

## A LILLAFÜREDI KUTATÓ MÉLYFÚRÁS EDDIGI TÖRTÉNETE ÉS GEOLOGIAI VISZONYAI.

Irta: PÁVAI VAJNA FERENC dr.\*

— 1 szöveggözüti szelvényvel és 9 fényképpel a kötet végén. —

A magyar kir. Földmívelésügyi Miniszter úr 1926 november 8-án kelt átiratával a Pénzügyminiszter urat arra kérte, hogy tárcája terhére Lillafüredre utazhassam s ott vizsgálatokat végezzek arra vonatkozólag, vajjon a lillafüredi völgyben lehet-e forróvizet találni s hol volna az erre vonatkozó fúrás beállítható? Az átirat hangsúlyozza, hogy ez a kiküldetésem országos nagy jelentőséggel bír.

A kérdés eldöntését célzó geologiai vizsgálatokat addigi tapasztalataim alapján pár nap alatt elvégeztem s a fúrópontot kitűztem. A kutató fúrás legalább egy 1000 m mélységig való fúrásra alkalmas Fauck-féle bérelt garnitúrával MAZALÁN PÁL okl. bányamérnök, fúrásvállalkozó vezetése alatt meg is indult 1927 május 5-én. A fúrás műszaki ellenőrzését a Pénzügyminisztérium részéről FALUDI BÉLA bányatanácsos gyakorolta, s a geologiai fúrási tapasztalatokat magam gyűjtöttem össze.

A fúrás 14 hüvelykes csövekkel indult, majd 12, 10, 9 és 7 hüv. csövekkel folytattatott 727·70 m mélységig, ahol az utolsó csőkolonna mintegy 100 m-es csőhosszban szilárdan becementeztetett, a paleozoikus mészkőben talált maximum 24 fok C langyos víz fúrólyukból való kizárása szempontjából. Az egyes csőkolonnák sarui 20·65, 125·56, 280·80, 469·80 és 727·70 m-ben állítottak le.

Az átfúrt rétegsor — amint az a külszíni tapasztalatok alapján várható volt — 0·0—18·50 m-ig mésztufa, 18·50—19·70 m között mésztufás, agyagos görgeteg s 19·70-től sokszor üreges, repedéses, paleozoikus-mészkő következett, körülbelül olyan rétegsorban, amint azt a fúrás helyétől (a lillafüredi Szinva völgy baloldalán, sziklán álló régi, kis kápolnával szemben) a Matyóvilla felé az útmentén feltárva láthatjuk. 726·40 m-nél a fúrás keresztül-ütötte a mészkövet és belejutott a valószínűleg itt ezen a helyen ugyancsak paleozoóskorú tektonikusan erősen összetört pirités palákba.

A 727·70 és 734·50 m közötti csövezetlen kis szakasza a fúrólyuknak ezekben az omlékony palákban mélyesztetett, amelyek a felszínen a Matyóvilla és a régi szállodán felüli útszakasz mentén állanak előttünk, erősen gyűrődött és tektonikusan összetört palapikkely formájában.

\* Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat Hidrológiai Szakosztályának 1929. évi április 24-i és a Magyarhoni Földt. Társulat 1930. évi jan. 8-i szakülésén.

A kutató fúrásban jóformán állandóan volt víz, amelynek szintje eleinte a felszínalatti 23 m-ben állott s fenékhőmérséklete a hideg, sokszor fagyos Szinva vízzel való állandó öblögetés ellenére 14—15 fok C volt. 397·00—407 közötti szakaszban egy átfúrt repedésrendszerből a felszín fölé is emelkedő és kiömlő vizet tártak fel. Ugyanakkor a fúrásban a fenékhőmérséklet lehűtött és rendes maximum—minimum hőmérőkkel mérve 18 fok C-ra emelkedett fel 10 m előrehaladás után. Tekintettel, hogy 397 m-ben megelőzőleg ugyanazok a hőmérők 15·00 fok hőmérsékletet mértek, a fúróluknak és víznek 3·00 fokkal való felmelegedését egy újabb 18 foknál melegebb víz felmelegítő hatásának gondolhatjuk.

Továbbfúrás alatt a csövezetés folytán a víz nivója leszállott a felszínalatti 14—17 m mélyre, *de nem ment le a megelőző 24 m-es felszínalatti nivóig*. Érdekes, hogy ettől kezdve az öblögető szivattyú leállítása után egy darabig a fúrólukból a víz a mellékelt képen látható módon a felszín fölé ömlött ki (l. 2. sz. kép a kötet végén.), s azután szállott le a vízszint fokozatosan a 14—17 m-es állandó víznívóra.

Ennek a jelenségnek éppen úgy, mint később a 855 m-ből észlelt 2·5 m magasan való vízkiömlésnek pontos magyarázata az üreges, repedezett, tehát nem zárt edény rendszert képviselő mészkőben bajosan precizírozható, bár kétségtelen, hogy ez az átfúrt mészkőpikkely úgy fekében, mint távolabb a fedüben is palapikkelyek közé van befogva s a Szinva völgy felett 2—300 m magasban tekintélyes vízgyűjtő dolinás területen folytatódik s így üregeiben és repedésrendszereiben a vizen hidrosztatikus nyomás is érvényesülhetne.

Meg kívánom jegyezni, hogy 264·3 és 424·7 m-ben kénhidrogén s 358·3 m-ben meg nem gyulladó, csípős szagú gázt (valószínűleg CO<sub>2</sub>, vagy N) is észleltek fúrás közben.

Miután 1928 december 22-én elérték a fúrásban a palákat, az addig szokásos módon hőmérséklet mérést végeztek a fúróluk fenekén. A hőmérők kihúzásakor azt tapasztalták, hogy a hőmérőket az azokat burkoló vascsőbe benyomult 70 légköri nyomásnál nagyobb nyomású fenéken levő víz összetörte, mert a vascsőburok végét elzáró vastag parafadugó összezsugorodott, megkeményedett és oldalán kioldásszerű barázdák keletkeztek, amit eddig a mészkőben feltárt víznél nem észleltek. Ettől kezdve tömített fémelzárást alkalmaztak a hőmérők tokjára, de ellenőrző kísérletképpen, amint az a lillafüredi építési kirendeltség 1929 január 5-én kelt jelentéséből kitűnik, pontosan lemért átmérőjű és magasságú, új tiszta forróvízben kiáztatott parafadugókat bocsátottak le a hőmérőkkel egyszerre a fúróluk fenekére, amikor is 24 órai ottani állás után kiemelve, „*a dugók a méretváltozáson kívül rugalmasságukat is nagy mértékben elvesztették s a megerősítésükhöz használt oxidált vörösrézdrót teljesen megtisztult*“. A Negretti Zambra-féle és rendes maximál hőmérsékkel mért fenék hőmérséklete ugyanekkor kereken 32 fok C-nak állapítottat meg 1929 január 5-én 728·20 m mélységben. Meg kell jegyeznem, hogy

megelőzően 700 m-ben december 3-án 23·2 fok C hőmérsékletet mértek a mészkőben, 727·40-ben pedig a palákban 1928 dec. 26-án 24 fokot, 1929 január 2-án 26·6-, 3-án 28- és 4-én 29·5 fokot anélkül, hogy tovább fúrtak volna s így bátran mondhatjuk, hogy a palába jutva napról-napra emelkedett a fenékhőmérséklet 23·2, 24, 26·7, 28, 29·5 és 32 fok C-ra, ami feltétlenül jelentős hőemelkedés, ha tudjuk, hogy megelőzően fúrás közben ebben az időben jóformán jeges Szinva vízzel öblögetve állandóan lehűtötték a fúrólyukat. A fenti gyors hőmérsékletváltozás tisztán annak tulajdonítható, hogy *az összetört palákba benyomott csösaru nagy részben kizárta a kisebb hőmérsékletű, mészkőben keringő legfeljebb 24 fokos langyos vizeket s érvényesülhetett a mélységgel járó geotermikus grádiens.* Meg kell azonban említenem, hogyha az észlelt akkori legnagyobb (32°) hőmérséklet alapján számítjuk a 728·3 m mély lillafüredi fúrásban a geotermikus grádiens, nem az úgynevezett normális 33 m-es geotermikus grádiens, hanem kisebbet, kerekén 31 m-eket kapunk az említett hidegvizes lehűtés és nem tökéletes karsztvíz zárás ellenére. *Ezt a tényt és azt, hogy a palákban elért víz a parafadugót maradandóan összezsugorította s az oxidált vörösrézdrótot rozsdától megtisztította, olyan tényként kell leszögezmem, amely az 1929 január 8-án megtörtént cementezéssel végrehajtott vízzárás előtt állapítottat meg.* Ugyanakkor a kútból kanállal összekevert vízpróbát vettek.

Ezt a kétségtelenül még karsztvíz, öblögető Szinva víz és palából származó vízkeveréket a diósgyőri vasgyárban BIBER JÓZSEF mérnök elemezte meg s az erre vonatkozó 18.552/1929. vasgyári számmal ellátott bizonylat 274—283 mgr szilárd maradékot, 9·0 mgr  $\text{SO}_3$ , 6·0 mgr Klórt (Na Cl-hez kötve) talált benne  $\text{CO}_2$  jelenlétét konstataálta és 10·65 összes keménységet, 10·64 változó keménységet, 1·1 tiszta mész okozta keménységet határozott meg 3·8 lúgossággal. Ezek az adatok a kevert víznek sem a parafadugóra, sem a rézoxidra gyakorolt hatását nem magyarázzák meg s így fel kell tételeznünk, hogy ez csak a fenéken érvényesült, ahol az úglátszik kis mennyiségű fenékvíz kevésbé keveredve érvényesíthette ezt a hatását.

A fúrólyukban 1929 január 8-án cementezték be a 727·70 m-ben álló csösarut. Január 10, 11, 20, 21 és 22-én a csőben maradt cementet felfúrták és kikanalazták, 23, 24, 25, 26-án előre fúrtak 728·20-tól 734·5 m-ig. *A cement jól kötött, a víznívó jelentékenyen apasztható volt.* Továbbá fúrás alatt a hideg öblögetés nyilvánvalóan többszörösen (250-szer) kicserélte a fúrólyukban a cementtől átalakult vizet, mire a hőmérséklet megint leszállott 24·5 fok C-ra, tekintettel, hogy az öblögető víz abban az időben 4—5 fok C hideg volt. Január 30-án újból cementeztek, most már azért, hogy az összeomló palát megkössék és szakaszonként csővezetlennül lehessen tovább fúrni. A cement azonban a fúrólyuk fenekén *a most már karsztvízzel nem keveredő és palákkal érintkező vízben nem kötött.* Február 6-án újabb cementadagolás, 10-én még mindig nem kötött, bár 4 százalék kalciumkloriddal keverték. Feb-

ruár 4, 5, 10, 13 és 15-ike között öt napon keresztül a cementezéseket fel-fürték s a fúrólyukat kiöblögették. A szivattyú percenkint 800 liter vizet nyomott be a fúrólyukba 34 órán keresztül, tehát összesen 1.632.000 liter Szinva vizet. A 7 hüv. 730 folyóméteres bélésű köbtartalma kereken 18.000 liter, vagyis ez alatt az öblögetés alatt a cementezések folytán fúrásban volt, a cement átalakulási termékeit felvett víz 90-szer cserélődött ki. A fúrasi naplóba febr. 15-én bejegyzett intézkedésünk értelmében ezután vétetett az észlelt különös jelenségek magyarázatára az a víz február 19-én, amelyet az Országos Közegészségügyi Intézet február 21-én kapott és elemzett meg azzal a véleményel, hogy „a víz feltűnő sajátsága erősen lugos vegyhatása“.

Március 1—9-ike közötti időben rákkal próbálták a bélésűvet a cementből kikalapálni, de az annyira jól kötött mintegy 100 m hosszban a saru feletti mészköben, hogy nem sikerült 7 hüv. kolonnát megszabadítani. Június 21-ig minden munka szünetelt, akkor azonban a M. kir. Országos Közegészségügyi Intézet adjunktusa, JENDRASSIK ALADÁR jelenlétében 125 liter vízminta vétetett a fúrás 730 m mélységéből, mielőtt az akkori 70 m-es vízfelszínről két kanál vizet merítettek a kanál megtisztítás céljából. A vízmerítésnél sok, hallható zizegéssel távozó gázt figyeltünk meg. Ez a gáz nitrogénnek bizonyult. A víz szilárd maradéka 620 mgr volt. Qualitative bórsav nyomait állapította meg az elemző JENDRASSIK ALADÁR adjunktus, amely a víz mélyből való származására utal. A vegyelemzés eredménye a következő:

Sűrűség 15° C-on, 4° C vízre vonatkoztatva: 0·99928.

Kationok:	gramm 1000 g vízben	millimol	millival	millival ‰
Káliumion:	0·04222	1·0798	1·0798	11·16
Nátriumion:	0·04866	2·1157	2·1157	21·86
Ammoniumion:	0·00037	0·0201	0·0201	0·207
Kalciumion:	0·12887	3·2062	6·4124	66·27
Magnéziumion	0·00013	0·0053	0·0106	0·109
Ferroion:	nyom	—	—	—
Alumíniumion	0·00034	0·0126	0·0378	0·391
Összesen:	0·22059	6·4397	9·6764	100·0

#### Anionok:

Nitrátion:	nyom	—	—	—
Klórion:	0·01041	0·2936	0·2936	3·03
Szulfátion	0·00715	0·0744	0·1488	1·54
Hidroxilion:	0·15473	8·9998	8·9998	93·01
Karbonátion:	0·00439	0·8732	0·1464	1·51
Szilikátion:	0·00334	0·0439	0·0878	0·907
Összesen:	0·18002	9·4849	9·6764	100·0

Oldott oxigén 0·00528, a felszínre került mintában, rövid állás után a levegőn. Káliumpermanganát fogyasztás (mg oxigén 1 liter vízre) 3·82, aminek tanúságaként a következő konkluziót olvashatjuk az Országos Közegészségügyi Intézet július 23-án kelt jelentésében: „A kationok mennyiségének túlnyomó részét kalcium

teszi ki, amely mellett kisebb mennyiségben *nátrium* és *kálium* is szerepelnek. *A víz rendkívül különleges sajátsága azonban, hogy az anionok túlnyomó mennyisége hidroxilion, míg hidrokarbonátok egyáltalán nem, karbonátionok pedig igen kis mennyiségben mutathatók ki.* Egyéb anionok is csak csekély mennyiségben voltak találhatóak. Amennyiben nem a kútfúrás műveletek alkalmával esetleg bevitt anyagok okozták a víz ezen sajátságos összetételét, a vett víz-mintát *határozottan a tudásunk szerint eddig vizsgálat alá került vizektől eltérő tulajdonságú víznek kell minősíteni.*“

Bevitt anyag csak a cement volt, az azonban a pirites palákban nem kötött, az ott megelőzően rézoxidoldó és parafadugót zsugorító hatásúnak bizonyult vízben, tehát a nagy lúgossága a víznek és a nagy nitrogéngáz tartalma sem vezethető vissza, különben is, amint reámutattam, a cement utóbb felfúratott és az utánomló omladékkal együtt 34 órán át 1,632.00 liter vízzel kiöblítettett, s a fúrás bélés-csővének köb-tartalma 90-szer kicséreltetett. A becementezett cső mögül a cement oldata ugyancsak nem ömölhetett be, hiszen egy hónappal előbb a saruban vizet zárt, tehát kötött, s a sarunál legfeljebb pár négyzetcentiméter felületen érintkezett a csőben levő vízzel, amely *bórsav nyomait különben sem vehette volna a cementből, de az öt hónap múlva, sőt ma is nagy mennyiségben mutatkozó nitrogéngáz sem vezethető le abból a kevés levegőből, amely hónapok előtt a cement és felszíni víz keverékében egyáltalán lehetett.* S ha a cement nem kötött, mi vonta el a levegő oxigénjét, hogy csak a nitrogén maradjon vissza s ha úgy volna is, miért nem szállott, buborékolt fel hónapok — idestova egy év — alatt a nyitott fúrás-csőből a gázalakú nitrogén?

Ezek a nehezen megdönthető argumentumaim amellet, hogy a víz megállapított összetételének semmi, vagy csak igen csekély véletlen köze van a cementezéshez s az tényleg a megütött palák vizének összetétele és különleges sajátsága, amelyet úgy tudományos, mint gyakorlati szempontból okvetlenül ki kellett volna és ki kell vizsgálni.

Részben ebből a célból, 57 m-es víznívóról július 8. és 18-ika között a kút jobbára a fenékről merítve — tehát a vizet összekeverve — ismételten lekanalaztak 555.0 m-ig, amikor a víznívó csak lassan emelkedett, de azért a hozzáfolyás határozottan megállapítható volt. Ezzel a kanalazással mintegy 12.500 liter vizet mertek ki a kútból, vagyis körülbelül a belső bélés-cső köb-tartalma  $\frac{2}{3}$ -ának megfelelő quantumot, de azért a víznívó 1929 október 14-ig 417 m-ig emelkedett a felszín alatt.

A mélyen való lekanalazás folytán azonban júl. 25-től a kútfenek hőmérséklete meglepetésszerűen 28 fok C-ról 22 fokra szállott le s a júl. 18-án EMSZT KÁLMÁN főgeológus-vegyész által vett 100 l vízpróba elemzése azt eredményezte, hogy a víz előbbi összetétele is megváltozott, a JENDRASSIK által megállapított lúgossága lecsökkent s a hidrokarbonátok és karbonátok felszaporodtak. Mivel a víz és fúrólyuk hőmérséklete 6—8, sőt 10 fokot hűlt le, *nem mondhat-*

*juk, hogy a vízhozzáfolyás a saru mögül történt és onnan jött be a karbonátos karsztvíz, hiszen akkor a már januárban mért fenékhőmérséklettel jöhetett volna csak be, hanem csak arra gondolhatunk, hogy fenn valahol a bélésűső valamilyen rákozás közben keletkezett repedésén, vagy valamely lazább összecsavarásnál folyt be a 22 fokosnál hidegebb karsztvíz s nyomta el az úgylátszik kisebb nyomású palákból szivárgó lúgos vizet. Csak akkor beszélhetnénk fenékről származó víz vegyalkatának megváltozásáról, ha a hőmérséklet nem szállott volna le 10 fokkal az alá a maximális hőfok alá, amit január 5-én mindenféle cementezés előtt konstátáltak, 28 fok hőmérsékletet különben Negretti Zambra hőmérővel július 19-én EMSZT KÁLMÁN is mért a kútban. Itt kell leszögezni, hogy a magas hőmérsékletek mérési adatait szintén senki sem hozhatja a cementezéssel összefüggésbe, hiszen január 5-ike előtt mérték őket s a cementezés január 8-án kezdődött.*

Az előadottak alapján világos, hogy a 726·40 m-ben megütött palákból már cementezés előtt olyan vízhozzáfolyás állapítható meg, amely még részben karsztvízzel keveredve is a parafadugót összezsugorította és rugalmasságát csökkentette, amely a vörösréz oxidját leoldotta, s amelyben a karsztvíz kizárása után a bélésűsőben levő cement felfúrása és többnapig előrefúrás omladék és kiöblögetés után a cement még kalciumkloriddal keverve sem kötött. Ezt az utóbbi jelenséget ugyan valószínűleg az is elősegítette, hogy a cementezendő térbe nitrogéngáz ömlött be és apró buborékaival mozgásban tartotta a cementkeveréket, amely így nem tudott egységes masszává összeállni. Mindenesetre a lillafüredi fúrásban 726·40 — 734·50 m között észlelt víz hidroxidos lúgossága és bórsavtartalma, valamint a vele keveredő sok nitrogéngáz olyan tulajdonságok és tények, amelyek a víz mélységi eredetére utalnak, az ott, a palákban talált sok kristályos piritbehintéssel egyben, vagy legalább is arra, hogy a víz fenti vegyi összetétele és tulajdonsága a palák speciális anyagának oldódására vezethető vissza, de nem arra, hogy azok az utólag eszközölt és százszoros vízzel kifűrt, felmosott, kicserélt cementezésnek a következményei. Még ha fel is tudnánk tételni, hogy a lúgosságát és kalciumhidroxid tartalmát a cementezés fokozta, a víz mindkét vegyelemzés által kimutatott bórsavtartalma és a még meglevő sok nitrogéngáz jelenléte benne a cementezésből le nem vezethető, amiért is tényként állapítható meg, hogy a lillafüredi kutató mélyfúrásban eddig 397—407 m között, valamint 466 és 655 m-ből a paleozoikus mészkőből 18 fokos felszálló karsztvíz és 726·40—734·50 m közötti mélységben 28—32 fok fenékhőmérsékletű meleg, de kis mennyiségű, még fel nem szálló, erősen lúgos unikum számba jövő vizet találtunk, bórsavnyomokkal és sok nitrogéngázzal.

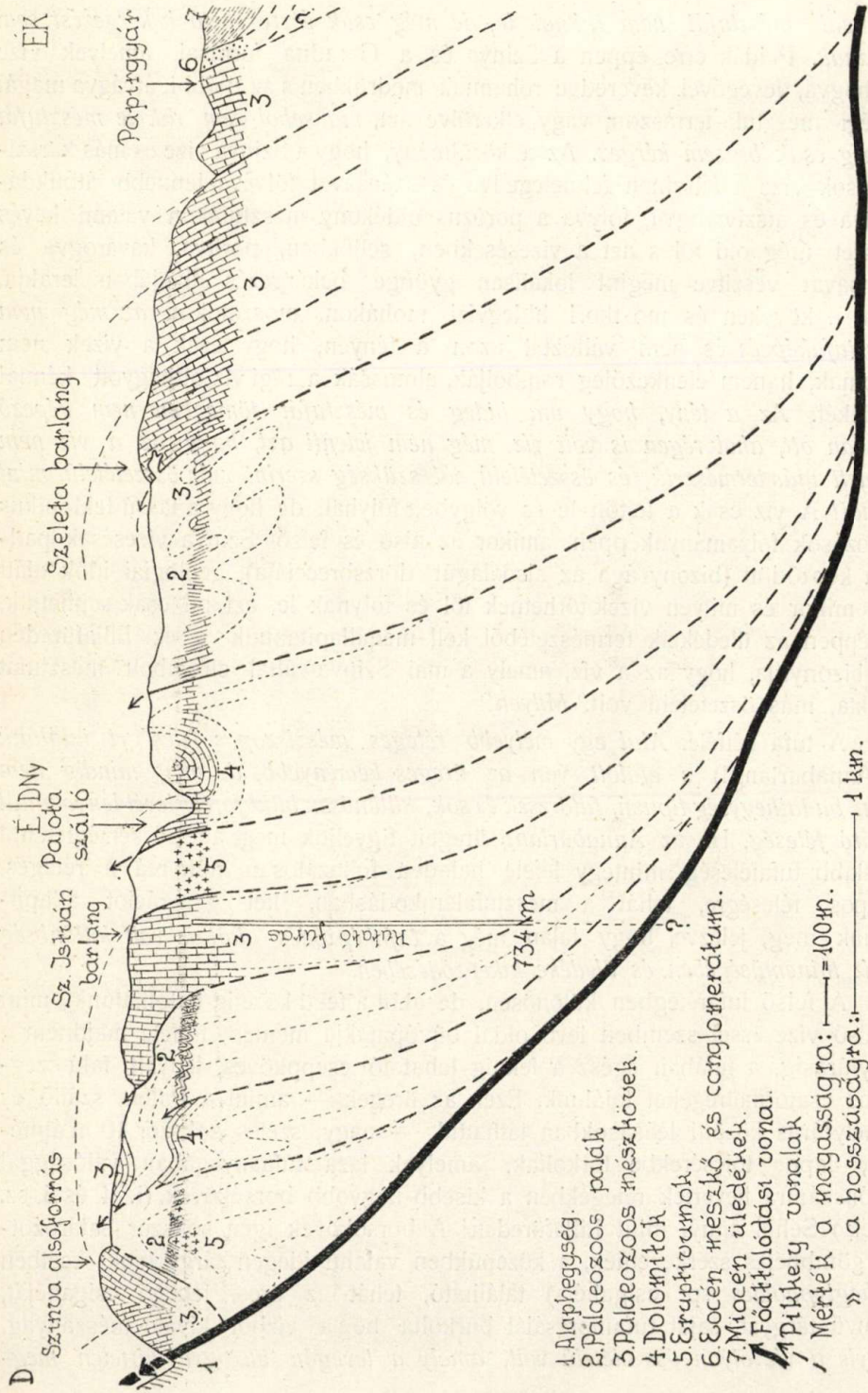
Mivel a felső víz egészséges, tiszta, használati és ivóvízzel láthatja el a mélyebbfekvésű közeli Palota szállodát, de az észlelt jelenségek alapján a fúróluk fenékén még olyan víz is mutatkozik, amely vastag, erősen gyűrt és összetört palákban nemcsak több férőhelyet találhat a tektonikus vonalakon s így azok átfúrásával szaporítható, hanem töményebb és lefelé haladva melegebb

és melegebb is kell legyen s ez a tulajdonsága és a nitrogéngáz szaporodása felhajtó erőt is adhat neki, tehát *alkalikus meleg, felszálló gázos víz remélhető, a kutató fúrásnak nemcsak a beszüntetése, de a 11 hónapos szüneteltetése sem indokolható.*

Különösen nem akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a lillafüredi nagy, de hézagpótló munkaalkalmat és foglalkozást nyújtó, maradandó alkotás investíciójának értékét egy melegvíz fakasztása, de pláne egy unikum gyógyásványvíz exploitalása jelentékenyen fokozná, s ez a kísérlet csak az investíciók *egy kis hányadába kerül.* Szerény véleményem szerint ez az üzleti lehetőség, még ha a kutatás nagy horderejű tudományos lehetőségétől el is tekinthetnénk, magában parancsolólag írja elő a lillafüredi fúrást, hiszen nemcsak szabad, de szükséges, hogy a magyar föld még rejtett kincseit felkeressük és ha nyomára akadunk — *mint Lillafüreden is* — a kutatást a termelésig folytassuk, s igyekezetünket aprópénzre váltsuk be.

*Geológiai viszonyok.* Amikor láttuk már, hogy a lillafüredi fúrásban az ellenvélemények ellenére igen is van felszálló víz és mutatkozik egy meleg unikum gázos ásványvíznek is a jelenléte, szinte fölösleges a kutatás alátámasztására a geológiai érveket felsorakoztatni, de az ügy tudományos oldalát szem előtt tartva, röviden azt is ismertetni kívánom.

Mindenekelőtt le kell szögezmem, hogy a lillafüredi Szinva völgy alsó, mintegy *km-nél is hosszabb szakaszát egészben egy porózus, erősen borsóköves üreges, sok fatörzs és falevél lenyomatát, de kevés, jobbra szárazföldi, vagy legfeljebb erdei csiga héját magábazáró mésztufa tölti ki.* Ez a mésztufa a Szinva völgy végén a Palota szállónál *45 m vastag,* de a kutató fúrásnál is még *18·5 m-es* s csak fenn az utolsó villákon felül ékül ki. Egyelőre eltekintve a mésztufa sokat vitatott származásától, le kell szögeznünk, hogy a mésztufa egy mélyen kierodált völgyet tölt ki s hogy, amint az a mellékelt képen is jól látható (l. 1 sz. kép), ma a völgyben folyó Szinva patak vize ezt a régi, kétségtelenül vízből kicsapódott üledéket hátráló erozióval majdnem százméter hosszban elmosta s *máig pusztította és nem építette.* Kétségtelen, hogy *az a víz, amely az eredeti Szinva völgyet kivájta, nem olyan természetű és vegyalkatú volt, mint az, amely az előbb kivájt völgyszakaszt az ő kicsapódó mészüledékével 45 m vastagon feltöltötte, aminthogy viszont a mai romboló, elhordó Szinva vize megint más természetű és összetételű volt, mint az, amely megelőzőleg gát nélkül is vastagon feltöltött és üledéket alkotott.* Ez az a tény, amely minden geologus és geografus előtt kétségbevonhatatlanul kell álljon azért, mert bár tény, hogy a Szinva vizeséseknél szétporló víz gyöngye meszes bekérgezést okoz a köveken, mohákon és moszatokon (ezért mostkori és hidegvíziek a botanikusok által vizsgáltak!) s bár ezt a jelenséget a Garadna völgy jobboldalán levő s más bükkhegységi mésztufáknál is tapasztaljuk, *a ma mésztufákon átfolyó karsztvizek sem a forrásaiknál, sem a források és a hajdani mésztufalerakodások közötti mederszakaszban*



- 1. Alaphegység.
- 2. Pálaeozoos palák
- 3. Pálaeozoos mészkövek.
- 4. Dolomitok
- 5. Eruptívumok.
- 6. Eocén mészkő és conglomerátum.
- 7. Miocén üledékek.
- ▲ Főáttolodási vonal.
- ▲ Pikkely vonalak
- a magasságra: — = 100 m.
- » a hosszúságra: ——— 1 km.

1. ábra. Lillafüred környékének, a diósgyőri papírgyár és Alsó-Szinva források közti útmentén látható vázlatos szelvénye.

*nemcsak mésztufát nem raknak le, de még csak észrevehető bekérgezést sem okoznak.* Példák erre éppen a Szinva és a Garadna forrásai, amelyek vize csobogva, levegővel keveredve rohannak medrükben s az utóbbi átvágva magát a régi mésztufa-terraszon, vagy elkerülve azt, *ma sehol sem rak le mésztufát s még csak be sem kérgez.* Az a körülmény, hogy a Szinva vize és más karsztforrások vize a felszínen felmelegedve és szénsavat fölvéve lennebb átbukdácsolva és átszivárogva, folyva a porózus oldékony mésztufákon valami kevés meszet még old föl s azt a vízesésekben, sellőkben, porítva, kavargatva és szénsavat veszítve megint lokálisan gyöngye bekérgezés alakjában lerakja, kiejti a köveken és mostkori hidegvízi mohákon, moszatokon *az még nem mésztufaképzés és nem változtat azon a tényen, hogy ezek a vizek nem alkotnak, hanem elenkezőleg rombolják, elmosják a régi víz otthagytott kémiai üledékét.* *Az a tény, hogy ma hideg és mésztufát tömegben nem képező víz van ott, ahol régen is volt víz, még nem jelenti azt, hogy az a víz nem lehetett más természetű, és összetételű, sőt szükség szerint más összetételű, mint a mai!* A víz csak a lejtőn le és völgyben folyhat, de hogy a lassú tektonikus változások folyamányaképpen, amikor az alsó és felső Szinva vízesések padkája képződött (bizonyosága az alsóalagút dörzsbreccijája), geológiai idők alatt hol, mikor és milyen vizek törhetnek föl és folynak le, azt mi csak sejthetjük, de éppen az üledékeik természetéből kell megállapítanunk s ez Lillafüreden azt bizonyítja, hogy az a víz, amely a mai Szinva által elrombolt mésztufát lerakta, más összetételű volt. *Milyen?*

A tufa kétféle. *Alul egy mélyebb réteges mészsizapos féleséget találunk (l. Annabarlang!) s efölött van az üreges keményebb, de még mindig nem p. u. budaihegység típusú, fatörzsek és sok, különösen bükkfáféle levél lenyomatát bezáró féleség.* Ha az Annabarlang üregeit figyeljük meg, a felső kétségtelenül fiatalabb tufaféleség, mintegy lefelé haladva fokozatosan nőtt reá a réteges, iszapos féleségre, tehát a mésztufalerakodásban, két generációt állapíthatunk meg, jelezve, hogy talán még a tufaképződés alatt is volt különbség a víz minőségében és üledéke kiképződésében.

A felső tufarétegben különösen, de ahol a fekü közetig hatolhatunk, mint a felső vízeséssel szemben levő oldal bűvópatakja mentén, fölfelé majdnem a mélyfúrásig, a tufában egész a feküig lehatoló cseppköves, lenyalt falú zegzugos csatornaüregeket találunk. Ezek az üregek — amint a Palota szálló és a mélyfúrás közötti leásásokban láthattuk — nagy, széles, sokszor 10 m átmérőjű, lapos tölcsérekbe torkoltak, amelyek laza tufaanyagában valósággal vagonszámra heverték rétegekben a kisebb-nagyobb borsókövek. (l. 4. és 5. sz. képek.) Sehol annyi mint Lillafüreden! A borsókövek igen sokszor határozottan gömbhéjas szerkezetűek, s közepükben valami idegen tárgy (sok esetben *Lythoglyphoides* sp. csigahéja) található, tehát az üres, lebegő csigahéjat, könnyű tárgyat, saját tufamorzsját burkolta be a vízből kiváló mészanyag. *Vagyis a víz olyan összetételű volt, amely a levegőn buzogva hirtelen meg-*

változott s az oldott mész anyagát kalciumkarbonát alakjában gyorsan még a lebegő tárgyakra is kiejtette. Ezen híztak a borsókövek sokszor diónagyságra. Ilyent ma a Szinva, Garadna víz nem hoz létre és összetételénél fogva nem is keletkezhetik belőle!

Találkozunk Lillafüreden még egy jelenséggel, ami még ennél is szembe-  
szökőbb: ezek az Annabarláng cseppkövei. *Az Annabarláng unikum, mint jár-  
ható mésztufa barlang hálózat s unikum a cseppköveiért*, mert azok nem csepp-  
kövek, hanem kalcit kristály-sorok, halmazok a legváltozatosabb és legszebb,  
különben el sem képzelhető formában, amelyeket ma kedvünkre tanulmányoz-  
hatunk, mert a hozzáértés és a természet szeretete, rajongása újabb és újabb  
részleteit teszi élvezettel hozzáférhetővé. (PFEIFFER GYULA miniszteri tanácsos  
érdeme!)

Az hogy ezek az érdekes, finom kristályhalmazok, sorok hogyan jöttek  
létre az első és második mésztufa generáció között kisebb-nagyobb üregekben  
nem tudjuk, *mindenesetre az akkori víz oldott mészanyagából valahogy úgy,  
mint más sóoldatokból kristályosíthatjuk ki.* BALLÓ RUDOLF dr. úrnak, a vegyész-  
nek, akitől erre vonatkozó felvilágosítást kértem, az a véleménye, *hogy ezek-  
ben az üregekben az áramló meszes vízből képződhettek*, ezek a rendszeren  
hossztengely irányában összenőtt kristálysorok, halmazok. Leszögezhetjük  
mindjárt, hogy *a Szinva vízből ma ilyenek nem képződnek!* De megállapít-  
hatjuk azt is, hogy az Anna barlang természetes díszítményei között is kétféle  
forma van. *Az egyik a már említett kristályos forma s a másik az, amely  
részben, de néha egészben is bevonja a kristályos egyéneket és csoportokat*  
Mindjárt megmondhatom, hogy ez a második forma ugyanaz és attól semmi-  
ben sem különbözik, mint amelyet minden barlangban cseppkőnek ismerünk. Ez a  
burkoló, sokszor sztalagmit és sztalaktit alakjában látható *Második generáció.*  
Ez itt is úgy állott elő, mint minden más barlangban a lassan beszívargó  
meszes oldat szülötte, de nem lehet összetéveszteni az első más származású  
kristálysor, halmazféleséggel, amelyet mindig utólag burkolt és burkol be.

*Ime a hajdani lillafüredi meszes víz különleges, mai Szinva- és barlang  
vítől lényegesen elütő összetételű víznek harmadik bizonyítéka.*

Már egyszer említettem, hogy a lillafüredi mésztufában kevés csigahéjat  
találtak, pedig sok száz köbmétert ástak már ki s ami volt, az szétszórva, nagy  
*Helix pomatia*-féle és más szárazföldi, vagy erdei, mohán, nedves helyen, de  
ritkán vízben élő csigafajta héja, pedig az olyan réteges mésziszapos üledék-  
ben, mint az alsó tufaféleség különösen másfelé pl. Egerben, vagy a kiscelli  
platón ezrivel ülnek a meleg, langyos vízcsigák héjai s ma is annyian élnek  
az ilyen vizekben. Az én véleményem mindig az volt, hogy *a lillafüredi mész-  
tufát kiejtő víz állati, különösen pedig tömeges állati élet lehetőségét nem nyuj-  
totta, mert vagy forróbb volt annál, vagy az összetétele tette azt lehetetlenné,  
vagy mind a kettő.* Mindenesetre kérdéses, hogy a kezünk bőrhámfelületét  
is síkosan oldó mélyfúrásbeli lúgos víz pl. alkalmas-e arra, hogy abban

csigák, kagylók éljenek, de az bizonyos, hogy a kalciumhidroxid oldata a levegőn buzogva átalakul kalciumkarbonáttá s ha sok kicsapódik, hogy mésztufaborsókő, vagy kristályhalmaz lesz-e belőle, az a közegetől, a töménységtől, a hőfoktól és még sok egyébtől függ. Ennek megoldása a kémikusok feladata! *Mindenesetre itt a Bükkhegység mélyreható pikkelyes-áttolódásos tektonikus, időnkint megelevenedő mozgásai nyomán akár forró, szénsavas források fel-felfakadására gondolunk, akár lúgos, meleg vizek feltörését keressük, a levegőn s különösen lehülve ezeknek a vizeknek az oldataiból le tudjuk vezetni a mésztufát, borsókövet, kristálycseppkövet s faunahiányt egyaránt, de a hideg karsztvizű Szinva patakából soha!*

De menjünk a tektonika nyomán egy lépéssel tovább. Miért van a mészkő és pala tektonikailag összezúzott határán a fúrásban sok pirit, mint más melegforró-vizek rezervoár közeteiben látjuk másfelé? Miért vannak a Szinva völgy alsó mésztufás szakaszán a kőzetrepedések mészkőben kristályos dolomittal, kristályos romboéderes (l. 9. sz. kép), sugaras kalcittal, sőt vörösborsó-ágyazott izlandi-páttal kitöltve, miért vannak ennek a mészkőpikkelynek a közetei egyes zónákban másfelé is kristályos porrá alakítva, vagy miért olyan kilúgzott, mintha kovás volna, miért ül a repedéseiben a pirit? Miért van a fekélyben következő meszes dolomitban tektonikus vonalmenti átalakított falú függélyes barlang? De különösen miért és hogyan képződtek a fúróluk melletti *Szent István barlang* gyönyörű kivájásai, *belül-felül zárt üregei*, ahol a kivájó, igazában kioldó tényező csak alulról felfelé mozogva képezhetett felül-belül zárt üregeket, sőt olyan formákat, amelyek arra vallanak, hogy a repedéseken alulról felnyomuló oldóanyag akadályba ütközve homorú üreget vájt ki s visszafelé, lefelé áramolva szétnyitott ujjakhoz hasonlóan mosta ki a mészkövet, de szabadulva az üregből, *nem vízmódjára lefelé haladt, hanem a fajsúlya olyan volt, hogy bár nagy üregbe jutott, nem vissza a mélybe, hanem felfelé haladt s most már felfelé is ujjasan oldotta ki a mészkövet?* (l. 6. sz. kép.) Aki egyszer látta a Szent István barlang első nagy termének fenékfülkéjét és a többi homorú kimosást minden olyan helyen, ahol a mélyből jövő oldóanyag akadályba ütközik, az ha látta, vagy csak el tudja képzelni a monterotondói (Toscana) mészkőhegyek gőzexhalációit, lehetetlen, hogy ne *gőz-, gáz exhalációk oldóhatására gondoljon itt is.* S a Szeleta barlang jobb-oldali legmélyebb fülkéjének sűrű újhegy benyomatát utánzó kimarásai a függőleges falakon, ahol a cseppkő még nem vonta be (l. 8. sz. kép), miért olyanok, mint azok a kioldások, amelyek azon a mészkődarabon láthatók, amelyet onnan hoztam, ahol Olaszországban 100 km-re minden fiatal vulkánosságtól ma is gőzt pipálnak a triaszmészkő üregei, repedései? (l. 7. sz. kép.) A 7. sz. képen jobb- és baloldalt olyan mészkövek vannak, amelyeket itthon a mélyfúrás üzemeknél aktív gőzzel oldottam ki. Amint így is látható, ezek a kioldási formák az idő rövidsége miatt (28 nap!) gyérebbek, de azonosak a Szeleta barlangban és az Olaszország természetes gőzexhalációs mészkövein

találtakkal! Nem feltűnő, hogy *Tatatóvárosnál*, *Krapinán* s másfelé is a kőkori ősember a melegforrások vidékére húzódott s a Szeleta barlang hatalmas csarnokában szintén ott élt a babérlevél alakú szakócák legnagyobb művész-ősember törzse? (HERMANN O. és KÁDIC O.) Lehet itt nem gondolkozni, nem gondolni arra, hogy voltak melegforrások, ha vannak *Diósgyőrött*, *Görömbölytapolcán*, *Egerben* ma is, s ha találtunk 730 m körül 28—32 fokos unikum lúgos vizet a kutató fúrásban is? *Lehet itt megtorpanni, tagadni, újtát vágni annak, hogy az a sok tudományos és gyakorlati probléma, ami itt felmerült, ne nyerhessen megoldást?*

Lássuk végre, hogy a Lillafüred környéki Bükkhegység tektonikai szerkezete alátámasztja-e ezeket a mélyreható tektonikai mozgásokra utaló jelenségeket, tapasztalatokat, feltevéseket?

Amikor a diósgyőri papírgyárral szemben befordulunk a hákori völgybe, a völgy baloldalán még a magyar medence fiatal üledékeit találjuk, de a sarkon az eocénnel fedett isszonyúan összetört és meredeken felállított, hévvizektől kilúgzott, üreges, vörös és lilára színezett triázmészkövek ütik fel fejüket. Ezek a mészkövek állanak ki meredek falban az ősember eszközeiről híres *Szeleta barlangnál*, amelynek falán az említett kimarások vannak s a barlang elején a mészkövek erősen kilúgozottak, befelé héjasan átalakítottak. (l. 8. sz. kép.) A homorú kimarások a szikla tövében az út mellett is látszanak, s itt a mészkő és a fekjében levő még jobban összetört és gyúrt lemezmeszkő határán kristályos kalcitbetelepülés jelzi egy hajdani meszes oldat útját.

Ennek az utóbbi kőzetnek fekéje meredeken felgyúrt zöldes pala, mészkő közbetelepülésekkel, amelyek kicsípődő, elszakadt gyüremlései az út fel-tárásában látszanak. Fennebb a *Hámori tó* két oldalán sötét, néhol függőlegesen felállított dolomit következik a pala alatt. Hogy az egyes tagok között micsoda elmozdulások voltak, tanuja az alsó alagútban átmetszett dörzsbreccia, amelyben a fekete dolomit, szürke és barnás, zöldes márgás mészkő- és paladarabok élénken kirikítanak a hófehér kristályos kalcit összecementező anyagból, amely megint csak meszes oldatra utal. (l. 8. sz. kép.) A dolomit fekéje augitporfirít és zöldes tufája s ez alatt következik az átfúrt pados paleozoikus mészkő az ő Szent István barlangjával, kalcit, izlandi pát és kristályos dolomit hasadék kitöltéseivel, amelyeket a mélyben is megtaláltunk piritesen is. A *Matyó-villa* és régi szálloda között a meredeken felállított, gyúrt, pikkelyesen egymásra torlódott, zónásan összehúzott palát találjuk megint, amely inkább a triász palákra hasonlít, mint a carbon fedőpalákra. A régi szállodán felüli baloldali mellékvölgy kiágazásánál fekében egy meszesdolomit egészen lapos redője következik, amelynek szinklinálisa megint zöldes palákra fut fel. Ebben a dolomitban van a már egyszer említett meredek tektonikus szakadékmenti vízzel telt barlang. Feküben meredek porfiritos pala antiklinálist találunk kvarc-cit betelepülésekkel s erre meredeken, ellenkező düléssel megint az átfúrt

mészköhöz hasonló pados mészkö települ, a Szinva alsó forrásával. Ennek a mészkönek és egy újabb palapikkely határán valóságos kvarcos ércesedést találunk, amelyet táróval is kutattak már.

A dolomitos mészköpikkelyt a felette levő palák takarják be s mindkettőre, úgy látom az úgynevezett *Létrás* felőli völgyoldalon az átfúrt mészköpikkely borul reá, az ő *Jávorkút* felé követhető dolinás mészkötakarójával. Hogy ez a mészköpikkely elszakadva, már a Szinva jobboldalán reátolódik a palákra, jól látszik a *Fehérkőlápa* függőleges rétegállású tarajában (l. 3. sz. kép), de hogy azonos-e a Szinva alsó nagy forrásainál levő mészkövel a baloldali hegytetőn, még nem volt érkezésem kinyomozni, szempontunkból azonban az is elég, ha tudjuk, hogy éppen ott, ahol a Szinva völgyében a nagy mésztufa völgy kitöltés van, a meszes dolomítikkelyt a fedőjében levő palapikkely takarja be s erre még a 70 fok körül felállított és átfúrt mészköpikkely van reátolva tovább a *Létrás* mészkö platója alakjában kiszélesedve.

Ismerve *SCHRÉTER ZOLTÁN* főgeológusnak azt a megállapítását, hogy a kisgyőri Palabányánál a Bükkben is pikkelyes szerkezetet talált, a vázolt szelvény pikkelyei és rátolódásai itt sem exotikumok s *reámutatnak azokra a mélyreható nagy tektonikus mozgásokra, amelyek a fokozatos fiatal elmozdulások kapcsán a közel geológiai multban is időlegesen nagy mélységből eredő oldatok és exhalációk felfakadását eredményezhették.*

Ezek voltak a lillafüredi kutató mélyfúrás indítványozását sugalmazó argumentumaim. Ezek föltevéseit igazolta az *eddig fúrás paláknál elért exotikus meleg vize és gáza* s a többi sokat hivatott igazolni a lillafüredi kutató mélyfúrás technikailag elérhető mélységig való folytatását.\*)

Az itt előadottak és a felsorakoztatott geológiai fúrási és elemzési adatok egyben szolgáljanak válaszul a kutatással kapcsolatosan felmerült polemikus természetű véleményekre és cikkekre, amelyekkel külön-külön és részleteikben nem kívánok foglalkozni.

Kutatás nélkül nincsen földismeret és soha sem juthatnánk a föld kinseihez. Az új merése nélkül pedig nincsen haladás! Az ilyenkor előforduló negatívumok is tudást jelentenek s a megismerésük is eredmény, amit meg kell becsülni a hasznáért!

\*) A Hidrológiai Szakosztály 1929 április 24-i ülése végén *BÖHM FERENC* miniszter tanácsos ugyanis leszögezhette, hogy „egyetlen felszólaló sem volt“ az erről a tárgyról tartott előadásom után, aki tagadta volna, hogy a lillafüredi fúrásban technikailag elérhető mélységig melegvizet lehetne találni“ A nézeteltérés csak a melegvíz eredetét illetőleg merült föl.

## ÜBER DIE GESCHICHTE UND DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER TIEFBOHRUNG VON LILLAFÜRED.

Von: FR. PÁVAI VAJNA \*

— Mit einem geol. Profil im Texte und 9 Photographien am Ende des Bandes. —

Der Herr Minister für Ackerbau ersuchte mit seiner Zuschrift von 8 November 1926 den Herrn Finanzminister, mich auf Kosten seines Ministeriums nach Lillafüred zu schicken, wo ich Forschungen unternehmen sollte. Die Frage war, ob man bei Lillafüred heisses Wasser finden könne, und an welcher Stelle die Bohrung stattfinden sollte. Die Zuschrift betont, dass dieser Auftrag von grosser Wichtigkeit sei.

Die die Frage entscheidenden geologischen Untersuchungen habe ich in einigen Tagen vollendet und ich konnte die Bohrstelle bestimmen. Die Tiefbohrung wurde durch Bergingenieur PAUL MAZALÁN mit der Hilfe einer gemieteten auf 1000 m Bohrung genügenden, Fauck-Bohrmaschine begonnen. Die technische Kontrolle von Seiten des Finanzministeriums wurde durch Bergrat BÉLA FALUDI, ausgeübt. Die Erfahrungen der geologischen Bohrung habe ich selbst gesammelt.

Die Bohrung wurde mit Röhren, von 14 Zoll Durchmesser begonnen und mit Röhren von 12, 10, 9 und 7 Zoll bis 727·70 m Tiefe fortgesetzt, wo die Röhren-kolonnen in etwa 100 m Röhrenlänge fest einzementiert wurde, um das in dem paleozoischen Kalk befindliche, 24°C grädige lauwarme Wasser, von dem Bohrloche auszuschliessen. Die Schuhe der einzelnen Röhrenkolonnen wurden in 20·65, 125·56, 280·80, 469·80 und 727·70 m eingestellt.

Die durchbohrte Schichtenreihe, wie es voraus zu erwarten war, ist 0·0—18·50 m Kalktuff, zwischen 18·50—19·70 m kalktuff-tonhältiges Geröll und von 19·70 m an folgte oft hohlraum- und spaltenreicher paleozoischer Kalkstein, ungefähr in solcher Reihenfolge wie man es von der Stelle der Bohrung (der Kapelle gegenüber die auf Felsen auf der linken Seite des Szinva Baches steht) gegen die Villa-Matyó sieht. Bei 726·40 m hatte die Bohrung den Kalkstein durchbrochen und erreichte den paleozoischen tektonisch stark zertrümmerten pyritenthältigen Schiefer.

Der kleine Abschnitt des Bohrloches zwischen 727·70—734·50 m, der ohne Röhre blieb, wurde in den mürben Schiefer gesenkt der auf der Strecke von der Villa-Matyó bis zum alten Hotel in der Form von einer stark gefal-

\* Vorgelesen in der Fachsitzung der Hydrologischen Sektion der Ung. Geol. Gesellschaft am 24. April 1929, und in der Fachsitzung der Ung. Geol. Gesellschaft am 8. Jan. 1930.

teten und tektonisch zertrümmerten Schiefer auf der Oberfläche vor unseren Augen liegt.

In der Tiefbohrung war fast immer Wasser, dessen Niveau anfänglich 23 m unter der Oberfläche stand. Die Grundtemperatur war 14—15°C, obwohl es immer mit dem kalten Szinva-Wasser gespült wurde. In dem Abschnitt zwischen 397·00—407·00 m hat man aus einer durchbohrten Spaltenreihe über die Oberfläche steigendes Wasser erschlossen. Gleichzeitig erhob sich die Grundtemperatur nach 10 m Vordringen auf 18°C. Da dieselben Thermometer in 397 m Tiefe 15°C gemessen hatten, kann man die Aufwärmung des Bohrloches und des Wassers der Wirkung eines Wassers über 18°C zuschreiben.

Bei den weiteren Bohrungsarbeiten sank das Niveau des Wassers auf 14—17 m unter die Oberfläche, doch *nicht bis zum früheren Niveau (24 m)*. Es ist interessant, dass von diesem Zeitpunkt an, nach der Einstellung der Spülpumpe, das Wasser über die Oberfläche stieg, wie es auch an dem beigefügten Bilde zu sehen ist; (Fig Nr. 2.) dann sank es erst stufenweise auf das beständige zweite Niveau (14—17 m) herab.

Die genaue Erklärung dieser Erscheinung in dem porösen hohlraumreichen Kalkstein — wie auch den späteren 2·5 m hohen Wasserausfluss aus 855 m — kann man kaum feststellen, obwohl es ohne Zweifel ist, dass diese durchbohrte Kalksteinschuppe im Hangenden und im Liegenden zwischen Schieferschuppen eingeschaltet ist, und sich in dem dolinenreichen wasser-sammelnden Gebiete über dem Szinva-Tal fortsetzt, und in dem Rissensystem am Wasser auch der hydrostatische Druck zur Geltung kommen kann.

Während der Bohrung hat man in 264·3 und in 424·7 m Tiefe Schwefelhydrogen und in 358·3 m Tiefe ein nicht brennendes, stark stechendes Gas (wahrscheinlich CO<sub>2</sub> oder N<sub>2</sub>) bemerkt.

Als man am 22. Dezember, 1928 die Schiefer erreicht hatte, hat man, wie gewöhnlich, die Temperatur des Bohrgrundes gemessen. Bei dem Herausziehen des Thermometers sah man, dass es das Wasser zerbrochen hatte; nämlich der Kork, der das untere Ende des Eisenrohrbehälters versperrt hatte, war zusammengeschrumpft und hart geworden, an den Seiten waren ausgelegte Runzen, die man bis jetzt bei aus Kalkstein erschlossenen Wasser nicht gefunden hatte. Von nun an verwendete man gedichtete Eisenverschluss auf dem Behälter der Thermometer. Als Kontrollexperiment, wie es in der Meldung (5. Januar 1929) der Baukommission von Lillafüred zu lesen ist, — hat man präzis abgemessene, in reinem heißen Wasser eingeweichte Korke mit den Thermometern in das Bohrloch hinuntergelassen. Nach 24 Stunden haben „*die Korke sich in ihrer Dimension verändert, der zu ihrer Befestigung gebrauchte oxydierte Kupferdraht war ganz gereinigt.*“ Die Temperatur, mit den gewöhnlichen Negretti Zambra Thermometern gemessen, war zur selben Zeit 32°C (5. Januar, 1929, 728·20 m Tiefe.). Ich muss noch bemerken, dass man am 3. Dezember, im 700 m 23·2°C im Kalksteine gemessen hat, am 26.

Dezember, in 724·40 m Tiefe 24° C in den Schiefer, am 2. Januar 1929 26·6° C, am 3. Januar 28° C und am 4. Januar 29·5° C, ohne dass man weitergebohrt hätte. So können wir sagen, dass die Temperatur in den Schiefeln von Tag zu Tag höher auf 23·2, 24, 26·6, 28, 29·5 und 32° C, stieg was eine nennenswerte Erhöhung ist, besonders, wenn man weiss, dass man das Bohrloch während dem Bohren immer mit eiskalten Szinva-Wasser gespült hatte. Die rasche Veränderung der Temperatur ist der Tatsache zuzuschreiben, dass *der, in die zertrümmerten Schiefer hineingedrungene Schuh das lauwarme (höchstens 24°) Wasser das in dem Kalkstein war, ausschloss und so das geothermische Gradient zur Geltung kommen konnte.* Ich muss aber noch erwähnen, dass, wenn wir das geothermische Gradient bei der 728·2 m tiefen Bohrung von Lillafüred, auf Basis der damals gefundenen höchsten Temperatur (32°) rechnen, bekommen wir nicht das sogenannte normale (33 m) geothermische Gradient, sondern, trotz Abdichtung der Abkühlung mit dem kalten Wasser und der nicht vollkommenen des Karstwassers ein kleineres (31 m). *Diese Tatsache und die folgende, nämlich, dass das in den Schiefeln gefundene Wasser den Kork bleibend zusammenzog und Kupferdraht reinigte, müssen wir als solche feststellen, die vor der durch Zementierung durchgeführten Wasser-dichtung vom 8. Januar 1929 beobachtet wurden.* Gleichzeitig nahm man aus dem Brunnen eine, mit einem Löffel verrührte Wasserprobe.

Diese Mischung von Karstwasser, von spühlendem Szinva-Wasser und von dem Wasser, das aus dem Schiefer stammt, wurde in der Eisenfabrik von Diósgyőr durch den Ingenieuren JOSEF BIEBER folgendermassen analysiert: man fand 274—283 mgr feste Bestandteile, 90 mgr SO<sub>3</sub>, 6·0 mgr Chlor (an NaCl gebunden), konstatierte die Gegenwart von CO<sub>2</sub>, und es wurde 10·65 allgemeine Härte, 10·64 veränderliche Härte, 1·1 Härte, die durch den Kalk verursacht war, festgestellt, sammt 3·8 Alkaligehalt. Diese Daten des gemischten Wassers erklären nicht dessen Wirkung auf den Kork und das Kupferoxyd und wir müssen annehmen, dass dies nur am Grunde zur Geltung kam, wo das wenige Grundwasser, das weniger vermischt war, seine Wirkung zur Geltung kommen lassen konnte.

In das Bohrloch hat man am 8. Januar 1929. den Röhrschuh einzementiert. Am 10., 11., 20., 21., und 22. Januar hat man das, in der Röhre gebliebene Zement aufgebohrt und herausgehoben; am 23., 24., 25., 26. hat man weitergebohrt von 728·20 bis 734·5 m. Das Zement hat gut gefasst, das Wasserniveau konnte man bedeutend vermindern. Ferner hat die kalte Spühlung das Wasser des Bohrloches mehrmals (250-mal!) erneuert. Deswegen sank die Temperatur wiederum auf 24·5° C herunter. Wir müssen in Betracht ziehen, dass das Spühlwasser damals nur 4—5° C war. Am 30. Januar hat man es von neuem zementiert, um die zerfallenden Schiefeln zu verbinden, damit man stellenweise ohne Röhre weiterbohren kann. Das Zement konnte aber am Grunde

des Bohrlöches nicht binden, wo das Wasser mit dem Schiefer in Kontakt war und sich nicht mehr mit Karstwasser mengte. Die neue Zementierung vom 6. Februar hatte am 10. Febr. noch immer nicht gebunden, obwohl 4% Kalkchlorid beigemischt war. Zwischen dem 4., 5., 10., 13. und 15. Februar hat man das Zement von neuem aufgebohrt und das Bohrloch ausgespült. Die Pumpe hat 34 Stunden lang 800 Liter Wasser per Minute in das Bohrloch hineingetrieben, im Ganzen also 1.632.000 Liter Szinva-Wasser. Der Inhalt der 7 Zoll 730 m dicken Bohrschale ist 18.000 Liter, so wurde das Wasser des Bohrlöches 90-mal erneuert. Danach wurde die Wasserprobe am 19. Februar genommen, welche die Ung. Königl. Allgem. Hygienische Anstalt analysierte und folgenden Bericht gab: „Die Eigentümlichkeit des Wassers ist seine stark-alkalische Reaktion.“

Zwischen dem 1—9 März versuchte man die Bohrschale mit einer Bohrzange aus dem Zement herauszuschlagen, dies letztere band aber so gut im Kalke in etwa 100 m über dem Schuhe, dass man die 7 Zoll hohe Kolonne nicht befreien konnte. Bis zum 21. Juli wurde die Arbeit eingestellt. Dann aber wurde in der Gegenwart von ALADÁR JENDRASSIK von der Ung. Königl. Allgem. Hygienischen Anstalt 125 Liter Wasserprobe aus der 730 m Tiefe der Bohrung geholt. Um den Löffel zu reinigen, wurden 2 löffelvoll Wasser von der 70 m tiefen Oberfläche geschöpft. Bei der Schöpfung des Wassers konnte man das säuselnde Entfernen eines Gases beobachten. *Dieses Gas erwies sich als Nitrogen. Die festen Bestandteile des Wassers waren 620 mgr.* JENDRASSIK hat auch die Gegenwart von Borsäure festgestellt, die auf einen tiefen Ursprung des Wassers schliessen lässt. Das Resultat der chemischen Analyse lautet folgendermassen: das spezifische Gewicht des Wassers bei 15° C = 0.99928.

	Gramm in 1000 g Wasser	milliomol	millival	millival %
<b>Kationen:</b>				
Kaliumion . . . . .	0.04222	1.0798	1.0798	11.16
Natriumion . . . . .	0.04866	2.1157	2.1157	21.86
Ammoniumion . . . . .	0.00037	0.0201	0.0201	0.207
Calciumion . . . . .	0.12887	3.2062	6.4124	66.27
Magnesiumion . . . . .	0.00013	0.0053	0.0106	0.109
Ferroion . . . . .	Spuren	—	—	—
Aluminiumion . . . . .	0.00034	0.0126	0.0378	0.391
Im Ganzen . . . . .	0.22059	6.4397	9.6764	100.0
<b>Anionen:</b>				
Nitration . . . . .	Spuren	—	—	—
Chlorion . . . . .	0.01041	0.2936	0.2936	3.03
Sulfation . . . . .	0.00715	0.0744	0.1488	1.54
Hydroxilion . . . . .	0.15473	8.9998	8.9998	93.01
Carbonation . . . . .	0.00439	0.8732	0.1464	1.15
Silication . . . . .	0.00334	0.0439	0.0878	0.907
Im Ganzen . . . . .	0.18002	9.4849	9.6764	100.0

Gelöstes Oxygen 0·00528. In der Wasserprobe, nachdem sie ein wenig an der Luft gestanden ist, Kaliumpermanganat-Verbrauch (mg Oxygen pr 1 Liter Wasser) 3·82, demzufolge wir die folgende Konklusion in der Meldung Ung. Königl. Allgem. Hygienische Anstalt lesen können: „Der grösste Teil der Kationen ist *Calcium*, wobei auch ein wenig *Kalium*, und *Natrium* nachzuweisen ist. Die *Eigentümlichkeit des Wassers ist, dass die Anionen überwiegend Hydroxylionen sind, dabei kann man gar keine Hydrocarbonate und nur sehr wenig Carbonationen zu erweisen*. Andere Anionen sind auch nur in geringer Quantität zu finden. Indem diese eigentümliche Zusammensetzung nicht durch das Hineinbringen fremder Stoffe — während dem Bohren — verursacht wird, *so müssen wir unbedingt die Wasserprobe für ein ganz anderes Wasser halten, als die anderen, bis jetzt untersuchten*“.

Fremder Stoff war bloss das Zement, dies hat aber in dem pyritführenden Schiefer nicht gebunden, so sind die obengenannten Eigenschaften (nämlich die korkschrumpfende und kupferoxydirende: Alkaligehalt, Nitrogengehalt des Wassers) nicht dadurch zu erklären. Endlich sind die Röhren, wie schon gesagt, höchst sorgfältig 90-mal erneuert worden. Die Lösung des Zementes konnte auch nicht hinter der Röhre hineinfließen, da es vor einem Monat in dem Schuh das Wasser abgesperrt, also gut gebunden hat; dieses Zement war ohnedies nur einige Zentimeter an der Oberfläche in Berührung mit dem Wasser der Röhre. Das Wasser konnte also die Spuren der Borsäure nicht aus dem Zement herauslösen, ferner kann das Nitrogengas, das nach 5 Monaten, sogar noch heute vorhanden ist, nicht von der wenigen Luft stammen, welche vor Monaten in dem Gemisch von Wadoser-Wasser und Zement sich hatte finden lassen können. Und wenn das Zement nicht gebunden hat, was entzog das Oxygen der Luft, dass nur das Nitrogen zurückgeblieben ist und wenn wir es doch annehmen möchten, warum entfloß es nicht seit Monaten durch die offene Röhre?

Diese sind meine zwingendsten Argumente dafür, dass die Zusammensetzung des gewonnenen Wassers gar nicht, oder nur wenig von dem Zementieren abhängt. Endlich sind die obengenannten Eigentümlichkeiten wirklich die ursprüngliche Eigenschaften des Wassers, das durch die Durchbohrung der Schiefeln gewonnen wird.

Teils von diesem Zwecke wurde das Wasser, stufenweise von einem 57 m tiefen Wasserniveau, zwischen dem 8—18. Juli meistens von der Tiefe bis 555·0 m mehrfach vermengt, wiederholt ausgelöffelt. Das Wasserniveau erhob sich langsam, aber ein Einströmen ist festgestellt worden. Mit diesem Löffeln schöpfte man ungefähr 12,500 Liter Wasser, das heisst, dem  $\frac{2}{3}$  der Bohrschale entsprechendes Quantum; das Niveau erhob sich bis zum 14. Oktober auf 417 m unter der Oberfläche.

Vom 25. Juli an sank die Grundtemperatur vom 18° C auf 22° C hinunter; durch den Chefchemiker K. EMSZT wurde am 18. Juli behauptet, dass die

vorherige Zusammensetzung des Wassers sich infolge des Auslöffeln verändert hat, der, durch JENDRASSIK festgestellte Alkaligehalt hatte sich vermindert und die Hydrokarbonate und Karbonate waren vermehrt. Da die Abkühlung 6—8° C, sogar 10° C war, können wir nicht sagen, dass das karbonatreiche Karstwasser hinter dem Schuh hineinfließt, es ist höchstens daran zu denken, dass das hätte man schon im Januar bemerken müssen; denn sei die Röhrschale gesprungen, oder das 22° C Karstwasser bei einem ungenauen Zusammenschrauben hereingekommen wäre, dass das aus den Schiefen herausickernde, unter geringerem Drucke stehende Quellwasser zurückdrängte. Von einer Veränderung der chem. Zusammensetzung des Grundwassers könnten wir nur dann sprechen, wenn die Temperatur nicht 10° C weniger geworden wäre, wie man es am 5. Januar vor dem Zementieren gemessen hatte. 28° C hat auch K. EMSZT am 19. Juli mit einem NEGRETTI-ZAMBRA Thermometer gemessen. Die gemessene hohe Temperatur kann mit dem Zementieren nicht in Zusammenhang gebracht werden, da man sie schon vor dem 5. Januar gemessen hat und das Zementieren erst am 8. Januar begann.

Nach den Gesagten kann man die Tatsache feststellen, dass in 726·40 m Tiefe von den durchbohrten Schiefen ein solches Wasser herauskam, das mit dem Karstwasser vermischt, den Kork zusammenzog, seine Elastizität verminderte, das Kupferoxyd ablöste, und worin das Zement selbst nach Ausschluss des Karstwassers, auch mit Kalziumklorid gemischt nicht binden wollte. Diese letztere Erscheinung wurde wahrscheinlich auch dadurch befördert, dass Nitrogen in die Röhre kam, dessen kleine Blasen die breiige Zementmischung in Bewegung hielten, so dass sie sich nicht zur einheitlichen Masse zusammenstellen konnte.

Allerdings ist der Alkaligehalt an Hydroxylionen, der Borsäuregehalt, das darin befindliche Nitrogen in dem zwischen 726·40—734·50 m gefundenen Wasser und die in den Schiefen auffindbaren Pyritkristalleinschlüsse solche Eigenschaften und Tatsachen, die auf einen tieferen Ursprung des Wassers hinweisen oder wenigstens folgern lassen, dass die obenerwähnte Zusammensetzung und Eigenschaft des Wassers auf die Auflösung von speziellen Bestandteilen den Schiefer zuzuführen sind und nicht die zuletzt ausgeführten Zementierung, die schon wenigstens 100-mal ausgespült und ausgebohrt worden ist. Auch wenn wir annehmen würden, dass der Alkaligehalt und der Kalziumhydroxydgehalt durch das Zementieren gesteigert wurde, können wir die Gegenwart der Borsäure und des Nitrogengases doch nicht mit dem Zementieren erklären, so müssen wir als eine Tatsache annehmen, dass man bei

den Tiefbohrungen von Lillafüred zwischen 397—407 m, bei 466 m und bei 655 m in dem palaeozoischen Kalkstein ein 18° C warmes, aufsteigendes Karstwasser, zwischen 726·40—734·50 m ein 28—32° C warmes (Grundtemperatur!), wenig, nicht aufsteigendes, stark alkalisches, sehr seltenes Wasser mit Borsäure und viel Nitrogen gefunden hat.

Da das obere Wasser gesund und rein ist, kann es mit Trink- und Gebrauchswasser das tiefer liegende Hotel versehen. Die bisher wahrgenommenen Erscheinungen jedoch beweisen, dass auch ein anderes Wasser sich am Grunde des Bohrloches befindet, das durch das Durchbohren der tektonischen Linien hoffentlich zu vermehren ist und das gegen den Grund zu immer wärmer und wärmer wird. Diese Eigenschaft und das Nitrogengas geben ihm eine auftriebende Kraft. Es ist also ein alkalischwarmes, aufsteigendes, gashaltiges Wasser zu erwarten. So ist das Einstellen, sogar die 11 Monatlange Pause in der Bohrung gar nicht begründet.

Besonders nicht dann, wenn wir in Betracht ziehen, dass das Erschliessen des warmen Wassers nur einen kleinen Teil der gesamten Anlagen kosten würde; dies wäre eine arbeitsgelegenheitgebende, bleibende Unternehmung und ein spezielles Heilwasser würde gewonnen. Nach meiner Ansicht ist diese Unternehmung, abgesehen von der rein wissenschaftlichen Forschung, — obwohl das Erschliessen der verborgenen Schätze Ungarns eine Pflicht ist — auch von finanziellen Standpunkt günstig, infolge dessen ist das Fortsetzen der Bohrung unbedingt wünschenswert.

Die geologischen Verhältnisse. — Es ist fast unnötig, zur Unterstützung der Bohrung, auch geologische Beweisgründe zu nennen, da wir schon gesehen haben, dass in der Tiefbohrung von Lillafüred, — trotz den entgegengesetzten Meinungen — ist ein aufsteigendes Wasser und unten ein gasführendes Wasser, das einzig da steht. Die wissenschaftliche Seite der Sache betrachtend, will ich auch ein wenig besprechen.

Vor allem muss ich feststellen, dass die untere Strecke des Szinva-Tales bei Lillafüred, mehr wie ein km lang durch einen porösen, eine grosse Menge erbsensteinführenden, hohlraumreiches Kalktuff ausgefüllt wird, der den Abdruck von vielen Baumstämme und Blätter, von wenigen kontinentalen, oder höchstens von Waldschnecken enthält. Dieser Kalktuff ist am Ende des Szinva-Tales beim Hotel 45 m dick, bei der Bohrung noch immer 18·5 m und verjüngt über den letzten Villen. Abgesehen von dem vielfach bestrittenen Ursprung des Kalktuffes, müssen wir feststellen, dass dieses Gestein ein tieferodiertes Tal ausfüllt und wie es an dem beigefügten Bild zu

sehen ist (Fig. 1.), der, in dem Tale fließende Szinva-Bach dieses alte und sich aus dem Wasser niedergeschlagene Sediment mit zurückschreitender Erosion fast auf einer 100 m langen Strecke weggewaschen hatte und bis zu den heutigen Tagen zertrümmert und nicht daran gebaut hat. Es ist ohne Zweifel, dass das Wasser, das das Szinva-Tal zuerst auserodierte, nicht von solcher Natur und Zusammensetzung war, wie das, welches die früher auserodierte Talstrecke mit seiner präzipitierenden Kalkablagerung in 45 m Höhe aufgeschüttet hatte; das heutige, erodierende Wasser des Szinva-Baches ist wiederum ganz anders, wie das, welches das Strombett auch ohne Damm dick überzog und eine Ablagerung bildete. Dies ist eine Tatsache, die vor jedem Geologen und Geographen klar stehen muss, denn obwohl die zersprühenden Wassertropfen der Szinva bei den Wasserfällen eine kalkige Kruste über die Gesteine und das Moos bilden und obwohl man diese Erscheinung auch an der rechten Seite des Garadna-Tals und bei anderen Kalktuffen des Bükk-Gebirges beweisen kann, so lassen doch die heutigen Quellen, die durch den Kalktuff fließen, in dem Abschnitt zwischen den heutigen Quellen und dem Kalktuff kein Travertin und keine nennenswerten Inkrustationen ablagern. Beispiele liefern dazu die Quellen der Szinva und der Garadna (letzterer überschreitet die alte Kalktuffterrasse, oder weicht ihr aus), deren Wasser mit der Luft vermischt in ihren Betten voraneilend, doch nie Ablagerungen oder Inkrustationen zustande bringen. Der Umstand, dass der Szinva-Bach und andere Karstquellen auf der Oberfläche eine höhere Temperatur und Kohlensäure aufnehmen, durch porösen, löslichen Kalktuff fließend, etwas Kalk lösen, den sie in den Wasserfällen, Stromschnellen zersprühend, die Felsen umfließend Kohlensäure verlieren und den kohlensäurehaltigen Kalk wieder auf die Steine, Moose etc. in der Form von Inkrustationen locker ablagern, das ist noch keine Kalktuff-Bildung und verändert nicht die Tatsache, dass die Wässer die alten chemischen Ablagerungen nicht bilden, sondern, im Gegenteil, zerstören. Die Erscheinung, dass heute dort ein kaltes, Kalktuff in grossen Massen nicht bildendes Wasser fließt, wo es auch früher Wasser gab, will nicht beweisen, dass es damals Wasser von einer ganz ähnlicher Natur und Zusammensetzung war, wie das heutige: nein, es muss eben ganz anders gewesen sein! Das Wasser kann nur im Gefälle abwärts oder im Tale fließen; doch zufolge der langsamen tektonischen Veränderungen (Beweis dafür ist die unter den Wasserfällen der Szinva gebildete Reibungs-Brezzie!) in den geologischen Zeiten, wo, wann und wofür Wässer aufbrechen oder hinunterfließen, können wir nur ahnen, etwas näher kann es mit Hilfe der Sedimente bestimmt werden, Dies aber in Lillafüred beweist,

dass das Wasser, welches den, durch den Szinva-Bach zerstörten Kalktuff hinterliess, von einer ganz anderen Zusammensetzung war, als das heutige Szinva-Wasser.

Der Tuff ist zweierlei. Unten finden wir eine Art kalkschlammigen, geschichteten Kalktuff (Anna-Höhle), darüber ist eine hohlraumreiche, härtere, Baumrinden und meistens Buchenblätter in sich schliessende Tuffart, die aber noch immernicht dem Kalktuff des Budaer-Gebirge gleicht. Wenn wir die Hohlräume der Anna-Höhle betrachten, sehen wir, dass die obere, ohne Zweifel jüngere Tuffart, nach unten immer mehr und mehr an die untere, geschichtete, kalkschlammige Tuffart herangewachsen ist; so können wir in der Kalktuffablagerung zwei Perioden unterscheiden, welche erkennen lassen, dass auch während der Tuffbildung ein Unterschied in der Qualität des Wassers und in der Bildung des Sedimentes vorhanden war.

In den höheren Tuffschichten, besonders wo wir bis zu den liegenden Gesteinen dringen können, wie im Laufe des versinkenden Baches dem oberen Wasserfall gegenüber, hinauf fast bis zur Tiefbohrung, kann man in Tuff bis zum Liegenden reichende, zickzackförmige, glatt gewordene, mit Tropfsteinen gezierte, kanalartige Höhlen finden. Diese Höhlen münden, — wie wir es in den Ausgrabungen zwischen dem Palota-Hotel und der Tiefbohrung gesehen haben, — in flache Trichter aus (manchmal von 10 m Durchmesser), in deren lockeren Tuffmassen schichtenweise, unendlich grosse Massen von kleineren und grösseren Erbsensteinen liegen (siehe Fig. 4. u. 5.). Nirgends so viele, als in Lillafüred! Die Erbsensteine zeigen oft konzentrisch-schaligen Aufbau und enthalten in der Mitte einen fremden Gegenstand (oft Lythoglyphoides sp. Schneckenhaus), also leere, schwebende Schneckenhäuser, leichte Gegenstände, Tuffkrümen hat der aus dem Wasser sich abscheidende Kalk umhüllt.

Das Wasser war also von solcher Natur, dass es an der Luft sich veränderte und mit dem gelösten Kalkkarbonat schwebende Gegenstände mit einer Kruste überzog. So wurden die Erbsensteine oft nussgross. Solche Erbsensteine bringen der Garadna- und Szinva-Bach nicht zustande und werden nach ihrer Zusammensetzung auch nie zustande bringen können.

In Lillafüred können wir eine noch mehr auffallende Erscheinung beobachten: das sind die Tropfsteine von der Anna-Höhle. Die Anna-Höhle ist eine Seltenheit wegen ihrer zugänglichen, sich vielfach verzweigenden Kalktuffhöhle, ein Unikum der Tropfsteinbildungen, denn diese sind eigentlich keine Tropfsteine, sondern Kalkitkristall-Reihen und -Drusen in höchst verschiedenen, aller schönsten Formen, die wir heute zu unserem Genuss studieren können, da uns das Sachver-

ständnis und die Liebe zur Natur immer neuere Teile zugänglich macht. (Ein Verdienst von Ministerialrat JULIUS PFEIFFER!)

Wie diese interessant feinen Kristall-Drusen zwischen der ersten und zweiten Kalktuffgeneration entstanden sind, wissen wir nicht; allerdings müssen sie aus der gelösten Kalkmasse des damaligen Wassers so zustande gekommen sein, wie man sie aus einer Salzlösung auszukristallisieren pflegt. Die Ansicht von dem Herrn Chemiker RUDOLF BALLÓ ist, dass sie durch das strömende Kalkwasser der Höhle entstanden seien und sind meistens in der Richtung der Längsachse zu verbundenen Kristall-Reihen und -Drusen geworden wären. Wir können sofort beifügen, dass vom Szinva-Wasser in der Gegenwart derartiges nicht zustande kommt. Wir können auch feststellen, dass wir unter den natürlichen Ornamente der Anna-Höhle zwei Arten unterscheiden können. Die eine ist die schon obengenannte kristallinische Form, die zweite ist teilweise oder ganz durch eine Kruste überzogen. Diese zweite Form ist ganz derselbe Tropfstein, den wir in den Höhlen finden. Dies ist die zweite, in der Form von Stalagmit und Stalactit, entstehende Generation. Letztere ist, wie die der anderen Höhlen, ein Produkt der langsam einsickernden Kalklösung, man darf sie aber nicht verwechseln mit den früher erwähnten Kristall-Reihen und -Drusen, die das Wasser immer später mit Kalk umhüllt hatte.

Das ist der dritte Beweis dafür, dass das Karstwasser des Szinva-Baches von Lillafüred von dem einstigen Wasser der Höhle ganz verschieden ist.

Wie ich schon erwähnte, fand man nur wenig Schneckenhäuser in dem Kalktuff von Lillafüred, obwohl schon viele hundert m<sup>3</sup> davon aufgegraben wurden. Die gefundenen waren auch spärlich verstreut; vor allem *Helix pomatia* und andere terrestrische oder Waldschneckenarten waren zu finden, die an Moosen, feuchten Orten, aber nur selten im Wasser leben. Hingegen findet man in solchem kalkschlammhaltigen Sediment, wie es die untere Tuffart darstellt, anderswo, z. B. in Eger (Erlau) oder auf dem Kleinzeller-Plateau, auch in den gegenwärtigen Wässern auffindbare, derartige Schneckenarten im warmen, lauen Wasser lebende Schnecken zu vielen tausenden. Meine Ansicht war immer, dass das kalktuffablagernde Wasser von Lillafüred nicht die Möglichkeit gab, dass Tiere darin leben könnten, denn es war entweder zu heiss, oder seine Zusammensetzung taugte nicht dazu, oder beide Ursachen waren vorhanden. Es ist eine grosse Frage, ob das alkalische Wasser der Tiefbohrung dazu geeignet ist, dass darin Schnecken und Muschel leben können. Eins ist aber sicher: die Lösung des Calciumhydroxyd wird an der Luft in Kalziumkarbonat umwandelt — ob im Falle einer grossen Präzipitation Kalktuff, Erbsenstein oder Kristall-Druse daraus wird, das hängt von den Bestandteilen, von der Konzentration, von dem

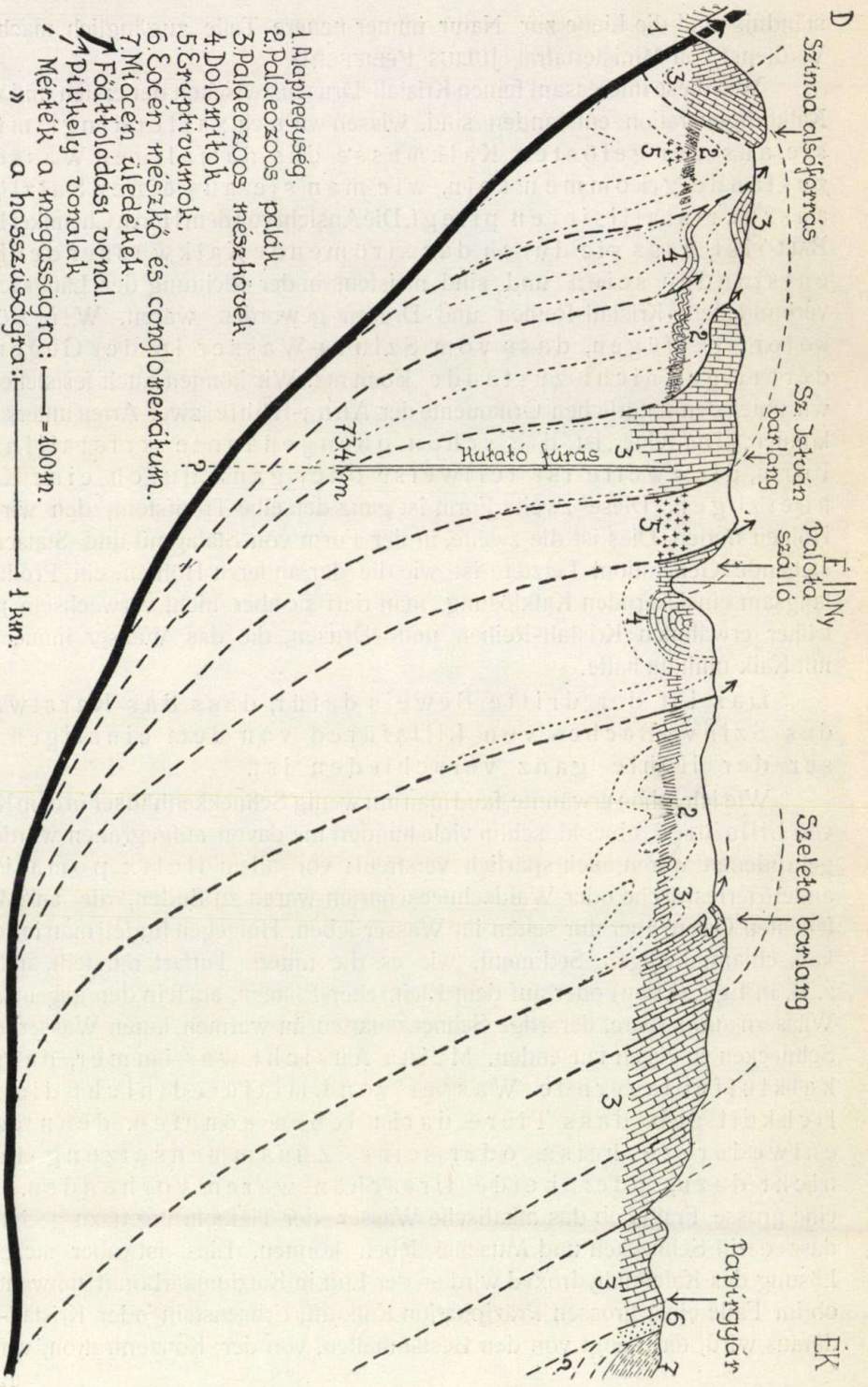


Fig. 1. Schemat. Geol. Profil der Umgebung von Lillafüred zwischen der Papierfabrik von Diósgyőr und den Alsó-Szintva Quellen.  
 Zeichenerklärung: 1. Alaphegyseg—Grundgebirge; 2. Palaeozoos palák—paleozoische Schiefer; 3. Palaeozoos mészkövek—paleoz. Kalksteine; 4. Dolomitolak—Dolomiten; 5. Eruptívumok—Eruptive; 6. Eocén mészkő és konglomerátum—Eozenkalke und Konglomerate; 7. Miocén tiledékek—Miozänen tuffe; Főttőlódási vonal—Hauptüberschiebungslinie; Pikkely vonalak—Schuppenlinien.

Wärmegrad und von vielen anderen Faktoren ab. Die Lösung dieser Frage ist die Aufgabe der Chemiker. Den tektonischen Aufbau des Bükkgebirges in Betracht ziehend, stellen wir uns die Entstehung des Kalktuffes entweder aus warmen, alkalischen Wässern, oder aus heissen, kohlen säurehaltigen Wässern vor, wir können aber die Bildung des Kalktuffes, der Erbsensteine, der Kristall-Reihen, die von Tropfstein umhüllt sind und den Mangel an Fossilien keinesfalls dem kalten, karstwasserhaltigen Szinva-Bach zuschreiben.

Aber machen wir mit der Hilfe der Tektonik einen weiteren Schritt. Warum ist in der Bohrung, an der tektonisch zetrümmerten Grenze des Kalkes und des Schiefers so viel Pyrit vorhanden, als wir es in den wasserhaltigen Schichten anderer heisswarmer Quellen finden? Warum sind auf der unteren, kalktuffhaltigen Strecke des Szinva-Tales die Spalten der Gesteine mit kristallinischen Dolomit, mit kristallinischen, romboederförmigen (siehe Fig. 9.), radial faserigen, isländischen spatähnlichen, in roten Ton gebetteten Kalcit ausgefüllt? Warum sind die Gesteine dieser Kalkschuppe in gewissen Zonen auch anderswo in kristallinisches Pulver umgewandelt, warum schauen sie aus, wie wenn sie ausgelaugt wären, warum sitzt Pyrit in den Spalten? Warum ist in dem liegenden Dolomit eine, in die Richtung der tektonischen Linie ziehende, ausgelaugte, senkrechte Höhle? Endlich, warum und wie entstanden die wunderbaren Auslaugungen der innen und oben abgesperrten Hohlräume der Szt. István-(Hl. Stephan) Höhle neben dem Bohrloche, wo der auslaugende Faktor, von unten nach oben wirkend, oben versperrte Hohlräume zustande bringen konnte und sogar solche Formen, die darauf hinweisen, dass das durch die Spalten, Risse aufströmende Lösungsmittel auf ein Hinderniss stossend nicht weiterschreiten konnte und deshalb einen gewölbten Hohlraum auslaugen und zurückströmend ausgebreiteten Finger gleich, den Kalk auswaschen musste; von dem Hohlraum herausgeraten, floss es nicht wasserähnlich nach unten: sein spezifisches Gewicht war von solcher Natur, dass es nicht in die Tiefe, sondern nach oben seinen Weg suchte und so den Kalk fingerartig ausgelaugt hatte (Fig. 6.). Wer einmal die Grundnische des ersten grossen Saales von der Szt. István-Höhle und die anderen konkaven Auslaugungen an den Stellen, wo das Lösungsmittel den weiteren Weg versperrt fand, gesehen hat, oder wer die Fumarolen der Kalkberge von Monterotondo (Toscana) gesehen, oder sie sich wenigstens vorstellen kann, wird auch hier an die lösende Wirkung von Dampf und Gasehalationen denken. Die Fingerabdrücke imitierenden Auslaugungsspuren der rechts liegenden tiefsten Nische von der Szeleta-Höhle sind an den senkrechten Wänden, wo sie durch Tropfsteine noch nicht überzogen sind, ähnlich denen, die an dem Kalksteinstück zu sehen sind, welches ich von Italien, und zwar von der Gegend mitgebracht habe, wo weit

von dem jungen Vulkanismus die Hohlräume und Risse des Triaskalkes noch heute Dampf hauchen (Fig. 7.). Auf der Fig. 7. sind rechts und links Kalksteine sichtbar, die ich bei dem Tiefbohrungsbetrieb Dampfaushauchungen ausgesetzt habe. Diese Spuren sind, wegen der Kürze der Zeit spärlicher, aber von derselben Form, wie die von Italien und von der Szelata-Höhle. Ist es nicht merkwürdig, dass der Mensch der Urzeit, der sich einfache Steinwerkzeuge verfertigte, bei Tatatóváros, bei Krapina und an mehreren anderen Stellen sich in die Nähe der Thermalquellen zurückgezogen hatte und dass in der grossen Halle der Szelata-Höhle auch Spuren von uraltem Leben zu finden sind? Kann man bezweifeln, dass es da warme Quelle gab, wenn es bei Diósgyőr, Görömbölytapolca, Eger auch noch heute, in ungefähr 730 m Tiefe ein unikum alkalisches 30°C warmes Wasser in der Tiefbohrung zu finden ist. Kann man zögern, verhindern, dass die vielen wissenschaftlichen und praktischen Problemen nicht ihre Lösung finden!

Sehen wir endlich nach, ob diese Erfahrungen, Voraussetzungen, die auf eine tiefdringende tektonische Bewegung weisen, durch die tektonische Konstruktion des Bükk-Gebirges unterstützt werden?

Wenn wir bei der Papierfabrik von Diósgyőr SW-lich in das Hámori-Tal eintreten, finden wir links noch die jungen Sedimente der grossen ungarischen Tiefebene. Von da an sind die stark zertrümmerten, steil aufgestellten, durch das warme Wasser ausgelaugten, mit Eocen bedeckten, hohlraumreichen, rote und lila Kalksteine zu finden. Diese Kalksteine stehen auch aus der steilen Wand der Szelata-Höhle heraus, die Kalksteine sind vorne stark ausgelaugt und gegen hinten schalig verändert (8. Fig). Die konkaven Auslaugungen am Fusse des Felsens sind auch am Wege zu sehen, und hier, an der Grenze des Kalkes und des, in seinem Liegenden befindlichen, noch mehr zertrümmerten und gefalteten, mit plattenartigen Absonderungen ausgezeichneten Kalksteines, bezeichnet der kristallinische Kalzit den ehemaligen Weg einer kalkhaltenden Lösung.

Das Liegende dieses letztgenannten Gesteines ist ein steil aufgefalteter, grünschimmernder Schiefer mit Kalksteineinlagerungen, dessen abgerissene Faltungen bei dem Aufschuss des Weges sichtbar sind. Höher, an den beiden Seiten des Hámori-Sees folgt finsterner, manchmal senkrecht aufgestellter Dolomit unter dem Schiefer. Ein Zeuge der Bewegung der verschiedenen Bildungen ist der, in dem unteren Schacht durchschnittene Reibungsbreccie, worin die schwarzen Dolomit-, die grauen und bräunlichgrünen mergeligen-Kalkstein- und Schieferstücke deutlich aus der schneeweissen, kalzitkristallinen, zementierenden Substanz hervorrage, die auch auf eine kalkige Lösung hinweist (Fig. 8.). Das Liegende des Dolomites ist der Augitporphyrit und sein grünlicher Eruptivtuff; darunter folgt der sich schichtenweise absondernde Kalk mit seiner Szt. István-Höhle, dessen Risse und Spalten mit

Kalzit, isländischem Spat, und mit kristallinischem Dolomit ausgefüllt sind. Derartige ausgefüllte Spalten finden wir auch weiter unten mit Pyriteinlagerungen. Zwischen der Villa-Matyó und dem alten Hotel finden wir wiederum den steil aufgestellten, gefalteten, schuppenartig auf einander geschobenen, zonenartig zertrümmerten Schiefer, der eher dem Triasschiefer, als dem Carbon-Dachschiefer gleicht.

Bei der Abzweigung des linksliegenden Nebentales, über dem alten Hotel folgt in dem Liegenden die ganz flache Falte eines kalkigen Dolomites, dessen Synklinale wieder auf grünliche Schiefer hinaufläuft. In diesem Dolomit befindet sich die einmal schon erwähnte wassergefüllte Höhle bei dem steilen tektonischen Abhang. Im Liegenden finden wir steilen porphyritischen Schiefer Antiklinale mit Quarzit Einlagerungen; auf diese lagert sich, unter starker, entgegengesetzter Böschung, ein bankförmiger Kalkstein der dem durchgebohrten sehr ähnlich ist mit der unteren Quelle des Szinva-Baches. An der Grenze des Kalksteines und einer Schieferschuppe kann man einen erzhältigen Quarzitgang finden, den man schon durch einen Stolle untersucht hat.

Die dolomitreiche Kalksteinschuppe ist mit Schiefnern bedeckt; über den beiden folgt, wie ich sehe, die durchbohrte Kalksteinschuppe, (von der Seite des sogenannten Létrás) mit ihrer dolinenreichen Kalksteindecke, die in der Richtung von JÁVORKÚT (Jávor-Brunnen) zu verfolgen ist. An dem senkrecht geschichteten Kamm von FEHÉRKŐLÁPA kann man gut sehen; dass diese Kalksteinschuppe schon an der rechten Seite des Szinva-Baches auf den Schiefer geschoben ist (Fig. 3.). Ob sie mit dem Kalkstein an den unteren grossen Quellen des Szinva-Baches, an dem linksliegenden Bergrücken, übereinstimmt, konnte ich noch nicht erforschen. Von unserem Gesichtspunkt genügt aber zu wissen, dass dort, wo das Szinva-Tal mit Kalktuff ausgefüllt ist, die kalkige Dolomitschuppe mit einer Schieferschuppe bedeckt wird; es ist noch eine unter 70° Böschung aufgestellte, durchbohrte Schuppe darüber geschoben, die sich in Form eines Kalkplateaus über dem Létrás ausbreitet.

Die Behauptung von Z. SCHRÉTER kennend, nämlich, dass in dem Schieferbergwerk von Kisgyőr auch im Bükk-Gebirge schuppenartige Struktur zu finden ist, sind die Schuppen und Überfaltungen des geschilderten Profils keine Seltenheiten und weisen auf die tiefdringenden grossen tektonischen Bewegungen hin, die durch die allmählich aufeinanderfolgenden jungen Verschiebungen auch in der letzten geologischen Vergangenheit zeitweise das Aufbrechen aus grossen Tiefen her stammenden Lösungen und Exhalationen verursachen konnten.

Dies waren die Gründe, welche mich zum Beginnen der Tiefbohrung in Lillafüred bewegten. Deren Richtigkeit beweist das *in dem Schiefer durch die Bohrung erreichte, exotisch warme Wasser und Gas*. Alle diese Daten rechtfertigen die weitere Bohrung.\*

\* Auch an der Versammlung von der Hydrologischen Section vom 24. April, 1929. behauptete Ministerialrat FRANZ BÖHM: „Nicht ein einziger Redner gab einer derartigen Ansicht Ausdruck, das man in Lillafüred bis auf technisch erreichbare Tiefe kein warmes Wasser erschliessen könne.“

Es waren verschiedene Ansichten bloss in Bezug auf den Ursprung des warmen Wassers.

Die aufgezählten geologischen, Bohrungs- und Anisierungsdaten sollen gleichfalls als eine Antwort auf die polemischen Ansichten und Zeitungsartikeln gelten.

Es gibt keine Erdkunde ohne Forschen, ohne dem könnten wir niemals die Schätze der Erde erreichen. Es ist kein Fortschritt ohne das Wagen des Neuen. Vorkommende Negative von solcher Art vermitteln auch ein Wissen.

## HYDROGEOLOGISCHE STUDIEN ÜBER DIE WASSER- ERGIEBIGKEIT-MESSUNGEN BEI DEM ARTESER-BRUNNEN DER ST. MARGARETHEN-INSEL IN BUDAPEST.

Von: Ing. L. MÁDÁI jun.\*

— Mit 1 Textfigur. —

Die durch WILHELM ZSIGMONDY in Jahren 1866—1867 durchgeführte Bohrung des Arteser-Brunnens hatte Verfasser dieser Studien-Messungen vollzogen, deren Resultate die folgenden sind:

1. Die Wasserergiebigkeit des Arteser-Brunnens beträgt in +14·60 m Niveau d. h. von dem heutigen +7·10 m Inselniveau gerechnet bei einem in einer Höhe von 7·5 m mündenden Steigrohr im Durchschnittswerte: 3240 m<sup>3</sup>/24 Stunden.

2. Von den +7·10 m Inselniveau gemessen in einer 1·26 m Tiefe, also in einer Höhe von +5·85 m des Steigrohres hatte Verfasser durchschnittlich eine Wasserergiebigkeit von 10728 m<sup>3</sup>/24 Stunden erhalten, und zwar in der Mittellinie der sogenannten ZSIGMONDY-schen Hauptabzweigstelle.

3. Von dem +7·10 m Inselniveau gerechnet in 8·2 m Höhe, also in einen +15·30 m Niveau floss das Wasser nicht ab, sondern blieb stehen. Laut diesem Ergebnisse liegt die hydrostatische Höhe +15·30 m, respektive von dem heutigen +7·10 m hohen Inselniveau gerechnet, in einer Höhe von 8·2 m. Aus vorigem ist ersichtlich, dass die hydrostatische Höhe bei einem Niveau von +15·30 m, von der Mittellinie der ZSIGMONDY-schen Hauptabzweigstelle (+5·85 m) 9·45 m beträgt.

4. Während der, durch Verfasser am 14. Nov. 1927 vorgeführten Messungen wurde der Mühlteich des St. Lukács-Bades abgelassen, und somit senkte sich das Niveau des Wasserspiegels um 1·7 m. Bei dem am 12. und 29. Dez. 1927 stattgefundenen Messungen hingegen war das Niveau des Mühlteiches ein regelmässiges. Da sich zwischen diesen zwei verschiedenen Niveaus des Mühlteiches gepflogenen Messungen kein Unterschied ergab, kann man die Schlussfolgerung ziehen, dass das Sinken oder Steigen des Mühlteichsspiegels auf dem Arteser-brunnen der St. Margarethen-Insel keinen Einfluss ausübt, das heisst, dass der Mühlteich mit dem Arteser-Brunnen in keiner hydrostatischen Verbindung steht.

5. Durch die seitens des Verfassers in den Jahren 1923—1929 — insgesamt 6 Jahren — im Kaiser-Bade gepflogenen Wassermessungen wurde

\* Vorgetragen in der Fachsitzung der Hydr. Sektion der Ung. Geol. Gesellsch. am 29. Mai 1929.