

# Geologisches Gutachten zur Wasserversorgung der Stadt Nürnberg aus dem Quellgebiet bei Ranna.<sup>1)</sup>

Von

**Adolf Schwager.**

(Mit einem geologischen Kärtchen.)

## Einleitung.

Die reichen Quellen im oberen Pegnitztal, und zwar zunächst jene in der weiteren Umgebung von Ranna, schütten nach den fachmännischen Ermittlungen des städtischen Bauamtes zu Nürnberg rund 620 Sek.-Liter. Hiervon entfallen auf die in erster Linie für Nürnberg nutzbar zu machenden sogen. Haselhofquellen 250 Sek.-Liter.

Bei Annahme der etwas reichlich bemessenen jährlichen Niederschlagshöhe im oberen Pegnitztal zu 700 mm würden 620 Sek.-Liter, die Schüttung der obigen Quellen, die gesamten Niederschläge von 27,9 qkm und für 250 Sek.-Liter, von 11,25 qkm beanspruchen.

Hieraus ergibt sich zunächst, da bekanntermaßen stets nur ein Teil der Niederschläge in den Quellen wieder zutage tritt, daß diesen Quellen ein weit größeres Einzugsgebiet zuzurechnen ist, als die oben berechneten Flächen darstellen, und ferner, aus dem Vergleich mit der Topographie des Geländes, daß die wahren Einzugsgebiete weit über die den Quellen zufallenden rein oberflächlich abgeleiteten Zuflußstrecken hinausgreifen.

So ergibt z. B. das für die Haselhof-Quellengruppe allein aus der Oberflächengestaltung abgeleitete Bezugsgebiet eine Fläche von nur 7,2 qkm, während, wie wir oben sahen, die gesamten ungeschmälert gedachten Niederschläge von 11,25 qkm erst die Schüttung dieser Quellen voll decken könnten.

Unter Zugrundlegung der für die Pegnitz vor Ranna aus den durchschnittlichen Wasserständen für 1902 ermittelten „Wasserspende“ mit 8,2 Sek.-Liter berechnet sich das Einzugsgebiet der Haselhofquellen zu 30 qkm, während die Berechnung auf die kleinste Spende der Pegnitz bei Nürnberg für 1902 gegründet (6,3 Sek.-Liter) sogar 40 qkm ergeben würde. (Siehe Jahrbuch des Hydrotechnischen Bureaus 1902 S. XXX ff.)

Diese auffällige Tatsache kann nur in den besonderen geologischen Verhältnissen, unter welchen diese Quellen zur Bildung gelangen, ihre nähere Erklärung finden.

## Zur Geologie des Einzugsgebietes.

Jener Teil des oberen Pegnitztales, dem die Quellen bei Ranna, und speziell die diesem Ort nächstgelegenen sogen. Haselhofquellen entspringen, ist in Weißjuraschichten in vorwiegend dolomitischer Ausbildung eingeschnitten. Den solcher-

<sup>1)</sup> Vorliegende Begutachtung wurde am 12. August 1905 zum Abschluß gebracht.

gestalt gebildeten, vielfach zerteilten und durchfurchten Dolomithöhen, die hier das Pegnitztal links- und rechtsseitig begleiten, dem Kern des Gebirges, sind als Decke bald mehr oder minder zu festeren Bänken gebundene Quarzsandlagen in weiter Verbreitung aufgesetzt, die nach ihrem örtlich massigsten Vorkommen als Veldensteiner Sandstein benannt wurden, und von deren besonderen Bedeutung für unsere Quellen noch mehr zu sprechen sein wird. Vorläufig sei nur darauf hingewiesen, daß der Veldensteiner Forst mit seiner vorwiegenden und oft recht mächtig entwickelten Sandsteinbedeckung auch zum größten Teil als Einzugsgebiet der Haselhofquellen anzusprechen ist.

Über der festeren und ausgedehnteren Sandsteindecke in der Nähe der Quellorte, aus welcher nur die aufragenden widerstandsfähigeren Klippen der Dolomiten hervortreten oder seitlich der Talfurchen bloßgelegt erscheinen, breitet sich flußwärts, und zwar vom Flußufer zur Höhe in abnehmender Stärke, zunächst ein Haufwerk aus von Bruchstücken des älteren Gebirges, untermengt mit Geröllen und Sanden. Dann folgen nach oben mehr rein lockersandige Anhäufungen von größerer Ausdehnung, die wiederum von einer wechselnd sandigen, noch weiter, zumal den Höhen zu, ausgedehnteren Lehmdecke mit ihrer humosen Pflanzenschicht überlagert werden. Diese normale Überlagerung der Gesteinsschichten hat aber infolge von späteren Verschwemmungen der Sande und Lehme zu neuen Absätzen in den vorwiegend durch die Erosion geschaffenen Vertiefungen geführt, so daß über dem älteren Gebirge das Material der jüngeren Aufschüttung oft in buntem Wechsel sich ausgebreitet vorfindet.

Zur allgemeinen Lagerung des ganzen, eben geschilderten Schichtaufbaues wäre folgendes zu bemerken: Wie sich aus dem Verlauf ein und derselben Schicht am Malmrand für die fränkische Juraplatte im großen eine allmähliche Absenkung nach SO entnehmen läßt, so könnte ein gleiches Verhalten für unser engeres Gebiet erwartet werden. Doch lehrt ein Blick auf die geologische Karte (Blatt Bamberg Nr. XIII), daß insbesondere das den Quellen bei Ranna NW vorgelagerte, hauptsächlich dem Veldensteiner Forst zugehörige Gelände unter besonderen geologischen bzw. tektonischen Verhältnissen stehen muß.

Wir sehen die älteste Juraüberdeckung, den Sandstein, in diesem W von der Pegnitz gelegenen Teil des Gebirges in zusammenhängenderen Massen fast ausschließlich nur auf die Fläche des genannten Forstes beschränkt. Daraus müssen wir schließen, daß entweder vor der Ablagerung des Sandsteins im Bereich seiner jetzigen Verbreitung wenigstens eine Vertiefung der Oberfläche vorlag, die den Absatz dieser Bildung gerade hier in besonderer Weise begünstigte, oder aber wir hätten es mit einem ausgesprochenen nachträglichen Senkungsgebiet zu tun. Zur Klarlegung dieser Frage, wie überhaupt zur Geologie des Gebietes leisten die vom städtischen Bauamt Nürnberg so dankenswert als sachgemäß geleiteten Bodenaufschlußarbeiten, nebst den betreffenden Profiltafeln, Kartenskizzen und dem erläuternden Bericht, ganz wesentliche Beihilfe. In diesem Bericht finden wir nun eine lehrsame Zusammenstellung der Höhenlagen enthalten, in welchen die Auflagerungsschicht des Malms zum Ornatenton im Umkreis des vermuteten Einzugsgebietes der Quellen sich vorfindet. Und da ergibt sich die hydrologisch wichtige Tatsache, daß rings um die Quellpunkte der Ornatenton in wesentlich größerer Höhe ausstreicht oder gelagert erscheint, während bei den Versuchsbohrungen in der unmittelbaren Nähe der Quellen noch 44 m unter ihrem Austrittsniveau der Malm nicht durchstoßen war.

Hierin liegt der Beweis, daß die Sandsteinverbreitung im Veldensteiner Forst keiner Auswaschungs-, sondern einer entschieden tektonischen Eintiefung entspricht.

Wenn nun aus der weiten Verbreitung quarzsandiger Absätze und quarzitischer Sandsteinblöcke auf der Hochfläche des Frankenjura auf eine ehemalige allgemeinere, dem Veldensteiner Sandstein entsprechende Albüberdeckung geschlossen werden darf, so läge allein schon nach der Erfahrung, daß abgesunkene Teile einer Schicht der Abtragung viel weniger ausgesetzt sind als die stehengebliebenen, die Annahme nahe, im jetzigen Verbreitungsbezirk des Sandsteines ein Bruchfeld zu erblicken, was, wie wir gesehen haben, mit den vorliegenden Tatsachen im guten Einklang steht.

Eine weitere, zur Feststellung der Tektonik nicht unwichtige Folgerung ergibt sich aus dem vorhin Gesagten. Hat die Niveauverschiebung nach dem Absatz des Sandsteines stattgefunden,<sup>1)</sup> so wäre sie, bei dem cretacischen oder auch dem alttertiären Alter, das dieser Bildung von anderer Seite zugesprochen wird, in die Hauptepoche der Gebirgsbildung, wohl in die spätere Tertiärzeit zu verlegen.

Nicht nur, daß in diesem Fall dann die intensivste Wirkung der Schichtbewegung anzunehmen ist, ihre Richtungslinien müssen mit den benachbarten großen Spaltzügen, die jener Periode zuzurechnen sind oder gleichen Verlauf haben, mehr oder minder zusammenfallen.

Bei dem Mangel nach dieser Seite aufklärender größerer Tagaufschlüsse im Quellgebiet sind eigentliche Störungs- oder Bruchzüge an der Oberfläche kaum festzustellen. So mag es nicht unerwünscht erscheinen, die gewiß vorhandenen, wenigstens in ihrem Verlauf, nach dem vorhin Bemerkten, annähernd im voraus bestimmen zu können.

Eine Hauptrichtung, die schon durch die ältesten und bedeutendsten Bruchspuren naher Landesteile, z. B. den Verlauf des als Pfahl bekannten Quarzzuges, dann im großen Abbruch der Urgebirgsmasse zum jüngeren Gebirge u. s. f. verzeichnet ist, läuft nahezu von SO nach NW. Eine vielfache Beobachtung lehrt weiter, daß neben einer Hauptspaltrichtung die Senkrechte zu jener und dann die Resultanten zu beiden tektonisch am markantesten zur Geltung gelangen.

So kann es nicht als Zufall gelten, daß die Oberflächenfurchung im gedachten Quellgebiet<sup>2)</sup> unverkennbar mehr Anklänge an genannte Linien verrät, als benachbarte Gebirgsteile, die unzweifelhaft in keiner näheren Beziehung zu unseren Quellen stehen. Ferner ergibt sich, daß die vorherrschenden Spaltrichtungen im anstehenden Dolomit, zwischen NW und SO und N zu S und dann den Senkrechten zu diesen gelegen, die große Verwandtschaft zu den genannten Hauptbruchzügen klar zum Ausdruck bringen. Die erstgenannte Richtung wäre auch als jene zu betrachten, von welcher Seite den Quellpunkten das meiste Wasser zuströmt, zusammengefaßt somit aus dem NW Quadranten und als nächste Folgerung ergäbe sich für die kürzeste Verbindungslinie der Quellzüge die NO-SW Richtung, die auch als günstigste Aufschluß- und Fassungsrichtung zu gelten hätte.

### **Gesteinsverhalten als wasserwirtschaftliche Grundlage.**

Nachdem vorher Schichtfolge und Schichtneigung (Lagerung) nebst Tektonik innerhalb des nunmehr kaum noch hypothetischen Einzugsgebietes nach

<sup>1)</sup> Diese Annahme findet eine wesentliche Stütze durch die nicht gerade selten zu beobachtende Tatsache, daß Dolomit und Sandstein sich in gleicher Richtung zerspalten zeigen.

<sup>2)</sup> Namentlich unschwer erkennbar in der Terrairdarstellung des betreffenden Atlasblattes, Pegnitz W u. O, Nr. 29.

Maß der verwertbaren Gesteinsaufschlüsse notdürftig zur Sprache kamen, gilt es die gewonnenen Ergebnisse im Zusammenhang mit dem zunächst mehr rein physikalischen Verhalten der vorliegenden Gesteinsreihe, als örtliche Grundlage der hydrologischen Besonderheit, in näheren Betracht zu ziehen.

Aus der reichen Schüttung der Quellen bei Ranna, der dürftigen sichtbaren Spende der sandigen Decke, wie aus deren verhältnismäßig geringmassigen Entwicklung als Schichtkörper, kann ohne weiters geschlossen werden, daß nur der Malm, hier der Dolomit, als eigentlicher Wasserspeicher aufzufassen ist. Als Gesteinskörper von mehr locker körnigem, vielfach lückigem Gefüge, ist die Durchtränkbarkeit und auch Aufnahmefähigkeit des Dolomits an sich für Wasser nicht gerade als eine geringe zu bewerten. Seine durch die Ergiebigkeit der Quellen erwiesene bedeutende Wasserleitfähigkeit aber kann, abgesehen von der grob-bankigen, als Ablagerungseigenheit zu deutenden, doch oft undeutlichen Schichtung, nur in der im Ausstreichen vielfach sichtbaren Klüftung begründet sein. Da diese nur auf rein tektonische Vorgänge im großen ganzen zurückgeführt werden kann, so läge ein weiterer Hinweis vor, den Wasserreichtum im Pegnitztal bei Ranna auf eine tiefere Zerspaltung und Zerrüttung des zuleitenden Gebirges zurückzuführen.

Wenn auch nicht angenommen werden kann, daß der gesamte Malm im mittleren Pegnitztal bis zur Doggergrenze aus Dolomit bestände, so muß doch selbst bei stärkerer Vertretung rein kalkiger Lagen im Liegenden das petrographisch mehr einheitliche Ganze des Weiß-Jura äußeren, wie inneren Kräfteeinwirkungen gegenüber sich nahezu gleich verhalten haben. Es liegt sonach kein Grund vor, die für die Wasserbewegung, neben den offenen Schichtfugen, so wichtigen meist nahezu lotrechten Trennungsklüfte mit dem Dolomitgestein plötzlich verschwindend zu denken. Ebenso kann es anderseits freilich kaum fraglich erscheinen, daß diese Wasserwege der Tiefe zu, schon ursprünglich und dann durch die mehr gehemmte Beweglichkeit des durchströmenden Wassers vor der nachträglichen Erweiterung mehr geschützt, zum Teil auch durch mineralische Einschwemmungen mehr oder minder verschlossen, immer weniger gangbar werden.

An vorstehende Erwägungen anknüpfend, gestaltet sich die Vorstellung, daß die ganze den Quellen vorgelagerte Malmmasse, wenn auch nicht im völlig gleichen Maße, an der Quellspeisung beteiligt ist. Ferner, daß der unterlagernde Ornatenton tatsächlich die Stauschicht bildet,<sup>1)</sup> auf der die absinkenden Wasser zum Abfluß in der Richtung seiner größten Neigung gezwungen werden. Und wie oben aus den verschiedenen Angaben über die Höhenlagen des Ornatentones auf seine allmähliche Absenkung zu den Quellpunkten hin zu schließen war, so kann nun, unabhängig von dieser Feststellung, gesagt werden: Die Stauschicht, kurz der Ornatenton, muß innerhalb der weiten Zuflußstrecken, welche die Schüttung der Quellen erheischt, zu diesen in zusammenhängendem Abfall gedacht werden.

Nur so läßt sich schließlich auch der nicht geringe Überdruck erklären, unter welchem die Quellaustritte am Haselhof überraschenderweise stehen.

Der spärliche Gasaustritt (Luft) am Quellteich berechtigt wohl nicht an Gasspannungen als bewegende Kraft zu denken.

<sup>1)</sup> Hier möge eine kleine Einschränkung dieses Satzes Platz finden. Die basalen Lagen des Malms sind oft mehr toniger Natur. Aus diesen und sonstigen Gründen, die hier zu erörtern zu weit führen würde, für „Ornatenton“ „Grenzsichten zwischen Malm und Dogger“ gesetzt, würde gerade im vorliegenden Fall vielleicht weniger anfechtbar lauten.

Die natürlichste Erklärung für das Sprudeln der Quellen bleibt die Annahme des Quellaustrittes unter einem bedeutenden Druck aufgesammelter Wassermassen in einem höheren Niveau. Da dies aber einen gewissen beweglichen Zusammenschluß dieser Wasser voraussetzt, so werden wir neuerdings auf die ungemäßigtere Bewegung des Wassers auf Klüften und Sprüngen hingewiesen.

Ist, wie weiter unten näher zu erörtern sein wird, eine teilweise, doch nicht wasserdicht abschließende Ausfüllung der Fließwege mit verschwemmtem Material anzunehmen, so werden andererseits gerade jene den Ausflußstellen benachbarten, durch das raschere Ausströmen des Wassers von solchen Fließhindernissen, wie allerorten, tunlichst freigehalten, ja sie werden vielfach selbst noch erweitert sein, so daß die vorhin geforderten Bedingungen für den Auftrieb der Quellen vollauf gegeben scheinen.

Ein mehrfach nachgewiesener Verschuß der den Spaltenzügen doch meist folgenden sekundären Taleintiefungen mit toniger Ausfüllung oder ebensolcher Überdeckung am Haupttalgehänge bis zu den Quellen hin, wurde schon in dem erwähnten sachlichen Bericht des Nürnberger städtischen Bauamtes zum Verständnis der gedachten Erscheinung herangezogen. Eine weitere Erklärung für die Abdichtung der Wasserzüge gegen den Berghang im Flußtal hin, läge in der Annahme eines Kalksinterverschlusses durch verdunstete Schwitzwasser, was um so wahrscheinlicher wäre, als bekanntlich Dolomitwasser (siehe die Tropfsteinbildung in den Dolomithöhlen) sehr zur Sinterbildung geneigt sind. Der seitliche mehr oder minder wasserdichte Verschuß der Spalten mußte zu einer weiteren Aufstauung der Versitzwasser führen, unter deren anwachsendem Druck und jedenfalls nicht ohne Beihilfe des sich immer tiefer in den Untergrund einnagenden Flusses, endlich dem Bergwasser der bevorzugte jetzige Austritt verschafft wurde. Der ganze Verlauf der Wasserbewegung im gegebenen Fall würde daher unter das schematisiert vereinfachte Bild der kommunizierenden Gefäße fallen, in welchem das eine kürzere Gefäß den Austrittskanal unserer Quellen darstellen würde, aus welchem nun unter dem Druck der auflastenden höherstehenden Wassersäule im Hauptbehälter das Wasser scheinbar aus großer Tiefe kommend, sprudelnd ausströmt.

Im Anschluß an diese Erörterung der Frage, welche Rolle dem Malm bei der Quellbildung nächst Ranna zugewiesen erscheint, wäre das Verhalten der ihm aufgelagerten jüngeren Schichten und die mögliche wechselseitige Einflußnahme in gleicher Hinsicht kurz zu besprechen. Der vorherrschenden Sandbedeckung des Liegend-Gebirges, zum größten Teil als Sandstein, zum kleineren als lose jüngere Aufschüttung entwickelt, wurde schon eingangs gedacht.

Die Wasseraufnahmefähigkeit der geschlosseneren festere Sandsteinbänke wäre zwar als keine sehr hohe einzuschätzen, doch zeigen die austreichenden Lagen vielfach deutliche Spuren der Zerrüttung und Zertrümmerung und sind sodann, der mehr mürben Beschaffenheit zufolge, an der Oberfläche dem Zerfall recht geneigt. Dergestalt breitet sich über dem festeren Grund der Hochfläche im Verein mit der sonstigen, noch jüngeren sandigen Anschwemmung, nur hie und da von einer wenig mächtigen, mäßig ausgedehnten Lehmschicht verhüllt, selten durch aufragendes älteres Gestein unterbrochen, ein Mantel von losem Sand, den wir hier bei seiner hohen Wasseraufnahms- und Leitfähigkeit als ersten und eigentlichen Wassersammler bezeichnen können. Er ist es, der die Niederschläge in seinen weiten Falten schützend birgt, bis Zeit und Gelegenheit geboten wird, sie auf engeren Wegen zur Tiefe zu leiten.

Doch ist mit dieser Funktion der ursprünglich gewiß mächtigeren und ausgedehnteren Sandablagerungen die Bedeutung des Quarzsandes, und allenfalls im Verein mit dem aus dem Zerfall des austreichenden Dolomits gebildeten Dolomitsandes, für die Wasserführung unseres Feldes noch lange nicht erschöpft. Auf zweiter Lagerstatt, in die jüngsten Einfaltungen des Geländes verschwemmt, hat der Sand durch den natürlichen Schlämmprozeß die feintonigen Bestandteile, die er als Sandstein noch in reichlicherer Menge führte, zum größten Teil verloren und ist auf diese Weise erst recht wasserleitend geworden.

Ferner erhalten die lehmigen Ablagerungen, die sich dem Talgrund zu, wie schon erwähnt, im verstärkten Maße geltend machen, durch ihre meist schon ursprüngliche, gröbere Quarzsandführung, wohl wesentlich dem aufgearbeiteten Liegenden entnommen, hauptsächlich ihre Durchlässigkeit für Wasser, die in den weiters verschwemmten und vermehrt mit Sand durchsetzten Lagen ganz bedeutend verstärkt erscheinen muß.

Aber auch auf seine Unterlage, den Dolomit, hat der sandige Abschluß in der besprochenen Weise seinen besonderen Einfluß geübt.

Führt der Dolomit auch nur spärlich tonige Beimengungen (eine Probe aus der Umgebung der Quelle bestand aus 56,29% kohlensaurem Kalk, 42,64% kohlensaurer Bittererde und 0,97% eines tonigen Restes), so bildet er trotzdem im völlig verwitterten Zustand, d. h. von Karbonaten befreit, einen ziemlich wasserabhaltenden, zähen Lehm, der unseren Höhen, als durch die schützende Sandsteinlage der Einwirkung der Atmosphären größtenteils entzogen, auf weite Strecken hin fehlt. Zwar ist in diesem Umstand der Grund zu suchen, daß dem Veldensteiner Forst die höhere Kultur, die Feldbebauung, fast ganz verschlossen blieb, derselbe Umstand hat aber, wie aus dem Vorhergehenden zu entnehmen, unbestreitbar zum guten Teil mit zu dem in den Quellen zutage tretenden Wasserreichtum geführt. Von nicht geringerem Belang scheint auch, daß die Sandbedeckung die im Felsen geöffneten Abflußwege vor rein tonigem und damit mehr wasserabdichtendem Verschuß, wie dies an den Talseiten durch die Hochfluten des Flusses und sonstige Einschwemmungen offensichtlich vielfach geschehen ist, bewahrte.

Es lehren diese Auseinandersetzungen aufs neue, mit welchem Recht eingangs schon auf die besondere Bedeutung des oberen Sandfeldes für die Quellen bei Ranna hingewiesen wurde.

### Chemische und bakteriologische Wasseranalyse.

Eines der geeignetsten Hilfsmittel zur Klarlegung der Beziehungen zwischen Wasser und Boden bietet die chemische Wasseranalyse. Wie aus der näheren Kenntnis des Bodens nach petrographischer und somit chemischer Seite hin ohne weiters auf die möglichen Lösungsrückstände des ihn durchströmenden Wassers geschlossen werden kann, so lassen sich umgekehrt aus der Zusammensetzung der Wasserrückstände oft nicht unwichtige Schlüsse auf die Beschaffenheit des Ursprungsbodens ziehen. In diesem Sinn wäre eine teilweise Auslegung der vorliegenden Analyse (der städtischen Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genußmittel in Nürnberg) des Haselhof-Quellwassers zu versuchen.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die Analyse (gez. SCHLEGEL) gibt als „Litergehalt in Milligramm“ folgende Werte an: CaO = 69,63, MgO = 35,88; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,28; K<sub>2</sub>O = 1,11; Na<sub>2</sub>O = 2,19; Cl = 1,71; N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 1,26; SO<sub>3</sub> = 1,64; SiO<sub>2</sub> = 6,10; CO<sub>2</sub> = 188. Abdampfückstand bei 110° C = 217,63. Gesamthärte = 11,99. Bleibende Härte = 0.

Um mit dem Abdampfrückstand zu beginnen: Haselhofquellen, Abdampfrückstand = 0,2176 g im Liter. GORUP-BESANEZ (Annal. Ch. u. Ph. Supl. 8; 230) fand in 18 Wassern aus dem Frankendolomit im Mittel 0,2587 g Rückstand im Liter, d. i. um fast 20% höhere Werte als der erstverzeichnete. Zum annähernden Vergleich sei der Durchschnittsgehalt von 11 Quellwassern der nächsten Umgebung von München beigelegt. (A. SCHWAGER, hydrochem. Untersuchungen etc. Geogn. Jahreshfte 1893, S. 94.) Die Schotter, denen diese Wasser entstammen, sind reichlich dolomitisch. Der gemittelte Rückstand genannter Quellwasser beziffert sich auf 0,3263 g im Liter Wasser. Bei Vergleichung dieser Zahlen ergibt sich offensichtlich die relative Weichheit des Wassers der Haselhofquellen.

Die Erklärung dieser Tatsache kann verschieden lauten. Einmal besteht der Ursprungsboden nicht aus Dolomit allein. Des nicht bloß quantitativ bedeutungsvollen Anteils der Quarzsande am Aufbau des Geländes wurde verschiedentlich schon gedacht; ihr Anteil an dem Lösungsrückstand der betrachteten Wasser aber ist nahezu gleich Null zu setzen. Doch genügt dieser Hinweis sicherlich nicht allein. In den leichter durchströmbaren Abzugswegen, d. h. bei beschränkter Flächenberührung von Wasser und Boden, sowohl körperlicher wie zeitlicher, liegt der Hauptgrund dieser Erscheinung. Und so ergibt sich abermals ein Hinweis auf die bisher aus mancherlei Gründen geforderten besonderen Wasserwege für unser Gebiet.

Von den Einzelbestandteilen sollen vorweg Kalk, Bittererde und Kieselsäure des näheren besprochen werden, als quantitativ am stärksten vertretene Stoffe.

Bei Kalk und Bittererde interessiert vor allem ihr numerisches Verhältnis. Es stellt sich 100:51,53. Die oben erwähnten 18 Wasser aus dem sonstigen Frankendolomit ergeben die Durchschnitts-Verhältniszahl 100:46,61.

Zunächst läge, wenn es dessen bedürfte, die Bestätigung vor, daß die Quellwasser bei Ranna tatsächlich dem Dolomit entstammen. Ihr höherer Bittererdegehalt könnte ferner dahin gedeutet werden, daß sie ausschließlich oder zumeist normalen Dolomiten entströmten. Der erstgedachte Fall, die erheblichere Beteiligung mehr rein kalkiger Lagen, träfe bei den Vergleichswassern unzweifelhaft zu, da die meisten derselben den bittererdearmen Lagen aus der Basis vom Malm entspringen. Dann wäre aber der Rückschluß erlaubt, unseren Quellen eine weniger innige Berührung mit den vermuteten tieferen Kalklagen zuzurechnen, oder diese Schichten wären hier überhaupt nur spärlich vertreten.

Der Kieselsäuregehalt mit 0,0061 g im Liter des Quellwassers von Ranna erscheint bei der so geringen für die Lösung in Betracht kommenden Silikatbeimengung im beteiligten Dolomit ziemlich hoch. Ihr Ursprung wäre daher, da Quarzkieselsäure im vorliegenden Fall nicht in Frage kommt, nur auf die tonigen Bestandteile des Sandsteines und der Lehme, als einzige massiger vorhandene Vertreter der Silikate im Quellgebiet zu beziehen. Ein Teil dieser Tone wird ferner als Ausfüllungsmasse der Spaltenwege im innigeren und andauernderen Kontakt mit den Wassern gedacht werden können, als es das beobachtete rasche Versitzen der Niederschläge für die Oberflächenschichten allein gestatten würde.

Die sonst noch nachgewiesenen Stoffe verlangen zum Teil, gerade ihrer kleinen Zahlenwerte wegen, besondere Beachtung. Dies gilt namentlich von Chlor, Schwefel- und Salpetersäure, und insoferne diese Stoffe dem reinen Boden als ursprünglich fremd gelten müssen, dienen ihre Zahlenwerte als Indikatoren, Anzeichen einer vorhandenen mehr oder minder starken Verunreinigung des Bodens und einer nachfolgenden seiner Begleitwasser.

Im Vergleich der vorliegenden Zahlen für die Haselhofquellen mit entsprechenden, aus verwandten Teilen des Frankenjura erhältlichlichen, findet sich schon ein deutlicher Hinweis auf den reineren Ursprung der zu nützenden Quellen, deutet zumal auf die spärlichen Siedelungen im Bereich des Veldensteiner Forstes.

Das ungewöhnlich günstige Ergebnis der bakteriologischen Prüfung, wie es der chemischen Analyse beiliegt, erbringt jedoch den vollgültigen Nachweis, daß dem wasserspennenden Gebirge im gegenwärtigen Zustand die Fähigkeit innewohnt, selbst die kleinsten schädlichen Keime, somit jede ungelöste Verunreinigung von den Quellen fernzuhalten.

### Raumverteilung für die Bodenwasser.

Noch gilt es unter anderem einer durch allgemeine Erwägungen allein kaum lösbaren Frage näher zu treten, und sollen hierbei die folgenden Berechnungen auch nur den Versuch darstellen, von dem Gesamtraum, den die quellbildenden Zuflüsse im Berginnern beanspruchen und seiner Verteilung ein ungefähres Bild zu erhalten.

Die nachstehenden dieser Untersuchung zu Grunde gelegten Werte sind, wie ausdrücklich betont werden mag, für den beanspruchten relativ größten Infiltrationsraum bemessen.

Jahresniederschlag im Sammelgebiet = 700 mm. Höhenlage der eigentlichen Quellaustritte 380 m ü. d. M., oder Tiefe, aus welcher die Quellen noch stetig neue Zuflüsse erhalten, die aber, nach der Stärke des Auftriebes und der Temperatur der Quellen (8,7—9° C.) zu urteilen, eine noch beträchtlichere sein wird. Mittlere Höhenlage der Oberfläche des in Frage stehenden Gebirgsblockes 450 m ü. d. M.

Diese Zahlen würden eine 70 m hohe Gesteinstafel als Wasserspeicher (Speicher Körper) ergeben, die aber, wie aus dem Vorausgegangenen zu entnehmen, gemäß der abgedacht verlaufenden hypothetischen Grund- oder Staufläche, nur 50 m hoch in Rechnung gesetzt werden soll.

Unter dieser Voraussetzung und der vorläufigen Annahme, der volle Betrag der Niederschläge im Jahr würde als Schüttung der Quellen wieder zutage treten, sonach bei dem überhaupt denkbar relativ kleinsten Einzugsgebiet, beansprucht das Versitzwasser 1,4 Raumprozent (als Speicher- oder Stapelraum) des Speicherkörpers, d. h. bei gleichmäßiger Verteilung der vom Wasser ausgefüllten Hohlräume würde ein 1,4 cm weiter Spalt im Kubikmeter des geschlossenen, sonst nicht vom Wasser durchtränkt gedachten Gesteins genügen, um die gesamten Niederschläge im Jahr aufzunehmen.

Diese 1,4 Volumenprozent des Einzugsgebietes entsprechen daher im angenommenen Fall ferner auch dem Maximum der verlangten Wasserfassung (gesamte Wasseraufnahmefähigkeit).

Die Erfahrung lehrt mancherorts, daß gewisse Böden imstande sind, alle sie treffenden Niederschläge, ohne daß es zu einem oberflächlichen Abfluß käme, in sich aufzunehmen; niemals wird aber die Schüttung einer Quelle den vollen Betrag der Niederschläge ihres Nährgebietes wieder zutage fördern. Unter der Voraussetzung des gleichbleibenden Verhältnisses von Wasser-Einzug und Abfluß in engeren Gebieten, wurde in der Einleitung versucht, aus den mitgeteilten amtlichen Verhältniszahlen zwischen Zuflußfläche und Abflußmenge für die Pegnitz, sodann aus der mittleren Schüttung der Haselhofquellen, die Größe des Sammelgebietes für letztere annähernd zu ermitteln.

Trotzdem bei der erstlich benützten amtlichen Zahl der gemittelte Jahresabfluß, daher unter Einschluß von so und so viel reinem Oberflächenwasser, zu Grunde gelegt ist, verlangt diese Berechnung schon einen dreimal größeren Sammel-Bodenkörper gegenüber dem oben verzeichneten denkbar kleinsten, d. h. die relative Raumbeanspruchung für den nutzbaren Teil der Versitzwasser im Jahr, der in der Schüttung der Quellen seinen ziffermäßigen Ausdruck findet und im ganzen der sogen. Untergrund-<sup>1)</sup> Wasserwelle entspricht, beträgt nur mehr  $\frac{1}{3}$  des vorhin gegebenen, und das Maximum der erforderlichen Wasserfassung würde sodann rund 0,5 % der quellnährenden Gebirgsmasse betragen.<sup>2)</sup>

In Übereinstimmung mit dieser Berechnung und in Anbetracht der Beobachtung, daß gerade im Haselhofgebiet selbst bedeutende Niederschlagsmengen rasch zum Versitzen gelangen und ein irgendwie namhafter oberflächlicher Abfluß nicht stattfindet, muß den hangenden Lagen dieses Gebirgstells eine mindestens dreimal größere Wasseraufnahmefähigkeit gegenüber den tieferen, eigentlichen Stapelschichten für die Bergwasser, den Trägern der genannten Untergrund-Wasserwelle, zugesprochen werden.

Daß hier die für die Oberflächenschichten geforderten Lufträume in mehr als entsprechendem Maße vorhanden seien, geht schon einmal aus der reichlichen Entwicklung der für den natürlichen Wasserhaushalt vorhin nach Gebühr gewürdigten sandigen Decke hervor. Demgegenüber bekundet der austreichende Dolomit in seiner sichtbaren starken Zerklüftung die besondere Wasseraufnahmefähigkeit, die überdies, nach den vielen Einsturztrichtern, Hüllen zu urteilen, in nicht gewöhnlicher Weise durch unselten auftretende, zwar unterirdische, jedoch tagnahe Höhlungen vermehrt sein wird. Andererseits bestehen noch weitere Gründe als die vorerwähnten, die Aufnahme- und Leitfähigkeit der folgenden tieferen Schichten, jene im Bereich des Hauptwasserstauens über dem Quellenniveau, gegenüber den erwähnten hangenden Lagen, als stark verminderte einzuschätzen.

Ergibt das mehrfach erwähnte Verhältnis von Einzug und Schüttung für letztere nahezu einen Zweidrittel-Verlust, so kann dieser Abgang am Bodenwasser, der Wasservorbehalt, wie die Summe der Verluste für die Quellen gegenüber den eigentlichen hier zum Versitz gelangenden Wassermengen bezeichnet werden könnte, doch füglich nur auf Rechnung der Verdunstung gesetzt werden. Denn bei den gegebenen örtlichen Verhältnissen ist nicht einzusehen, wie beträchtliche Wassermengen, insbesondere aber nicht im sonst erforderlichen bedeutenden Maße in weit größere Tiefen zur Versickerung gelangten.

<sup>1)</sup> Zur Unterscheidung der gemeinlich und vorweg als Grundwasser bezeichneten gestauten Bodenwasser an der Grenze der jüngeren, durchlässigeren Talaufschüttung zum älteren Gebirge hin, sei das in letzterem mehr regellos verteilte Bodenwasser als „Untergrundwasser“ bezeichnet.

<sup>2)</sup> Da diese Berechnungen doch bloß orientierenden Wert besitzen sollen, mag an dieser Stelle nur noch kurz erläuternd folgendes beigefügt werden. Genannte 0,5 Raumprozent entsprechen, wie bemerkt, der Schüttung im ganzen Jahr, da aber die Extreme der Niederschläge schon nach zwei-monatlicher Frist in der Schüttung voll zum Ausdruck gelangen, wäre eine viel kürzere als jährliche Erneuerung der Abflüsse und damit ein angemessen kleinerer Speicherraum für nötig zu erachten. Ferner entsprechen die 0,5 Raumprozent der gesamten an der Schüttung der Quellen beteiligten Wassermasse, somit auch jenem außerhalb der Spalten als Gesteinswasser u. s. w. nach den Quellen zu verkehrenden Versitzwasser. Dergestalt erscheint die erheischte Spaltenfassung weiter bedeutend verringert. Aus alldem ist ersichtlich, wie enge oder wenig zahlreich diese Spaltwege eigentlich zu sein brauchten, um den vorliegenden Bedarf zu decken, und daß jede weitere vom Wasser durchströmte Höhlung im Gebirge die erforderliche Zahl oder Weite der Klüfte noch mehr beschränken muß.

Die aber unter diesen Umständen erforderliche Verdunstungsgelegenheit verlangt eine erste dauerndere Ansammlung der Versitzwasser nahe der Oberfläche, die nur durch einen stark verzögerten, d. i. gehemmten Abzug nach unten, in tiefere Gesteinslagen dargeboten erscheint.

Da jedoch nicht anzunehmen ist, daß die, wie erläutert wurde, vorwiegend tektonisch vorgebildeten Leiträume unterhalb der wirksamen Verdunstungszone sich plötzlich im gegebenen Maße verengen, so muß eine andere Ursache vorliegen, die jene Hemmung bewirkte.

Das hervorragend günstige Ergebnis der bakteriologischen Prüfung der Quellwasser bei Ranna kann seine nächste Erklärung nur bei der Annahme einer nicht bloß durch Sedimentation allein, sondern wesentlich durch natürliche Bodenfiltration bewirkte Reinigung der Versitzwasser im vollen Maße finden.

Wie wiederholt betont wurde, ergibt sich die Notwendigkeit bei der immerhin geringen Wasserdurchlässigkeit des vorherrschenden Gesteins, des Dolomits an sich, bei dem raschen Versitzen auch der reichlichsten Niederschläge und der reichen Schüttung der Quellen, besondere Leitwege für die berginnen verkehrenden Wasser anzunehmen. Diese Wasserwege, wie schon öfter hervorgehoben, sowohl als ursprüngliche Schichtfugen, wie namentlich als tektonische Sprünge und Klüfte vorhanden, sind im Lauf der Zeit jedenfalls hauptsächlich nach Maß der örtlichen Durchströmung, teils rein mechanisch, vorwiegend aber durch die lösende Kraft des Wassers ganz bedeutend, ja selbst zu großen Höhlungen erweitert worden.

Wenn nun das Versitzwasser in diesem, freilich weit ausgedehnten Netz von engzusammenhängenden Hohlräumen sich durchweg frei bewegen könnte, dann wäre auf keinen Fall ein stets klares, noch weniger ein keimfreies Quellwasser zu erwarten, wie es laut Befund tatsächlich dem Boden bei Ranna entquillt.

Die eben berührten Tatsachen finden jedoch in folgender Überlegung eine genügende Erklärung.

Mit dem Eintritt der Versitzwasser in die dauernd zusammenhängende Wassermasse über der Stauschicht ist seine Bewegungsfähigkeit und somit seine Tragkraft ganz bedeutend gemindert worden.

Als Fallwasser im klüftigen Gebirge von größerer Erosionskraft, tritt es nun in die meist träge den Quellpunkten zuströmende Untergrund-Wasserwelle. Alle mechanisch mitgerissenen Bodenteile, als welche die leicht beweglichen Sande und Tone der Oberflächenschichten vor allem in Betracht kommen, gelangen zum Absatz und erfüllen zum großen Teil die gangbarsten Hohlräume, namentlich an der Grenze von Versitz- und Speicherraum.

Mit Vorbedacht sind die „gangbarsten Hohlräume“ genannt, denn hier im Bereich des Wechsels der Untergrund-Wasserstände und an der unteren Grenze der Hauptverdunstungszone wäre es leicht verständlich, wenn engere Kanäle oder gar Haarspalten im Gestein von den Ausscheidungen und Rückständen der kapillar aufgesogenen oder zurückgehaltenen und sodann verdunsteten Netzwasser vielfach geschlossen würden und nurmehr die weiteren Klüfte dem Wasser den Durchgang gewährten. Sind diese nun, außer mit den häufigen Abbröckelungen des vielfach leicht sandig zerfallenden Dolomites oder seiner Lösungsrückstände, noch von einem Gemenge der erwähnten abgeschlämmten Sande und Tone erfüllt, so stellen sie unter Umständen ein so vollkommenes natürliches Filter dar, daß selbst dem kleinsten bis jetzt als gesundheitsschädlich erkannten Lebewesen der Durchgang verwehrt wird.

Nur diesem vielfachen und weitverzweigten, doch noch wasser-durchlässigen Verschuß der Zufuhrwege mit vorweg mineralischen Sinkstoffen ist die Reinheit der Quellwasser bei Ranna aller Wahrscheinlichkeit nach allein zu danken.

Nur so erklärt sich dann ungezwungen, daß bei verzögerter endlicher Aufstapelung des tieferen Grundwassers ein großer Teil der Verdunstung verfällt, daß Gegensätze in den Niederschlagsmengen, laut bauamtlichem Bericht, erst nach zwei Monaten sich in der Schüttung voll äußern, und vor allem erklärt sich so die stetige Nachhaltigkeit, und es sei nochmals betont, die Reinheit der Quellwasser.

Im Anschluß mag nicht unerwähnt bleiben, daß der gelegentlich der Deutung der Wasseranalyse für fast rein erdalkalische Wasser ungewöhnlich hoch befundene Kieselsäuregehalt und der hieraus gefolgerte innigere Kontakt mit reichlicher vorhandenem tonigem Material nach obigem nunmehr keiner weiteren Erklärung und Begründung bedarf.

### Schlußfolgerungen.

Lag bislang das Ziel vor, aus einer immerhin noch beschränkten Bodenkenntnis und aus dem bekannt gewordenen Verhalten der Quellen heraus, ein ungefähres Bild ihrer Entstehung und ihres gegenwärtigen Bestandes nach physikalischer und chemischer Seite hin zu erhalten, so gilt es zum Schluß, die Anwendung des Vorgebrachten zu suchen. Sie wird im ganzen in der Antwort auf folgende Fragen enthalten sein: Wie sind die Quellen bezüglich ihres Ursprungsbodens bestens zu nützen, wie vor etwaiger Gefährdung zu schützen?

Als Hauptvorzüge der Quellwasser von Ranna sind ihre Reinheit und Ergiebigkeit zu nennen. In beiden Eigenschaften als voll befriedigend befunden, könnte eigentlich die nächste Sorge nur auf die Erhaltung dieser Vorzüge gerichtet sein. Die beste Bürgschaft hierfür läge in dem möglichst Unverändertbleiben ihres Nährbodens und dessen organischer Schutzdecke, dem Wald, selbstverständlich unter Ausschluß jener Änderungen, vorweg Bodeneingriffe, die an und nahe den Quellen zu deren Nutzen zunächst für notwendig erachtet werden. Damit soll nicht gesagt sein, daß an den Quellen selbst weder qualitativ noch quantitativ auch durch ausgreifendere Maßnahmen irgend etwas zu bessern wäre.

Bei einer möglichen und zugleich ratsamen Fassung der Quellzüge im Berginnern, über dem jetzigen Austrittsniveau, würde sich nicht bloß die Temperatur und mit ihr der Gasgehalt des Wassers günstiger gestalten lassen. Durch Ausschaltung der nächsten, kürzesten und seichtesten Zuflüsse würde, wenn nicht die Reinheit der Quellen unter den bestehenden Verhältnissen an sich, doch die Sicherheit vor etwa drohenden künftigen Verunreinigungen nur vermehrt werden. Ebenso könnten nach außen abzweigende, sonst verloren gehende einwandfreie Zuflüsse der Sammelleitung einverleibt und die Schüttung dergestalt auf ein mögliches Maximum gebracht werden.

Leider liegen für die Hauptquellen, jene am Haselhof, die Verhältnisse in dieser Hinsicht nicht besonders günstig. Als im letzten Verlauf aufsteigende Quellen, führen ihre nächsten Zuflußadern der Tiefe zu und im Verfolge derselben könnte, ganz abgesehen von dem Verlust an Ableitungsgefälle, weder in Bezug auf Temperatur und Gasgehalt noch an Schüttung kaum viel gewonnen werden. Der Versuch aber, die doch schließlich bergseits abwärts bewegten Wasserzüge über dem jetzigen Austritt und quer zur Strömungsrichtung mit Stollen-Aufschlüssen zu

fassen, scheint schwierig und auch nicht von vornherein mit aller Sicherheit den gewollten Erfolg verheißend. So wäre immer zu erwägen, ob nicht die Gefahr bestünde, durch solch tiefe Eingriffe den hier besonders verwickelt scheinenden, von außen unkontrollierbaren Vorgang der Quellbildung, durch Störung des nach undenkbar langen Zeiträumen endlich erreichten, sozusagen Gleichgewichtszustandes, wesentlich zu schädigen. Es sei bloß an den Druck, unter welchem diese Wasser stehen und an die unleugbare Bedeutung mancher Spaltenausfüllung für die Reinheit der Quellwasser erinnert.

Im Sinne vorstehender Erwägungen scheint auch von technisch leitender Seite vorläufig nur eine Sanierung der näheren Quellumgebung geplant, der sich dann eine gefahrlose sondierende Fassung der äußeren Quellzüge anschließen kann, zum Nutzen des ferneren als notwendig erachteten Ersatzes der natürlichen durch Kunstleitungen.

Was schließlich den dauernden ferneren Schutz der Quellen anlangt, so wäre für die Quellorte selbst das nötigste schon berührt oder doch aus dem bisher Gesagten leicht abzuleiten.

In guter Hut stehen aber die weiten Strecken, die den Quellen als dienstbar gelten müssen. Der herrschende, zudem vorwaltend staatliche Wald, die spärliche Besiedelung bilden die sicherste Gewähr, daß in absehbarer Zeit weder die Natur, noch menschliches Handeln **jene tiefer eingreifenden Veränderungen** weder an der äußeren Gestaltung **des Nährbodens**, noch an seiner Masse herbeiführen werden, die als nächste und größte Gefahr für den verzeichneten guten Bestand der Quellen gelten können.

So steht zu erwarten, daß, so lange der Regen in gleicher Fülle die spendende Erde netzt, der Born zu Ranna noch fernen Geschlechtern Nürnbergs zum Heil, gleich rein und reichlich weiter fließe.



# Übersichtskarte des Quellgebietes bei Ranna.

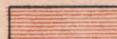


## Erklärung.

Frankendolomit  
als Grundgebirge:



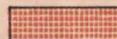
Alüberdeckung  
einschließlich der  
jüngeren Sande,  
Kiese u. Lehme:



Veldensteiner  
Sandstein.



Lose Sande u.  
Kiese.



Letten u. Lehme.

Quellpunkte.

Erdfülle.

Grenze des Schutz-  
gebietes für die  
Quellen  
bei Ranna.

Topograph. Unterlage hergestellt vom K. Bayer. Topograph. Bureau.

Maßstab 1 : 50 000.

Piloly & Loehle, München.

