werden mußte. Am Beginn des untersten Ringes wurde ein stoßweises Zurinnen sowie ein sporadisches Aufsteigen von Gasblasen beobachtet. Die Ableitung erfolgte in einen vor dem Haus befindlichen Schacht der Ortskanalisation.

Vor Beendigung des Entnahmetests wurde aus der nahe vorbeifließenden Rabnitz eine Probe zur Erkundung von möglichem Uferfiltrat im Brunnenwasser gezogen (139/6, vergl. Taf. 1). Es hat sich aber gezeigt, daß das Brunnenwasser – im Gegensatz zu der Vermutung einer Flußwasserintrusion – eine auffallend hohe und nur geringschwankende elektrolytische Leitfähigkeit während des Versuchs nahezu beibehält. Weiters sind die hohen Natrium-, Kalium-, Chlorid-, Sulfat-, Nitrat-, Ammonium- und Eisengehalte, die bei beiden Proben während des Pumpens in \pm gleich hohen Konzentrationen festgestellt werden konnten, ein deutlicher Hinweis dafür, daß Verunreinigungen nicht nur im engeren Bereich des Brunnenstandortes erfolgen, sondern der gesamte seichtliegende Grundwasserstrom im Rabnitztalalluvium des Ortsgebietes stark belastet ist (Taf. 1). Die Isotopenwerte und spezifischen Ionenkonzentrationen der zweiten Probe, kurz vor Beendigung des Kurzpumpversuches gezogen, zeigen durch ihre Lage im Diagramm (Abb. 4) ganz nahe bei Probe 1, daß wahrscheinlich noch kein Uferfiltrat gefördert wurde. Wäre dieser Fall – unter Umständen bei längerer Fortführung des Entnahmeversuches – eingetreten, so müßte die zweite Probe aufgrund von Mischungskomponenten beider Wässer (Rabnitzfluß und unbeeinflusstes Grundwasser) in linearer Abhängigkeit deutlich dazwischen situiert sein.

*) Den Herren Dr. WALTER GAMERITH und Dr. PETER KLEIN sei für die Ausführung der Untersuchungen und die hydrochemischen Analysen bestens gedankt.

PUMPVERSUCH an Brunnen 139/5 Strebersdorf 26
Spiegelhöhen, Schüttung, Leitfähigkeit u. Temperatur
 17.9.1980 (10,30) - 18.9.1980 (14,30)

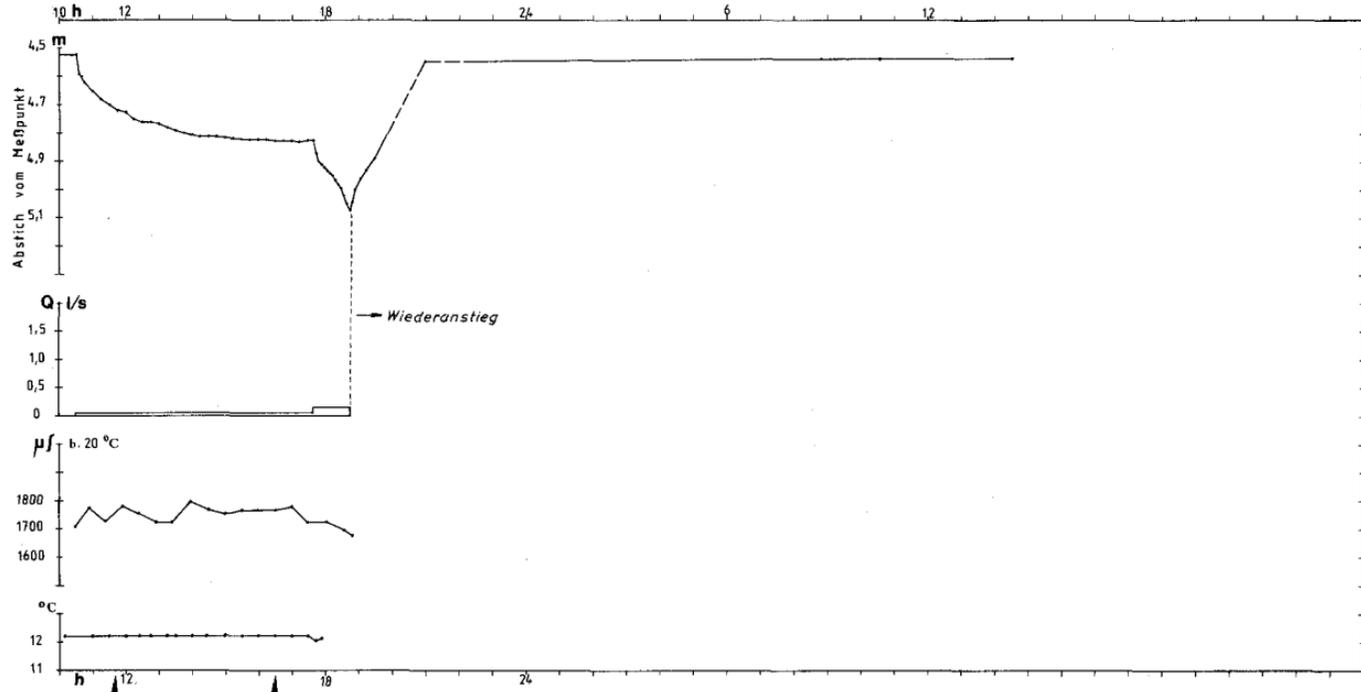


Abb. 3.: Ergiebigkeitstest Nr. 139/5 und begleitende physikalisch-chemische Untersuchungen (Pfeile an der Zeitachse markieren die chemische und Isotopenprobe). Abbruch bei instationärem Strömungszustand

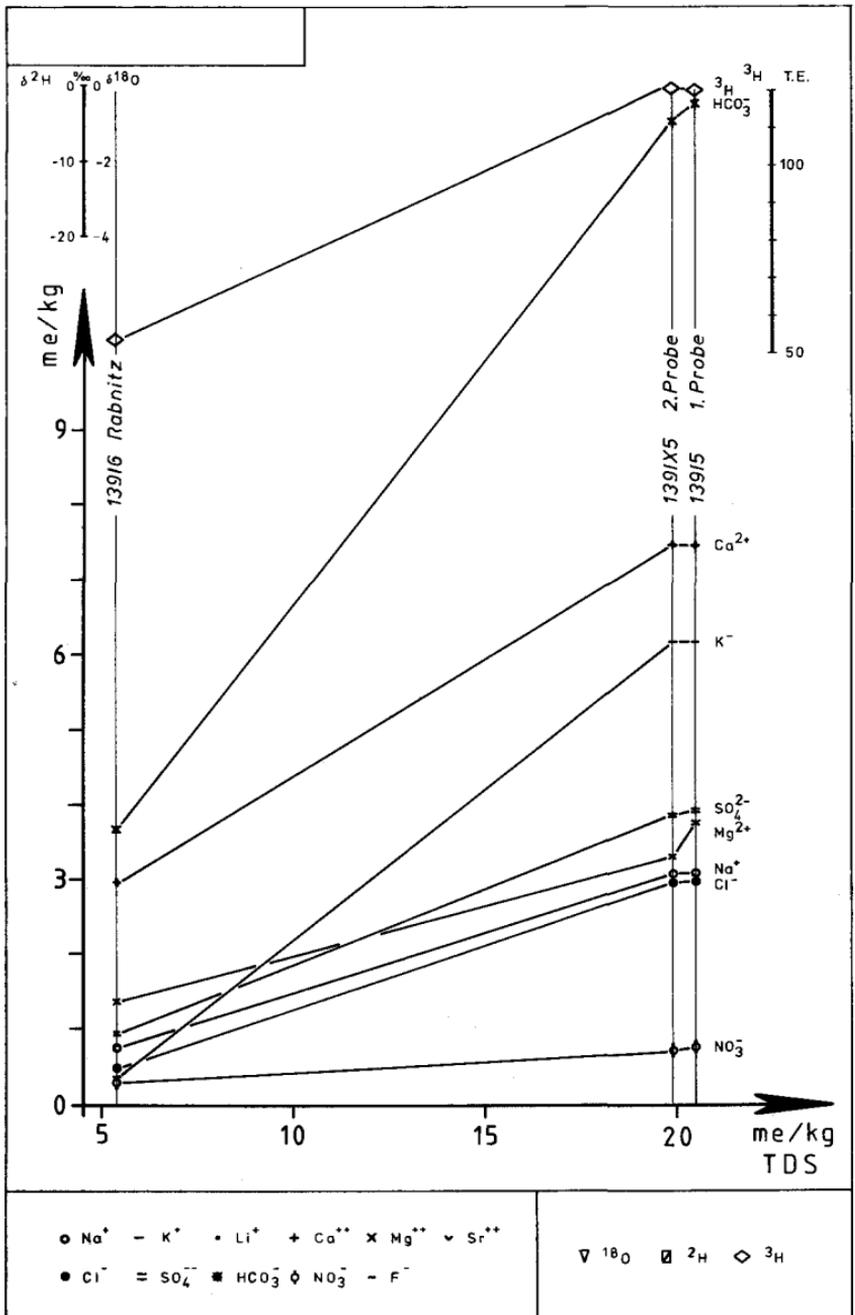


Abb. 4.: Diagramm zur Untersuchung von eventuellen Mischungsvorgängen zwischen Flußwasser (139/6) und unbeeinflusstem Grundwasser (139/5, Probe 1). Eine mögliche Uferfiltration im Zuge von Schöpfversuchen wäre durch die Lage der Probe 2 (139/x5) bei linearer Abhängigkeit deutlich zwischen den beiden Wassertypen nachweisbar (me = mval = mmol/Wertigkeit, TDS = Gesamtmineralisierung).

Die Wiederaufspiegelung erfolgte anfangs relativ rasch. Wegen sporadischer Messungen ist eine Auswertung derselben nicht möglich. Die aus dem Beharrungszustand nach Formeln für Felddurchlässigkeitstests ableitbaren k_f -Richtwerte streuen im Bereich von 10^{-4} bis 10^{-5} m/s.

6.4. Mineralwasserprospektion

In der Zeit vom August 1979 bis Mai 1980 wurden von der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal hydrogeologisch-geochemische Aufnahmen, Bodengasmessungen und Analysen der Umweltisotope in Grundwässern ausgeführt (P. HACKER, 1980). Die von W. KOLLMANN (1977) gemachte Feststellung, daß es sich bei den seichtliegenden Grundwässern aus Sanden und Schottern des Pannons bis Quartärs um Erdalkali-Hydrogenkarbonatwässer (z.T. Sulfatwässer) mäßiger Mineralisierung handelt, konnte damit bestätigt werden (Taf. 1). Das Fehlen von Spurenelementen, die Wassertemperaturen sowie die Isotopenwerte kennzeichnen diese Wässer als gewöhnliche Grundwässer.

Die Konzentrationen des instabilen Nuklids Tritium lagen bei Oberflächen- und Grundwässern aus alluvialen Schottern und Älteren Quartärschottern mit teilweiser Lößlehmüberdeckung zu den Zeiten der Probenentnahmen (19.9. und 8.11.1979) recht einheitlich zwischen 93 und 124 T.E. Der Vergleich mit den Ausgangskonzentrationen in den Niederschlägen der Jahre 1978 und 1979 erlaubt die Anschätzung einer Verweilzeit dieser Grundwässer in der Größenordnung von etwa 1 bis 3 Jahren.

Eine Ausnahme bilden die wenigen Beprobungsstellen von Oberflächengewässern (Zaga- und Ribitzerbach) und eines Hausbrunnens in Hofstatt Nr. 42, deren Einzugsgebiete in Sanden des Pannonien bis Pontien zu suchen sind. Diese Wässer zeigten deutlich niedrigere Tritiumgehalte von 43 bis 61 T.E. und lassen deshalb auf Beimischung älteren Wassers schließen. P. HACKER & W. KOLLMANN (1981) konnten im geologisch vergleichbaren Gebiet von Reinersdorf bis Moschendorf bei feinkörnigen tertiären Aquiferen ebenfalls höhere Verweilzeiten im Vergleich zu besser durchlässigen Quartärgrundwasserleitern ermitteln. Gleichzeitig wird damit bestätigt, daß die bei Trockenwetter erfolgte Probenahme an Oberflächengewässern effluent abfließende Grundwässer erfaßt hat.

Der Tritiumwert von 54 ± 3 T.E. der kohlensäurehaltigen Quelle von Klostermarienberg (Taf. 1, 138/30, vgl. dazu W. KOLLMANN, 1977) berechtigt zur Annahme, daß ebenfalls eine ältere und eventuell tiefere – wegen der Säuerung – Mischwasserkomponente beteiligt ist, was durch einen im Vergleich sehr leichten $\delta^{18}\text{O}$ -Gehalt von $-9,99\text{‰}$ O bestätigt werden kann. Ähnliche Isotopenkonzentrationen kennzeichnen eine Quelle unterhalb der Brücke im Osten der Ortschaft Klostermarienberg, welche aber aufgrund der hydrochemischen Analysen durch einen noch geringeren Sauerwasseranteil ausgezeichnet ist (Taf. 1, 138/45).

Bodengasmessungen entlang von Talquerprofilen lassen durch übernormale Kohlendioxidanteile von 8% bzw. Methangehalte $>0,2\%$ bei Parallellaufen beider Anomalien den Ausstrich tektonischer Störungen an diesen Stellen wahrscheinlich erscheinen. Eine Verdichtung durch weitere Messungen soll diese Vermutung gegebenenfalls verifizieren.

6.5. Geothermie

Im Rahmen einer Geothermiestudie betreffend das mittlere Burgenland mit Schwerpunkt Bezirk Oberpullendorf (H. P. LEDITZKY & J. FANK, 1980) wurden an Brunnen Tiefenlotungen, Kohlensäure-, Flurabstands- und Temperaturmessungen auch im Raum Lutzmannsburg ausgeführt (Taf. 1). Bei insgesamt 13 Schachtbrunnen mit Endtiefen von 4,8 m bis 16,5 m konnten Wassertemperaturen von 5,6° C bis 10,9° C ermittelt werden (März 1980). Derartige Ergebnisse von seichtliegenden Grundwassertemperaturen müssen aber als nur bedingt brauchbar für eine Extrapolation bezeichnet werden, so daß zur Berechnung der geothermischen Tiefenstufe mindestens 30 m tiefe Brunnen heranzuziehen sind. Nach diesen Einschränkungen läßt sich für die untersuchten Lokationen im Raum Oberloisdorf-Klostermarienberg eine geothermische Tiefenstufe von 16–19 m/° C angeben. Gegen Unterpullendorf werden die Verhältnisse ungünstiger (27 m/° C).

Als generell wasserhöffiges Schichtglied sind die bisweilen gröberklastischen Lockergesteinsmassen des Pannons und Daz (Rabnitz-Formation) anzusprechen, welche allerdings nur bis in eine Tiefe von ca. 100–120 m reichen. Die Ablagerungen aus Sarmat und Baden sind durch feinsandig-toniges Material im allgemeinen gering durchlässig, führen aber Einschaltungen von Schottern, Konglomeraten, Kalken und Kalksanden. Durch laterale und vertikale Faziesverzahnung sind lediglich räumlich begrenzte wasserführende Horizonte bzw. Linsen zu erwarten. Die dem Karpat zordenbaren Brennberger Blockschotter und Sinnersdorfer Schichten an der Basis der neogenen Beckenfüllung sind durch tonig-sandiges Bindemittel der dichtgepackten Grobschotter und Steine in deren Durchlässigkeit stark herabgesetzt und lassen bestenfalls lokal eine Erschotung geringfügiger Wassermengen erhoffen.

Über die Mächtigkeit, Ausbildung und Vollständigkeit der tertiären Schichtfolge, bzw. die Tiefenlage des kristallinen Grundgebirges im Raum Lutzmannsburg lassen sich keine Angaben machen. Während Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite unter der günstigen Annahme einer erforderlichen Trennfugendurchlässigkeit auch in größerer Tiefe nur stellenweise eine Klufwasserführung ohne größeres Einzugsgebiet verzeichnen könnten, lassen Kalkschiefer und Kalkphyllite der Rechnitzer Serie, welche stark geklüftet und Spuren einer Verkarstung tragen können, im Falle einer Untergrundfortsetzung in den Bereich des Neogenbeckens, Hoffnung auf bedeutendere Wasserführung zu.

Die Bestimmung des Gehaltes an freier Kohlensäure im Grundwasser diene der Verfolgung von tektonischen Störungslinien. In Lutzmannsburg deuten Werte von 16,5 bis 25,3 mg/l freiem CO₂ wahrscheinlich auf im Kalk-Kohlensäuregleichgewicht stehende Wässer. Ob die in Strebersdorf mit deutlich höheren Gehalten von 71,5 bis 147,4 mg/l freiem CO₂ analysierten Wässer störungsbedingte Anomalien anzeigen oder zur Pufferung einer höheren Härte zugehörige Kohlensäure in entsprechend größerem Maß gelöst enthalten, konnte in Ermangelung von Vollanalysen nicht klar gestellt werden, ist aber aufgrund der Beprobungen während eines Pumpversuches wahrscheinlich (Taf. 1, 139/5).

6.6. Zur hydrogeologischen Situation im benachbarten Westungarn

Im Rahmen der wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen dem Zentralamt für Geologie der Volksrepublik Ungarn und der Geologischen Bundesanstalt wurden von ungarischer Seite hydrogeologische Exkursionen im Kartenblattausschnitt (Abb. 1) geführt (W. KOLLMANN, 1976*).

Hydrogeologische Grundlagen zur Wasserversorgung

170.000 von 270.000 Einwohnern im Komitat Vas werden zentral mit Trinkwasser versorgt. Zur Sicherstellung bei einem Wasserverbrauch pro Einwohner und Tag von ca. 350–400 l inklusive Industrie und Landwirtschaft ist eine Förderung von 60.000–70.000 m³/d notwendig. Eine Vielzahl von Brunnenanlagen, welche hauptsächlich Aquifere in Pannonsedimenten nutzen, wurde im Gebiet Kőszeg bis Szentgotthárd errichtet. Der Hauptabnehmer ist die Stadt Szombathely mit 85.000 Einwohnern, für die allein mehrere hundert Brunnen mit Tiefen von 20 bis 300 m und einer Gesamtleistung von 30.000 m³/d in Betrieb stehen. Da nur bis 10 m mächtige Grundwasserträger mit Bohrdurchmessern von 130–400 mm angefahren worden sind, beträgt die Einzelergiebigkeit pro Brunnen ca. 2 bis 8 l/s. Lediglich eine große Anzahl von Bohrungen – bei Horizontalabständen von 500–600 m zur Ausschaltung gegenseitiger Beeinflussung – kann die Versorgung gewährleisten, gestaltet aber einen Betrieb sehr aufwendig. Obendrein erweist sich eine Aufbereitung der eisen- und zum Teil manganhaltigen Wässer als notwendig.

Um den zukünftigen Wasserbedarf sicherzustellen, wurden im Bereich von Pecöl (südlich Bögöt, Abb. 1) mehrere Versuchsbohrungen auf artesisches Wasser angesetzt. Die quartären Sand-Kieskörper wurden in gegen Osten zunehmender Mächtigkeit von 10 bis maximal 25 m (Sárvár) durchörtet. Das Pannon wird im Raum Pecöl durch eine Mächtigkeit bis 400 m repräsentiert und wegen der Wechsellagerung grob- und feinklastischer Sedimente von mehreren wasserleitenden Horizonten aufgebaut. Es ist dabei bemerkenswert, daß diese nicht flächenhaft verbreitet sind, sondern – ähnlich den oststeirischen Verhältnissen – alten SW-NE verlaufenden Flußrinnen aus der Zeit des jüngsten Tertiärs bis ältesten Quartärs folgen (A. WINKLER v. HERMADEN, 1955; H. ZOJER, 1972). Für die Regenerierung von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, daß diese gespannten Horizonte an einigen Stellen in direktem Kontakt mit dem Quartärgrundwasserkörper stehen. Isotopenhydrologische Studien wurden noch nicht betrieben, eine Beobachtung der Druckspiegelschwankungen wurde im Jahr 1976 in Angriff genommen.

Die Schwefelthermen von Bük

Die 1957 abgeteufte, auf Kohlenwasserstoffe projektierte und nicht fündige Bohrung von Bük hat in devonischem Dolomit und mesozoischem Kalk ergiebige wasserleitende Horizonte erschrotet. Die Sonde Bük 1 (139/31, Taf. 1) erreichte nach Durchbohrung des Unterpannons in 1010 m den brekziös ausgebildeten und durch eine gute Trennfugendurchlässigkeit ausgezeichneten Dolomit und wurde bei einer Endtiefe von

*) Herrn Dipl. Ing. ISTVÁN BOLDIZSÁR, Abteilungsleiter des Regionalen Geologischen Dienstes in Sopron, sei für die Bemühungen im Zusammenhang mit der umfangreichen Organisation und wissenschaftlichen Betreuung an dieser Stelle bestens gedankt.

1282 m eingestellt. Nach anfänglichem, minimalem artesischem Überlauf von ca. 2 l/s konnte man durch abwechselndes Pumpen und Verpressen mit Drücken von 200 at am Bohrkopf die Ergiebigkeit beträchtlich erhöhen (150 l/s bei einem Verrohrungsinwendendurchmesser von 152 mm bzw. 50 l/s bei 52 mm). Das entspricht einer Steig- bzw. Fließgeschwindigkeit in der Verrohrung von 8,3 m/s bzw. 23,5 m/s bei einer Verweildauer im Rohr von 2 min, bzw. 43 sek und ist maßgeblich für nahezu keine Temperaturangleichung in oberflächennahen Teufen. Die Temperatur am Bohrkopf im Dezember 1960 betrug 46–48° C bei einer Produktion von allerdings nur 2 l/s. Dagegen wurde nach starker Druckentlastung und Freizirkulieren bei einem artesischen Überlauf von 150 l/s eine Temperatur von 58° C am Bohrkopf registriert. Daraus läßt sich eine „scheinbare“ geothermische Tiefenstufe von ca. 19 m/° C errechnen (VIZGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS KUTATÓ INTÉZET KIADVÁNYA, 1965). Durch die bereits erwähnte rasche Steiggeschwindigkeit dürfte die „wahre“ geothermische Tiefenstufe nicht wesentlich abweichen, was durch in-situ Messungen mit 19,2 m/° C bei der Bohrung Bük 3 bewiesen wurde. In 1095 m Tiefe (ca. 90 m unter Oberkante Aquifer, fast auf Bohrlochsohle) konnte eine ?Formationstemperatur von 67° C gemessen werden.

Die Verrohrung wurde bis zur Dolomitoberkante abgesetzt, nicht zuletzt deshalb, um Salzwasser aus dem Miozän zu sperren. Zu Testzwecken hat man auch den Unterpannonhorizont mittels Jetperforation aufgeschossen. Der Wasserzutritt aus 5 Meter Perforationsstrecke war jedoch unbedeutend (<0,1 l/s).

Obwohl die weiteren Bohrungen Bük 2 und 3 nur in einem Abstand von einigen 100 Metern niedergebracht wurden, konnte man nachweisen, daß auch bei Vollproduktion keine gegenseitige Beeinflussung erfolgt. Auch das piezometrische Niveau soll sich schon seit Jahren konstant verhalten. Die überaus hohen Drücke von ca. 8–9 at, die sich am Bohrkopf aufbauen, sind für artesische Ruhewasserdruckspiegel in +90 m (Bük 1) bzw. +84 m (Bük 3) Höhe über ROK maßgeblich. Der abgesenkte Betriebswasserspiegel liegt immerhin noch +1,5 m bzw. +30 m über ROK. Bei einer Förderleistung von 58 l/s (Bük 1), bzw. 37 l/s (Bük 3) resultiert daraus eine spezifische Ergiebigkeit von 0,66 bzw. 0,68 l · s⁻¹ · m⁻¹. Der geringfügige Unterschied ist wahrscheinlich auf die abweichenden Enddurchmesser der Verrohrung (∅ = 102 mm bzw. 114 mm) zurückführbar.

Das mit 3–6 g/l gelöster Substanz mineralisierte Na-Ca-HCO₃ Wasser dürfte, nach dem Gehalt an freier Kohlensäure zu schließen, nahezu im Kalk-Kohlensäuregleichgewicht stehen, sodaß auch nur eine einmalige HCl-Injektion pro Jahr zur Lösung der Rohrinkrustationen notwendig ist (Taf. 1).

Die Geothermalsonde von Mesteri

Die Bohrung durchörterte jungtertiäre und triadische Schichten und wurde bis auf 1983 m abgeteuft. Das Schichtenverzeichnis weist bis 1432 m Pliozän und Miozän, bis 1927 m Ladin und Anis (karbonatisch) und darunter Werfener Schichten („Tonmergel“) aus.

Der wasserleitende Horizont von 1880 bis 1927 m Teufe wird vornehmlich von Gutensteiner Kalken mit größerer Trennfugendurchlässigkeit gebildet. Es wird vermutet, daß der Aquifer von den obertags anstehenden mesozoischen Kalken des Bakony-Karsts alimentiert wird.

Einer Ausflußtemperatur von 61° C am Bohrkopf steht eine Temperatur von 73° C, gemessen in 1465 m Tiefe, gegenüber. Bei Heranziehung die-

ser Werte und einem Jahresmittel der Lufttemperatur von ca. 10° C für die Beurteilung der Temperaturverhältnisse des seichtliegenden Grundwassers würde sich eine „wahre“ geothermische Tiefenstufe von etwa 23 m/° C ermitteln lassen.

Die Schüttung des mit 2,2 at am Bohrkopf artesisch überfließenden Wassers beträgt 4,3 l/s. Diese beiden Parameter blieben seit dem Jahr der Bohrung (1964) konstant.

Das Wasser ist mit 1719 mg/l Gesamtlösungsinhalt gering mineralisiert, läßt einen deutlichen H₂S-Geruch verspüren (0,34 mg S⁻⁻/l). Seit 1969 ergaben sich keinerlei Schwierigkeiten bezüglich Korrosion oder Inkrustation. Begründet wird diese Erfahrung durch wahrscheinlich nahezu einem Kalk-Kohlensäuregleichgewicht entsprechenden Zustand (Taf. 1).

Das Geothermalwasser wird zum Betrieb eines Schwimmbades und für die Beheizung und das Begießen von Kulturen in Glashäusern herangezogen.

Untersuchungen zur Aufschließung von Thermalwässern in Sárvár

Da die Qualität des oberflächennahen Grundwassers im Raum Sárvár durch Eisengehalte von 8–9 mg/l und Gesamthärten >20° dH einer Nutzung abträglich ist, wurden Versuchsbohrungen zur Sicherstellung der Wasserversorgung mit 100 bis 300 m Endtiefe niedergebracht. In zum Teil gespannten und artesischen Horizonten des Pleistozäns und Oberpannon waren die hydrochemischen Verhältnisse durch Eisenkonzentrationen um 1 mg/l etwas günstiger. Zur Erkundung tieferliegender Grundwasserträger im Oberpannon wurde 1961 eine 1000 m Bohrung abgeteuft (teleskopierend bis 165 mm Ø). Die Förderung von 6,7 l/s bei einer Absenkung des Ruhewasserspiegels in –10,3 m auf –15,2 m Tiefe des Betriebswasserspiegels sowie die dabei gemessenen Temperaturen begründeten die Hoffnung auf Nutzung geothermischer Energie. Bei einer Temperatur des Wassers in der Lagerstätte von 55° C resultiert unter Zugrundelegung von 10° C für seichtliegendes Grundwasser eine „wahre“ geothermische Tiefenstufe von ca. 22 m/° C.

Eine weitere Tiefbohrung auf Wasser im Jahre 1975 erbrachte ähnliche Ergebnisse. Bis 1200 m Tiefe durchhörte man teleskopierend von 368 mm auf 178 mm Ø Oberpannon. Vier wasserführende Stockwerke wurden in Tiefen von 888–899 m, 911–921 m, 947–957 m und 1012–1019 m erschlossen. Im Liegenden dazu, dem Unterpannon, konnten bis zur Endteufe in 1293 m Tiefe keine Wasserträger mehr angefahren werden. Die Entnahme von 12 l/s senkte den unter Flur gespannten Ruhewasserspiegel von –15,1 m auf –46,1 m Tiefe ab. Einer Bohrkopf-temperatur von 44° C steht in 1000 m Tiefe eine Lagerstätten-temperatur von 50° C gegenüber, wofür unter den genannten Voraussetzungen eine Abkühlung durch die langsame Steiggeschwindigkeit von <0,5 m/s und eine „wahre“ geothermische Tiefenstufe von ca. 25 m/° C maßgeblich ist. Der Horizontalabstand der beiden letztgenannten Bohrungen wurde mit ca. 1200 m festgelegt, um eine hydraulische Kommunikation mit dem älteren Brunnen möglichst auszuschließen. Eventuell könnte darauf auch der Unterschied in der geothermischen Tiefenstufe zurückgeführt werden.

Tiefbohrungen im Raum Rábasömjén

In tertiärem (Badenien) und prätertiärem Kalkstein traf eine im Jahr 1964 auf Kohlenwasserstofferkundung angesetzte 1943 m tiefe Bohrung in Rábasömjén auf sehr hoch mineralisiertes Heißwasser. Die von

1833–1941 m verfiltrierte Strecke erlaubte die Messung einer Lagerstättentemperatur von 94° C und sorgte für einen artesischen Druck von 13 at am Bohrkopf bzw. einen Überlauf von 3,3 l/s. Der enorme Gesamtlösungsinhalt von 66 g/kg bereitet durch Rohrinkrustation binnen einem Monat große technische Schwierigkeiten, wird aber durch Gewinnung von Spurenelementen wirtschaftlich genutzt.

Eine weitere Bohrung im Jahr 1973 (Sárvár-Rábasömjén) erbrachte ähnliche hydrologische und hydrochemische Ergebnisse (Nr. 36 in Taf. 1). Bei einem artesischen Überlauf von 6,3 l/s senkt sich der Ruhedruckwasserspiegel in +122 m auf +10 m ab, was einer spezifischen Ergiebigkeit von $0,06 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ entspricht (Filterrohrdurchmesser 114 mm).

Die „wahre“ geothermische Tiefenstufe läßt sich mit 22 bis 23 m/° C für diesen Raum errechnen.

Nutzung der Geothermie in Steinamanger (Szombathely)

Eine im Jahr 1957 im Köztársaság-Park bis 1721 m Tiefe niedergebrachte Wasserbohrung erschloß nur im Teufenabschnitt von 600 bis 937 m nennenswerte Zutritte aus 7 Aquiferen des Pannons. Die Verrohrung mit 168 mm Durchmesser wurde im Bereich der 6 bis 35 m mächtigen Sandhorizonte perforiert. Der gespannte Ruhewasserspiegel in -47,1 m Tiefe wurde bei einer Pumprate von 4,7 l/s auf -57,0 m abgesenkt, was einer spezifischen Ergiebigkeit von lediglich $0,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ gleichkommt. Die Lagerstättentemperatur von 52° C in 800 m Tiefe berechtigt zur Annahme einer recht günstigen „wahren“ geothermischen Tiefenstufe in der Größenordnung von 18 m pro 1° C Temperaturzunahme.

Gasführung in den Bohrungen Westungarns

Die Lagerstätte in Mihályi wurde in einer Teufe von 1316 m bis 1473 m im Bereich einer Antiklinale von Unterpannon-Sandsteinen („Basiskonglomerat“) angetroffen. Das mit einem Lagerstättendruck von 75 at und einer Temperatur von 32° C entstömende Gas besteht zu 98 vol-% aus CO₂, 0,4 vol.-% aus N₂ mit Methan und Propan als Rest.

Ebenfalls Unterpannon-Sandsteinen entstammt das Gas (mit Salzwasserbeimengung) der Bohrung in Répce Lak: 95 vol.-% CO₂, 0,9 vol.-% N₂, als Rest wurden wiederum Kohlenwasserstoffe genannt.

Die bereits erwähnte Bohrung Sárvár-Rábasömjén 2 fördert aus einem Lithothamnienkalk-Aquifer des Miozäns in 1850 m Tiefe hoch mineralisiertes Salzwasser. Das begleitende Gas besteht zu 82 vol-% aus Kohlen-säure, deren Konzentration mit über 3 g/l angegeben wird (Nr. 36, Taf. 1).

6.7. Literaturverzeichnis (Hydrogeologie)

- BERNHART, L., FABIANI, E., KAUDERER, E., ZETINIGG, H. & ZÖTL, J.: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973). – Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, **29**, 206 S., Graz 1974.
- DAVIS, G. H., MEYER, G. L. & YEN, C. K.: Isotope Hydrology of the Artesian Aquifers of the Styrian Basin, Austria. – Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, **1968**, 51–62, Graz 1968.
- FABIANI, E.: Über die Bedeutung des Quartärs für die Wasserwirtschaft. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesm. Joanneum, **39**, 35(453)–65(483), Graz 1978.
- HACKER, P.: Hydrologische und hydrochemische Mineral- und Thermalwasserprospektion im Bereich Lutzmannsburg-Klostermarienberg. – Unveröff. Ber. d. Geotechn. Inst., 10 S., Wien (BVFA Arsenal) 1980.

- HACKER, P. & KOLLMANN, W.: Isotopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen im südlichen Burgenland. – Mitt. österr. geol. Ges., **74/75**, 245–263, Wien 1981.
- KOHLER, M. A., NORDENSON, T. J. & FOX, W. E.: Evaporation from pans and lakes. – Weather Bureau Research Paper, **38**, Washington 1955.
- KOLLMANN, W.: Bericht über die Exkursion in Westungarn vom 2. bis 5. 11. 1976. – Unveröff. Ber. d. Abt. Bau-Hydrogeol., 12 S., Wien (Geol. B.-A.) 1976.
- KOLLMANN, W.: Bericht 1976 über hydrogeologische Aufnahmen im Quartär, Tertiär und in der Rechnitzer Serie auf den Blättern 138, Rechnitz und 139, Lutzmannsburg. – Verh. Geol. B.-A., **1977**, H. 1, A123–A124, Wien 1977.
- KOLLMANN, W.: Abschlußbericht für 1979 zum Projekt: Wasserhöffigkeitskarte für die Bezirke Oberwart, Güssing und Jennersdorf. – Unveröff. Bericht mit weiteren Einzelbeilagen d. FA. Hydrogeol., 10 S., Wien (Geol. B.-A.) 1980.
- 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**, H.1, Wien (im Druck).
- LEDITZKY, H. P. & FANK, J.: Geothermiestudie im mittleren Burgenland, Schwerpunkt Bezirk Oberpullendorf. – Unveröff. Endbericht d. Inst. f. Geothermie und Hydrogeologie, 30 S., Forschungszentrum Graz 1980.
- VIZGAZDÁLKODÁSI TUDOMÁNYOS KUTATÓ ITÉZET KIADVÁNYA : Magyarország Hévízkútjai (Hévízkútataszter). – Budapest 1965.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. – Österr. Akad. Wiss. mathem.-naturwiss. Kl., Denkschriften, **110**, 1. Abh., 180 S., Wien (Springer) 1955.
- ZOJER, H.: Untersuchungen zur Frage des Wasserverlustes an der mittleren und unteren Feistritz. – Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, **24**, 11–45, Graz 1972.

Probenbezeichnung					Q	Temp.	pH ge- messen	pH Sättigungs- index	freies CO ₂	zuge- höriges CO ₂	über- schüss. CO ₂	Si	O ₂ Sättigung	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Sr ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	F ⁻	
GBA Nr.	Lokation MLL-Koordinaten	Datum	Teufe [m]	Geol. Angaben	[l/s]	[°C]			[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mmol/m ³]	[mmol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mmol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mol/m ³]	[mmol/m ³]	[mmol/m ³]	[mmol/m ³]					
138/30	Sauerbrunn, Klostermarienber (1066660/5253630)	1976-08-02	0 – 1,9	Tektonische Störung	—	12,7	6,4	-0,4	8,6	3,1	5,5	404	34	1,09	0,07	—	3,84	0,70	—	54	—	0,2	4,59	0,24	—	9,65	0,7	0,10	3,7	14	
138/x30	Sauerbrunn, Klostermarienber (1066660/5253630)	1979-11-08	0 – 1,9	Tektonische Störung	0,1	9,3	—	—	11,1	7,1	4,0	—	—	1,60	—	18	5,36	0,88	—	186	—	—	—	0,41	0,33	13,46	—	—	—	—	74
138/45	Rabnitzquelle (1068200/5253900)	1979-11-08	—	?Holozän	—	11,0	—	—	4,0	0,8	3,2	—	—	1,03	—	4,1	2,3	1,09	—	226	—	—	—	0,65	0,43	6,83	—	—	—	—	—
139/1	Kroatisch Geresdorf (1070820/5261340)	1976-07-12	2,4 – 5,1	Pannon – Pont	—	12,9	7,6	+0,2	0,6	0,6	0,0	765	43	0,61	0,09	—	1,4	2,43	—	2	—	10,6	0,26	0,63	—	6,46	0,7	1,04	0,2	16	
139/2	Lutzmannsburg (1073180/5258510)	1976-07-12	2,5 – 7,5	Pannon – Pleistozän	—	12,1	7,5	+0,2	0,9	0,6	0,3	86	41	0,36	0,61	—	2,25	1,07	—	2	—	0,2	0,22	1,07	—	5,47	0,2	0,83	8,4	8	
139/3	Friedhof Frankenau (1070520/5256100)	1976-07-12	4,8 – 5,0	Holozän	—	11,9	7,6	+0,3	0,7	0,6	0,1	110	41	0,31	0,03	—	2,25	0,99	—	2	—	14,2	0,85	0,93	—	5,29	0,7	0,58	0,1	11	
139/4	Zagabach - Pfeifergraben (1074380/5260050)	1980-09-16 1. Probe	2,2 – 3,9	Pleistozän	0,05	12,4	7,0	0,0	1,2	1,4	-0,2	33	—	0,30	0,04	—	3,69	1,07	4,2	1	<0,2	—	—	0,98	1,06	6,65	n.n.	0,27	n.n.	7	
139/x4	Zagabach - Pfeifergraben (1074380/5260050)	1980-09-16 2. Probe	2,2 – 3,9	Pleistozän	0,05	12,7	7,0	0,0	1,2	1,4	-0,2	—	—	0,30	0,04	—	3,69	1,07	5,1	0,4	<0,2	—	—	0,95	1,00	6,57	n.n.	0,27	n.n.	7	
139/5	Strebersdorf 26 (1071650/5257650)	1980-09-17 1. Probe	4,0 – 5,5	Holozän	0,05	12,2	6,9	+0,2	2,8	5,1	-2,3	50	—	3,05	6,14	—	3,72	1,88	5,1	4	<0,2	—	—	2,96	1,94	13,23	4,3	0,72	n.n.	2	
139/x5	Strebersdorf 26 (1071650/5257650)	1980-09-17 2. Probe	4,0 – 5,5	Holozän	0,05	12,2	6,9	+0,2	3,2	5,0	-1,8	50	—	3,05	6,14	—	3,72	1,65	5,7	4	<0,2	—	—	2,93	1,93	13,11	6,5	0,69	—	2	
139/6	Rabnitz (1071750/5257750)	1980-09-17	—	—	—	—	7,6	0,0	0,2	0,2	0,0	50	—	0,74	0,34	—	1,48	0,68	2,5	2	<0,2	—	—	0,45	0,47	3,64	6,5	0,28	n.n.	6	
139/7	Lutzmannsburg 23 (1072650/5258650)	1979-09-18	—	Pleistozän	—	12,1	7,3	0,0	0,1	0,5	-0,4	115	—	0,20	—	—	2,53	0,97	—	—	—	—	—	1,05	0,71	4,73	—	—	—	—	—
139/8	Lutzmannsburg 8 (1072825/5258475)	1979-09-18	—	Pleistozän	—	14,3	7,45	+0,15	0,1	0,8	-0,7	156	—	0,81	—	—	2,63	1,19	—	—	—	—	—	0,80	1,05	5,55	—	—	—	—	—
139/9	Lutzmannsburg 148 (1072975/5258450)	1979-09-18	—	Holozän	—	11,2	7,15	+0,15	0,1	1,4	-1,3	128	—	0,46	—	—	3,26	1,51	—	—	—	—	—	1,07	0,79	7,35	—	—	—	—	—
139/10	Lutzmannsburg 140 (1073075/5258450)	1979-09-18	—	Holozän	—	12,0	7,1	+0,1	0,2	1,4	-1,2	146	—	1,20	—	—	3,84	2,39	—	—	—	—	—	2,70	2,14	6,67	—	—	—	—	—
139/11	Lutzmannsburg 26 (1073190/5258300)	1979-09-18	—	Holozän	—	11,9	7,05	?-0,7	0,2	1,7	-1,5	148	—	1,07	—	—	3,62	1,36	—	—	—	—	—	1,60	0,92	7,58	—	—	—	—	—
139/12	Lutzmannsburg 122 (1073150/5258550)	1979-09-18	—	Pleistozän	—	11,9	7,3	+0,2	0,1	1,0	-0,9	135	—	0,48	—	—	3,49	1,19	—	—	—	—	—	1,25	1,37	5,86	—	—	—	—	—
139/13	Lutzmannsburg 106 (1073350/5258475)	1979-09-18	—	Pleistozän – Holozän	—	12,2	7,15	+0,05	0,1	0,8	-0,7	113	—	0,34	—	—	2,94	1,19	—	—	—	—	—	1,10	0,89	5,75	—	—	—	—	—
139/14	Lutzmannsburg 76 (1073650/5258375)	1979-09-18	—	Holozän	—	12,6	7,2	+0,1	0,2	0,9	-0,7	113	—	0,63	—	—	3,06	0,99	—	—	—	—	—	1,35	0,83	5,71	—	—	—	—	—
139/15	Hofstatt 42 (1073550/5257850)	1979-09-18	—	Pannon – Pont	—	10,4	7,2	+0,1	0,2	1,2	-1,0	163	—	0,64	—	—	2,28	2,10	—	—	—	—	—	0,46	0,48	7,99	—	—	—	—	—
139/16	Fischteich (1073650/5259600)	1979-09-18	—	Pleistozän	—	14,6	7,2	0,0	0,1	0,7	-0,6	151	—	0,35	—	—	2,40	1,03	—	—	—	—	—	0,67	0,49	5,54	—	—	—	—	—
139/17	Bründl (1072150/5258960)	1979-11-08	—	Pleistozän	—	9,8	8,0	+0,8	0,1	0,8	-0,7	—	—	0,32	—	—	2,59	1,01	—	—	—	—	—	0,60	0,37	6,20	—	—	—	—	—
139/18	Frankenau (1069300/5255800)	1980-03	3,2 – 5,5	Pannon – Pont	—	5,6	—	—	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/19	Kroatisch Geresdorf (1070650/5262300)	1980-03	1,9 – 7,2	Pannon – Pont	—	8,0	—	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/20	Kroatisch Geresdorf (1070850/5261550)	1980-03	2,8 – 5,9	Pannon – Pont	—	6,6	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/21	Kroatisch Geresdorf (1071200/5261200)	1980-03	10,6 – 16,1	Pleistozän	—	10,5	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/22	Lutzmannsburg (1072250/5258050)	1980-03	3,1 – 4,8	Holozän	—	8,0	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/23	Lutzmannsburg (1073350/5258325)	1980-03	6,7 – 8,9	Holozän	—	8,6	—	—	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/24	Lutzmannsburg (1072775/5258550)	1980-03	5,0 – 11,5	Pleistozän	—	8,8	—	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/25	Strebersdorf (1073450/5257725)	1980-03	6,6 – 7,1	Holozän	—	6,0	—	—	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/26	Strebersdorf (1071475/5257450)	1980-03	5,4 – 5,9	Holozän	—	8,2	—	—	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/27	Strebersdorf (1071300/5257425)	1980-03	5,0 – 6,2	Holozän	—	8,4	—	—	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/28	Großmutschen (1069325/5258650)	1980-03	13,4 – 16,5	Pannon – Pleistozän	—	10,9	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/29	Großmutschen (1068850/5258750)	1980-03	8,9 – 14,2	Pannon – Pont	—	10,1	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/30	Großmutschen (1069075/5258650)	1980-03	7,0 – 10,8	Pannon – Pleistozän	—	9,8	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139/31	Bük 1 (1084260/5249750)	1960	840 – 1010	?Devon – Pannon	0	>58	6,76	—	25,0	—	—	103	—	24,6	—	—	10,7	1,87	—	65	2,6	—	—	5,30	—	44,6	n.n.	n.n.	—	189	
139/33	Bük 3 (1070525/5256050)	1973	1003 – 1100	Devon	≈37	67	6,7	—	33,2	—	—	233	—	23,7	—	—	10,0	3,86	—	45	n.n.	—	—	5,63	0,21	51,1	6,5	0,08	2,6	79	
/34	Mesteri	1964	1488 – 1983	Anis – Ladin	4,3	73	—	—	12,6	—	—	725	—	4,96	—	—	3,47	1,41	—	131	n.n.	—	—	1,93	0,35	11,6	n.n.	n.n.	—	71	
/35	Sárvár 2	1975	888 – 1019	Pont	12	50	7,9	—	1,1	—	—	133	—	40,9	—	—	0,25	0,27	—	9	n.n.	—	—	9,93	n.n.	32,6	n.n.	0,07	—	—	
/36	Sárvár-Rábasömjén 2	1973	1795 – 2005	?Devon – Baden	6,3	101	6,35	—	69,2	—	—	67	—	1026	—	—	3,23	2,15	—	1254	n.n.	—	—	982	8,8	47,5	—	0,01	—	158	