

Die Bedeutung des Grundwasservorkommens bei Nachendorf für die Versorgung der Stadt Reichenberg in Böhmen mit Wasser.

Von Dr. Ing. G. Thiem, beratender Ingenieur für Wasserversorgung, Leipzig.

1. Einleitung.

Die Notwendigkeit einer durchgreifenden Erweiterung der Wasserversorgung der Stadt Reichenberg dürfte wohl allgemein anerkannt sein und es bedarf für sie weiter keines Beweises. Betrachtet man die Vielzahl der jetzt von der Stadt ausgenützten Wasserbezugsorte, von denen aus das Wasser entweder im freien Fall oder durch künstliche Hebung dem Verbrauchsgebiet zugeführt wird, so gewinnt man vielleicht leicht den Eindruck, daß sich der bisherige Entwicklungsgang manchmal schon unter dem Druck eines hin und wieder bestehenden Wassermangels vollzogen hat, also daß er ein gezwungener war und daß er nicht die Folge einer weiten Voraussicht für den künftigen, in ein oder zwei Jahrzehnten sich einstellenden Wasserbedarf gewesen sein dürfte. Dem ersteren Verfahren könnte man das Wort sprechen, falls es gelingt, innerhalb kürzester Frist dem Wassermangel durch Zuleitung vermehrter Wassermengen zu begegnen; bei Orten im Gebirge ist dies leichter möglich als bei solchen, die in der Tiefebene gelegen sind.

Doch das Verfahren der schnellen Behebung eines Wassermangels findet seine natürliche Grenze durch das Wachstum einer Stadt und die damit bedingten Anforderungen einer erhöhten Bereitstellung von Wasser. Darum ist auch bei Reichenberg eine grundlegende Änderung eingetreten. Ob sich hierbei Reichenberg bei der geplanten Erweiterung der Wasserwerksanlagen ganz auf eigene Füße stellen wird oder mit der Nachbarstadt Gablonz zusammengehen wird, hängt in erster Linie davon ab, ob die dann verlangten bedeutenden Wassermengen sich in Form von Grund- oder Quellwasser werden überhaupt beschaffen lassen. Zunächst ist Reichenberg darauf angewiesen, zuerst an sich selbst und die mit ihm verbundenen Randgemeinden zu denken.

Bevor man sich mit der Erforschung oder Erschließung eines Grundwassergebietes durch hydrologische Vorarbeiten beschäftigt, muß man sich über die zusätzlich verlangten Wassermengen klar sein, denn die Art und Ausdehnung der Vorarbeiten und die Wahl der Grundwasserkelder ist von der Menge abhängig.

Es wäre nun verfehlt, die für Reichenberg erforderlichen Wassermengen aus den Verbrauchsziffern der Vergangenheit ableiten zu wollen, wie es das übliche Verfahren ist; denn durch die ungünstigen Zeitverhältnisse hat der Wasserbedarf, besonders derjenige der Industrie, soweit er von der Stadt gedeckt wird, nachgelassen. Soweit sich aus den Feststellungen ausreichend mit Wasser versorgter Städte von der Größe Reichenbergs ableiten läßt, genügt im Mittel auf Kopf und Tag ein Bedarf von 123 Liter, was man den „Kopfverbrauch“ nennt. Bei Städten mit durchgeführter Kanalisation, Spülaborten, reichlichen Gartenanlagen usw. steigt dieser Kopfverbrauch auch sogar auf 170 Liter an und wird sogar noch vielfach überschritten.

Für Reichenberg nebst den unmittelbar an diese Stadt anstoßenden Vororten kann man zurzeit 75.000 Einwohner rechnen, es ergibt sich dann mit dem ersteren Wert ein täglicher Höchstverbrauch von

$$75.000 \times 123 = 9200 \text{ m}^3 \text{ oder } 107 \text{ sl.}$$

Die jetzigen Wassergewinnungsstellen befinden sich am Nordabhang des Jeschkengebirges, sie liefern im heißen Sommer und nach langanhaltender Trockenheit eine geringste Menge von nur 5000 m³ im Tag. Für den Augenblick handelt es sich also um die Beschaffung von zusätzlich

$$4200 \text{ m}^3 \text{ oder } 48 \text{ sl.}$$

Bei einer kommenden wirtschaftlichen Belebung wird sowohl das Wachstum der Stadt als auch die Beschäftigung der Industrie sich erhöhen; ferner wird die allmählich durchzuführende Kanalisation den Bedarf weiter steigern. Wie sich diese Steigerung schrittweise vollziehen wird, läßt sich nur dann angenähert ermitteln, wenn die Vergangenheit stetige Verhältnisse aufwies, sie erlitt aber zuviel Störungen, die sich rechnerisch nicht auswerten lassen.

Nimmt man bei Reichenberg für spätere Jahre eine Seelenzahl von 100.000 an und einen Kopfbedarf von 170 Liter, dann erreicht die zusätzlich bereitzustellende Wassermenge unter Berücksichtigung der vorhandenen Menge von 5000 m³ den Betrag von

$$12.000 \text{ m}^3 \text{ im Tag oder } 140 \text{ sl.}$$

Es müssen darum zunächst die Vorkehrungen getroffen werden für den vorläufigen Nachweis der 48 sl, die aber später auf ungefähr die dreifache Menge zu vermehren sind. Die Bestimmung zu diesem rechnerischen Gedankengang rechtfertigt die jetzige Art der hydrologischen Vorarbeiten. Der erfahrene Hydrologe muß nicht allein technisch, sondern auch praktisch denken. Er hat seine wissenschaftlichen Anordnungen in Übereinstimmung mit den späteren wirklichen Erfordernissen zu bringen; hydrologische Forschungen sollen für ihn nicht Selbstzweck, sondern nur Mittel zum Zweck sein.

Für die Durchführung der von mir vorgeschlagenen hydrologischen Vorarbeiten, soweit sie das Machendorfer Gebiet betreffen, hat sich Herr Stadtrat Ernst Becker, der Dezernent für das Wasserversorgungswesen in Reichenberg, besonders eingesetzt, obwohl mannigfache Stimmen gerade für dieses Gebiet einen ungünstigen Erfolg voraussagten. Der geologische Berater der Stadt Reichenberg, Herr Dr. Bruno Müller, der über reiche Kenntnis des Jeschkengebietes verfügt, hat ebenfalls meine hydrologische Beweisführung bei der Wahl der Standorte für die Bohrungen und die Art ihrer Behandlung unterstützt.

2. Die technisch-hydrologischen Zustände bei der Machendorfer Betriebsanlage.

Für eine schnelle Beschaffung weiterer 48 sl unter Aufwendung niedriger Kosten lag der Gedanke nahe, die jetzigen Wasserbezugsorte und ihre Nachbarschaft auf die Möglichkeit ihrer Ergiebigkeitssteigerung zu prüfen, soweit es sich hierbei um Quellwasser handelt, das aus den Spalten und Klüften des Jeschkengebirges entspringt. Man wird hierbei sehr vorsichtig zu Wege gehen können, denn vielfach stellt eine Quelle den gesamten Erguß dar und Maßnahmen, ihre Menge zu erhöhen, entweder durch Spiegelsenkung oder durch Erweiterung der Quellschichten, führen nur selten zum Erfolg; vielfach zeigt sich sogar das Gegenteil, daß sich das Quellwasser andere Wege im Gebirge sucht und hierbei ganz oder teilweise verloren geht.

Einen Erfolg versprach hingegen das im Machendorfer Gebiet aus Sanden und Kiesen der oberen Schichten austretende Grundwasser, das schon seit vielen Jahren durch eine Sickerschlitzeleitung aus gelochten Tonrohren abgefangen wird. Der diesem Heft beigelegte Übersichtsplan gibt Aufschluß über die Größe und Ausdehnung des Machendorfer Gebietes.

Für die nähere Erforschung des Machendorfer Gebietes, über das mir früher überhaupt keine Angaben über seinen unterirdischen Aufbau vorlagen, sprachen sowohl technische als auch hydrologische Gründe.

Das Grundwasser wird in Machendorf künstlich durch elektrisch angetriebene Pumpen von 30 sl Förderleistung gehoben und gelangt durch eine 350 mm lichtweite Rohrleitung nach dem Hochbehälter. Die Förderfähigkeit dieses Rohres genügt bei einem Durchfluß von 50 sl noch wirtschaftlichen Anforderungen. Diese hinwieder sind abhängig von dem Preis für den elektrischen Strom und demjenigen für das Rohr. Die Fördermenge könnte aber gerade noch auf das $1\frac{1}{2}$ -fache gesteigert werden; dann allerdings muß der Erbauung eines zweiten Druckrohrstranges nähergetreten werden, der ohnehin schon wünschenswert ist, um die einwandfreie Versorgung der Stadt bei einem Bruch des Hauptstranges sicherzustellen. Technisch wäre es darum ohne weiteres möglich, unter Aufstellung von stärkeren Pumpen eine größere Wassermenge der Stadt zuzuführen.

Der Hydrologe konnte aber schon aus verschiedenen Erscheinungen ableiten, daß die bestehende Sickerrohrleitung nicht die gesamte Grundwassermenge erfäßt, sondern daß ein Teil ungenutzt verloren geht.

Der Übersichtsplan zeigt den Verlauf der jetzt bestehenden Sickerrohrleitungen. Nur die beiden im Taltiefsten zu beiden Seiten des Arzflusses sich hinziehenden Leitungen tragen erheblich zur Ergiebigkeit bei, während die auf den beiderseitigen Höhen gelegenen Sickerrohrleitungen zu gewissen Zeiten nur wenig oder gar kein Wasser liefern. An den südlichen obersten Enden der beiden Hauptleitungen treten in nicht allzu weiter Entfernung starke Quellen zu Tage. Sie sind entweder ein Beweis, daß die Sickerrohrleitung den oberen Untergrund nicht genügend entwässert oder wenn sie dieser Bedingung genügen würden, dann entstammen die Quellen dem tieferen Untergrund, stehen also nicht in einem hydrologischen Zusammenhang mit den oberen wasserführenden Schichten. Die Gesamtergiebigkeit beider Quellen beträgt fast 2 sl. Die Quellen können aber ihre Schüttung nicht einem seitlichen Auftreten von Grundwasser verdanken, das auf einer undurchlässigen Schicht das Tageslicht zu erreichen sucht, denn ein kleiner Versuch zeigte, daß bei einer geringen Senkung des Spiegels die Ergiebigkeit wuchs; damit war schon im gewissen Sinne die Herkunft aus dem tieferen Untergrund bewiesen.

Des weiteren hat sich bei einer Reinigung der Sickerschlitze vom eingedrungenen Wurzelzopf, womit zugleich ihre Tieferlegung verbunden war, eine Ergiebigkeitsänderung gezeigt. Die Tieferlegung erzeugte eine größere Absenkung des Grundwasserspiegels, wodurch die Ergiebigkeit sich von 28 auf 36 sl hob und auch dauernd erhalten blieb. Durch die Sohlenlage eines Sickerschlitzes ist aber die Möglichkeit einer noch stärkeren Spiegel Senkung begrenzt. Es bleibt darum unentschieden, ob mit der jetzigen Tiefenlage die Höchstgrenze der Wasserergiebigkeit erreicht ist; wahrscheinlich nicht, denn die Schlitzeleitungen liegen nicht auf einer festen undurchlässigen Tonsohle auf, sondern sie ruhen zum Teil allseitig im Sand und Kies. Ferner verhielten sich die beiden oben erwähnten Quellen bei dieser Tieferlegung der Schlitze vollkommen gleichgültig, sie zeigten keine Änderung ihres Verhaltens, womit sie als unbeherrscht vom ganzen System der Sicker-

schliche anzusehen waren. Ebenso konnte eine Beeinflussung der Überlaufmenge der alten Schläge durch die Erbauung eines neuen, unterhalb gelegenen Schläges trotz Anwendung verschiedener Untersuchungsverfahren nicht nachgewiesen werden. Die oberhalb gelegenen Fassungen sind von den unteren durch eine undurchlässige Granitbarre getrennt, die das Narflostal abriegelt und das Grundwasservorkommen in zwei voneinander unabhängige Stromrinnen trennt. Jedenfalls beweisen diese Feststellungen, daß die Schlägfassungen, obwohl sie flächenmäßig ein großes Gebiet beherrschen, doch nur eine örtlich beschränkte hydraulische Einwirkung ausüben können.

Alle diese Merkmale, von denen jedes für sich nur von scheinbar ungeordneter Bedeutung ist, können aber in ihrer Gesamtheit doch ein geschlossenes Bild geben; sie waren für mich die Veranlassung, zu der Niederbringung von Tiefbohrungen zu raten, die einen Erfolg, wenn auch nicht absolut sicher, so doch sehr wahrscheinlich verhiessen.

Ich habe es für wünschenswert erachtet zu zeigen, wie ein Hydrologe aus kleinen Anzeichen einen Schluß ziehen kann; ich verfügte hier über hydraulische Erkennungszeichen, die ebenso so bedeutungsvoll sind wie chemisch-physikalische Erscheinungen, zu denen sich noch thermische und botanische gesellen.

3. Die hydrologischen Erscheinungen in der Umgebung von Machendorf.

Aber nicht allein Einzelercheinungen, wie die genannten, sind für den Hydrologen von Wert, sondern das allgemeine Gepräge der Landschaft in der weiteren Umgebung. Die Berechnung der zu erwartenden Grundwassermenge aus den sichtbaren Niederschlagsgebieten und den versickerten Regenmengen führt nur sehr selten und auch nur bei leicht fließendem Grundwasser zu einem vielleicht brauchbaren Ergebnis; dasselbe gilt von der unmittelbaren Messung sichtbar fließender Gewässer, wie Bächen und Flüssen, und der Ermittlung ihrer Zunahme auf kürzere oder längere Abflußstrecken durch Einbau von Meßüberfällen oder sonstigen Meßvorrichtungen. Mit derartigen Verfahren würde es niemals möglich sein, in trockenen Gebieten, die jedes sichtbaren Wasserlaufes entbehren, das Vorkommen von Grundwasser vorauszusagen oder gar dessen Menge ziffernmäßig zu erfassen. Für die Wahl eines erfolgversprechenden Grundwasserfeldes sprechen beim Hydrologen viele Gesichtspunkte mit, wobei ihm morphologische Feststellungen, die sich aus jeder Höhenkarte angenähert genau ableiten lassen und besonders geologische Angaben von großem Wert sein können. Beim neuen Grundwasserwerk Saaß haben sich geologische und andere Gutachter allerdings gegen das von mir bevorzugte Grundwasserfeld, das an einem öden trockenen Steilhang liegt und ein kaum sichtbares Niederschlagsgebiet aufweist, ausgesprochen und doch mußten sie nachträglich gegenüber der eindrucksvollen Tatsache einer mehrwöchigen Förderung einer Wassermenge von mehr als 50 sl verstummen, einer Menge, die auf 100 sl und mehr leicht hätte gesteigert werden können. Immerhin soll der Hydrologe den gesamten Eindruck einer Gegend auf sich einwirken lassen.

In dieser Hinsicht könnte noch auf weitere eigenartige Erscheinungen aufmerksam gemacht werden. Bewegt man sich von Reichenberg aus den Reißfluß abwärts, so gewahrt man seinen tiefen Einriß, der allerdings nur äußerlich das Fsergebirge im Norden vom Jeschkengebirge im Süden scheidet. Von der fast genau ost-westlich verlaufenden Reiß-Niederung steigt zunächst südlich das Gelände steil an und geht dann allmählich in eine sanfte, sich abdachende Hochfläche über, die sich bis zum Fuß des

Feschkengebirges hinzieht. In die Hochfläche sind verschiedene Talungen eingesehritten, die fast genau von Süden nach Norden verlaufen und dem Reißesfluß zustreben; sie zeigen zum Teil ein voneinander verschiedenes Verhalten.

Unterhalb des Bahnhofes Berzdorf verliert der Bach gleichen Namens einen großen Teil seines Wassers; er gibt es in den Untergrund ab und empfängt es 2 km unterhalb wieder. Das ist doch ein Zeichen einer starken Versickerungsfähigkeit und einer großen Durchlässigkeit des Untergrundes. Westlich vom Berzdorfer Bachtal verläuft parallel mit ihm das Krehbrunnental, so genannt nach dem früher daselbst befindlichen Brunnen, der auch seinerzeit für Reichenberg Wasser lieferte, dann aber wegen Bau-fälligkeit aufgegeben wurde. Die gute Ergiebigkeit dieses Brunnens ist ferner ein Beweis dafür, daß der Untergrund wasserspöndend sein muß. An dieses Tal schließt sich westlich der Warbach mit dem Machendorfer Gelände an, auf dessen Ergiebigkeit diese Abhandlung bereits hin-gewiesen hat.

Der Nordabhang des Feschkengebirges muß darum mit durchlässigen Schottern, Riesen oder Sanden bedeckt sein, die sich wie ein Mantel auf das Granit-Urgestein des Fsergebirges oder auf die Schiefer-schichten des Feschkengebirges auflegen. Das in den Spalten und Klüften des Schiefer-gebirges sich bildende Grundwasser wird versuchen, dem tiefen Einriß des Reißesflusses zuzustreben und findet gute Fortbewegungsmöglichkeit in den durchlässigen jüngeren Schichten des tertiären oder diluvialen Unter-grundes. Schon die Oberflächenbetrachtung des Bodens beweist durch seine Überjüngung mit Riesen und Steinen, daß der Untergrund aus solchem Material zum Teil bestehen muß; an tieferen Stellen im Gelände erzwingt sich das Grundwasser den Ausweg in das Freie und hat so früher die Versumpfung des Machendorfer Wäldchens hervorgerufen, wodurch sich dann das Augenmerk auf seinen Wasserreichtum lenkte.

Aber, und dies ist der springende Punkt, nicht die gesamte Grund-wassermenge gelangt sichtbar zum Austritt in das Freie, sondern sie be-wegt sich im Untergrund entweder weiter fort oder wird in ihm aufge-speichert. Der ungehinderte Abfluß des Grundwassers von den Höhen nach der Reisse hin muß gehemmt werden, denn in der Niederung der Reisse selbst zeigen sich am Fuß der untersten Talterrasse kaum bedeutende Grund-wasseranstritte in Form von Quellen. Würde man die mantelartige Be-deckung der Granitoberfläche mit jüngerem Geschiebe entfernen können, so würde man große wannenartige Vertiefungen, Rinnen oder Mulden wahrnehmen können, durch deren Verlauf auch dem Grundwasser sein Weg vorgeschrieben wird. Wie schon gesagt, wurde durch leichte Schür-fungen bei Machendorf eine Granitbarre, die angenähert ost-westlich, also parallel zum Reißesfluß verläuft, nachgewiesen; sie bildet im Untergrund eine Staumauer, über deren Krone das Grundwasser nur zum Teil hin-weggleiten kann. Jedenfalls bedingt sie eine Ablenkung des Grundwassers. Die Gestaltung der Granitoberfläche mag durch tektonische Ursachen bedingt sein. Die Ausfüllung der Oberflächen-Unebenheiten des Granitgebirges ist jedoch in tertiärer und später in diluvialer Zeit durch die Anschwem-mung von Sanden und Riesen wechsellagernd mit Ton und Lehm erfolgt. An dieser Anschwemmung hat sich besonders das Wasser beteiligt, worauf die Schichtung des abgelagerten Gebirges hinweist. Das Berzdorfer Tal und ebenso dasjenige des Krehbrunnens haben sanfte Talgehänge, während das Warßloßtal schon schärfer eingesägt ist, hingegen zeigt das Eichwäldchen westlich vom Warßloß eine kolkartige Ausbildung.

Derartige Erscheinungen deuten aber immer auf die Ablagerung von Gesteinsmaterial hin, das eine Beförderung entweder durch die Kraft des Wassers oder des Eises gefunden hat und das somit sehr wohl, soweit bei diesem Vorgang Kiese und Sande verfrachtet wurden, der Träger von Grundwasser sein kann.

Aus diesem Grunde halte ich die Ausbeutung der Grundwasserschätze am gesamten Nordabhang des Jeschkegebirges für zweckmäßig, weil sich ihre Gewinnung und Zuleitung nach der Stadt mit Aufwand geringer Geldmittel wird durchführen lassen. Allerdings wird es nicht gelingen, eine solche Grundwassermenge aufzufinden, daß Groß-Reichenberg mit Nachbarstädten damit ausreichend versorgt werden könnte.

4. Die hydrologischen Ergebnisse bei Machendorf.

Soweit sich aus hydrologischen Erscheinungen, die durch geologische Merkmale eine kräftige Stütze erhielten, ableiten ließ, muß es bei Machendorf zu einer mit Wasser erfüllten unterirdischen Mulde gekommen sein, über deren Ausdehnung und damit zusammenhängend über deren Wassergiebigkeit erst durch Bohrungen genaue Aufschlüsse erhalten werden konnten. Es sollte durch die hydrologische Erforschung nicht allein die im Untergrund dauernd sich bewegende Grundwassermenge, sondern auch der in ihm aufgehäufte Vorrat ermittelt werden. Wird der Untergrund dauernd auf seine natürliche Ergiebigkeit laufend beansprucht, so kann er niemals erschöpft werden, weil die ihm entzogenen Wassermengen sich immer ergänzen werden. Wird aber über seine natürliche Ergiebigkeit entnommen, dann muß langsam, aber sicher eine Entleerung des Untergrundes eintreten. In trockenen Zeiten, wie im Sommer mit seinem hohen Wasserbedarf, könnte man ruhig einen Eingriff in den Wasservorrat verantworten, wenn dafür gesorgt wird, daß der Untergrund sich im Winter durch mindere Beanspruchung erholt.

Wassergewinnungsanlagen mit wagrechten Fassungen, wie es Siderrohrleitungen sind, haben nicht die Fähigkeit, den Untergrund über seine von Natur gegebene Ergiebigkeit hinaus zu beanspruchen. Das gelingt allein mit senkrechten Brunnenanlagen, bei denen der Spiegel des Grundwassers je nach Erfordernis mehr oder weniger tief gesenkt wird.

Auf dem Grundwasserfeld Machendorf sind bis jetzt fünf Bohrungen niedergebracht worden, während zwei andere folgen werden; die Standorte gibt der Übersichtsplan wieder. Über die hierbei aufgefundenen Arten der Schichten, ihre Stärke und ihre Tiefenlage unter Gelände gibt die geologische Abhandlung des Herrn Dr. Bruno Müller genügend Aufschluß. Durch die Bohrungen wurde die vorausgesagte wannenförmige Ausbildung des Untergrundes bestätigt. Die abschließenden Ränder dieser Wanne sind nach drei Himmelsrichtungen, nach Norden, Westen und Süden, durch die Bohrungen erwiesen, während es noch unbekannt ist, ob die Wanne nach Osten offen bleibt.

Die Bohrung I wurde mit der Absicht niedergebracht, schon von Anfang an eine Vermehrung der Ergiebigkeit der ihr benachbarten Siderrohrleitung herbeizuführen. Die Bohrung erreichte eine Tiefe von etwas über 100 m, ohne den festen Granituntergrund zu erreichen. Es wurden zutiefst 70 m sogenannter lateritisierter Granit nachgewiesen. Über ihm breiteten sich sieben verschiedene voneinander durch undurchlässige Ton- oder Letteneinlagerungen getrennte Sandschichten aus; ihre Mächtigkeit schwankte zwischen 0.50 und 3.30 m. Die oberste stärkste Sandschicht erwies sich durch die Entwässerung des nur 2 m entfernten Sidererschließes als

fast wasserleer; in den übrigen Schichten stand das Grundwasser unter starker Spannung. Sobald die abdeckende Schicht eines Wasserstockwerkes angefahren wurde, schnellte das Grundwasser plötzlich im Bohrloch in die Höhe und stellte sich im höchsten Falle 2 m über Gelände ein. Es war also gespanntes Wasser erschlossen worden, das sich eingeklemmt zwischen zwei undurchlässigen Schichten wie in einer Röhre bewegt; derartige Wasser nennt man „artesisch“, genannt nach der Landschaft Artois in Frankreich, wo derartige Wasser in frühester Zeit nachgewiesen wurden.

Durch das Bohrloch konnte kein vollkommen dichter Abschluß der einzelnen wasserführenden Schichten gegeneinander erzielt werden; je höher die Spannung der tieferliegenden Wasserstockwerke stieg, um so mehr Wasser zwängte sich durch die Außenwandung des anstehenden Gebirges hindurch und aus diesem Grunde zeigten die untersten wasserführenden Schichten nicht die größte Spannung; außerdem stieg aufsteigendes Grundwasser seitlich vom Bohrloch zutage und floß frei ab.

Dem Vorschlag, jede einzelne wasserführende Schicht gegen die anderen dicht abzuschließen, um jede für sich hydrologisch zu behandeln, konnte bei Lage der Sache nicht näher getreten werden. Die Zwischenmittel, also die Trennschichten der Wasserstockwerke, waren zum Teil sehr wenig mächtig. Die Beobachtungen über das Verhalten der einzelnen Grundwasserpiegel hätten darum wohl der Förderung der Wissenschaft gedient, hätten aber weiter keinen praktischen Nutzen gehabt.

Narfloßabwärts in rund 50 m nördlicher Entfernung von Bohrung I wurde Bohrung II angelegt mit der Absicht, sich hier schon dem südlichen Rande der unterirdischen Mulde zu nähern. Das Ergebnis war überraschend; es wurde nur eine wasserleere unbedeutende Sandschicht angefahren und bereits in 6 m unter Gelände zeigte sich der verwitterte Granit. Der Steilabfall des südlichen Beckenrandes ist darum gemessen auf der Strecke von Bohrung II auf I sehr erheblich; auf 50 m senkt sich die Granitfläche unterirdisch um 23 m, man erhält einen Fallwinkel von ungefähr 1 : 2.

Bei Bohrung IV in 330 m südlichem Abstand von Bohrung I wollte man feststellen, ob hier das granitene Grundgebirge, das zum Jsergebirge gehört, bereits durch den Schieferuntergrund des Jeschkentammes ersetzt wird. Darum wurde die Bohrung in so großer Entfernung angelegt und sie diente in erster Linie einem geologischen Nachweis. Eine ganz dünne wasserleere Schottererschicht wurde festgestellt und der verwitterte Granit stellte sich bereits in einer Tiefe von 3.90 m unter Flur ein.

Die Bohrung III entfernt sich etwas, wie der Übersichtsplan angibt, aus der Niederung des Narflosses. Gegenüber dem Ergebnisse von Bohrung I zeigte sie eine größere Überdeckung durch tonige Schichten, dafür wurde der Granituntergrund erst in tieferer Lage angetroffen. Vergleicht man jedoch die wasserführenden Schichten und ihre trennenden Zwischenmittel, so zeigt sich auf Grund des petrographischen Befundes von Herrn Dr. Bruno Müller eine völlige Übereinstimmung. Trägt man die zusammengehörenden Bodenarten in einem Profil auf, so erkennt man deutlich das Einfallen der Schichten vom westlichen Beckenrand nach dem Innern der Mulde; dieser verläuft nicht weit entfernt vom linken Ufer des Narflosses. Die wasserführenden Schichten des tieferen Untergrundes teilen nicht allmählich aus, sondern sie werden plötzlich unterbrochen und stoßen vor Kopf auf die steil sich erhebende unterirdische Granitfläche auf.

Der artesische Wasseraustritt erreicht in Bohrung III bei der untersten wasserführenden Schicht den hohen Wert von 4.20 m über Gelände; die

untersten wasserhaltigen Schichten sind voneinander durch 1.60 m starke Tonbecken getrennt und gewährleisten einen besseren gegenseitigen dichten Abschluß, selbst wenn das Bohrröhr durch sie hindurchgleitet, als bei Ton-schichten von nur 0.20 m Stärke. Aus diesem Grund ist auch der starke Auftrieb erklärlich, den außerdem nicht eine benachbarte Sickerrohrleitung gestört hat.

Trotz des starken artesischen Auftriebes lassen sich aber am Beckenrande keine aufsteigenden Grundwasser in Form von Quellen wahrnehmen; die einzelnen lehmigen Trennschichten der Wasserstockwerke müssen sich darum ziemlich dicht auf das verwitterte Granitgebirge auflegen und dieses selbst muß für undurchlässig angesehen werden.

Bei der Standortswahl von Bohrung V waren in erster Linie hydrologische Erwägungen maßgebend. Sie bildet mit den Bohrungen I und III fast die Spitzen eines gleichseitigen Dreieckes; durch dieses sollte die Fließrichtung des Grundwassers aus seinen verschiedenen Spiegellagen ermittelt werden; ferner sollte Aufschluß über die Fortsetzung der Beckenbildung nach dem Osten hin erhalten werden. Obwohl diese Bohrung V fast 10 m höher im Gelände als I und III angeordnet wurde, gelang es erst in genau 50 m Tiefe den verwitterten Granit zu erreichen. Während bei Bohrung I und III im ganzen sieben einzelne Wasserstockwerke nachgewiesen werden konnten, stieg ihre Anzahl bei Bohrung V auf vierzehn; während des Bohrvorganges zeigten sich erhebliche Schwankungen des Grundwasserspiegels, der zwischen 0.15 m und 12.60 m unter Flur hin und her pendelte. So schön wie bei Bohrung I und III ließ sich der langsam aufsteigende artesischer Spiegel mit Anschlägen eines tieferen Wasserstockwerkes nicht beobachten; bei der großen Anzahl von Stockwerken und der völligen Unmöglichkeit, bei den dünnen Zwischenmitteln dichten Abschluß zu erzielen, ist dies nicht verwunderlich. Petrographisch zeigen die Schichten, soweit sie allen drei Bohrungen eigentümlich sind, eine gute Übereinstimmung.

Des weiteren sind noch zwei Bohrungen VI und VII geplant. Die eine von ihnen ist aus rein technischen Gründen, um die beste Anordnung einer späteren Wasserfassung zu bestimmen, oberhalb von Bohrung I geplant und die andere aarßloßabwärts in der Nähe des neuen Schließes jenseits der oben erwähnten Granitbarre, die die Machendorfer Mulde nördlich begrenzt und schon in wenigen Metern Tiefe zutage tritt. Die Bohrung VII soll versuchen, die Ergiebigkeit des unteren Schließes zu vermehren, ähnlich wie es bereits Bohrung I selbsttätig beim alten Schließ tut.

5. Die Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes Machendorf.

Der Endzweck einer jeden hydrologischen Untersuchung, die dem Nachweis von Grundwasser für die Versorgung einer Gemeinde dient, drückt sich immer in einer absoluten Zahl aus, die besagt, wieviel Grundwasser aus einem Gebiet von gegebener Größe gewonnen werden kann. Als die hydrologische Erkenntnis noch nicht so weit vorgedrungen war, wie gegenwärtig, bediente man sich des offensichtlichen Beweises für das Vorhandensein der Menge und erbaute einen Versuchsbrunnen, der viele Wochen und Monate betrieben wurde. Dieses Verfahren ist bei kleinen Wassermengen gerechtfertigt; bei größeren würde ein derartiges Vorgehen kostspielig und zeitraubend sein. Aus den Beobachtungen und Messungen gewisser hydrologischer Vorgänge hat man Gesetze und Formeln abgeleitet, deren man sich mit voller Zuversicht bedienen kann und die Aufschluß über die wirklich erhältliche Wassermenge geben.

Die hydrologischen Vorarbeiten haben im Machendorfer Gebiet noch nicht ihren Abschluß erlangt, darum können auch nur die vorbereitenden Schritte zur Berechnung der Grundwassermenge, aber nicht das endgültige Ergebnis angegeben werden.

Es kann nun nicht meine Aufgabe sein, hier diese Grundgesetze zu entwickeln. Will man bei einem sichtbar fließenden Gewässer die Wassermenge feststellen, so ermittelt man das Durchflußprofil und die Geschwindigkeit des Wassers; genau so muß man bei einem unterirdisch fließenden Grundwasserstrom verfahren. Durch die Bohrungen erhält man Aufschluß über seine Ausdehnung sowohl nach seiner Länge wie nach seiner Breite. Falls man mit der Anzahl der Bohrungen beschränkt ist, genügt es, nur die Breite des Grundwasserstromes zu erkennen, das ist im vorliegenden Fall hinreichend geschehen. Die Entwicklungslänge des Stromes ist nicht bekannt und es bleibt somit unentschieden, wo sich das Grundwasser im Gelände erzeugt. Bei der Ausbeutung von Grundwasserfeldern, die der Versorgung von Städten dienen, weiß man dies nur in seltenen Fällen.

Die beiden Bohrungen I und III wurden mit Filterkörben ausgerüstet und mit Kies hinterfüllt, um dem Grundwasser den Eintritt in den Filterbrunnen zu erleichtern. Da die hinterfüllende Kiesel-schicht die ganze Bohrungslänge von der untersten bis zur obersten wasserführenden Schicht durchstieß, mußten sich die verschiedenen Spannungszustände des artesischen Grundwassers ausgleichen; es floß das Wasser größerer Spannung in die Schichten mit niedrigerer Spannung hinein. Darum ist es auch gelungen, die Ergiebigkeit des alten Sickerschlüzes von 34 auf 40 sl rein durch aufsteigendes Grundwasser, das sich nach ihm hin, ohne zutage zu treten, ergießt, zu steigern.

Die beiden Bohrungen I und III wurden durch eine Pumpe auf ihre Ergiebigkeit geprüft. Es wurde hierbei der ausgeglichene Ruhewasserspiegel gesenkt. Bildet man aus der Fördermenge q in sl und der Spiegel-senkung s in m den Quotient, so erhält man die sogenannte spezifische Ergiebigkeit E , die vor 60 Jahren von dem Begründer der wissenschaftlichen Hydrologie, dem Altmeister A. Thiem erstmalig in die Praxis eingeführt wurde. Sie gibt an, welche Wassermenge ein Brunnen bei einem Meter Absenkung seines Spiegels liefert, ist somit ein relatives Maß und erlaubt ohne weiteres, die hydrologischen Eigenschaften von zwei Bohrungen miteinander rein ziffernmäßig zu vergleichen. Die Grundformel lautet:

$$E = \frac{s \text{ in Metern}}{q \text{ in Sekundenlitern}} = \text{spez. Ergiebigkeit.}$$

Bei Bohrung I wurde eine Menge von 17.26 sl bei der Absenkung von 4.42 m zutage gefördert; bei Bohrung III sind die entsprechenden Werte 19.00 sl und 4.30 m.

Man findet darum als spezifische Ergiebigkeit bei

$$\text{Bohrung I} \quad \frac{17.26}{4.42} = 3.91 \frac{\text{sl}}{\text{m}}$$

$$\text{Bohrung III} \quad \frac{4.30}{19.00} = 4.41 \frac{\text{sl}}{\text{m}}$$

Der hydrologische Wert und darum die Ergiebigkeit von Bohrung III ist darum etwas größer als der von Bohrung I. Bei Bohrung V läßt sich der Versuch wegen der tiefen Lage des Grundwasserspiegels unter Gelände nicht ohne weiteres durchführen; es hätte eine Tiefgestängepumpe oder eine hängende Kreiselpumpe eingebaut werden müssen. Jedoch scheint

sich aus dem Bohrbefund der wasserführenden Schichten ergeben, daß die noch durchlässiger sind als bei I und III. Von Durchlässigkeitsversuchen an den Bodenproben wurde abgesehen, denn bei dem üblichen Hergang der Gewinnung des Bohrgutes erhält man kaum eine einwandfreie Bodenprobe. Immerhin scheint es, daß die Durchlässigkeit des Untergrundes nach dem Muldentiefsten hin zunimmt.

Die Tatsache, daß beide Filterbohrungen I und III eine gesamte Menge von 17.26 und 19.00 sl = 36.26 sl liefern, darf aber nicht zum falschen Schluß führen, daß sie auch dauernd dazu imstande sind; das werden die weiteren Ausführungen lehren.

Die Bohrung V wurde auch mit einem Filterrohr ausgerüstet. Aus den gegenseitigen Spiegellagen aller Bohrungen läßt sich vorläufig ableiten, daß das Grundwasser eine Fließrichtung auf den Einriß des Narßloß-Tales aufweist und sich dort den Ausweg in das Freie erkämpft, soweit es nicht durch den geologischen Bau des Gebirges daran verhindert wird. Die ungefähre Strömungsrichtung des Grundwassers gibt der Übersichtsplan wieder. Aus den wenigen Spiegelbeobachtungen in den verschiedenen Wasserstockwerken läßt sich sagen, daß die Wasserführung der oberen Schichten ein stärkeres Gefälle besitzt als die der unteren und diese sich fast in Ruhe befinden. Werden jedoch die tonabdeckenden Schichten der unteren Stockwerke durch Bohrungen unterbrochen und somit künstliche Wundstellen im Gebirge geschaffen, so muß es gelingen, die Wassergiebigkeit erheblich zu vermehren. Wie sich diese Vermehrung auf die Dauer auswirkt und welche Ergiebigkeit sich im Beharrungszustand einstellt, soll ein Versuch an Bohrung III erweisen, der sich mit ganz einfachen Mitteln ohne maschinelle Hebung des Wassers während vieler Wochen durchführen läßt.

Es wird hierbei der Absenkungstrichter der Strömungsfäden nach Bohrung III festgestellt und es wird dann möglich sein, die Durchlässigkeit E und damit mittelbar die Geschwindigkeit des Grundwassers festzulegen. Es werden hierbei die bewirkten Spiegelabsenkungen s und s_1 in verschiedenen Entfernungen R und r der anderen Bohrungen genau beobachtet. Es findet sich dann die Durchlässigkeit ε aus der Thiem'schen Formel

$$\varepsilon = \frac{q (\log \text{nat } R - \log \text{nat } r)}{2 \pi m (s_1 - s)}$$

q ist dann die Ergiebigkeit der Bohrung III und m die Mächtigkeit aller wasserführenden Schichten.

Die gesamte Grundwassermenge Q des Machendorfer Gebietes findet sich dann aus der Hauptgleichung

$$Q = \varepsilon \cdot i \cdot b \cdot m$$

Hierin gibt i das natürliche Gefälle des Grundwasserstromes an und b die durch Bohrungen ermittelte Breite des Grundwasserstromes.

Mit Hilfe dieses nach dem griechischen Buchstaben „Epsilon“ genannten Verfahrens ist das Grundwasser für die Versorgung der Stadt Prag in einer Menge von mehr als 1000 sl unter meiner örtlichen Leitung nachgewiesen worden; das Grundwasserwerk ist vor vielen Jahren erbaut worden und es sind hierbei nur ganz spärliche Grundwassermengen vorher in weit entfernten Filterbrunnen während etwa 8 Stunden zutage gefördert worden; trotzdem hat man sich zum Bau entschlossen.

Sobald die Vorerhebungen im Machendorfer Gebiet zum Abschluß gekommen sind, wird man wissen, wieviel die dauernde Ergiebigkeit sein wird und welche Spitzenwassermenge man dem Untergrund noch zusätzlich unter Schonung seines natürlichen Ergiebigkeitsvermögens während der Monate der hohen Wasserverbrauche wird entnehmen können.

Die jetzt gewonnenen Feststellungen lassen eine dauernde Steigerung der jetzt gewonnenen Grundwassermengen um die Hälfte, das sind 20 sl, erwarten; vielleicht gelingt es, die Menge auf das Doppelte unter Ausnützung der Vorräte im Untergrund zu vermehren; man würde dann an den Tagen des Spitzenbedarfes über 60 bis 70 sl verfügen. Genaue ziffernmäßige Angaben über die dauernde Ergiebigkeit lassen sich erst dann machen, wenn die Werte in der Hauptgleichung durch weitere Beobachtung bekannt sind. Schon vielfach hat selbst eine mehrwöchige gute Ergiebigkeit eines Brunnens dazu verleitet, sie für die Dauer mit Sicherheit anzunehmen und die Enttäuschung war groß, wenn langsam aber sicher die Liefermenge zurückging.

6. Ausklang.

Der Wasserbedarf der Stadt Reichenberg hat sich derartig gesteigert, daß neue Wasserbezugsorte für die Gewinnung weiterer Wassermengen erschlossen werden müssen. Ein großzügiges und auf breiter Grundlage sich aufbauendes Grundwasserwerk, das dem Bedarf der kommenden 20 Jahre oder länger genügt und das voraussichtlich die Grundwasserschätze im Kreidesandsteingebiet 20 km südwestlich von Reichenberg bei Krísdai ausbeuten wird, braucht mehrere Jahre für seine Vorbereitung und seine Entstehung und es muß darum darnach getrachtet werden, die jetzt von der Stadt benützten Wasserbezugsorte im Marzflöztal bei Machendorf und seiner benachbarten Umgebung soweit als möglich zu erschließen.

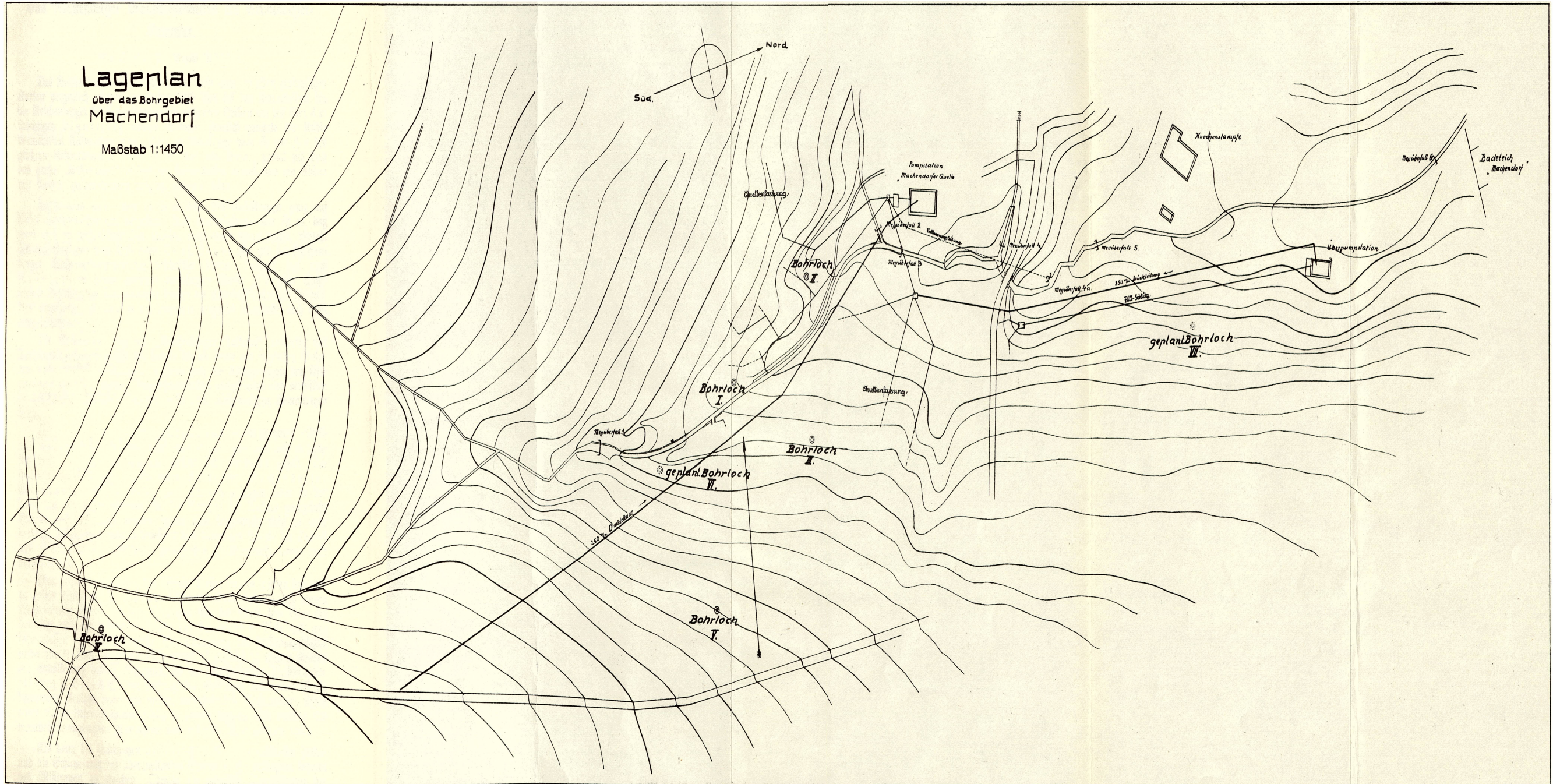
Erfolgversprechend sind die bisherigen Untersuchungen und Beobachtungen im Machendorfer Gebiet gewesen, dessen Grundwasser jetzt durch eine Siderrohrleitung nur teilweise ausgenützt wird. Man kann hier mit Sicherheit auf einen erheblichen Zuwachs an Grundwasser rechnen, der mit den vorhandenen und noch zu erweiternden betrieblichen Einrichtungen nach der Stadt gefördert werden kann. Die Möglichkeiten, weitere Mengen zu gewinnen, bieten die parallel zum Marzflöß nach der Reihe zu sich entwickelnden Täler.

Es sollte versucht werden, schon rein aus wirtschaftlichen Gründen die Grundwasser am Nordabhang des Jeschkengebirges soweit als möglich auszunützen, denn sie liegen in wirtschaftlich erreichbarer Entfernung zur Stadt.

Jedenfalls wird es gelingen, aus Machendorf soviel Grundwasser zu gewinnen, daß wenigstens für die nächsten Jahre der Wasserbedarf von Reichenberg befriedigt werden kann, ohne daß eine Einschränkung in der Wasserabgabe erfolgen muß. Immerhin darf nichts unterlassen werden, das Augenmerk auf das Grundwasservorkommen im Sandsteingebirge südlich des Jeschkengebirges zu richten; die Vorbereitungen für seine Erschließung sind im Gange. Hier wird Reichenberg mit hoher Wahrscheinlichkeit Wassermengen von guter Beschaffenheit in größerer Tiefe auffinden; durch ihre Verwendung wird die Stadt der dauernden Sorge um genügende Bereitstellung von Wasser für die Bevölkerung und die Industrie enthoben sein und sich dadurch diejenige Geltung sichern, die ihr als einer der bedeutendsten Städte zukommt; denn genügendes und bestes Wasser ist die erste Vorbedingung für einen Fortschritt in jeder Hinsicht.

Lagenplan über das Bohrgebiet Machendorf

Maßstab 1:1450



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus dem Vereine der Naturfreunde in Reichenberg](#)

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [55 1933](#)

Autor(en)/Author(s): Thiem G.

Artikel/Article: [Die Bedeutung des Grundwasservorkommens bei Machendorf für die Versorgung der Stadt Reichenberg in Böhmen mit Wasser 6-16](#)