

Der Grundwasserstrom im Thurtal

Autor(en): **Weber, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **25 (1924)**

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-593993>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Grundwasserstrom im Thurtal.

Von A. Weber, Kulturingenieur.

In der Jahresversammlung der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft vom 20. Oktober 1917 hielt Geologe Dr. Hug in Zürich einen Vortrag über: „Die Grundwasserströme der Schweiz, insbesondere im Thurgau.“ Ein Auszug davon ist im Heft XXII dieser Mitteilungen enthalten. Der enge Zusammenhang meiner Tätigkeit mit dieser Seite der Erdkunde veranlaßte mich nachher, die Beobachtungen und Erhebungen über die unterirdischen Wasser zu sammeln und in meiner freien Zeit zusammenzustellen. Mehrere Entwässerungen, bei denen uns diese verborgenen Flüsse besondere Schwierigkeiten verursachten und eingehende Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Grundwasser und Tagwasser notwendig machten, halfen mit, den Vorsatz wenigstens für den Grundwasserfluß im Thurtal zu verwirklichen. Den vielen Bekannten, welche mir bereitwilligst gewünschte Auskünfte erteilten, danke ich hier bestens.

Meine Erhebungen über den Grundwasserfluß im Thurtal begann ich in der Meinung, daß sich noch niemand eingehender mit ihm befaßt habe. Ich konnte aber bald erfahren, daß auf diesem Gebiet schon berufenere Fachleute an verschiedenen Orten der Talschaft tätig gewesen waren. Insbesondere gilt dies von Geologe Dr. Hug in Zürich, dessen schriftliche und mündliche Gutachten für die Grundwasserverhältnisse im Thurtal, in Verbindung mit seinen gedruckten Publikationen mir die zuverlässigsten Unterlagen für diesen Bericht boten.

Resultate von Tiefbohrungen, die während der Niederschrift meiner Arbeit erfolgten, ließen erkennen, daß auch jetzt die Grundwasserverhältnisse im Thurtal noch keineswegs erschöpfend aufgeklärt sind, und daß den Interessenten, welche Wasser suchen, nach wie vor zu empfehlen ist, vor kost-

10741
125798

spieligen Bodensondierungen den Grundwassergeologen zu Rate zu ziehen.

Die angegebenen Höhen beziehen sich auf die seit 1920 festgesetzten neuen Zahlen des schweizerischen Fixpunktnivellementes, dessen Ausgangspunkt bekanntlich die Pierre du Niton in Genf mit 373,6 m ü. M. ist. Genauere Höhenangaben standen mir nur bei einigen Brücken zur Verfügung. Im übrigen stellte ich auf die Zahlen der Siegfriedkarte ab und verminderte sie um 3,3 m, dem Unterschied zwischen neuem und altem Horizont.

Das Thurtal in der Eiszeit.

Um dem Laien in der Erdgeschichte, für den diese Arbeit bestimmt ist, die Grundwasserströmung im Thurtal verständlicher zu machen, muß ich kurz vorausschicken, was uns die Geologen von den Eiszeiten berichten. Es sind deren drei sicher nachgewiesen, wobei jedesmal gewaltige Gletscher aus den Alpen vorstießen und nachher wieder durch Abschmelzung in ihr jetziges Gebiet zurückwichen. Die Ursache dieser Vor- und Rückzüge wird klimatischen Wechseln zugeschrieben, auf die wir hier nicht eintreten können.

Den mittleren und nördlichen Thurgau hat der Rheingletscher überflutet, für den nachgewiesen ist, daß er als Leitlinien für seine Vorstöße, wenigstens bei den letzten zwei Vereisungen, u. a. auch das Thurtal benützte.

Aus den Spuren der Gletscher an ihren Rändern schlossen die Geologen auf die damalige Höhe des Eises. Solche Spuren sind für den letzten Rheingletscher am Bodensee bei etwa 1100 m, am Schauenberg bei 870 m und am Ostabhang des Irchels bei 620 m Meereshöhe feststellbar. Im jetzigen Thurtal dürfte also die Eisoberfläche von 1100 m ü. M. am Bodensee auf zirka 800 m bei Altikon gesunken sein. See- und Thurrücken steckten also noch im Eismantel. Die Vorstellung dieser gewaltigen Eismasse macht die Menge des Schmelzwassers und seine Kraft für den Transport großer Geschiebmassen verständlich. Der Gletscher enthielt außer Felsblöcken viel Schutt, welcher in den Alpen durch Verwitterung von den höheren Felshängen auf und in das Eis gelangte und mit diesem die Reise ins Mittelland mitmachte.

Prof. Dr. Jul. Weber in Winterthur (Ueber die Wasser-
verhältnisse von Winterthur und Umgebung, mit besonderer
Berücksichtigung des Grundwassers) schrieb darüber:

„Nachdem sich das Ende der großen Thurzunge von den
Andelfinger Stirnmoränen gegen Osten zurückgezogen hatte,
füllte das Schmelzwasser die eisfreie Depression zu dem schmalen,
aber langen Thurstausee auf, der sich über Frauenfeld bis
gegen Bürglen ausdehnte. Als das Abflußwasser sich mehr
und mehr in die Stirnmoränen einschnitt und eine bis auf
die Molasseunterlage hinunterreichende Rinne austiefte, ent-
leerte sich der Stausee wieder. Nun häufte der geschiebe-
reiche Zufluß seine Schottermassen auf dem Seeboden an und
überlagerte ihn mit einem mächtigen, von Bürglen bis gegen
die Staustelle hinunter reichenden Schotterstrang. Dieser
Schotter des mittleren Thurtals ist einer der großen Grund-
wassersammler der Nordostschweiz.“

Die Schotterauffüllung im Thurtal.

Ueber die horizontale Ausdehnung und die Tiefe des
Schotters schrieb Geologe Dr. Hug im Februar 1919 in einem
Gutachten für den Au graben in Pfyn der thurgauischen Re-
gierung:

„Bei Kradolf-Schönenberg tritt die Thur aus einem schmalen
Einschnitt in einen trichterförmig sich erweiternden Talboden
heraus, der stellenweise eine Breite von 2,5 km aufweist. Nur
bei Bürglen kommt es zu einer ausgesprochenen Verengung.
Wie aus unzähligen Kiesgruben hervorgeht (besonders zwischen
Bürglen und Weinfeld), besteht der Talboden aus einer aus-
gedehnten Kiesauffüllung. Besonders im oberen Teil des Tal-
bodens weisen verschiedene Tiefbohrungen zur Anlage von
Grundwasserbrunnen darauf hin, daß wenigstens in dieser
Gegend die Mächtigkeit der Kiesauffüllung sich auf bedeutend
mehr als 10 m beläuft (Brunnen von Amriswil westlich von
Sulgen und Industriebrunnen bei Bürglen). Talabwärts scheint
sich die Mächtigkeit des Kieses bedeutend zu verringern, um
in der Nähe der Kantonsgrenze fast ganz auszuweichen.“

Eine Reihe von Einschnitten für Entwässerungszwecke
und von Tiefbohrungen für Grundwasserversorgungen und für
Brückenfundierungen brachten genauere Aufschlüsse über die

Mächtigkeit des Grundwasserträgers. Ich erwähne hier die Resultate in ihrer örtlichen Reihenfolge das Thurtal hinauf.

In der Gegend unterhalb Schneit hat der Kanton Zürich 1921 die Einmündung des Binnenkanales in die Thur weiter abwärts verlegt und dann den Kanal aufwärts etwas tiefer eingeschnitten. In dieser Strecke ist die Kanalsohle Lehm, welcher im Thurtal die Unterlage des Grundwasserschotters bildet. Der Aushub über der Sohle bestand aus lehmigem Kies. Bei der Thurbrücke Altikon-Niederneunforn ließen dagegen, nach den Mitteilungen von Bauinspektor Baumgartner, bei Fundierungsuntersuchungen im Jahre 1922 an einem Joch im Vorland, Kiesmassen, deren Tiefe unermittelt blieb, und starker Wasserzudrang erkennen, daß hier bereits eine Schotterschicht mit Wasserführung vorhanden ist. Der weiter nördlich und näher am Berghang liegende Durchlaß derselben Straße über den rechtseitigen Binnenkanal soll aber mit seinen Widerlagern ganz in Lehm auf Pfählen ruhen. An eine Kiesschicht können sich weder Bauinspektor Baumgartner noch Bauführer Luder erinnern. Damit erhält die in der Literatur und in Gutachten von Dr. Hug geäußerte Ansicht, daß sich der Grundwasserträger bei und unterhalb Altikon auskeile, neues Beweismaterial.

In Feldi ist die Schotterschicht mit ungefähr 2 m Lehm überdeckt. Aus der Tiefe des einzigen noch vorhandenen Sodbrunnens ist auf etwas über 1,0 m Kiesmächtigkeit zu schließen. Die Fundierungsarbeiten beim Feldisteg sollen die, wenn auch geringe, Kiesschicht bestätigt haben. In Unter-, Mittel- und Oberwiden gehen die Sodbrunnen 3—4 m tief und durchbrechen zu oberst annähernd 2 m Lehm. Es ist also mit einer Schottermächtigkeit von über 1 m zu rechnen.

Für die Ueßlingerbrücke liegen keine Sondierungsergebnisse vor. Dem noch vorhandenen Brückenplan ist nur zu entnehmen, daß die 6 m langen Pfähle, auf welchen die Widerlager- und Pfeilerfundamente ruhen, in einer Tiefe von 373,4 m noch nicht auf die Molasse stießen. Die Dicke des Kieses über der Lehmunterlage blieb unermittelt.

Die Sodbrunnen in Horgenbach und Erzenholz, die sogenannten Mosesbrunnen, sind eingeschlagene und gelochte Eisenröhren, die keinen Einblick in die Kiesmächtigkeit zuließen.

Zuverlässige Aufschlüsse haben die Foundationen der Rohrerbrücke im Jahre 1918 gebracht. Nach den Mitteilungen von Bauinspektor Baumgartner haben die Aufzeichnungen von Bauführer Luder ergeben, daß direkt unter der Flußsohle eine Schotterschicht von etwas über 4 m Mächtigkeit annähernd horizontal verläuft. Die Tiefbohrungen ergaben:

	Distanz	Schichtgrenze: Höhen		Mächtigkeit:
		oben	unten	
Widerlager südlich	0 m	385,0	380,50	4,5 m
Erster Pfeiler	35 -	385,05	380,60	4,45 -
Zweiter Pfeiler	75 -	384,05	379,85	4,20 -
Dritter Pfeiler	117 -	385,05	382,60	2,45 -
Widerlager nördlich	160 -	381,25	378,75	2,50 -
Dito	167 -	381,25	380,75	0,50 -

Die Schotterschicht keilt sich am rechtseitigen Talhang an der ziemlich steil ansteigenden Molasse aus und nimmt gegen die Talseite anfänglich stark und nachher nur noch unbedeutend an Mächtigkeit zu. Die Sondierung am südlichen Widerlager ist bis auf über 28 m Tiefe erfolgt. Da dies die tiefste bis jetzt bekannte Bohrung im Thurtale ist, die uns auch über die Zusammensetzung der Lehmunterlage Aufschluß gibt, zeichne ich die mir gemachten Angaben genauer auf:

385,0	Bodenoberfläche,
	Kies und Sand,
380,5	
	Fetter Lehm,
376,7	
	Lehm mit feinem Sand durchsetzt,
367,5	
	Feiner Sand mit Lehm durchsetzt,
365,6	
	Feiner fetter Lehm (Ton?),
361,2	
	Trockener stark mit Sand durchsetzter Lehm,
360,2	
	Nasser Lehm vom Bohrer geknetet,
356,5	

Der Bohrer hat die Molasse bei 356,5 m ü.M. nicht erreicht. Der Molasseriegel 500 m unterhalb der Ossinger Eisenbahnbrücke hat seine Höhe bei 362 und das Fundament der Brücke selbst soll in 356,0 m Höhe auf Molasse gestellt sein. Die Molasseoberfläche setzt also — wenigstens bis zur Linie Frauenfeld-Rohr — entweder ihr dort unten von Professor Früh festgestelltes, talaufwärts vorhandenes Fallen fort oder verläuft annähernd horizontal.

Die im März 1924 ausgeführte Bohrung für die Gemeinde Frauenfeld auf der von Dr. Hug bezeichneten Stelle an der Thurstraße, 700 m südlich der Thurbrücke, ergab nach Mitteilung von Stadtgeometer Deppe unter dem Humus bis 3 m Tiefe lehmigen Sand, bis 8,2 m Kies und nachher Lehm.

Im Dezember 1923 hat die Konservenfabrik Frauenfeld auf der Ostseite zwischen Fabrik und Straße gebohrt. Das Ergebnis war lehmiger Kies und Sand bis 6,5 m, dann wasserführender Rollkies auf hart gelagertem, sandigem Kies bis 10,0 m und darunter bis 22,5 m Tiefe feinkörniger Sand. Von der zweiten Bohrung, zirka 180 m nord-nordöstlich von der ersten, meldete Werkmeister Holenstein unter 1,80 m Humus und mergeligem Lehm eine 3,5 m dicke Kiesschicht mit Wasserführung im untersten halben Meter und nachher Sand bis unter 10 m Tiefe. Ein drittes Loch, zirka 100 m westlich der Fabrik, zeigte nur von 5¹/₂ bis 6¹/₂ m Tiefe Kies und hierauf Sand bis unter 11¹/₂ m Tiefe. Aus dem ersten Bohrloch lassen sich anhaltend 350 Minuten-Liter Wasser pumpen; beim zweiten wären 150 Minuten-Liter und beim dritten nur 50 Minuten-Liter zu gewinnen gewesen. Eine vierte Sondierung, zirka 10 m von der ersten entfernt, ergab ungefähr denselben Untergrund, aber nur etwa 50 Minuten-Liter Wasser.

Im Jahre 1920 bohrte die damalige Ortsgemeinde Frauenfeld in einer Kiesgrube an der Grenzstraße des Waffenplatzes, ungefähr 700 m nord-nordöstlich von der Konservenfabrik. Der gedruckte Bericht des Ortsverwaltungsrates für die Erweiterung der Wasserversorgung Frauenfeld enthält über diese Bohrung folgendes Urteil von Ingenieur Peter in Zürich:

„In einer Kiesgrube von zirka 4 m Tiefe zeigte sich im Probeloch noch Kies von 0,5 m Mächtigkeit und sodann bis auf eine Tiefe von 19 m blauer Lehm; kein Wasser. Es

geht daraus hervor, daß das Thurtal mit kompakter und undurchlässiger Grundmoräne eingedeckt ist, über welcher Flußgeschiebe von wechselnder Dicke abgelagert ist. Die Mächtigkeit des Grundmoränenlehmes ist nicht bekannt; sie beträgt jedenfalls wesentlich mehr als 20 m. Grundwasser befindet sich voraussichtlich in sehr beschränktem Quantum unter dieser Grundmoräne über Molasse, aber so tief, daß dessen Gewinnung auf ganz außerordentliche Schwierigkeiten stoßen würde. Ueber dieser Lehmschicht im Kiese fließt etwas Grundwasser; es ist aber schwer, eine Stelle mit großer Ergiebigkeit des Stromes zu finden, und sodann ist es klar, daß ein Wasser, das nur durch eine wenig dicke Kiesschicht gereinigt ist, nicht einwandfrei sein kann.“

Endlich ist noch eine Sondierung von 1922 für eine Murgbrücke beim Altermattschen Steg zu erwähnen. Die Bohrung ergab Tribsand bis 2 m Tiefe, dann 6 m Lehm und Mergel und bei 8 m Molasse. Von Kies fehlte jede Spur.

Aus dieser Sondierung und aus andern Grabungen in Frauenfeld, bei denen Molasse entblößt wurde, ist auf einen Felsensporn zu schließen, der hier weiter als irgendwo zwischen Ellikon und Bürglen ins Tal vorsteht. Wahrscheinlich ist der Abfluß des Gletschers aus dem Haupttal dadurch nordwärts gedrängt worden, weshalb es im Gebiet von Kurzdorf und Langdorf nicht zur Ablagerung einer zusammenhängenden, mächtigen Schottererschicht kommen konnte. Vermutlich hat ein vom Lauchetalarm des Rheingletschers gespiesenes Schmelzwasser der jetzigen Murg von Matzingen her etwas vorgearbeitet und ebenfalls Geschiebe gebracht. Da aber der Hauptabfluß des Lauchetalgletschers gegen Aadorf und Elgg ging, ist der eiszeitlichen Entwässerung Matzingen-Frauenfeld nur untergeordnete Bedeutung beizumessen.

Die Bauten vom Jahre 1913 an der Pfynnerbrücke erfolgten ohne Tiefensondierung, die Pläne enthalten von der Höhe 394 abwärts den Vermerk: Kies mit feinem Sand. Der tiefste Pfahl hat seine Spitze bei 388,3 m.

Die nächste, sehr lehrreiche Tiefbohrung haben Locher & Cie. in Zürich im Jahre 1911 für die Vorlandbrücke Eschikofen ausgeführt, an zwei Stellen, die nach den Mitteilungen von Straßenmeister Ammann beim Baudepartement, zirka 150 m nördlich vom Zollhaus in der Flußrichtung lagen und höchstens 10 m

voneinander entfernt waren. Das eine Bohrloch zeigte zwischen 406,7 und 391,1 eine 15,6 m mächtige Schicht von Kies mit groben Steinen, zwischen 401,30 und 402,0 durch 70 cm Sand unterbrochen. Unter dem Kies folgten 2,2 m schlammiger Sand und dann 1,35 m sandiger Lehm. Bei 387,6 hörte die Bohrung auf. Das andere Bohrloch ging nur auf 392,2 m Tiefe und enthielt zwei Kiesschichten (409,7—403,5 und 401,4—395,0) von 6,2 und 6,4 m Mächtigkeit, dazwischen 2,1 m gelblichen Lehm.

Im Dezember 1923 bohrte die Gemeinde Amlikon zirka 500 m westlich der neuen Brücke am linken Thurdamm, nach Beratung durch die Herren Ingenieur Bodmer und Dr. Hug in Zürich, 9,2 m tief, wobei von 1,0 m Tiefe abwärts nur Kies, Sand und Steine den Untergrund bildeten. Dieses Material erwies sich in 6,2 und 8,4 m Tiefe als sehr hart gelagert in Schichten von 0,4 bzw. 0,8 m Dicke. Die Sondierung ging nicht bis auf das Liegende des Schotters.

Der 11 m tiefe Pumpschacht für die Gemeinde Müllheim, der ziemlich in der Talmitte liegt, soll nach den Angaben von Vorsteher Keßler mit seinen unteren 9 m nur in Kies liegen.

Für das 1898 erstellte Pumpwerk Wigoltingen am Nordrand des Tales meldet Gemeindeammann Gebhart eine Schachtiefe von 3,60 m; davon sind die unteren 2 m Kies.

Der Pumpschacht Märstetten, ebenfalls am nördlichen Talrand, zeigte nach den Mitteilungen von Gemeindeammann Heß 2 m tief Lehm, dann grobes mit Lehm durchsetztes und hierauf bis 8 m Tiefe reines Kies.

Die Gemeinde Rothenhausen versuchte 1921 zuerst Wasser auf ihrer Thurseite zu erbohren. Auf der in den Hang eingesprengten Flußterrasse zwischen Staatsstraße und Eisenbahnbrücke zeigte sich aber bei 6,7 m Tiefe schon Moränenlehm mit größeren Steinen, der auch bei 8,7 m noch nicht durchbrochen war. Die Gemeinde war deshalb genötigt, auf der rechten Thurseite ihr Glück zu versuchen, wo jetzt zwischen alter und neuer Staatsstraße, 200 m von der Thur entfernt, ihr Pumpwerk steht. Berater war auch hier Dr. Hug.

Ungefähr 300 m nördlich davon schöpft Weinfeldten im Sängen sein Wasser aus einem 7 m tiefen Schacht, dessen untere 5 m in ganz reinem, grobem Kies liegen sollen. Im Aeuli, annähernd 1500 m östlich vom Bahnhof Weinfeldten,

erstellte Gemeinderat Bommer in Wolpersholz 1920 einen Sodbrunnen mit einem ganz in grobem Kies versenkten, 4 m tiefen Schacht, von dessen Boden aus mit einer 7,5 cm weiten Eisenröhre weitere 7 m durchschlagen wurden. Der feine Sand, den dieses Wasser stets aus der Tiefe heraufbringt und die gemeldeten großen Schwankungen des Grundwasserspiegels lassen vermuten, daß hier auf der rechten Talseite der Schotter an guten Eigenschaften für die Grundwasserführung eingebüßt hat. Das bestätigt auch die erste Bohrung im Dezember 1923 für die Gemeinde Berg, die im kleinen, vom Bach durchflossenen Straßendreieck, 250 m nördlich der Gießenbrücke in Mauren erfolgte. Das mir von Herrn Ingenieur Bodmer mitgeteilte Profil dieser Sondierung zeigt folgende Schichtungen:

Erste Sondierung:	Zweite Sondierung:
0,0— 2,8 Erde	0 — 0,3 Humus
2,8— 4,0 Schwarzer Lett	0,3— 3,2 Lehmiger Kies
4,0— 5,5 Triebssand	3,2— 9,5 Kies und Sand, lehmig
5,5—10,5 Kies mit Sand u. Lehm	9,5—10,0 Kies und Sand
10,5—13,0 Betonkies	10,0—20,5 Kies und Sand, Steine bis 8 cm
13,0—14,0 Grober Sand u. Steine	20,5—20,8 Lehm
14,0—15,5 Feiner Sand, wenig Kies	20,8—21,5 Kies und Sand
15,5—20,2 Wechselnde dünne Schichten von Mischungen aus Sand, Kies und Lehm	21,5—23,0 Kies, Sand, grobe Steine, hart gelagert
20,2—21,2 Fester Lehm mit Steinen	

Die zweite Sondierung, deren Lage Herr Ingenieur Bodmer nach dem Rate von Dr. Hug 80 m südlich und 150 m westlich der Straße Bürglen-Mauren festsetzte, brachte ein weit günstigeres Resultat. Bemerkenswert ist, daß diese Bohrung bei 23 m Tiefe das Liegende des Schotters noch nicht erreichte.

Dr. Eberli (Glaciale Erosion im Thurtal, Heft XIX dieser Mitteilungen) erwähnt ungefähr 100 m südlich der Erziehungsanstalt Mauren eine Senkgrube, die ganz im Lehm liegt und in 8 m Tiefe den Molassefelsen erreicht.

Bürglen erstellte unter der Leitung von Dr. Cunz von der Wollfärberei Bürglen 1913 sein Pumpwerk zwischen Kirche und Thur auf der Südseite der Bahn. Das Bohrloch stieß bei 1,50 m Tiefe auf Kiesgerölle, das bei 14 m noch nicht

durchstoßen war. Zwischen 4,1 und 5,8 m und ebenso zwischen 10,0 und 10,8 m Tiefe war das Material verfestigt und hart wie Nagelfluh.

Vierhundert Meter südlich vom Bädli am Waldrand befindet sich das Pumpwerk für die Gemeinde Amriswil. Die Stelle bezeichnete im Jahre 1912 Professor Heim unter Mitwirkung von Dr. Hug. Der Schotter reicht von der Bodenoberfläche bis auf 15,7 m Tiefe. Darunter kommen gelber und bei 16,2 m blaugrauer Lehm als Grundmoräne.

Der Schacht für das Pumpwerk Sulgen, ungefähr 500 m südöstlich von jener Anlage, hat mit 9,5 m Tiefe den Schotter nicht durchstoßen. Eine nagelfluhartige Schicht kam auch hier vor. In der Bleikenrüte westlich Kradolf soll vor zirka 20 Jahren die Bohrung für einen Sodbrunnen bis auf 20 m Tiefe nur Lehm ergeben haben. Im Dorfe selbst bezeichnete man mir Stellen, bei denen die Sondierungen Kies mit Wasserführung und andere, die nur zähen trockenen Lehm ergründeten. Die Sodbrunnen seien unter dem Kies auf Leberfelsen gestoßen. Da auch die Brücke Kradolf-Schönenberg in geringer Tiefe auf Felsen fundiert ist und weiter aufwärts die Thur öfters dieses Material bloßlegt, befinden wir uns im Gebiete von Kradolf am auskeilenden oberen Ende oder richtiger am Anfang des Grundwasserträgers. Eine gleichmäßige Schotter-schicht existiert hier nicht mehr; sie hat sich in einzelne Stränge aufgelöst, die, aus dem gleichzeitigen Versiegen vieler Sodbrunnen im Jahre 1895 zu schließen, untereinander Verbindung haben.

Ein solcher Strang zweigt auch von Sulgen in das Weinmoos ab. Nördlich der Bahnlinie hat Fabrikant Forster von Erlen in den Jahren 1918—1920 den Torf 4,5 m tief bis auf die Grundmoräne ausgebeutet, ohne eine zusammenhängende Kiesschicht anzuschneiden. Die Sondierungen südlich der Bahnlinie dagegen sollen unter dem 6—7 m mächtigen Torf eine harte Schicht, vermutlich Kies, mit starkem Grundwasserauftrieb ergeben haben.

Der bisher öfters gebrauchte Ausdruck „Schotterschicht“ ruft der Vorstellung einer oben und unten mehr oder weniger ebenen Begrenzung. Die in Reihenlöchern erfolgte Untersuchung des Bodens westlich Horgenbach, die in Figur 1 in allerdings übertriebenem Maßstab dargestellt ist, zeigt aber,

daß die Oberfläche des Grundwasserträgers ganz unregelmäßige Ausbildung hat. Alle Entwässerungen im Thurtal bestätigten dies. Daß auch die Unterseite der Schottermasse nichts weniger als eben ist, beweisen uns die beschriebenen Tiefsondierungen bei der Rohrerbrücke und bei der Eschikoferbrücke.

Es bleibt noch die Frage zu prüfen, ob diese gewaltigen Schottermassen, deren ungefähre Berechnung auf Grund der besprochenen Sondierungen rund 600 Millionen Kubikmeter ergibt, ausschließlich das Produkt der letzten Eiszeit sind.

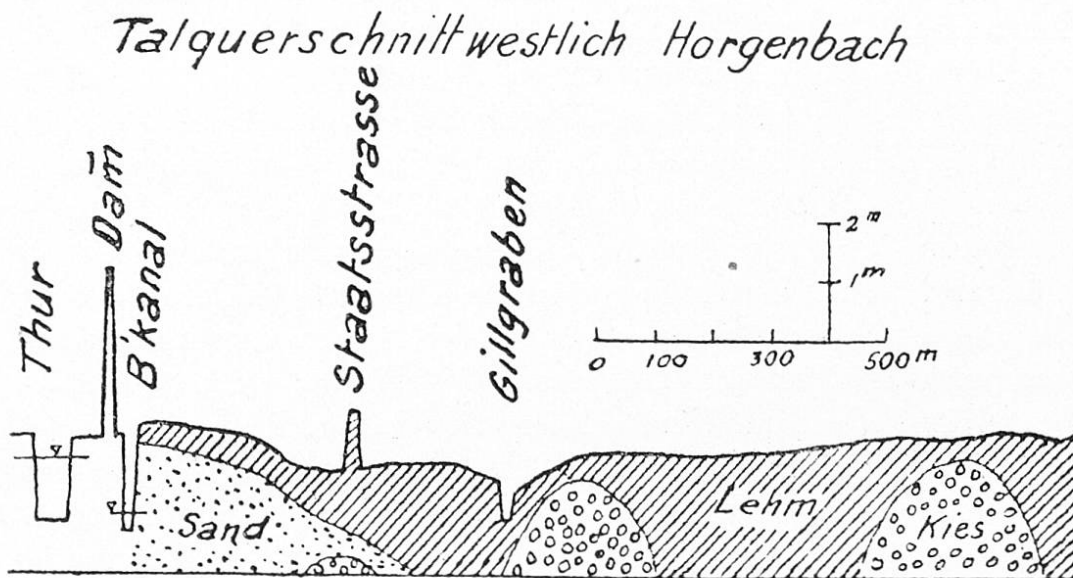


Fig. 1.

Die Bohrungen trafen nirgends den Felsen als Unterlage des Kieses. Damit fehlt nach Professor Heim (Geologie der Schweiz) das wesentlichste Erkennungszeichen des „Hochterrassenschotter“, der vor der größten Vergletscherung sich abgelagerte. In der alten Thurrinne von Ossingen gegen Marthalen hat Dr. Hug Hochterrassenschotter festgestellt. Daraus geht hervor, daß unser Schotterfeld mit jenem zeitlich gar nichts gemein hat.

Auch um Ablagerungen nach der größten Eiszeit kann es sich nicht handeln, weil wir solche bei uns in höheren Lagen suchen müssen.

Die Kiesmassen im Thurtal können also nur Ablagerungen der letzten Eiszeit sein, wobei aber die wiederholt festgestellten

Verfestigungen auf das nochmalige teilweise Vorrücken des Gletschers schließen lassen, das auch schon in einem früheren Heft dieser Mitteilungen vermutet wurde.

Der Grundwasserstrom.

Die Mehrzahl unserer Geologen ist der Ansicht, daß sich das Grundwasser ausschließlich aus den Niederschlägen bilde und lehnen die Vermutung ausländischer Kollegen ab, daß Destillation von Wasserdämpfen aus dem Erdinnern mit im Spiele sei. Unsere Untersuchungen stützen sich auf die erstere Annahme.

Für die große Fähigkeit des Talbodens, die Niederschläge aufzunehmen und in größere Tiefen versickern zu lassen, spricht das Fehlen oberflächlicher Tagwasserrinnsale auf der eigentlichen Talsohle. Die vorhandenen Bäche dienen fast durchwegs nur der Fassung des Oberflächenwassers an den beiden Hängen und der Ueberleitung in die Thur und in die Binnenkanäle; auf dem Talboden selbst sind sie mit wenigen Ausnahmen von Hochwasserdämmen eingefast, welche den seitlichen Zufluß verhindern. Aber auch diese Rinnsale zeigen eine im Verhältnis zu ihren Einzugsgebieten am Thur- und Seerücken kleine Wassermenge, woraus zu schließen ist, daß selbst von den Berglehnen viel Wasser seinen Weg auf und im Boden zum Talboden sucht und dort versickert. Tatsächlich gibt es auch zwischen Frauenfeld und Kradolf eine Reihe kleiner Flurgewässer, die beim Uebergang von der Berglehne in den Talboden verschwinden. Ihr Wasser versickert auf einer, je nach Menge längeren oder kürzeren Strecke oder auch an einer einzigen Stelle. Eine solche ist mir zwischen Märstetten und Boltshausen bekannt, wo das Wasser beim Verschwinden im Boden öfters hörbar „rolle“, wie sich die Leute jener Gegend ausdrücken. Das Einzugsgebiet der Grundwasserbildung im Tal und an den Hängen habe ich auf Grund meiner Beobachtungen zu 75 km² berechnet.

Die Menge des Grundwassers nimmt infolge dieser Versickerung talabwärts zu, und da der Grundwasserträger in seiner Mächtigkeit gleichzeitig abnimmt, nähert sich der mittlere Grundwasserspiegel immer mehr der Bodenoberfläche, bis er von Wigoltingen abwärts die Sohlen der Entwässerungs- und

Binnenkanäle übersteigt und diese als Ueberläufe benützt. Wir werden später sehen, daß die Binnenkanäle von der Thur selbst nicht gespiesen werden. Von den in den Binnenkanälen oberhalb ihres Einflusses in die Thur gemessenen Wassermengen sind also nur die seitlichen, kein Grundwasser führenden Zuflüsse abzuziehen, damit man die gesamte Wasserführung des Grundwasserstromes im Thurtal erhält. Die Entwässerungen und ihre Vorarbeiten von Wigoltingen bis Feldi in den trockenen Jahren 1920, 1921 und 1923 haben Erhebungen über diese

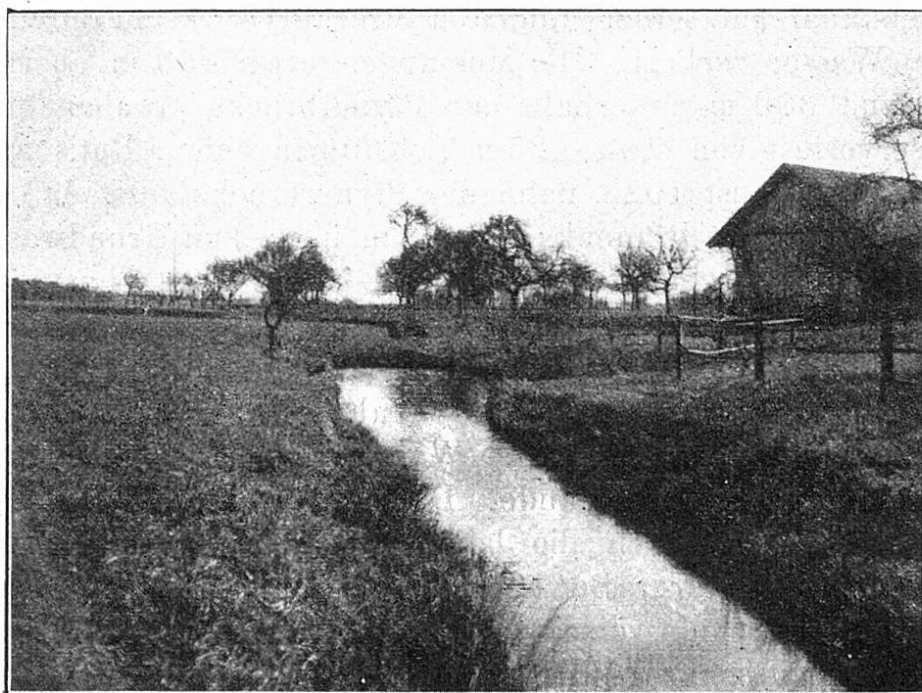


Fig. 2.

Wasserführung nötig gemacht. Sie konnten fast überall durchgeführt werden zu Zeiten, in denen die Nebenbäche ganz oder fast trocken waren. Die Messungen aus diesen Trockenperioden berechtigen zu der Annahme, daß die nachfolgenden Zahlen dem geringsten Ertrag des Grundwasserflusses nahe stehen. Die Messungen erfolgten durch Aufnahmen des Durchflußquerschnittes und Bestimmung der oberflächlichen Geschwindigkeit mit Schwimmern. Die mittlere Schnelligkeit ist dann, je nach Rauigkeit des Profiles, zu 0,6—0,7 der Oberflächengeschwindigkeit angenommen und aus jener und dem Querschnitt die Wassermenge bestimmt worden:

Rechtseitiger Binnenkanal Ueßlingen beim	
Feldisteg	0,4 m ³ /Sek.
Linksseitiger Binnenkanal Ueßlingen beim	
Feldisteg	2,5 - -
Binnenkanal Felben-Rohr	3,2 - -
Binnenkanal Eschikofen-Felben	1,0 - -
Pfyner Binnenkanal	0,7 - -
	7,8 m ³ /Sek.

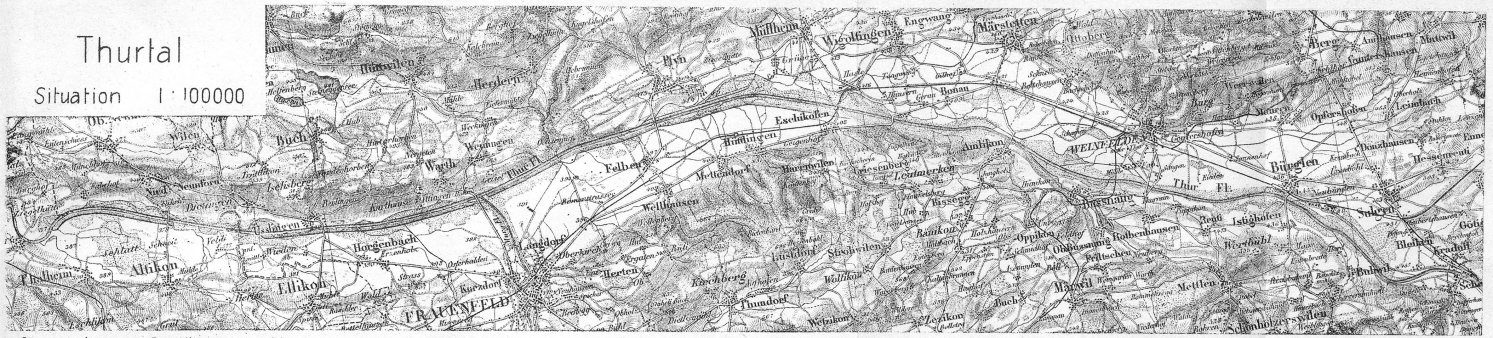
In Felben ließ sich feststellen, daß der Mettendorfer Binnenkanal auf seiner untersten Strecke (Rückstau durch die Thur) Wasser verliert. Die Messungen etwa 450 m oberhalb und rund 300 m unterhalb der Pfynerbrücke ergaben einen Wasserverlust von etwa 0,25 m³. Kulturingenieur Rutishauser stellte im August 1923 nahe der Pfynerbrücke fest, daß der Wasserspiegel im Binnenkanal 60 cm über dem Grundwasserspiegel im Ufergelände und 20 cm unter dem Thurniederwasserspiegel stand. Der Verlust ist aus Durchsickerung zu erklären, die nur nach der Landseite möglich ist. Härtebestimmungen bestätigten diese Wahrnehmung. Im Gebiet von Mettendorf fällt dann der Wasserspiegel im Binnenkanal unter denjenigen im Gelände. Dazwischen befindet sich also eine Strecke, wo sich die beiden Wasserspiegel schneiden. Diese gehen in ihrer Bewegung nicht immer einig, weshalb sich der Schnittpunkt verschiebt. Auf der Strecke dieser Schnittpunktbewegungen sind die Durchsickerungen zu suchen, weil hier die Wechselbeziehungen zwischen dem Wasser im Binnenkanal und demjenigen im südlichen Ufergelände eine Abdichtung des Kanalbettes verunmöglichen. Da die Messung der Wassermenge im Binnenkanal oberhalb der Pfynerbrücke das obere Ende dieser Wechselbeziehungen nicht erreicht hat, ist mit mehr als den berechneten 0,25 m³ Sickerungsverlust zu rechnen. Er ändert sich übrigens stark.

Solche Durchsickerungen müssen auch bei der Einmündung des Binnenkanales in Rohr vorhanden sein, weil dort die Verhältnisse ganz ähnlich liegen.

Diese Durchsickerungen, die den nach unten folgenden Binnenkanal wieder belasten, sind augenscheinlich in unseren Zahlen über die Wassermengen zum Teil doppelt gezählt. Mehr als 0,8 m³ in der Sekunde betragen sie aber auf keinen

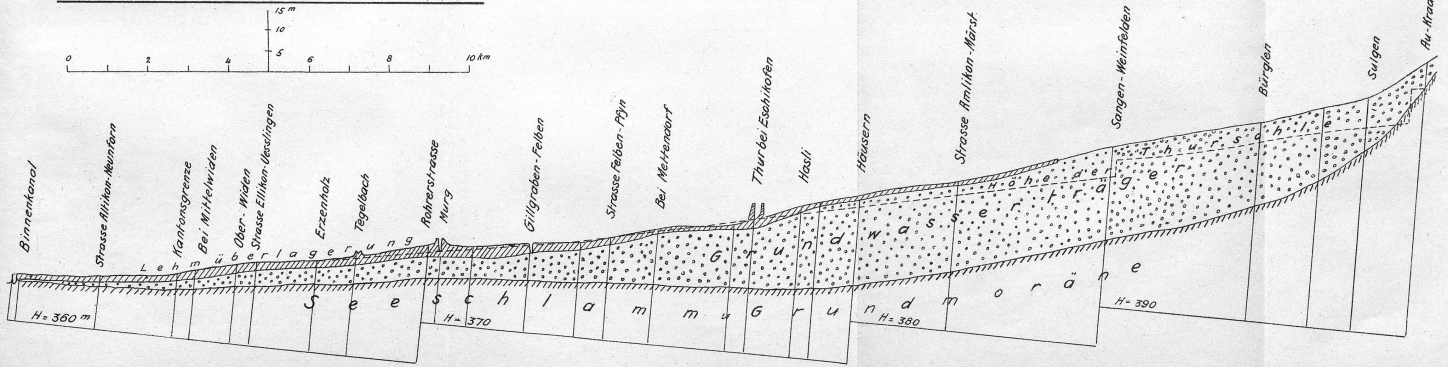
Thurtal

Situation 1:100000



Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 6. August 1924

Längenprofil des Grundwasserträgers



Fall. Es bleibt somit eine gesamte Grundwassermenge von rund 7000 Sekundenlitern, die der Grundwasserstrom im Thurtal von Eschikofen bis Feldi abstößt.

Die Photographie (Fig. 2) von Kulturtechniker Bolliger zeigt uns ein Quellbecken westlich Horgenbach, aus dem ungefähr 1500 Minutenliter abfließen. Das zweite Bild (Fig. 3) versetzt uns an ein Quellseelein nördlich Erzenholz am Binnenkanal, wo der Grundwasserstrom einen alten Gießen nährt.

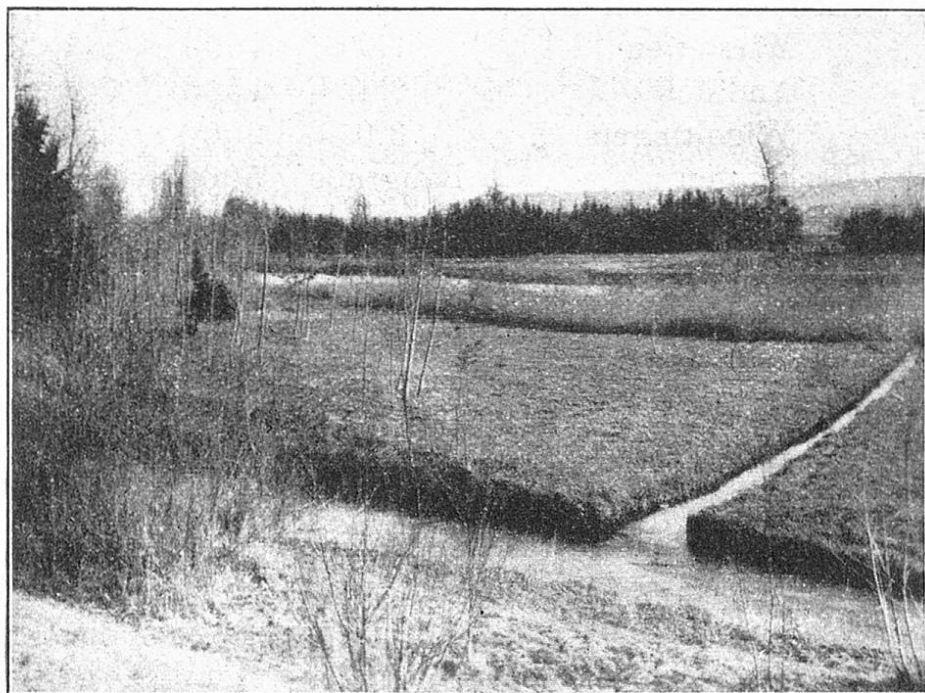


Fig. 3.

Die Schwankungen des Grundwasserspiegels im Boden sind naturgemäß im obern Thurtal größer als unten. Man machte mir folgende Angaben über die Unterschiede zwischen den beobachteten höchsten und tiefsten Ständen:

Pumpwerk Sulgen	3,6 m
Pumpwerk Märstetten	1,8 -
Zisterne in Felben	0,8 -
Brunnenschacht Horgenbach	0,2 -

Ueber die ausgeführten Pumpversuche gibt die nächste Tabelle Aufschluß.

O r t	Filter- rohrweite in m	Größe gepumpte Wassermenge Minutenliter	Größe Spiegel- absenkung bei anhaltendem Pumpen in cm
Pumpwerk Sulgen	1,0	1200	30
- Amriswil	1,0	1400	43
- Bürglen	0,46	1800	48
- Berg	0,80	2700	80
Probeschacht I für Berg . .	—	300	—
Pumpwerk Weinfelden . . .	1,0	1000	10
- Märstetten	1,0	1000	30
- Amlikon	0,4	1500	35
- Wigoltingen	3,0	2000	unbekannt
Brücke Eschikofen	Baugrube	5000	unbekannt
Pumpschacht Rohr	0,5	{ 1200 5000	30 95
Mittelwiden	Baugrube	1200	30

Die größten gepumpten Wassermengen bedeuten nur beim Probeschacht I für Berg die höchste Leistung. An den übrigen Stellen blieb der erschöpfbare Zufluß unermittelt.

Der Grundwasserstrom im Thurtal zeichnet sich durch eine geringe Veränderlichkeit seiner in die Binnenkanäle überlaufenden Wassermengen aus. In den außerordentlich trockenen Jahren 1920 und 1921 zeigten weder die Grundwasseraufstöße noch die Binnenkanäle wesentlich geringere Wassermengen. Messungen, die für die Entwässerungen in der Ellikerebene nötig waren, ergaben für den linksseitigen Ueßlinger-Binnenkanal bei Beginn und nach Schluß des nassen Jahrganges 1922 nur 20 % Unterschied.

Bei diesen Messungen, die sich auf verschiedene Strecken verteilten, war auch festzustellen, daß die Wasserzunahme nicht gleichmäßig ist. Die folgenden Zahlen beziehen sich auf die Grundwassermengen nach Abzug des Tagwassers:

	Strecke m	Wassermenge m ³ /Sek.	Zunahme auf den km m ³ /Sek.
Westlich Rohrerbrücke . .	2000	0,1	0,2
Erzenholzerbrücke	1500	0,5	0,2
Ueßlingerbrücke	1500	0,8	0,95
Nördlich Mittelwiden . . .	1200	2,2	0,25
Feldisteg		2,5	

Die stärkste Zunahme weist also die Strecke unterhalb der Ueßlingerbrücke auf; dort müssen wir den Hauptausfluß des Grundwasserstromes oder also das Ende seines Stromstriches suchen.

Beim Felbener Binnenkanal zeigte die Strecke Rohr-Ochsenfurt mit 2200 m Länge nur 0,7 m³, der obere Teil bis Pfynerbrücke mit 2400 m Länge dagegen 2,5 m³ Zunahme. Das ist die Folge der Verschmälerung des Grundwasserträgers in der großen Allmend.

Die Temperatur des Grundwassers.

Wie das Wasser guter Quellen, zeichnet sich das Grundwasser im Thurtal durch seine wenig veränderliche Temperatur aus. Die Quelle des Binnenkanales Felben-Frauenfeld westlich der Brücke nach Pfyne zeigte folgende Temperaturen in Celsius:

	Grundwasser	Thurwasser
7. Dezember 1921	14,5	
27. Dezember 1921	13,5	2
24. Januar 1922	11	2
15. April 1922	8	11
14. Juni 1922	8,8	
14. November 1922	10,5	
17. November 1922	9,5	
20. Dezember 1922	9,0	2,5

Das Grundwasser zeigt also im Nachsommer bis Dezember die höchsten Temperaturen. Der außerordentlich warme und trockene Sommer 1921, dem ein in dieser Hinsicht fast ebenbürtiges Jahr vorausging, hat erst Anfangs Dezember das Wärmemaximum mit 14,5 ° Celsius im Grundwasseraufstoß bei der Pfynerbrücke gebracht. Ende November 1920 hatten wir Kälten bis 10 ° Celsius. Ich steckte eines Morgens meine frostigen Hände mit dem Thermometer in einen Grundwasseraufstoß und wurde angenehm überrascht von der lauen Wärme, die mit 12 ° Celsius 22 ° über der Lufttemperatur stand. Das Minimum der Wärme stellt sich erst im Nachwinter und gegen das Frühjahr hin ein.

Bei meinen über hundert Temperaturmessungen im Laufe der letzten Jahre im ganzen Gebiet des Thurtales konnte ich

in fließenden, dem direkten Einfluß der Außenwärme entzogenen Grundwasseraufschlüssen nie unter 7° und nie über 15° Celsius feststellen. Diese hohe Zahl ist eine Ausnahme; das durchschnittliche Jahresmaximum wird ungefähr bei 12° Celsius liegen.

Im Laufe des August 1923 hatte ich während einer Periode mit anhaltend schönem Wetter Gelegenheit, fast gleichzeitig im ganzen Tal die Grundwassertemperaturen zu messen oder mir melden zu lassen.

	August 1923	Dezember 1921
Aufstoß Feldi	14°	
Grundwasserausfluß Horgenbach .	16°	11° (sonnig)
Pumpbrunnen Erzenholz	15°	12°
Aufstöße in Felben	14°	12,5—14,5°
Aufstoß Hüttlingen	13°	
Schacht beim Hasli	15°	
Pumpschacht Fabrik Märstetten .	14°	
Pumpbrunnen Boltshausen . . .	13°	
Pumpwerk Bürglen	12°	12°
Pumpwerk Sulgen	11,5°	12°

Die Temperatur des Grundwassers nimmt also im Sommer das Tal hinunter etwas zu; im Winter zeigen sich auf der ganzen Linie keine wesentlichen Unterschiede, wie die allerdings lückenhaften Angaben in der zweiten Kolonne zeigen. Im oberen Thurtal bis Märstetten hinunter sind die Schwankungen zwischen höchster und tiefster Temperatur gering; ich fand bei 25 Messungen in den Jahren 1920—23 als Minimum 10° und als Maximum 15°. Im unteren Tal sind sie stärker. Das Grundwasser liegt hier der Erdoberfläche näher und ist wenig tief. Es ist deshalb dem Einfluß der Außenwärme viel mehr ausgesetzt als im oberen Tal, wo der Boden des Grundwasserträgers bis in die Tiefe der ausgeglichenen, unveränderlichen Jahrestemperatur von 8—9° Celsius hinunterreicht.

Diese wenig veränderliche und auch im strengsten Winter wesentlich über dem Gefrierpunkt stehende Temperatur macht es einer Reihe von Wasserpflanzen möglich, dem Frost zu widerstehen und dem menschlichen Auge jahraus jahrein dasselbe saftige Grün zu bieten. In den außerordentlich

kalten Wintern, die See und Fluß unter das Eis bannen, sind diese Grundwasserläufe noch die einzigen Zufluchtsorte von heimischem und fremdem Wassergeflügel. Zu Hunderten sollen sich dann dessen verschiedene Arten in den Grundwasserquellbecken in Horgenbach und in den Binnenkanälen tummeln und dem Freund der Vogelwelt die schönste Augenweide bieten.

Härte und übrige chemische Eigenschaften.

Ueber die Einschlüsse des Grundwassers verweise ich auf die mir von Kantonschemiker Schmid überlassene Tabelle. Sie ist das Ergebnis von Untersuchungen im Herbst 1923 und enthält für Vergleichszwecke auch die Resultate der zwei Pumpwerke im Murgtal. Herr Schmid bemerkt zu diesen Zahlen: „Bei den Pumpstationen in Sulgen und Oberhofen mußten die Wasserproben aus dem Schacht gehoben werden, da kein Hahn in der Pumpstation vorhanden war, aus dem Proben entnommen werden konnten. Bei den zwei Anlagen konnte daher auch der Planktongehalt nicht ermittelt werden. Es ist fraglich, ob die deutliche Ammoniakreaktion, die bei diesen zwei Wassern beobachtet worden ist, nicht von zufälligen pflanzlichen Verunreinigungen aus dem Schachte herühre.“

Im Jahre 1921 haben mir Kantonschemiker Schmid und sein I. Assistent, Dr. Hartmann, einen einfachen Apparat zur Bestimmung der Alkalität oder der vorübergehenden Härte in französischen Härtegraden zusammengestellt und dessen Verwendung gezeigt. Die annähernd 150 Härtebestimmungen, die ich im Laufe der drei Jahre ausführte, haben auch für die Strömung im Thurtal die Beobachtungen von Dr. Hug an anderen Grundwasservorkommnissen der Schweiz bestätigt, daß die Alkalität ein gutes Mittel ist, um abzuklären, ob und allenfalls in welcher Richtung das Grundwasser sich bewegt und wo eine Mischung mit Tagwasser eintritt, das eine geringe Härte hat. Geeignet für Härtebeobachtungen sind aber nur Zeiten nach längerem Ausfall von Niederschlägen, wie 1920, 1921 und Nachsommer 1923. Im nassen Jahrgang 1922 versagte das Mittel.

Meine Härtebestimmungen, die auf absolute Genauigkeit

Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen.

	Feste Bestandteile mgr. p. Lt.	Oxydierbarkeit mgr. p. Lt.	Ammoniak mgr. p. Lt.	Nitrite berechnet als NO ₂ mgr. p. Lt.	Nitrate berechnet als NO ₃ mgr. p. Lt.	Chloride berechnet als Cl mgr. p. Lt.	Sulfate berechnet als SO ₃ mgr. p. Lt.	Härte in franz. Graden	Keimzahl per cm ³	Plankton cm ³ pro m ³
Pumpstation Sulgen . .	244	4,5	deutliche Reaktion	0	2	7	10	20,2	40	—
Pumpstation Amriswil . .	252	1,8	0	0	1,2	5,4	10	21,5	2	0,4
Pumpstation Bürglen . .	333	4,2	0	0	0,8	7	10	26,5	2	0,4
Pumpstation Rothenhausen	220	3,6	Spur	0	1,2	6	12	18	6	0,2
Pumpstation Weinfelden .	263	2,4	Spur	0	0,8	5	10	22,2	1	0,2
Pumpstation Märstetten .	422	2,7	Spur	0	1,2	12	20	34,7	0	0,4
Pumpstation Gillhof (priv.)	380	2,4	0	0	0,8	10	25	31,5	100	4,0
Pumpstation Wigoltingen .	428	3,0	0	0	0,8	11	22	37,7	2	0,4
Pumpstation Müllheim . .	364	1,5	0	0	0,8	9	10	30,0	22	0,4
Pumpstation Oberhofen . .	336	3,0	deutliche Reaktion	0	1,2	8	—	29,5	66	—
Pumpstation Murkart . . (Wasserversorg. F'feld)	332	3,0	0	0	0,8	7	—	29,2	3	0,2
Pumpstation Allmend . . F'feld (Wegmüller)	493	3,0	0	0	10	8	—	37,2	üb. 3000 nicht zählbar	0,6

keinen Anspruch machen, aber für Vergleichszwecke genügen, ergaben im August 1923 folgende Grade französischer Härte durch das ganze Thurtal hinunter:

	August 1923
Thurwasser Au-Kradolf	20,5
Pumpwerk Sulgen	23,5
- Amriswil	25,0
- Bürglen	26,0
- Brauerei Weinfelden	31,5
Sodbrunnen Boltshausen	27,5
Pumpwerk Düngerfabrik Märstetten	28,5
Pumpbrunnen südlich Gillhof	29,5
Quellaufstoß Schacht Hasli	33,0
Aufstoß Augraben Pfyn	39,0
Pumpbrunnen Bonau	30,0
- Eschikofen	29,5
Aufstoß Lerchensang Felben	27,0
- Schützenhaus Felben	33,0
- Römerstraße Felben	33,5
Neufarm Allmend	38,5
Pumpbrunnen Kantine	41,0
Binnenkanalquelle Rohr	39,0
Aufstoß Horgenbach	38,0
Pumpbrunnen Oberwiden	41,0
Aufstoß Feldi	41,5

Das Grundwasser zeigt also von Kradolf bis Weinfelden Zunahme in der Härte, hier eine starke Abnahme und nachher wieder Zunahme auf der rechten Talseite bis Pfyn. Auf der linken Talseite treten bei Häusern, in Felben und in Rohr Härtestörungen ein. Die beiden letzteren haben wir der schon früher erwähnten Durchsickerung von Binnenkanalwasser zuzuschreiben, das, trotzdem es fast ausschließlich Grundwasser ist, bei seiner Berührung mit der Luft an Härte einbüßt. Die anderen Störungen finden später ihre Erklärung.

Die Grundwasserhärte schwankt an derselben Stelle unter dem Einfluß der Niederschläge oder der Durchsickerungen von Tagwasser. Von der Quelle des Binnenkanales Felben habe ich folgende Zahlen ermittelt:

Dezember 1921	.	.	.	.	.	.	.	24 ⁰
Januar 1922	.	.	.	.	.	.	.	23,5 ⁰
April -	.	.	.	.	.	.	.	23 ⁰
Juni -	.	.	.	.	.	.	.	18 ⁰
November -	.	.	.	.	.	.	.	24 ⁰
Dezember -	.	.	.	.	.	.	.	25,5 ⁰
Juni 1923	.	.	.	.	.	.	.	18,5 ⁰

Die sehr niederschlagsreichen Sommer 1922 und Vossommer 1923 machen sich in diesen Zahlen stark bemerkbar.

Die Thur und ihre Veränderungen seit 1879.

Die Besprechung des Grundwasserstromes im Thurtal kann nicht ohne Streifung der Thur selbst erfolgen. Im Jahre 1879 hat ihr der damalige Kantonsingenieur A. Schmid in den Mitteilungen unserer Gesellschaft eine wertvolle Beschreibung gewidmet, die uns mit dem im Jahre 1921 vom Adjunkten des Bauinspektorates, Herrn Ingenieur Schmidhauser neu nivellierten Längenprofil zusammen zuverlässigen Aufschluß darüber gibt, daß sich das Thurbett den menschlichen Fesseln nicht durchwegs fügte. Besonders in den Gefällen sind die Veränderungen wesentlich, wie aus den folgenden Angaben zu ersehen ist:

	Länge m	Gefälle	
		1879 ‰	1921 ‰
Kantonsgrenze bis Ueßlingen .	6700	1,37	1,58
Ueßlingen bis Pfyn	8190	1,80	1,88
Pfyn bis Eschikofen	6300	2,56	2,19
Eschikofen bis Amlikon . . .	3250	2,40	2,25
Amlikon bis Weinfeldern . .	3460	2,87	2,05
Weinfeldern bis Bürglen . .	3500	2,40	1,83
Bürglen bis Wehr-Kradolf .	4200	2,85	2,26

Die Thur reguliert also ihr Gefälle selbst im Sinne einer Ausgleichung. Das kleinste Gefälle von 1,37 ‰ im Jahre 1879 erhöhte sich seither auf 1,58 ‰ und der größten damaligen Sohlenneigung von 2,87 ‰ stehen jetzt nur noch 2,26 ‰ gegenüber. Der Unterschied zwischen größtem und geringstem Streckengefälle ging in den 42 Jahren von 1,50 ‰ auf 0,68 ‰ zurück.

Die Hebung der Sohle im untern und deren Vertiefung im oberen Lauf sind absolut folgende:

Brücke Schneit	Erhöhung	1893—1914	um	50	cm
- Ueflingen	-	-	-	40	-
- Rohr	-	1895 - 1919	-	1,60	-
- Pfyn	-	1897—1921	-	200	-
- SBB Eschikofen	Vertiefung	1879—1921	-	70	-
- Amlikon	-	-	-	190	-
Unterhalb Wehr Weinfeldern	-	-	-	340	-
- Bürglen	-	-	-	230	-
Am Wehr in Au-Kradolf	-	-	-	480	-

Die Wehroberkanten in Weinfeldern und Kradolf blieben ziemlich unverändert; den Molasseriegel in Bürglen dagegen haben Flußgeschiebe und Frostwirkungen in den letzten 42 Jahren um rund 2,0 m abgeschleift.

Die Vertiefung der Thursohle hat für den oberen Teil des Thurtals auf seiner ganzen Breite einer starken Senkung des Grundwasserspiegels gerufen. Wo Kies oder kiesige und sandige Erde bis an die Bodenoberfläche steigt, versickert auch bei den stärksten und anhaltendsten Niederschlägen alles Wasser. Gräben fehlen in diesen Gebieten ganz, oder, wo solche noch von früher her da sind, liegt die Sohle trocken. Die massiven alten Steinbrücken über diese toten Rinnsale, wie z. B. an den Staatsstraßen Märstetten-Amlikon und Weinfeldern-Rothenshausen muten denn auch recht rätselhaft an.

Diese Senkung des Grundwassers hatte unangenehme Folgen für die Sodbrunnen. In Kradolf sollen im Jahre 1895, als die Thur bei einem großen Hochwasser ihr Bett um 1,5 m vertieft hatte, fast alle Sodbrunnen den Dienst eingestellt haben. Dasselbe erzählte man mir auch in Boltshausen.

Nachteiliger als diese Erosionserscheinungen für das obere Thurtal wirkten sich die Alluvionen im Flußbett von Eschikofen abwärts aus. Wir werden später sehen, daß zwar die häufige Ansicht, das Wasser der Thur drücke von Eschikofen abwärts direkt ins Ufergelände, nicht zutrifft; dagegen entsteht indirekt eine Versumpfung dadurch, daß sich mit der Thursohle auch die Ausflußschwellen der Binnenkanäle erhöhen, wodurch ein Rückstau in ihren untersten Strecken entsteht, der den Abzug von Tag- und Grundwasser aus dem Ufergelände hemmt. Am schlimmsten sind diese Verhältnisse in Felben geworden, wo die größte Erhöhung der Thursohle mit der Einmündung von

zwei Binnenkanälen zusammenfällt. Bei der Rohrerbrücke kommt die Versumpfung weniger zum Ausdruck, weil dort Streue und Laubhölzer, also Pflanzen mit größerem Feuchtigkeitsbedürfnis und geringerer Empfindlichkeit gegen stauende Nässe, einen breiten Streifen der Thur entlang einnehmen.

Die Thurbettauflandung hat natürlich auch das Hochwasserprofil kleiner werden lassen. Diesem Umstand und den Hemmungen durch die damaligen Laubholzbestände innerhalb des Hochwasserprofils ist es zuzuschreiben, daß es den Hochfluten im Juni 1910 in dem ihnen vom Menschen geschaffenen Gerinne zu eng wurde. An 25 Stellen durchbrachen sie die Dämme.

Diesem Uebelstande, der fortwährenden Erhöhung der Thursohle, sollen die schon längst projektierten, aber am Widerstand des Kantons Zürich scheiternden Durchstiche bei Ossingen abhelfen. Diese Durchstiche hätten eine Tieferlegung des Flußbettes von ungefähr 2 m bei der Gütikhauserbrücke zur Folge. Ingenieur Schmid berechnete 1879, daß dies eine Vertiefung der Sohle bis nach Pfyn hinauf bewirken würde. Ingenieur Sonderegger in St. Gallen rechnete im Jahre 1919 in einem Gutachten für die thurgauische Regierung mit Sohlenabsenkungen von 1,5 m bei Rohr, 1,0 m bei Pfyn und Auslaufen bei Eschikofen. Herr Oberbauinspektor Bürkli hält dagegen einen Einfluß der Ossingerdurchstiche auf die Thur oberhalb Ueßlingen für unwahrscheinlich.

Nach den Annahmen Sondereggers würde sich ein besserer Abzug der Binnenkanäle, eine geringere Durchsickerung bei Felben und Rohr und damit eine Abnahme des Grundwasserstromes von Felben abwärts einstellen.

Die Beziehungen zwischen Grundwasserstrom und Thur.

In einem früheren Abschnitt war das Einzugsgebiet, auf dem die Niederschläge zum Grundwasserträger durchsickern, mit 75 km² eingesetzt. Professor Heim rechnet für Niederterrassenschotter von der Hektare über 8 Minutenliter kleinsten Ertrag. Dr. Hug nimmt in einem Gutachten, das mir Herr Fabrikant Scherb in Häusern zur Einsicht unterbreitete, für das Thurtal 12 Sekundenliter auf den Quadratkilometer an.

Von 75 km² wäre somit der Ertrag 900 Liter in der Sekunde. Die gemessene Menge in den Binnenkanälen beträgt aber 7000 Sekundenliter. Dieser große Unterschied zeigt, daß unser Grundwasserstrom zum kleinsten Teil von den Niederschlägen im Tal selbst genährt wird und seine größte Wassermenge von anderer Seite bezieht. Die Angaben über die Härten im ganzen Tal lassen starke Zuflüsse von Tagwasser vermuten. Wenn der Grundwasserstrom am Anfang seines Beizugsgebietes zwischen Sulgen und Kradolf schon mit einer unverhältnismäßig großen Wassermenge beginnt und das Wasser nur wenig härter ist als dasjenige der Thur, so scheint diese in erster Linie als Lieferant in Betracht zu fallen. Leider stehen dieser Annahme die geologischen Verhältnisse am Thurbett unterhalb Au-Kradolf ganz entgegen. Die Thur hat sich dort so tief in die Grundmoräne eingeschnitten, daß sie bei Nieder- und Mittelstand das Kradolfer Grundwasser ableitet, statt es zu nähren. Nur das Hochwasser übersteigt die Grundmoräne und übersickert wahrscheinlich in das Grundwasserbecken. Diese Hochwasser sind aber zu wenig zahlreich, um den mächtigen Grundwasserstrom genügend zu nähren. Es muß ein häufigerer Zufluß vorhanden sein, der für den Anfang des Grundwasserstromes nur im Kanal der Industrien von Bürglen gesucht werden kann. Die Höhenlage des Kanales bis unterhalb der Sulgerau ist so, daß sein Wasserspiegel meistens über dem Grundwasserspiegel im nördlichen Gelände steht, mitunter aber auch darunter sinkt. Das hat in dem durchlässigen Kies ein fast anhaltendes Durchsickern von Kanalwasser zum Grundwasserfluß und seltener eine Gegenströmung von diesem zum Kanal zur Folge. Die Wassermessungen im Kraftwerkkanal nahe seinem oberen Anfang und weiter unten, wo seine Aufdämmung beginnt, haben denn auch bestätigt, daß sein Wasserverlust beträchtlich ist. Ich kam bei der allerdings nur einmaligen Erhebung auf ein Quantum von 800 Sekundenlitern, die nur nach der Nordseite versickern konnten; denn auf der Thurböschung war kein Wasserzudrang vom Kanal zu entdecken.

Oberhalb des Wehrs von Weinfeldern liegt das Bett der Thur im Schotter. Ihr Wasser steht mit dem Grundwasser in ungefähr gleicher Höhe und deshalb in ähnlichen Wechselbeziehungen wie beim Kanal in der Sulgerau. Der Grund-

wasserstrom erhält also auch von Weinfeldern aufwärts starke Nahrung von der Thur. Das bestätigen die folgenden, gleichzeitig erhobenen Härten:

Pumpwerk Brauerei Weinfeldern . .	30 ⁰	franz. Härte
- Gemeinde Weinfeldern . .	25 ⁰	- -
- Gemeinde Rothenhausen . .	18 ⁰	- -
Thurwasser	18 ⁰	- -

Vermutlich speist auch der Kanal für die Industrien in Weinfeldern den Grundwasserstrom.

Bis unterhalb Amlikon sind die Beziehungen zwischen der Thur und ihrem verborgenen Mitläufer wahrscheinlich unterbrochen. Dafür sprechen die sich steigende Härte des Grundwassers und das aus Grundmoräne bestehende Bett der Thur. In der Bonau und bei Häusern macht sich wieder eine starke

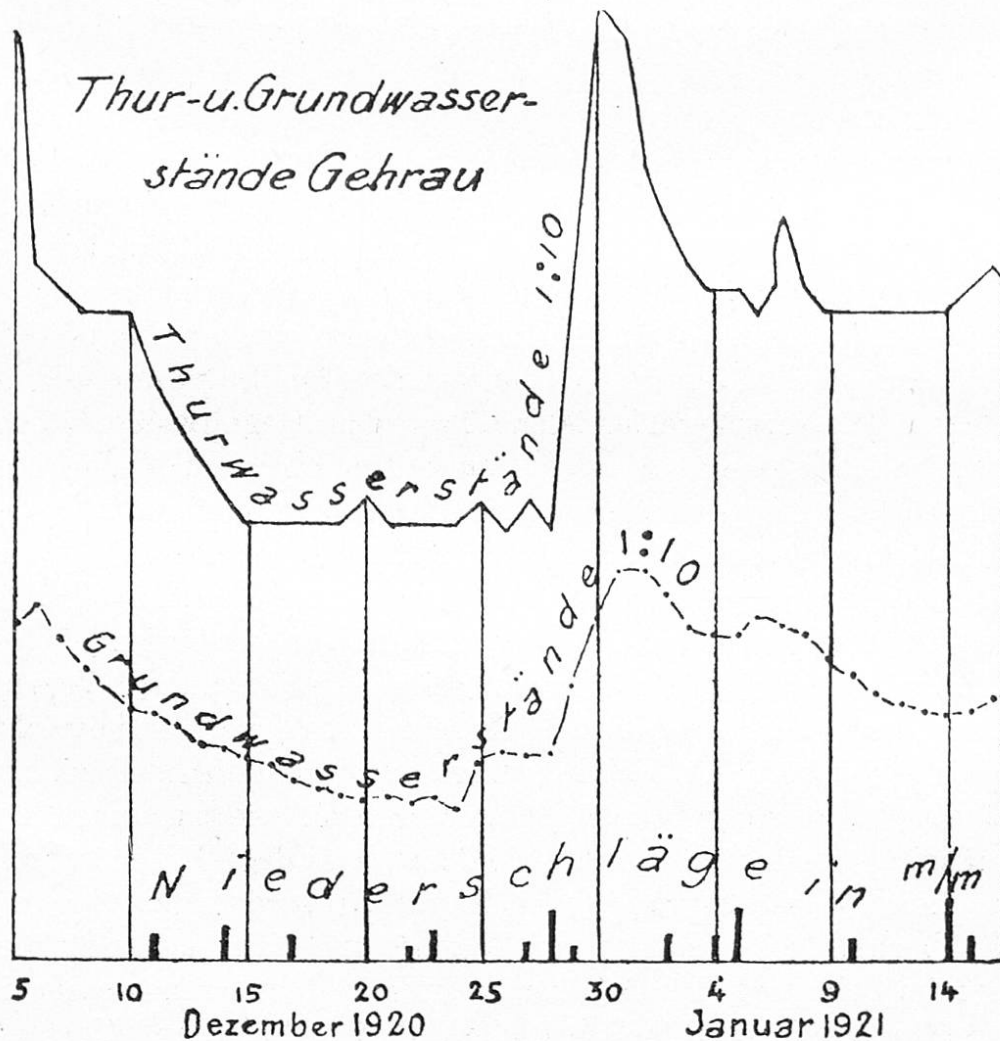


Fig. 4.

Durchsickerung von Thurwasser geltend. Die graphische Gegenüberstellung der Niederschläge, der Wasserstände der Thur und der von Herrn Binggeli in seinem Brunnenschacht in der Gehrau beobachteten Grundwasserstände (Fig. 4) lassen gut erkennen, daß in dieser Gegend die Grundwasserschwan- kungen mehr unter dem Einfluß des Thurwassers stehen als unter dem Einfluß der Niederschläge.

Die im Querprofil des Tales erhobenen Härten bestätigen die Durchsickerung:

	Thurabstand	Härte
Aufstöße Gillbach	1150 m	35 °
Sodbrunnen Binggeli	900 -	29 °
Sodbrunnen Gehrau	400 -	22 °
Thurwasser	0 -	18,5 °

In den tieferen Kellern der Gehrau steigt das Wasser schon wenige Stunden nach Eintritt des Hochstandes in der Thur, während es z.B. in den Kiesgruben südlich Boltshausen erst 3 Tage nach dem Hochwasser im Fluß zu einer Anschwellung des Grundwassers kommt. Im trockenen Sommer 1921 war das vom Weinfelder Gießen herrührende Thurwasser bis zur Station Müllheim wieder verschwunden.

Von Eschikofen abwärts hat die Bettauflandung in der Thur deren Wasserspiegel überall und immer über denjenigen des Grundwassers im Ufergelände gehoben. Eine Durch- sickerung von Grundwasser zur Thur wird damit ausgeschlossen. Aber auch das Flußwasser findet seinen Weg nicht mehr durch Sohle und Dämme, weil es mit dem zeitweise mit- geführten Schlamm die Ausgangsporen verstopft und das Gerinne vollständig ausgedichtet hat. Dr. Hug hat bei einer Expertise für den Aufraben in Pfyn im Querprofil der rechten Talseite durch Wasserstandsbeobachtungen bewiesen, daß der rechtsseitige, direkt an der Thur liegende Binnenkanal von der Wasserbewegung im Fluß ganz unabhängig ist, obschon sein Wasserspiegel 1,1—2,1 m unter demjenigen der Thur liegt.

Im Winter 1921—1922 erfolgte die Ausbaggerung des Binnenkanales Felben-Ochsenfurt in Verbindung mit der Er- höhung des Thurdammes, wofür das meiste Material im Vor- land des Flusses ausgegraben wurde. Nach der Ausräumung des Kanales stellten sich an zwei Stellen seines Böschungs-

fußes starke Durchsickerungen von der Thurseite ein, in denen Flußwasser vermutet wurde. Die Bestimmung der Härte brachte bessere Belehrung:

	Härte in Grad
Thurwasser	21
Vorlandwasser	13,5
Sickerwasser	18,5
Binnenkanalwasser	22

Das Sickerwasser war wesentlich weniger hart als das Thurwasser und läßt sich als durchgesickertes Vorlandwasser erklären, das längere Zeit in den ausgehobenen Materialgruben stagniert hatte. Durch die Grabungen im Vorland trat in der Dichtung des Hochwasserbettes der Thur eine Störung ein, die der Durchsickerung Vorschub leistete. Die späteren Hochwasser haben diese Materialgruben wieder eingeschlammmt und damit die Durchsickerung vermindert, so daß im Frühjahr 1924 davon nicht mehr viel zu bemerken war.

Auch bei Rohr zeigen die im März 1924 gemachten Härteproben, daß Grundwasser und Thurwasser nicht untereinander verbunden sind.

Thurwasser	21 ⁰ franz. Härte
Pumpschacht Frauenfeld	34 ⁰ - -

Wenn in der unteren Talschaft, zum Beweis für eine mit der Thurbetterhöhung Hand in Hand gehende Vermehrung der direkten Durchsickerung von der Thur, geltend gemacht wird, daß die Binnenkanäle jetzt mehr Wasser führen als bei ihrer Erstellung, so ist dem entgegenzuhalten, daß diese Erscheinung besser aus dem Verhalten des Grundwasserstromes zu erklären ist, der bei Rohr und ob der Pfynbrücke mit zunehmendem Rückstau in den Binnenkanälen reichlicheren Zufluß von diesen erhielt. Da aber der Grundwasserträger von Felben abwärts schon vorher voll lief, muß der vermehrte Zufluß einen stärkeren Ueberlauf in die abwärtsfolgenden Binnenkanäle bewirken. Wie erklären sich die Verfechter einer direkten Durchsickerung von Thurwasser in die Binnenkanäle die Tatsache, daß 1921 die Bäche im Tal und das Thurbett von Felben bis oberhalb der Eisenbahnbrücke Müllheim längere Zeit trocken waren, während der Binnenkanal auf dieser Strecke fast normale Wassermengen führte?

Die wirtschaftliche Bedeutung des Grundwassers im Thurtal

liegt vornehmlich in seiner Verwendung als Trinkwasser. Zurzeit steht der Grundwasserstrom bereits im Dienst von 11 größeren Pumpwerken für Trinkwasserversorgungen, von 6 Pumpwerken für Industrien und von über 50 Pumpanlagen für private Wasserversorgungen. Seine Wassermenge würde aber ausreichen, um den ganzen Kanton und anstoßende Gebiete reichlich mit diesem unentbehrlichsten aller Lebensbedürfnisse zu versorgen.

Nicht alle Gemeinden des Kantons sind in der glücklichen Lage, die Deckung ihres Trinkwasserbedarfes für eine lange Zukunft gesichert zu wissen. Ein Blick auf die Quellenkarte von J. Engeli (Heft XX dieser Mitteilungen) läßt deutlich erkennen, daß die thurgauische Erde vielerorts im Spenden des unentbehrlichen Wassers selbst den bescheidensten Ansprüchen ihrer Bewohner nicht genügen kann. Ueberfluß einerseits und Mangel anderseits drängen zum Ausgleich. Der Grundwasserstrom im Thurtal und andere wichtigere Grundwasservorkommnisse im Thurgau müssen, soweit sie noch nicht benützt sind, Nationaleigentum werden.

Nachwort.

Einige Bemerkungen über den Grundwasserstrom des Thurtales.

Von Dr. J. Hug, Zürich.

Vor sieben Jahren hatte ich die Ehre, an der Jahresversammlung der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft neben allgemeinen Erörterungen über die Grundwasserführung in der Schweiz auch auf den großen Grundwasserstrom des Thurtales auf der Strecke von Kradolf bis Ueßlingen hinzuweisen. In jenem Zeitpunkt standen freilich nur wenige Anhaltspunkte zur Verfügung, die Kenntnis des interessanten

10741
125799

unterirdischen Gewässers war damals kaum über das Anfangsstadium hinaus gediehen.

Heute kann ich nun mit Vergnügen konstatieren, daß die damals ausgestreute Saat auf guten Boden gefallen ist. Mir selbst war Gelegenheit geboten, eine ganze Reihe neuer Untersuchungen im Thurtal durchzuführen, sei es zur Ausnützung des Grundwassers für Wasserversorgungen, sei es zur Erledigung von hydrologischen Streitfragen. In allen Fällen haben die Studien wertvolle Abklärungen gebracht. Besonders instruktiv waren natürlich die Bohrungen, die über die Mächtigkeit des Grundwasserträgers Aufschlüsse ergaben; als ebenso lehrreich erwiesen sich aber auch die Erhebungen, die in Form von Beobachtungen über Spiegelschwankungen, Differenzen in der chemischen Zusammensetzung usw. die Beziehungen zwischen den oberirdischen und unterirdischen Gewässern klarzulegen imstande waren. Mir selbst fehlte aber bei der großen Ausdehnung meines Wirkungskreises die Zeit, um diese Erhebungen aus einem eng begrenzten Gebiete zu sammeln und zu einem einheitlichen Bilde zu ergänzen. Umsomehr muß ich es daher begrüßen, daß Herr Kultur-Ingenieur Weber, mit dem ich eine Reihe von Grundwasserstudien gemeinsam ausführte, die mühsame Arbeit unternommen hat, das über den Thur-Grundwasserstrom vorhandene Material möglichst vollständig zu sammeln, in vielen Punkten zu ergänzen und zu einem Ganzen zu verarbeiten.

Aus der inhaltsreichen Arbeit geht also mit Bestimmtheit hervor, daß der seinerzeit gezogene Vergleich des Thur-Grundwasserstromes mit den größten unterirdischen Gewässern der Schweiz nicht unberechtigt war. Ja, die von Herrn Weber ausgeführten Messungen des in die Binnenkanäle sichtbar abgestoßenen Grundwassers mit mehr als 7 m^3 per Sekunde haben meine Erwartungen noch übertroffen.

Es sei mir gestattet, noch einige speziell geologisch-hydrologische Konsequenzen aus dem gesammelten Material zu ziehen.

1. Die bisher ausgeführten Bohrungen reichen nunmehr aus, um klarzulegen, daß der Grundwasser führende Kies des Thurtales sich talabwärts allmählich auskeilt; bei der Anordnung von Wasserfassungen muß also mehr als bis anhin auf diesen Umstand Rücksicht genommen werden.

2. Als Unterlage der Kiese wurde fast durchwegs Lehm und Schlamm angebohrt, was der geologischen Ueberlegung durchaus entspricht. Ich fasse dieses Material in der Hauptsache als Ablagerung am Grunde eines Sees auf, der gleichzeitig mit dem Zürich- und Bodensee beim Rückzug des Gletschers von den Endmoränen von Andelfingen-Ossingen als Stausee in dem vom Gletscher freigegebenen Zungenbecken entstanden sein muß (siehe meine Ausführungen in „Die Schweiz im Eiszeitalter“ Seite 56). Die Spuren dieses Sees in den späteren Phasen der letzten Eiszeit sind nun durch die Bohrungen bis über Weinfelden hinaus einwandfrei nachgewiesen worden.

3. Besonders interessant sind ferner die Zusammenstellungen über den Kalkgehalt des Grundwassers, die im allgemeinen eine Zunahme des Kalkgehaltes mit der Entfernung vom Flusse ergeben. Diese Erhebungen stimmen mit den Erfahrungen von anderen Grundwassergebieten durchaus überein und sprechen auch hier einwandfrei dafür, daß mindestens an einzelnen Stellen der Fluß durch Infiltration zur ausgiebigen Speisung des Grundwassers beitragen kann.

4. In letzter Linie wird die verdienstvolle Arbeit von Herrn Kulturingenieur Weber dazu geeignet sein, auch weitere Kreise auf die bis jetzt bekannten Eigenarten und Komplikationen des Thur-Grundwasserstromes hinzuweisen. Der aufmerksame Leser wird sich darüber klar werden, wie jede Stelle des Thurgebietes ein besonders charakterisiertes Glied der ganzen hydrologischen Einheit darstellt, die nur dann ungestraft durch Wasserfassungen oder andere unter den Wasserspiegel reichende Anlagen angegriffen werden kann, wenn man die besonderen lokalen Verhältnisse in Verbindung mit den Erfahrungen aus der Umgebung möglichst vollständig berücksichtigt. Wie notwendig diese Aufklärungsarbeit ist, haben meine jüngsten Erfahrungen aus der Praxis im Thurgebiet in sehr auffallender Weise vor Augen geführt.