

Abhandlungen
der Geologischen Landesuntersuchung
des Bayerischen Oberbergamtes
H e f t 3

Die „Engels-Quelle“ in Rothenburg
o. d. Tauber

Von
Mattheus Schuster
Mit 2 Abbildungen

Die Gegend von Tölz in der Nacheiszeit
1. Die Sonderstellung des Tölzer Isar-Sees

Von
Ludwig Simon
Mit 1 Kärtchen und 5 Tafeln

Eine zwischeneiszeitliche
Mollusken-Fauna aus Südbayern

Von
Hans Nathan
Mit 2 Tafeln

Herausgegeben vom Bayerischen Oberbergamt
M ü n c h e n 1931

Die „Engelsquelle“ in Rothenburg o. d. Tauber

Von

Mattheus Schuster

Mit 2 Abbildungen

Inhaltsübersicht.

	Seite
Allgemeine geologische Verhältnisse	2
Die „Engelsquelle“	2
Ist die Sole Schichtwasser?	4
Ein zweiter Brunnen	7
Eine Verwerfung?	7
Salzführende Schichtstockwerke in der Tiefe	9
Die Möglichkeiten des Wasseraufstiegs	11
Gibt es ein Salzlager unter Rothenburg?	14
Bezeichnung und Art der Mineralquelle	16
Rückblick und Ausblick	16
Anhang:	
Chemische Analysen	18

Im Stadtgebiet von Rothenburg o. d. Tauber wurde in letzter Zeit im Keller eines Gasthauses ein salzhaltiges Brunnenwasser entdeckt, das sich durch die chemische Untersuchung als eine Sole erwies mit einem Gehalt bis zu rd. 50 Gramm Kochsalz im Liter. Die chemischen Analysen, die im Anhang verzeichnet sind, deuten auf eine natürliche Mineralquelle und auch die geologische Untersuchung kam schließlich, trotz der merkwürdigen, vielleicht einzigartigen Umstände, unter denen das Wasser auftritt, zu einem gleichen Ergebnis.¹⁾

Die geologische Merkwürdigkeit des Quellortes, die rätselhafte Herkunft des Wassers und die Ausblicke auf die Geologie des tieferen Untergrundes der Stadt Rothenburg rechtfertigen diese kleine Abhandlung.

Da die Quelle im Keller des Gasthauses zum „Goldenen Engel“ am Alten Stadtgraben auftritt, heißt sie „Engels-Quelle“. Das Wasser wird, mit Trinkwasser verdünnt und mit Kohlensäure am Gewinnungsort versetzt, als Tafelwasser in den Handel gebracht.

¹⁾ Es soll nicht verschwiegen werden, daß angesichts der widersprechenden Erscheinungen, die sich an die Quelle knüpfen, eine Zeitlang der Gedanke erwogen wurde, ob der Salzgehalt nicht eine künstliche Zutat sei, natürlich nicht von Menschenhand mit Absicht bewirkt. Die Tatsachen zwangen aber bald zu einer Umstellung.

Allgemeine geologische Verhältnisse.¹⁾

Die Stadt Rothenburg erhebt sich 60 m hoch über dem tiefeingeschnittenen Tauber-Tal, hart an seinem Rande, das ehemals seinen natürlichen Schutz gebildet hat. Die Grundmauern stehen am Talrand auf den stellenweise ansehnlich mächtigen Bänken des Quaderkalks des Oberen Hauptmuschelkalks, der auch den Namen Rothenburger Baustein führt. Der 60 m mächtige Hauptmuschelkalk oder Obere Muschelkalk bildet die Tauber-Talhänge von der Talsohle bis zur Steilkante oben. Im sanften Anstieg breitet sich die Stadt vom Talrand an im Gebiete des Lettenkeupers so aus, daß die höheren Teile der Stadt bereits in der Verbreitung des Grenzdolomits liegen, über welchem in einiger Entfernung von der Stadt, an der Frankenhöhe, der Bunte Keuper auflagert.

Etwa durch die Mitte der Stadt zieht der Werksandstein des Lettenkeupers, auf dessen flachem Ausstrich z. B. der Marktplatz mit dem Rathaus liegt. Aus jenem bezieht die Stadt einen Teil ihres Trinkwassers, dessen Herbeischaffung in genügender Menge und Güte eine Hauptsorge Rothenburgs darstellt.

Das Gasthaus zum „Goldenen Engel“ liegt am Alten Stadtgraben, einer von der Johannis-Kirche sanft aufwärts führenden Straße, ungefähr 130 m vom Talrand entfernt. Hier also, an einer geologisch ganz auffälligen und unerwarteten Stelle, 60 m über dem Talgrunde, tritt die Sole aus.

Die „Engels-Quelle“.

Die örtliche Untersuchung ergab Folgendes (vergl. den aufgenommenen Lageplan der Abb. 1).

Im Hintergrunde eines alten, schlauchartigen, gegen Südosten gerichteten Kellers, der früher einer kleinen Brauerei als Lagerkeller diente, ist ein ziemlich seichter, nur etwa 1,4 m tiefer Brunnenschacht, der ehemals zur Erdoberfläche führte.²⁾ Auf dessen Grund wurde in letzter Zeit das stark verdickte Salzwasser vom jetzigen Besitzer des Gasthauses durch einen Zufall entdeckt.³⁾ Vielleicht war es eine Wiederentdeckung, denn gewisse Anzeichen, die noch erörtert werden, deuten darauf hin, daß der

1) Über die geologischen Verhältnisse von Rothenburg verbreitet sich: L. REUTER, auf S. 13 in der Abt. IV des „Abrisses der Geologie von Bayern r. d. Rh.“, herausgegeben von M. SCHUSTER, München (Piloty & Loehle). Er bringt auch ein nach H. THÜRACH gezeichnetes geologisches Profil; ferner M. SCHUSTER, in: Geologische Skizze von Rothenburg o. T. „Fränkische Heimat“, 1925. Heft 5. Nürnberg (Spindler).

2) Nach den Feststellungen von Herrn Regierungsbergat F. BIRKNER ist der Schachtquerschnitt ein unregelmäßiges Viereck. Die Betonierung des Schachtes hört etwa 20 cm über der Brunnensohle auf.

3) F. BIRKNER beobachtete nach dem Auspumpen des Brunnens, daß das Salzwasser tropfenweise an zahllosen kleinen Stalaktiten filtrationsartig und wohl auch aus dem Boden aufsteigend austritt. Der Salzgehalt wurde hierbei als nicht einheitlich befunden. Er wechselt von leicht salzig bis stark salzig (siehe S. 18).

Salzgehalt dieses Brunnens den Vorbesitzern des Hauses nicht unbekannt geblieben war. Eine Überlieferung der Salzführung aber fehlt.

Der gut ausgemauerte Keller hat in seiner Fortsetzung gegen den Brunnenschacht zu auf ein paar Meter keine Vermauerung mehr, und es steht das feste Gebirge an. Zu unterst zeigt die Kellerwand harten, dunklen Schieferton des Lettenkeupers, in etwa 1,6 m Höhe wird dieser von Braun- und Gelbkalken überlagert. Die Grenze beider Schichten ist durch austretendes, kalkhaltiges Sickerwasser mit Kalksinter-Zapfen und -Fahnen gekennzeichnet. Dieses Wasser ist ohne jeglichen salzigen Beigeschmack.

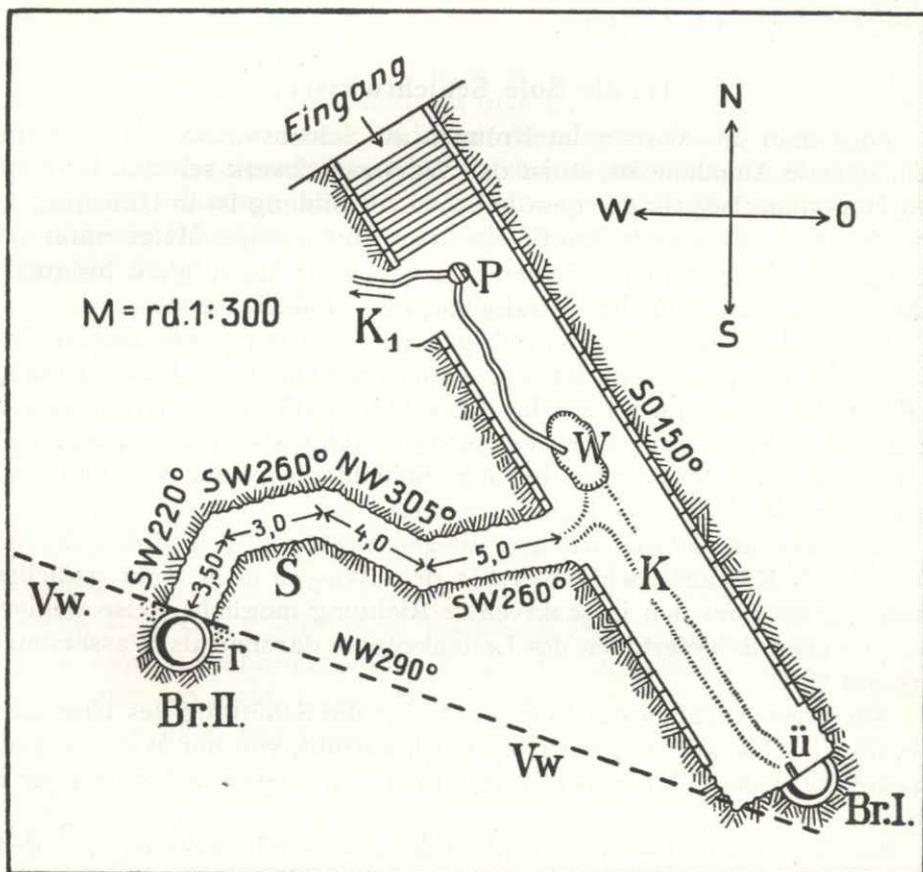


Abb. 1

Lageplan-Skizze der „Engels-Quelle“.

K = Langgestreckter Lagerkeller; — Br. I = Brunnen I, die eigentliche „Engels-Quelle“; — ü = Überlaufrohr; — W = wannenartige Vertiefung im tonigen Kellerboden, zur Aufnahme des Überlaufwassers von Quellbrunnen Br. I und (früher) von Brunnen II.

P = Pumpe zur Entleerung der Wanne; — K₁ = Eingang zu anderen Kellerräumen. S = gewundener Stollen von Keller K zum zweiten Brunnen; — Br. II = Brunnen II, gleich falls Sole enthaltend, jetzt verschüttet; — Vw = vermutete Verwerfung; — r = Ruschelzone am Brunnen II. (Aufnahme und Zeichnung von M. SCHUSTER).

Die Kellersohle liegt 6,5 m unterhalb der Straße, nach der barometrischen Einmessung knapp über den obersten Schichten des Hauptmuschelkalks. Die Brunnensohle steht, vom Kellerboden ab, 1,4 m tiefer schon in der obersten Schichtlage des Hauptmuschelkalks, dem Grenz-Glaukonitkalk mit der Knochenlage, die in ein paar Fischzähnen enthaltenden Steinsplitterchen nachgewiesen werden konnte. Hier tritt das Wasser ohne sichtbaren Zufluß in die Brunnensohle ein.

Die Wärme des Wassers betrug im Mai 1929 10⁰, im Februar 1930 (nach F. BIRKNER) 8,5⁰ Celsius. Der Zufluß ist sehr gering, in 24 Stunden etwa 330 Liter, das sind in der Stunde etwa 14 Liter. Perlen von Kohlen-säuregas oder von Luft fehlen.

Ist die Sole Schichtwasser?

Faßt man das Wasser im Brunnen als Schichtwasser auf, was eine naheliegende Annahme ist, so ist das Wasserstockwerk seltsam. Im obersten Hauptmuschelkalk der gewöhnlichen Ausbildung ist in Unterfranken ein wirksames Wasserstockwerk ein knapp bis wenige Meter unter der Obergrenze eingeschalteter Schiefertone von einer Mächtigkeit bis zu ein paar Metern, das sind die Ostrakoden- oder Bairdien-Tone.

Die Rothenburger Gegend gehört aber nicht der gewöhnlichen Ausbildung des Hauptmuschelkalks an, sondern der Quaderkalk-Entwicklung. In ihr sind die genannten Tone durch mächtige Bänke eines harten, kristallinen Kalksteins ersetzt. Der Wasserträger fehlt also vollkommen. Und dennoch hier ein Wasserstau in einer Schichtenlage, die weit und breit wegen der Klüftigkeit des Kalkes wasserleer ist.¹⁾

Man muß annehmen, daß hier die geschlossenen Kalkbänke, die vielleicht durch Kalkausscheidungen aus dem Wasser noch mehr gedichtet wurden, gegenüber den in senkrechter Richtung möglicherweise weniger geschlossenen Schiefertonen des Lettenkeupers darüber als Wasserstauer wirksam sind.

Nach den Angaben des Besitzers hängt die Schüttung des Brunnens, d. h. die Geschwindigkeit, mit der er sich auffüllt, von der Witterung ab. Das könnte auch ein Hinweis sein, daß man es mit einem Schichtwasser zu tun hat.

Es liegt nahe, das Wasser als Schichtwasser herzuleiten aus dem Lettenkeuper, der etwa 35 m mächtig ist und am Grunde des in der Mitte der Schichtfolge lagernden Werksandsteins ein wirksames Wasserstockwerk enthält. Die unterlagernden Tone aber sind in senkrechter Richtung

¹⁾ Erst in größerer Tiefe des bis zu 15 m mächtigen Quaderkalks können, wenn er verkarstet und von Höhlen durchzogen ist, an der Grenze gegen die geschlosseneren, von Tonlagen durchzogenen tieferen Ceratiten-Schichten, reichlich Wassermengen auftreten. Aus dem verkarsteten Quaderkalk bei Bettenfeld, 10 km W. von Rothenburg, entströmt so die Schandtauber. Zahlreiche Erdfälle deuten dort die unterirdische Zerklüftung des Kalks an.

nicht so völlig undicht, um nicht geringe Mengen hieraus in die Tiefe zu leiten, die dann auf einem tieferen Wasserstockwerk, in unserem Falle an der Grenze zwischen Lettenkeuper und Muschelkalk, zum Austritt zu kommen. Auch das S. 3 erwähnte Sickerwasser an der Grenze der Schiefer-tone im Keller gegen die überlagernden Kalkbänke des Lettenkeupers mag zum Teil ein solches Wasser sein. (Vgl. Abb. 2, S. 8).

Es ist aber ganz ausgeschlossen, daß der Salzgehalt des Brunnens aus dem völlig salzfreien, gering mächtigen und geologisch sehr gut bekannten Lettenkeuper stammt.

So ist man im Verfolg der Annahme des Solwassers als Schichtwasser gezwungen, es weiter herzuleiten aus Schichten, in denen tatsächlich Salz vorkommen kann, nämlich aus dem Bunten Keuper der Frankenhöhe. Die grundsätzliche Möglichkeit, daß mit dem Grenz-Grundgips an der Untergrenze des Bunten Keupers an irgendeiner Stelle der Frankenhöhe auch Steinsalz und andere mit dem Gips aus dem Meereswasser ausgeschiedene Mineralien vorkommen können, ist durchaus gegeben. Auch mit Gipslagen der höheren Schichten bis hinauf zum Blasensandstein könnte Steinsalz verknüpft sein.

Die Saline Wimpfen im Neckartale war auf ein Steinsalzvorkommen im unteren Bunten Keuper oder Gipskeuper gegründet und in Unterfranken werden offenbar die Kochsalz und Bittersalz enthaltenden Mineralquellen von Windsheim (St. Anna-Quelle) und von Königshofen im Grabfeld durch salzhaltige Zuflüsse aus dem Gipskeuper gespeist.

In den letzten beiden Fällen wird das Wasser aus dem Lettenkeuper gepumpt, nämlich aus dem Wasserstockwerk im tieferen Werksandstein. Auch sonst sind z. B. im Bunten Keuper des Haßgaues salinische Wässer da und dort bekannt geworden und deuten auf Vorkommen von anderen Mineralsalzen neben Gips, dem häufigsten, hin.

An eine Herkunft der Solquelle aus dem Gipskeuper der Frankenhöhe aber glaube ich nicht. Denn einmal müßte das Salzwasser entgegen der Schichtenneigung gegen Rothenburg zu fließen, um ausgerechnet im Brunnen des Gasthauses zum „Goldenen Engel“ zum einzigen Austritt zu kommen. Das würde eine Salzeinlagerung auf der Frankenhöhe in der Zone zwischen Corbula-Bank und Schilfsandstein voraussetzen, um den notwendigen Überdruck zu erlangen.

Ferner ist es sehr auffällig, daß im ganzen Bereich der Frankenhöhe keine salzigen Wässer zutage treten, was sicher der Fall wäre, wenn die Schichten Salzeinlagerungen enthielten.

Auf dem langen berginnerlichen Wege von der Frankenhöhe bis nach Rothenburg müßte das Solwasser unvermeidlich eine reichliche Vermischung mit gipsreichen Bergwässern erleiden. Das müßte sich schließlich in der chemischen Zusammensetzung viel stärker durch Kalkreichtum auswirken, als es tatsächlich der Fall ist.

Eine so außerordentlich hohe Verdickung der Sole im Brunnen ist außerdem mit einem weithergekommenen Schichtwasser nicht vereinbar.

In welchem Wasserstockwerk müßte eigentlich der Salzgehalt sich bemerkbar machen, falls er wirklich aus dem Gipskeuper stammte? Im Hauptwasserstockwerk des Lettenkeupers, im Werksandstein, wie bei Windsheim und Königshofen, wo sich darin Salz- und Bitterwasser anreichert.

Aber gerade das Wasser aus diesem Stockwerk ist das beste Trinkwasser für die Stadt Rothenburg und speist die öffentlichen für Trinkzwecke freigegebenen Brunnen. Auch das Wasser aus dem gleichen Stockwerk, das wenige Meter höher als das Gasthaus zum „Goldenen Engel“ im Garten des Kaufmanns Edelhäuser aus Pumpbrunnen geschöpft wird, ist ein klares, gutes Trinkwasser. Hier sei auch an die erwähnte Salzfreiheit des im Keller über den Schiefertönen austretenden Schicht-Sickerwassers erinnert, das sicher zu einem Teil aus dem oben genannten Wasserstockwerk stammt.

Ein wichtiger Umstand spricht ebenfalls gegen die Annahme, daß unsere Sole Schichtwasser sei, nämlich der, daß in einem gleich zu erwähnenden zweiten Brunnen unter dem Gasthaus zum „Goldenen Engel“ das angebliche Schichtwasser in eine starke Sole am Brunnengrunde und in eine salzarme und ursprünglich wohl salzfreie Wasserschicht darüber geschieden ist. Das deutet nicht auf ein ursprünglich hochgradig salziges Schichtwasser hin, das sich etwa — entgegen den Gesetzen der Mischung — in eine salzreiche und eine salzarme Wasserschicht im Brunnen zerlegt hätte, sondern weist vielmehr dem salzfreien Wasser und der stark verdickten Sole getrennte Wege zu. Erst im Brunnen tritt dann eine Vermischung der beiden Wasserschichten ein.

Der Lagerkeller und der an seinem Ende jetzt befindliche Brunnen waren ursprünglich voneinander getrennt angelegt und in wagrechter Richtung durch einige Meter gut abdichtender Schiefertone voneinander getrennt. Der Brunnen-Wasserspiegel stand hierbei über der Höhe der benachbarten Kellersohle. Denn nach durchgeführtem Durchbruch des Lagerkellers zum Brunnen hin überflutete dessen Wasser den Keller bis zum heutigen Tage. Der Keller mußte von dem jetzigen Besitzer ständig durch eine Flügelpumpe trocken gehalten werden.

Aus später noch zu erörternden Gründen versuchte man, wahrscheinlich nach der Verlängerung des Kellers zum Brunnen hin, einen zweiten in der Nähe befindlichen Schachtbrunnen vom Keller aus durch einen Stollen zu erreichen. Die zeitliche Überlieferung hierüber fehlt, doch macht die ganze Arbeit den Eindruck, als wäre sie in jüngerer Zeit geschehen.¹⁾

¹⁾ Nach Aussage eines alten Mannes, der in der ehemaligen Brauerei beschäftigt war, soll der Stollendurchbruch um 1860 erfolgt sein.

Ein zweiter Brunnen.

Mit einem 15,5 m langen, in gebrochenem Bogen geführten Stollen, der an der Südwestwand des Kellers angesetzt wurde, erreichte man den Brunnen, der als Brunnen II bezeichnet sei, neben dem bisher besprochenen Brunnen I. Der Stollen ist unvermauert und unverbolzt und steht fest in Tonen und Gelb- und Braunkalken (vergl. Abb. 1).

Die Sohle des Brunnens erwies sich überraschenderweise etwa 6,5 m tiefer als die des Brunnens I. Er ist rund 25 m von diesem entfernt und breiter und schöner als dieser ausgeführt. Im oberen Teile ist er bis auf 2,50 m vermauert, die Mauer ist z. T. herausgebröckelt. Seine tieferen Wände stehen, soweit dies bei seiner Unzugänglichkeit und der mangelhaften Beleuchtungsmöglichkeit zu beobachten war, bis etwa 100 cm unter der Stollensohle in Schiefertone. Das könnte annähernd der Schichtenlagerung im Brunnen I entsprechen.

Aber die Überlagerung des Tons in Brusthöhe mit den Braun- und Gelbkalken des Kellers fehlt offenbar hinter der Vermauerung. Die tiefere Brunnenwand, unterhalb dem genannten Schiefertone, besteht nun wieder aus den gleichen dünngebankten Braun- und Gelbkalken, wie sie die obere Hälfte des Stollens und des Kellers bilden, anstatt aus den mächtigen Quaderkalkbänken des Muschelkalks, wie das bei ungestörter Lagerung der Schichten zu erwarten wäre.

Beide Brunnen sind nach oben durch Bretterverschalungen abgeschlossen. Aus dem Brunnen II wurde mit einer Seilrolle auch noch in neuerer Zeit gelegentlich Wasser vom Stollen aus geschöpft. Bei dem flachen Schöpfen fiel ein Salzgehalt des Wassers niemand auf. Erst bei meinem Besuche des Kellers wurde eine Wasserprobe aus der Tiefe des Brunnens heraufgeholt: sie erwies sich als eine ungenießbare, salzige Flüssigkeit von offenbar noch größerer Eindickung als die des Brunnens I.

Die Sole der „Engels-Quelle“ tritt demnach in zwei verschiedenen tiefen Brunnen auf, die in irgendwelchen Beziehungen zueinander stehen müssen.

Eine Verwerfung?

Der geologisch schön erschlossene Stollen vom Keller zum Brunnen II führt durch die gleichen Schichten, wie sie am Brunnen I anstehen. In der Nähe des Brunnens II senkt sich die Grenze Braunkalk-Schieferstone etwas und die erwähnten Sickerstellen daran verschwinden. Der obere Teil des Stollens mit seinen Braunkalken schneidet scharf in den Brunnenschacht ein; diese setzen sich augenscheinlich nicht mehr in wagrechter Richtung fort. Das obere Stück des Brunnenschachtes steht in einer Zerüttungsmasse von Ton und Kalksteinen des Lettenkeupers.

Ich halte dieses Gemengsel für eine Ruschelbildung an einer Verwerfung, welche durch ihre Lockerheit das Niedertreiben des Brunnenschachtes von Tag aus erleichtert und wohl hierbei auch Lageveränderungen erlitten haben mag.

An der hier vermuteten Verwerfung ist nach meiner Meinung eine Scholle 6—7 m tief abgesunken und hat dabei die größere Tiefenlage des Brunnens verursacht. Die Braun- und Gelbkalke der Brunnensohle entsprechen hierbei den gleichen Kalken des Stollen- und Kellerfirstes.

Die wagrechte Schichtung ist durch die verhältnismäßig unbedeutende Verwerfung nicht gestört worden. Die Richtung der Ruschelzone und so auch der Verwerfung scheint von WNW. nach SSO. zu gehen 290° (NW.) ber. Die Verwerfung würde hierbei hart am Brunnen I vorbeistreichen.¹⁾

Es ergibt sich hiermit, daß nach diesen Beobachtungen beide salzhaltigen Brunnen an einer Verwerfung lägen; Brunnen I an der stehen gebliebenen Scholle, Brunnen II an der abgesunkenen.

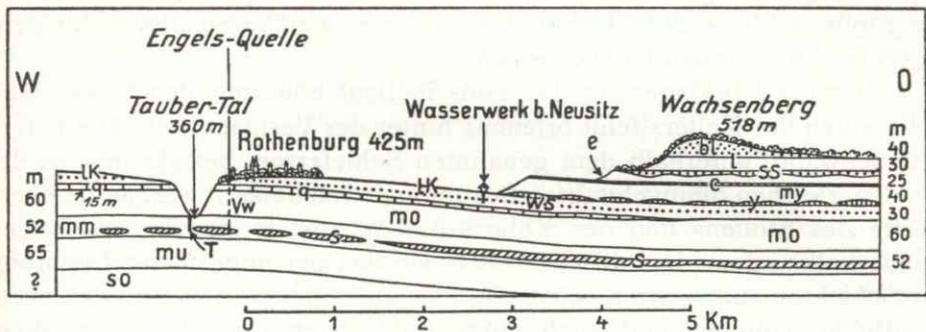


Abb. 2.

Geologischer Schnitt durch den Untergrund von Rothenburg o. d. T.

so = Oberer Buntsandstein (Röt-Tone); — mu = Unterer Muschelkalk (Wellenkalk); — mm = Mittlerer Muschelkalk (Anhydrit-Gruppe); — s = Vermutetes Steinsalzlager darin; — T = Tiefbohrung beim Wildbad in die Anhydrit-Gruppe.

mo = Oberer Muschelkalk (Hauptmuschelkalk); — q = Quaderkalk zu oberst (Rothenburger Baustein); — lk = Unterer Keuper (Lettenkeuper); — ws = Werksandstein darin. y = Grenz-Grundgips des Gipskeupers; — my = Myophorien-Schichten des Unteren Gipskeupers; — c = Engelhofer Platte (Corbula-Bank); — e = Estherien-Schichten; — ss = Schilfsandstein; — bl = Blasensandstein.

Vw = Vermutete Verwerfung an der „Engels-Quelle“. (Zeichnung von M. SCHUSTER)

Bei Annahme einer Verwerfung, die aus den geschilderten Umständen nicht unberechtigt erscheint, erhielte das Auftreten des Salzwassers eine neue Beleuchtung: Es konnte auf der hier offenen Verwerfungskluft aus einem salzföhrnden Schichtenverband der Tiefe in die Höhe gestiegen sein.

Ein Aufstieg des Salzwassers aus der Tiefe würde auch besser die Tatsache erklären, daß sich in dem Brunnen II die stark verdickte Sole am

¹⁾ Die Verwerfung läßt sich innerhalb der Stadt wegen der völligen Verbauung nicht mehr nachweisen; auch das stark überschüttete Gehänge des Tauber-Tales, wohin sie zieht, läßt ihre Erkennung nicht zu. Allem Anschein nach ist die abgesunkene Scholle ein schmaler Keil, vielleicht eine schmale Grabenbruch-Scholle, wie das z. B. in einem Steinbruch O. von Mainbernheim an der Grenze von Lettenkeuper und Muschelkalk zu sehen ist.

Grunde ansammelt und eine Schicht salzarmen bis salzfreien Süßwassers über sich trägt, dessen Salzgehalt auf Diffusion zurückzuführen ist. Das Süßwasser ist echtes Schichtwasser, das reichlicher als die schwere Sole zufließt und schließlich in beiden Brunnen zum Überfließen in den Keller hinein kommt, ohne daß beim Brunnen II eine völlige Mischung zwischen Sole und Schicht süßwasser stattfinden konnte.¹⁾

Beim seichten Brunnen I tritt, da er reger ausgeschöpft wurde, diese Vermischung der Sole mit Süßwasser leichter ein. Gleichwohl kann bei der Entnahme von Wasser je nach ihrem Zeitpunkt die Verdickung des gemischten Wassers verschieden stark sein, was sich auch in einer chemischen Analyse des Salzwassers (18 gr Kochsalz statt 45—50 gr im Liter) ausdrückt (siehe Anhang, S. 20).

Salzführende Schichtstockwerke in der Tiefe.

Welche Schichtstockwerke können nun in der Tiefe als Träger von Salz auftreten? (Hierzu die Abb. 2.)

Das zunächst unter Rothenburg gelegene, in dem an anderen Orten Steinsalz-Einlagerungen nachgewiesen worden sind, ist der Mittlere Muschelkalk oder die Anhydrit-Stufe. Die obersten Schichten davon streichen etwa im Tauber-Grund aus. Bei Burgbernheim, 15 km NO. von Rothenburg, wurden zu Anfang des Jahrhunderts durch Tiefbohrungen neben mächtigen Anhydrit-Ablagerungen (die der Stufe den Namen geben) auch starke Salzlager nachgewiesen.²⁾ Die der Bohrstelle benachbarte Stadt Windsheim pumpt aus diesem Salzlager eine Sole von allerstärkster Eindickung (295 gr im Liter).

Drei Tiefbohrungen in den Mittleren Muschelkalk hinein, die 1866/67, um 1900 und in jüngerer Zeit in der Nähe des Wildbades Rothenburg im Tauber-Grund ausgeführt worden sind, erschlossen kein Steinsalz, sondern nur Anhydrit und daraus entstandenen Gips als Mineralien.³⁾

Diese sehr nahe beieinander liegenden Bohrungen beweisen freilich keineswegs, daß nicht an anderen Stellen des Tauber-Tales im Mittleren Muschelkalk sich Steinsalz-Ablagerungen vorfinden können. Sie könnten nämlich als flache und seitlich eng begrenzte Wannenausfüllungen auftreten und gegen die Anhydrit- und Gips-Schichten vollkommen abgedichtet sein (vergl. S. 15).

¹⁾ Brunnen II ist infolge Bruchs der Verschalung in letzter Zeit durch starke Gesteinsmassen verschüttet. Sein Wasserstand bleibt sich gleich; ein Überlaufen, wie es bei ihm gleich dem Brunnen I der Fall war, findet nicht mehr statt. Der Besitzer beläßt ihn einweilen in diesem Zustand.

²⁾ MATTH. SCHUSTER, Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh. VI. Abteilung, S. 44, Abb. 3 und S. 45. Zusammenstellung nach den Untersuchungen von O. M. REIS.

³⁾ H. THÜRACH, Über die mögliche Verbreitung von Steinsalzlagerstätten im nördlichen Bayern. Geognostische Jahreshefte. XIII. Jahrg. 1900. S. 107 ff.

Die Höhe des Aufstiegs der Sole aus der Tiefe bis zur Lage von Rothenburg würde etwa 100 m betragen, bei einer angenommenen Tiefenlage von rd. 40 m des möglichen Salzlagers unter dem Tauber-Tale.

Das zweite, nächst tiefere Stockwerk, das Salzlager enthalten kann, ist der Obere Buntsandstein, dessen oberste Schichten als Röttone den Unteren Muschelkalk oder Wellenkalk unterlagern. In Unterfranken sind zwar Salzlager nicht in ihm nachgewiesen. Im Schwäbischen aber, im Untergrund des Neckar-Tales bei Haßmersheim ist nach THÜRACH der Begleiter des Salzes, der Gips in einem 18 m mächtigen Lager den obersten Röt-Tonen eingeschaltet; auch in der Gegend von Meiningen enthält das oberste Röt Gipslager.¹⁾

In den zahlreichen, mir bekannt gewordenen Aufschlüssen im obersten Röt, an der Grenze zum Wellenkalk, sind mir Anzeichen von Salz- und Gipseinlagerungen nicht bekannt geworden. Aber vielleicht deuten gewisse dolomitisch-breschige Einschaltungen auf ausgelaugte und durch Dolomit nachträglich ersetzte salinische Einlagerungen, wohl vorzugsweise Gips, hin. Von bekannten Heilquellen entspringt die Karls-Quelle von Bad Mergentheim aus dem Wasserstockwerk Wellenkalk-Röttone, und zwar aus gipsführenden grauen Schiefertönen, die im gipsfreien Zustande auch in Unterfranken weit verbreitet sind.

Die Aufstieghöhe für die Sole betrüge in diesem Falle, bei der erbohrten Mächtigkeit von 65 m des Wellenkalkes, von 52 m des Mittleren Muschelkalkes und von rd. 60 m des Hauptmuschelkalkes über Tag, schon 180 m.

Das dritte und tiefste Stockwerk, das Steinsalz einschließen kann, ist das Obere Perm, der Zechstein. In ihm sind die reichen Steinsalz- und Kalisalzlager in Norddeutschland von der holländischen bis zur polnischen Grenze eingeschaltet. Aus ihm entstammen die Salzwässer der Rhön- und Spessart-Heilbäder, so von Bad Kissingen, von Kleinbrach bei Bocklet nahe Kissingen, von Bad Neuhaus a/Saale, von Heustreu, Hollstadt und Mühlbach a/Saale, von Sodenthal bei Aschaffenburg, von Bad Orb und von Soden bei Salmünster.

Auch die salzarmen bis -freien kohlen säurereichen Quellen (Säuerlinge) von Bad und Stadt Brückenau, von Kothen und Ober-Riedenberg in der Nähe dieser Stadt, treten auf Spalten auf, die bis in den Zechstein herabreichen.

Bei Mellrichstadt wurden in der Tiefe von 821—1012 m im Zechstein mächtige Lager von Steinsalz, Anhydrit und Gips erbohrt. Aber Bohrungen bei Brückenau, Zeitlofs, nahe dabei und Burgsinn wurden auf Salz nicht mehr fündig und es ist nicht mehr zu erwarten, daß es unter Rothenburg

¹⁾ ADOLF WURM, Die Nürnberger Tiefbohrungen, ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung, München 1929. (Abh. d. Geol. Landesunt. d. B. Oberbergamtes, Heft 1) führt an, daß der in einer Bohrung erreichte Buntsandstein bei Fürth „reichlich Gips und wohl auch Salz führt“ (S. 43).

bei der nach Süden immer stärkeren Verringerung der Mächtigkeit der Zechstein-Schichten, infolge der nahen Küste, noch zu nennenswerter Ausbildung gelangt ist.¹⁾

Der Zechstein mag etwa 900 m tief unter Rothenburg liegen. Dabei wird eine Mächtigkeit des Buntsandsteins von rd. 700 m angenommen, die etwas größer ist als im Norden und Nordwesten (bei Mellrichstadt erbohrt = 635 m), da er tiefer im fränkischen Buntsandstein-Becken gelegen ist.

Von den drei salzführenden Stockwerken kommt in erster Linie natürlich der wenig tief gelegene Mittlere Muschelkalk in Betracht. Denn es ist sehr unwahrscheinlich, daß eine unbedeutende Verwerfungs-Spalte, wie sie an der „Engels-Quelle“ angenommen wird, tiefer als 100 m herabreicht; ja, schon diese Tiefe ist absonderlich. Viele Verwerfungen heilen gewissermaßen in der Tiefe aus; sie gehen in Schichtabbiegungen (Flexuren) und diese allmählich in ungestörte Lagerung der Schichten über.

Die chemischen Analysen (Anhang!) geben bezeichnender Weise nur geringe Mengen an Kalk und Magnesia an. Das scheint mir ein Hinweis, daß die Verwerfung nicht den Unteren und Mittleren Muschelkalk mit ihrem Reichtum an Kalksteinen, Dolomiten, Anhydrit und Gips durchsetzt, die im Solwasser weit stärker aufgelöst sein müßten.

Ich hege daher keinen Zweifel, daß die Solquelle ihren Mineralgehalt aus dem Mittleren Muschelkalk in verhältnismäßig kalk-, dolomit- und gipsarmen Schichten schöpft.

Die Möglichkeiten des Wasseraufstiegs.

Man kennt bisher zwei Möglichkeiten des Emporstiegs von Mineralwasser aus der Tiefe: durch hydrostatischen Druck oder Wasserdruck und durch Kohlensäure-Auftrieb.

Das bekannteste Beispiel für eine unter Wasserdruck aufsetzende Quelle ist der sogen. artesische Brunnen. Voraussetzung hiefür ist eine muldenartige Lagerung der Schichten und eine wasserführende Schicht, die nach oben und unten durch Schichten abgedichtet ist. In der Tiefe der Mulde und auch schon an den Flanken kann durch Bohrung in die wasserführende Schicht oder durch eine natürliche Spalte Wasser zum sprudelnden Austritt kommen. Der Vorgang vollzieht sich nach dem Grundsatz der sogen. kommunizierenden Röhren, wobei der eine Schenkel die Verbindungsbahn zwischen dem hochgelegenen Einzugsgebiet des Wassers und der Quelle ist, der andere der Bohrschacht oder die natürliche Spalte.

Auf diese Art kann das Quellvorkommen nicht erklärt werden. Denn die Schichtenlagerung um Rothenburg entspricht vielmehr einem flachen,

¹⁾ Unter Nürnberg ist der Zechstein als letzter südlicher Ausläufer des Zechsteinmeeres nur mehr in Form von 8—9 m mächtigen Dolomiten entwickelt. (A. WUBM, a. a. O. S. 25.)

nach Südosten einfallenden Sattel, der sich so auswirkt, daß die Corbula-Bank des Gipskeupers der Frankenhöhe etwa in der Höhenlage von Rothenburg zum Ausstreichen kommt (Abb. 2).

Ein zweiter Fall hydrostatischen Quellauftriebs ist weit verbreitet und dessen Annahme für unsere Quelle sehr naheliegend. Geneigte Schichten vermögen nämlich ebenfalls Wasser, und falls dieses salzführende Einlagerungen durchfließt, Salzwasser zur Erdoberfläche zu fördern. Voraussetzung ist hierbei nur, daß das Einzugsgebiet des Wassers entsprechend höher liegt, als der Austrittspunkt der Quelle und das wasserführende Schichtensystem nach oben und unten wasserdicht abgeschlossen ist. Dieser Quellaustritt kann künstlich durch eine Tiefbohrung geschaffen werden, oder natürlich auf einer offenen Kluft, meist einer Verwerfungsspalte, geschehen.¹⁾

Der letztere Fall erscheint auf dem ersten Blick für unsere Quelle gegeben. Die Höhe des Quellaustritts über dem Meere beträgt rd. 420 m. Die Neigung der Schichten um Rothenburg ist im wesentlichen eine flach nach Südosten gehende. Sie steht noch unter dem Einfluß des unterfränkischen Hauptsattels, der vom Spessart über die Hohe Rhön zieht und dessen Südostflanke sich zuerst in raschem, dann langsamerem Maße in der Richtung Würzburg—Rothenburg abdacht.

In der Rhön erreicht auf diese Weise der Mittlere Muschelkalk Höhen bis zu 800 m. Er ist im Ausstreichenden völlig salzfrei und die starke Entwicklung von Zellenkalken in ihm weist auf seine oberflächliche Auslaugung, also auf Gips- und Salzfreiheit, hin.

Er kommt als Einzugsgebiet für unsere Quelle nicht in Betracht, da zwischen dieser und der Rhön das tiefe Main-Tal sich einschiebt, das bis in den Unteren Muschelkalk und Buntsandstein eingengagt ist und so die Verbindung beider unterbricht.

Wegen der nach Südosten erfolgenden Schichtenneigung kann als nächstes Einzugsgebiet nur noch das nordwestliche Vorland von Rothenburg bis zum Main in Frage kommen. Aber im bayerischen Nordwesten erreicht nur die Gegend NO. von Tauberscheckenbach Höhen, welche die Höhe des Quellenaustritts um 10—20 m übersteigen, wobei wir uns schon im Unteren Gipskeuper befinden. Der Mittlere Muschelkalk liegt dort in einer Höhe von 200—300 m und ist, wie sein Reichtum an Zellenkalken

¹⁾ Es ist leicht ersichtlich, daß dieser Fall nichts anderes ist als der Austritt von artesisch gespanntem Wasser auf der Flanke einer Mulde, wie sie dem ersten Fall des Vorkommens von artesischem Wasser unterlegt wurde. In der Tat ist die Mehrzahl der Fälle eines geneigten Schichtenstoßes auf den Schenkel einer Schichtenmulde zurückzuführen.

Da das Aufsteigen des Wassers, je nach der Beschaffenheit der Kluft, mit mehr oder minder großen Reibungen verbunden ist, wird der Austritt des Wassers niemals die Höhe des höchstgelegenen Einzugsgebietes erreichen, d. h. dieses muß wesentlich höher als jener liegen.

dartut, salz- und gipsfrei.¹⁾ Ja, er ist der beste Versorger des wasserarmen Hauptmuschelkalk-Gebietes mit zwar karbonathaltigen, aber gutem Trinkwasser, das in den klüftigen Zellenkalken meist sehr reichlich eingeschlossen ist.

Tiefbohrungen im Hauptmuschelkalk müssen in der Regel bis auf den Mittleren Muschelkalk niedergebracht werden. Dabei muß freilich mit in Kauf genommen werden, daß unerwarteter Weise entweder Gips und Anhydrit erbohrt und eine mehr oder minder starke Lösung dieser Mineralien in Wasser erschlossen wird (neue Bohrung beim Wildbad) oder daß man gar auf Salzwasser stößt, womit nicht selten die Hoffnung auf gutes Trinkwasser aufgegeben werden muß.

Auch jenseits der Landesgrenze reichen die Höhen des Mittleren Muschelkalks und der ihn überlagernden Schichten²⁾ nicht hin, um den nötigen Überdruck des einziehenden Wassers zu erzeugen: in der Mergentheimer Gegend liegt der ausgelaugte Mittlere Muschelkalk in einer Höhe von 400 m, bei Niederstetten W. von Rothenburg finden wir ihn nur mehr in 360 m Höhe, bei Dörzbach an der Jagst, W. von Niederstetten, gar in rd. 250 m.

Somit muß wohl auch diese Gegend als Einzugsgebiet für die „Engels-Quelle“ ausscheiden: Es fehlt daher für unsere Quelle die hohe Lage des Einzugsbereichs, welche mittels Wasserdruckes das Aufsteigen der Solquelle bewirken könnte.

Die zweite Möglichkeit der Entstehung aufsteigender Mineralquellen ist die Stoßkraft des unterirdischen Kohlendioxidgases, das, wie bei unseren Sauerlingen, Wasser aus großer Tiefe heraufzufördern vermag.

Kann diese Möglichkeit für unsere Quelle herangezogen werden? Die Antwort lautet verneinend. Das Wasser ist frei von perlenden Gasen am Quellaustritt und die Menge der freien Kohlensäure erscheint gering. Dennoch könnte Kohlendioxidgas auf etwas anderem Wege vielleicht doch das Auftriebsmittel für die Quelle sein.

Bei der alten Bohrung am Wildbad (1866/67) ist man nach C.W. GÜMBEL, Geologie von Bayern II. Teil, S. 714 im Unteren Muschelkalk nämlich auf reichliche Mengen von Kohlendioxidgas gestoßen. Man kann sich vorstellen, daß das Gas heute noch auf unbekanntem Wege sich in einer Salzzone des Mittleren Muschelkalks anreichert und auf der offenen Spalte Salzwasser nach der Wirkungsweise der Druckwasserpumpe in die Höhe

1) In Unterfranken kennen wir nur zwei Stellen, wo im Mittleren Muschelkalk Gips felsig ansteht; einmal im Wern-Tale bei Schönarz und am Stein-Berg bei Würzburg („Abriß“ VI. Abt. S. 43).

2) Es ist der Fall denkbar, daß die Wässer im Oberen Muschelkalk und im Lettenkeuper in Verbindung stehen mit denen des Mittleren Muschelkalks und so die geforderte Höhe der Wassersäule für den einen Schenkel der kommunizierenden Röhren mitbilden helfen. Das kann aber nur in einem beschränkten Einzugsbereich unter besonderen Umständen (Gebirgszerrüttung, Verwerfungen) der Fall sein.

drücke. Warum aber bei diesem Vorgange die notwendigerweise in die Sole eingepreßte Kohlensäure beim Austritt der Quelle bis auf ein Weniges verschwunden ist, wäre ein weiteres Rätsel an unserer Quelle.

Nicht zuletzt aber muß auf einen einzigartigen Umstand hingewiesen werden: alle unsere aus der Tiefe aufsteigenden Heilquellen entspringen in den Talgründen, als den Stellen des geringsten Widerstandes bei ihrem Aufstieg. Unsere Quelle aber tritt nicht im Tauber-Tale auf, wohin die angenommene Verwerfung hinweist, sondern 60 m höher, nahe dem Steilabfall zum Tale. Das läßt sich wohl nur so erklären, daß die Verwerfung im Tale geschlossen ist, wenn sie überhaupt noch als Gebirgssprung das Tal kreuzt und daß sie nur an einer Stelle klafft und so der Sole den Austritt gestattet, eben am Orte der „Engels-Quelle“.

Wie nun auch der eigentliche Grund des Aufstiegs der Solquelle beschaffen sein mag und wie sonderbar auch die Lage des Quellortes sein mag, an der Herkunft der Sole aus den salzführenden Schichten des Mittleren Muschelkalkes kann kaum mehr gezweifelt werden.¹⁾

Gibt es ein Salzlager unter Rothenburg?

Noch zwei weitere Fragen stellen sich ein: handelt es sich um ein Salzlager, das von der Quelle ausgelaugt wird oder sind Salzton-Schichten die Spender des Salzes in der Sole? Ferner, lagern die salzspendenden Schichten im unmittelbaren Untergrund des Quellortes oder sind sie weiter entfernt von Rothenburg dem Mittleren Muschelkalk eingeschaltet?

Mir scheint, daß die hochgradige Eindickung des Salzwassers der „Engels-Quelle“ auf die Auslaugung eines Salzlagers hinweist. Diese Eindickung beweist aber auch einen verhältnismäßig kurzen Weg der Sole, so daß das Salzlager entweder unmittelbar unter der Stadt oder nicht weit davon entfernt zu suchen sein dürfte (Abb. 2).

Es besteht hohe Wahrscheinlichkeit, daß dieses Salzlager unter etwa 35 m Schichten von Dolomit, Anhydrit, Gips und Mergel in unbekannter Mächtigkeit und Erstreckung abgesetzt ist. Das Rothenburg zunächst gelegene nachgewiesene Salzlager im Mittleren Muschelkalk ist das von Burgbernheim, in der Windsheimer Schichtenmulde. Es gehört einem großen Salzbecken an, das auch bei Großlangheim in der Nähe von Kitzingen durch Tiefbohrungen nachgewiesen worden ist. Bei Burgbernheim liegt es an den Flanken eines flachen Sattels angeschmiegt, der in der Richtung gegen Rothenburg zu aufsteigt.

Da dieses Salzlager wohl im allgemeinen die Gestalt einer nach den Rändern zu sich verjüngenden Linse besitzt, aber die mannigfachsten Ausläppungen haben kann, ist es durchaus möglich, daß ein schmaler Ausläufer des Lagers von Burgbernheim sich in südwestlicher Richtung gegen Rothenburg zu erstreckt.

¹⁾ Die Kraft des Aufstiegs der Sole kann nicht ganz gering sein, da sie ein Versickern des beibrechenden süßen Schichtwassers in die Quellspalte hinein verhindert.

THÜRACH war von dem Vorhandensein eines Salzlagers unter der Frankenhöhe bis in die Gegend von Geb saddle überzeugt, das Rothenburger Gebiet selbst hielt er für salzfrei, da das Salzlager wegen der Überlagerung des Mittleren Muschelkalks durch die durchlässigen Schichten des Oberen Muschelkalks und des Lettenkeupers der Auslaugung zum Opfer gefallen sei. Von der „Engels-Quelle“ wußte er ebensowenig, wie die übrige Welt; vielleicht hätte er sonst seine Ansicht geändert.

Die Salzlager von Unterfranken und Württemberg besitzen eine Unterlage und eine Decke von Anhydrit oder wasserfreiem Gips. In der alten Rothenburger Bohrung wurde an Stelle des Salzlagers Gipston in einer Mächtigkeit von 17 m nachgewiesen. Der das Salzlager sonst bedeckende sogen. Hauptanhydrit besteht hier aus 25 m Dolomiten, unten mit Gips im Wechsel und tiefer aus Anhydrit, Gips und Mergel.

Der erwähnte Gipston ist augenscheinlich an dieser Stelle der Vertreter des Salzes und unser angenommenes Salzlager ist weiter nördlich von der Bohrstelle diesen Gipston-Schichten örtlich begrenzt eingeschaltet.¹⁾ Die Tone dichten das Salz offenbar völlig gegen wilde Bergwässer ab. Anders ist es wohl nicht zu erklären, daß die in neuerer Zeit beim Wildbad erbohrte, unter Wasserdruck ausströmende Quelle kein Kochsalz enthält. Sie kommt wohl aus den Gipston-Schichten und durchströmt nach dem hohen Gehalt an schwefelsaurem Kalk zu schließen, den Hauptanhydrit auf längere Strecke hin. Der artesische Ausfluß und die große Schüttung deuten auf bewegte Wassermengen in der Tiefe hin, mit einem aus NW. erfolgenden Zufluß, der ersichtlich die „Engels-Quelle“ nicht gefährdet.

Hier ist auch der Ort, eines Wassers zu gedenken, das früher als „Rothenburger Mineralquelle“ bekannt war und noch im Deutschen Bäder-

¹⁾ Im Frühjahr 1902 bildete sich bei Dettwang unterhalb Rothenburg (auf der Turnierwiese der linken Tauberseite) ein beträchtlicher Erdfall von 18–20 m Durchmesser und 12 m Tiefe. Das Loch war bis zum Rande mit Schichtwasser gefüllt und enthielt im Liter einen Rückstand von 1,7465 g, darunter 1,1502 g schwefelsaurer Kalk (Gips!) und 0,0698 g Kochsalz. — Der Erdfall geschah innerhalb der Schichten des Hauptanhydrits.

Das Kochsalz stammt demnach nicht aus dem viel tieferen Gipston, so daß aus dem Salzgehalt des Wassers kein Schluß zu ziehen ist auf ein etwa vorhandenes Salzlager in der Tiefe. Der Einsturz der Schichten erfolgte offenbar durch Auslaugung von Gips durch unterirdische Wässer.

Derartige Hohlräume können sich noch heute bilden. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, daß der Absturz der Burg von Rothenburg im Jahre 1256 nicht auf ein Erdbeben, sondern auf einen Einbruch über einem größeren Hohlraum im Mittleren Muschelkalk, möglicherweise sogar im Salzlager, zurückzuführen ist.

Zum Vergleich mit dem obigen Wasser diene eine Analyse des Wassers der Tauber, vor ihrem Eintritt in den Bereich des im Tauber-Talgrunde austreichenden Mittleren Muschelkalks. In einem Liter Wasser waren enthalten: Rückstand 1,2596 g, davon 0,8988 g schwefelsaurer Kalk (Gips!) und 0,0132 g Kochsalz. Der schwefelsaure Kalk stammt aus dem Gipskeuper des höheren Einzugsbereichs der Tauber. Das Kochsalz ist in seiner geringen Menge belanglos (Örtliche Untersuchung Dr. O. M. REIS, Analysen Dr. A. SCHWAGER).

buch 1907, S. 412 als solche bezeichnet wird. Es ist das die „sulfatische Schwefelwasserstoff-Quelle“ des Wildbades bei Rothenburg. Diese schwache Quelle entstammt gleichfalls dem Mittleren Muschelkalk, aus dem sie unter hydrostatischem Auftrieb empordringt.¹⁾ Sie ist offenbar ebenfalls unabhängig von dem Salzlager, das die „Engels-Quelle“ versorgt. Denn in der im ebengenannten Buch verzeichneten chemischen Analyse ist Kochsalz nicht einmal angegeben. Das Wasser enthielt im ganzen nur geringe Mengen von Chlorkalium (0,04 gr), Natrium- und Kaliumsulfat (0,08 und 0,13 gr), Natriumhydrosulfid (0,012 gr), schwefelsauren Kalk (1,237 gr), doppeltkohlensaures Kalium, Magnesium und Eisen, Kieselsäure, freie Kohlensäure (0,07 gr) und Schwefelwasserstoff (0,01 gr).

Bezeichnung und Art der Mineralquelle.

Die Rothenburger „Engels-Quelle“ ist nach den im Anhang gegebenen chemischen Analysen eine alkalisch-muriatische Mineralquelle oder, anders ausgedrückt, eine alkalische Solquelle. Mit hoher Wahrscheinlichkeit entstammt die unverdünnte Sole aus dem Mittleren Muschelkalk. Die Ursache des Aufstiegs der Sole aus einer Tiefe von etwa 100 m ist mit Sicherheit nicht anzugeben. Das Mineralwasser besteht aus der vom Untergrund herstammenden stark eingedickten Sole und aus von der Höhe kommenden Schichtwasser, das die Sole auf natürliche Weise bis zu dem jetzigen Grade verdünnt.²⁾

Rückblick und Ausblick.

Es ist selbstverständlich, daß man Entdeckungen von geologischen Vorgängen, wie es eine inmitten einer dicht besiedelten Stadt bisher unbekannte Mineralquelle ist, umsomehr mit einem gewissen Mißtrauen entgegentreten muß, je rätselhafter und mit bisherigen Erfahrungen unvereinbar die Erscheinung ist. Man neigt gerne dazu, von der Plötzlichkeit der Erscheinung auf eine ebensolche des Verschwindens zu schließen. Es beschäftigt uns daher die Frage: Hält die Solquelle aus oder ist sie nur eine vorübergehende Erscheinung?

Ein Ausblick auf die Zukunft der Mineralquelle erschließt sich uns, wenn wir in deren Vergangenheit zurückschauen. Ist die Salzföhrung der

1) Auch die einwandfreie Erklärung des hydrostatischen Auftriebs der beiden oben genannten artesischen Quellen im Tauber-Tale begegnet Schwierigkeiten. Beide Quellen treten in etwa 360 m Meereshöhe aus. Die Höhenlage des Mittleren Muschelkalks im nordwestlichen Einzugsgebiet reicht kaum zur Erzeugung eines Überdrucks hin. Man muß wohl auch hier an eine Erhöhung der Wassersäule des Einzugsbereichs durch Wasser im Hauptmuschelkalk und im Lettenkeuper denken.

2) In Bezug auf den Gehalt an Kochsalz übertrifft die „Engels-Quelle“ alle fränkischen, emporsteigenden Mineralquellen. Er beträgt bis zu 52 g im Liter. Hingegen sind enthalten im Solbrunnen von Bad Kissingen 12 g, in den übrigen Kissinger Quellen 2—9 g, in den Quellen von Neuhaus bei Neustadt a. S. 9—16 g und in den Quellen von Sodenthal bei Aschaffenburg 4 und 14 g.

Brunnen den Vorfahren bekannt gewesen? Die Antwort lautet: Ja und Nein.

Die beiden Brunnen waren ehemals Ziehbrunnen für den Hausgebrauch und Brunnen I trägt deutliche Spuren des Emporhebens von Wassereimern an sich. Der Höchststand des Wassers beträgt in ihm 1,60 bis 1,70 m. Es ist anzunehmen, daß bei dem langsamen Zufluß des Schichtwassers in den Brunnen eine einigermaßen rege Benützung desselben dessen hohen Salzgehalt erwiesen hätte, der selbst das Wasser für die Tränkung des Viehes ungeeignet machen mußte. Mit einer Salzföhrung des Brunnens in alter Zeit ist die rege Benützung desselben und die Vortreibung des Lagerkellers zu ihm hin nicht vereinbar. Denn der Brauer wollte doch Süßwasser zu Brauzwecken und nicht eine Salzlauge. Der Brunnen I muß daher bis mindestens zur Zeit der Verlängerung des Kellers bis zu ihm hin salzfrei oder so salzarm gewesen sein, daß es niemandem aufgefallen war.

Mit Wahrscheinlichkeit hat sich sein Salzgehalt erst in jüngster Zeit bemerkbar gemacht. Daher auch das Verlassen des Brunnens, dessen Wasser für Brau- und Trinkzwecke nicht mehr brauchbar war, und das tastende, aber zielbewußte Aufsuchen des Brunnens II unter der Erde.

Der sehr schön angelegte Brunnen II hatte einen Höchstwasserstand von rd. 8 m. Hätte er zur Zeit seiner Grabung, vermutlich nach Auflassung des inneren Stadtgrabens, an dem das Gasthaus steht, schon Salz aufgewiesen, so hätte man bei Erreichung der Brunnensohle, die unter Ausschöpfung des zubrechenden Schichtwassers erfolgen mußte, auf die dort stark verdickte Sole stoßen müssen. Der Schachtbrunnen wäre sicher wieder zugeworfen und hätte keine solch gute Rundung im Kalkfelsen und keine solch gute Ausmauerung in den oberen Teilen erhalten. Daß man diesen Brunnen vom Lagerkeller aus aufsuchte, konnte nur in dem Umstand begründet sein, daß sein Wasser bis zu diesem Zeitpunkt (um 1860?) als salzfrei und süß galt und zum Brauereibetrieb geeignet schien. Und doch mußte auch dieser Brunnen um die Zeit der Stollenföhrung schon Sole in der Tiefe enthalten haben, da für beide Brunnen nur ein gleichzeitiges Salzigwerden, nach den geologischen Umständen, angenommen werden darf. Es trat aber die Salzföhrung nach außen wohl deshalb nicht in Erscheinung, weil die Wasserentnahme mit Eimern offenbar nur aus den höheren Schichten der hohen Brunnenwassersäule erfolgte und die Diffusion des Salzes in diese Wasserschichten hinein nur sehr langsam erfolgte.

Der Mangel einer jeglichen Überlieferung der Salzföhrung der Brunnen¹⁾ erklärt sich daher am besten durch die Annahme, daß das Salz sich in junger Zeit in den damals schon nicht mehr von oben her be-

¹⁾ Ein Hinweis, daß den früheren Besitzern des Gasthauses zum „Goldenen Engel“ die Salzföhrung nicht unbekannt war, ist der, daß sie angesichts der Unmöglichkeit, das Wasser der Brunnen zu verwenden, den überschwemmten Keller einfach zugemauert haben.

nützten Brunnen eingestellt hat, d. h. die Verwerfungskluft hat sich vor nicht allzu langer Zeit, vielleicht als Folge eines unterirdischen Einsturzes, zwischen den beiden Brunnen geöffnet.

Da diese Öffnung nun offenbar nur ganz gering ist, so ist auch die Möglichkeit, daß sie sich einmal, wieder durch Schichtverstürzungen im Gefolge von Einbrüchen im Berginneren, schließen kann und der Salzborn dann zum Versiegen kommt, nicht ganz von der Hand zu weisen. Möge die „Engels-Quelle“ dauernd fließen!

Es liegt eine gewisse Tragik in dem Umstande, daß innerhalb einer Stadt, die seit vielen Jahren sich mit der Sorge um Beschaffung von ausreichendem und gutem Trinkwasser abgibt, die zögernde Natur dem Menschen Salzwasser anbietet. Für den Geologen aber erhält die alte Stadt Rothenburg gerade dadurch einen neuen Reiz.

Anhang: Chemische Analysen.

Das Wasser der „Engels-Quelle“ wurde von verschiedener Seite und zu verschiedenen Zeiten (1928 und 1929) chemisch untersucht: vom Ratslaboratorium, Apotheker H. DÜMLEIN in Ansbach, von dem chemischen Laboratorium Dr. AUFRECHT in Berlin, von der Staatlichen Untersuchungsanstalt in Erlangen und von Reg.-Chemierat Dr. U. SPRINGER im chemischen Laboratorium der Geologischen Landesuntersuchung des Bayer. Oberbergamtes; im letzten Falle wurde auch die Sole aus dem Brunnen II einer überschlägigen Untersuchung unterzogen.

Die Analysen (Tabelle S. 20) sind nicht einheitlich, auch nicht vollständig.¹⁾ Sie lassen sich aber alle auf ein Solwasser beziehen, das aus dem Mittleren Muschelkalk kommt und in der Eindickung Unterschiede aufweist. Auffallend gering ist der Gehalt an Kalk, Magnesia und Schwefelsäure. Der aus kohlen-saurem Kalk bestehende Bodensatz erweist aber die ursprüngliche Anwesenheit von doppeltkohlen-saurem Kalk, der sich offenbar schon auf dem Aufstiegswege ausscheidet, wohl auch die Wände der Verwerfungskluft auskleidet und so das Verlaufen des Mineralwassers in den klüftigen Kalk auf seinem Wege aus der Tiefe verhindert. — Der Mangel an freier Kohlen-säure läßt sich vielleicht auch auf deren Verlust während des langsamen Aufdringens des Wassers zurückführen.

Bemerkenswert ist die große, einmal zu 17 gr festgestellte Menge an doppeltkohlen-saurem Natron im Liter, welche die Alkalinität der „Engels-

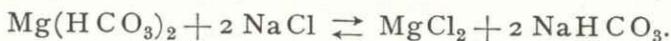
¹⁾ Der Kochsalzgehalt des Salzwassers ist je nach der Stelle der Entnahme des Wassers sehr verschieden. Bei den von F. BIRKNER entnommenen Wasserproben beträgt der Salzgehalt: 3,83 % in der unmittelbar aus dem Gestein tropfenden Sole; 0,48 % des Wassers bei 15 cm Wasserstand; 2,17 % als Durchschnittsgehalt des Pumpwassers beim Leerpumpen des Brunnens. (Entnahmetag: 27. Februar 1929. Analysen: Reg.-Chemierat Dr. U. SPRINGER.)

Quelle“ bedingt. Die Annahme dieses Stoffes geschah aus einem nachgewiesenen großen Überschuß an Natrium über das Chlor, mit welchem es zu Kochsalz vereinigt sein sollte und aus dem Mangel an Mineralsäureresten, an denen das Natrium zu binden wäre. So konnte als Bindung des Natriums nur Kohlensäure in Frage kommen.

Über die chemischen Vorgänge, die zur Bildung des doppeltkohlensauren Natriums in der Sohle führten, schreibt Regierungschemiker Dr. U. SPRINGER folgendes:

Der hohe Gehalt der Sole der „Engels-Quelle“ an Natriumbikarbonat oder doppeltkohlensaurem Natrium (NaHCO_3) läßt sich vom chemischen Standpunkt aus folgendermaßen erklären:

Da die Sole beträchtliche Mengen von Kalk, weniger von Magnesia, in Form von doppeltkohlensauren Salzen enthält (0,56 gr doppeltkohlensauren Kalk $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ und 0,057 gr doppeltkohlensaure Magnesia $[\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2]$, so wird sich zwischen diesen und dem reichlich vorhandenen Kochsalz (bis 52,258 gr NaCl im Liter Sole) ein Gleichgewicht bilden etwa im folgenden Sinne:



Hierbei wird Calcium- und Magnesiumbikarbonat ständig nachgeliefert.

Nun wird bekanntlich nach dem Gesetz von NOYES die Löslichkeit eines Salzes erhöht durch Zufügung eines zweiten, das mit dem ersten kein gemeinsames Ion besitzt. So hat z. B. H. SALLINGER gefunden, daß die Löslichkeit von kohlensaurem Kalk (CaCO_3) in kohlensäurefreiem Wasser von 0,013 gr auf 0,090 gr im Liter ansteigt, wenn man 50 gr CaCO_3 mit 100 ccm einer Normal-Kaliumchlorid-Lösung (= 7,5 % ige KCl -Lösung) zwei Tage in einer Flasche verschlossen stehen läßt.

Eine ähnliche Steigerung der Löslichkeit dürfen wir auch für CaCO_3 in kohlensäurehaltigem Wasser $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ durch das in der Lösung vorhandene Kochsalz annehmen. Nach demselben Gesetz wird aber auch die Löslichkeit des NaHCO_3 , die an sich nicht sehr groß ist, durch Kochsalz erniedrigt.

Diese Gründe machen es wahrscheinlich, daß im obigen Gleichgewicht eine starke Verschiebung nach rechts eintritt. Es wird mithin die Bildung von doppeltkohlensaurem Natrium sehr begünstigt, so daß es selbst zu einer Ausscheidung dieses Salzes kommen kann, das weiterhin durch sekundäre Lösung die festgestellte Anreicherung in der Sole hervorzurufen vermag. Es bliebe hier höchstens noch zu erklären, wohin das hierbei entstehende Calcium- und Magnesiumchlorid wandert.

	DÜMLEIN Ansbach	AUFRECHT Berlin	Staatl. U.-A. Erlangen	SPRINGER Geol.L.-Unt.	SPRINGER Brunnen II
Spezif. Gewicht (15°)	—	1,0325	1,045	1,04	—
Farbe	farblos	trübe	farblos	—	—
Durchsichtigkeit	n. Abs. klar	n. Abs. klar	klar	—	—
Bodensatz	stark, gelb- weißl. = eisen- halt. CaCO ₃	grauweiß, hpts. CaCO ₃ , ger.Mg. v. Eisenkarbo- nat, SiO ₂ , Sp. v. MgCO ₃	gering, CaCO ₃	gering, CaCO ₃ + org. Stoffe	gering, CaCO ₃ + org. Stoffe
Geschmack	—	salzig	salzig	salzig	salzig
Geruch	—	geruchlos	geruchlos	—	—
Reaktion	alkalisch	alkalisch	alkalisch	schw. alk.	schw. alk.
Nitrite	gering	erkennbar (s. u.)	keine	—	—
Nitrate	mäßig	erkennbar (s. u.)	Spuren	—	—
Phosphate	vorhanden	erkennbar (s. u.)	—	—	—
Kali (K ₂ O)	—	—	—	0,150	0,440
Kalk (CaO)	mäßig	—	—	0,050	0,500
Magnesia (MgO)	gering	—	—	0,115	0,200
Tonerde (Al ₂ O ₃)	sehr gering	—	—	—	—
Eisenoxyd (Fe ₂ O ₃)	Spuren	—	—	—	—
Ammoniak (NH ₃)	keines	erkennbar (s. u.)	keines	—	—
Schwef.-Wass. (H ₂ S)	keiner	keiner	keiner	—	—
Kieselsäure (SiO ₂)	—	0,036	—	—	—
Abdampf-Rückstand	18,842	—	57,7	—	54,00
Glührückstand	17,556	—	57,4	—	53,50
Chlor-Ion (Cl)	8,698	u. Bromerkb. (s. u.)	starke Reakt.	27,24	30,40
Sulfat-Ion (SO ₄)	0,486	erkennbar (s. u.)	dtl. nachwsb.	—	—
Calcium-Ion (Ca)	0,148	erkennbar (s. u.)	Spuren	—	—
Natrium-Ion (Na)	—	—	stark positiv	20,93	19,99
Magnesium-Ion (Mg)	0,047	erkennbar (s. u.)	ger. Menge	—	—
Gesamt-Kohlensäure	2,420	freie u. geb. erkb.	—	—	—
Chlornatrium	14,32	52,258	45,0 = 4,5 %	44,91 = 4,39 %	50,12 = 4,83 %
Chlorkalium	—	0,320	—	—	—
Chlorlithium	—	Spur	—	—	—
Chlorammonium	—	0,010	—	—	—
Chlorcalcium	—	0,104	—	—	—
Bromnatrium	—	Spur	—	—	—
Salpetersaur. Natr.	—	0,003	—	—	—
Salpetrigs. Natron	—	0,001	—	—	—
Doppelkohl. Natron	—	5,604	17,2 = 1,7 %	—	—
Doppelkohl. Magnesia	—	0,057	—	—	—
Doppelkohl. Kalk	—	0,560	—	—	—
Doppelk. Eisenoxydl.	—	0,003	—	—	—
Phosphors. Natron	—	0,006	—	—	—
Schwefels. Kalk	—	0,334	—	—	—
Freie Kohlensäure	—	—	—	—	—
Sulfate als SO ₃	—	—	0,03	nennensw. Mg.	0,900

Ann. Die Striche in den Spalten bedeuten: nicht festgestellt.

Die Gegend von Tölz in der Nacheiszeit

1. Die Sonderstellung des Tölzer Isar-Sees

Von

Ludwig Simon

Mit 1 Kärtchen und 5 Tafeln

In der großzügigen Arbeit von H. GAMS und R. NORDHAGEN „Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa“ (Mitt. d. Geograph. Ges. München, 16. Bd., H. 2, München 1923, S. 53 ff.) wird zum ersten Male auf die eigenartigen Postglazial-Profile im Reh-Graben (auch Rechl-Graben bezeichnet) bei Bad Tölz näher eingegangen und insbesondere die Beobachtung von E. SCHMID 1920 berichtet, der unter Seekreide ein Torfband fand. Längere und eingehende Beobachtungen über die gesamte Erstreckung des Grabens hinweg haben mir nun in letzter Zeit eine Reihe bemerkenswerter Tatsachen gezeitigt, die eine geschlossene Darstellung als notwendig und wertvoll erscheinen lassen. Leider ist der Reh-Graben infolge seiner Lage am Außenrande des Tölzer Wohngebietes durch Schutt und Unrat stark verwüstet, seine Gehänge sind wirt verwachsen, seine Sohle wird nur an wenigen Stellen zugänglich, so daß seine Begehung ein reichliches Maß von Begeisterung erfordert. Glücklicherweise hat nun das plötzliche Hochwasser vom 14./15. Mai 1930 eine Anzahl neuer Anrisse geschaffen, die manche bisherigen Unklarheiten bannen können, allerdings auch wieder neue Rätsel aufgeben.

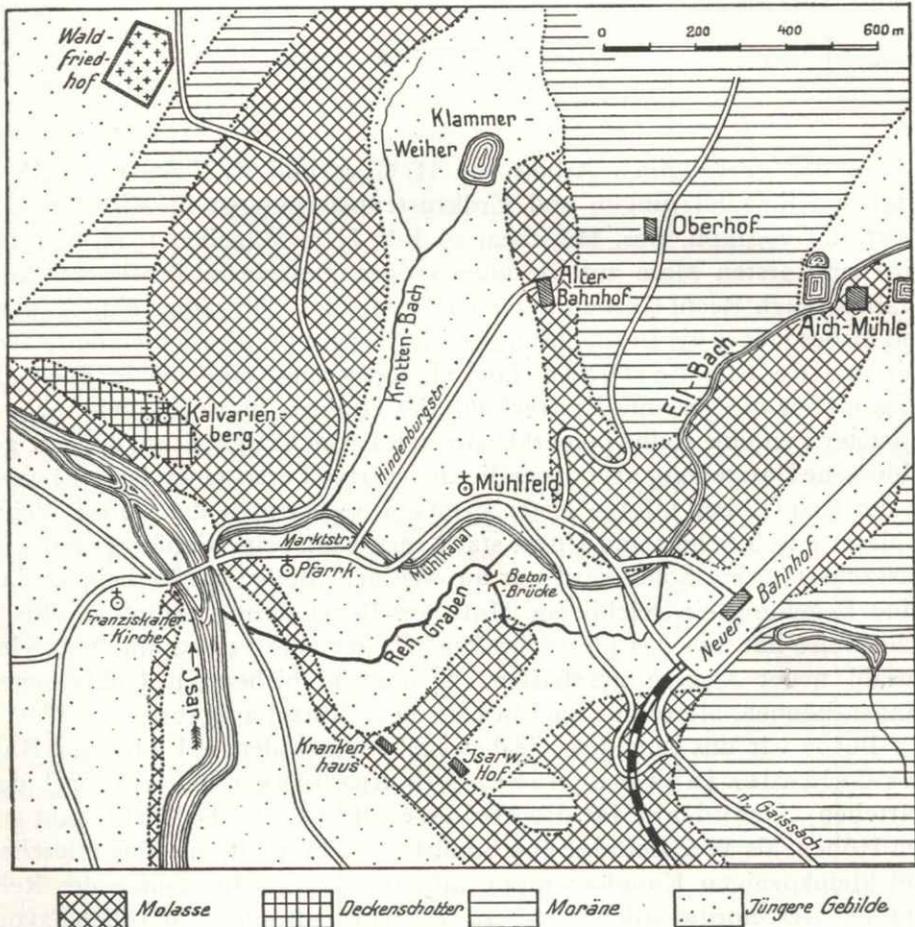
Bevor wir uns nun dem Graben selbst zuwenden, sei kurz der Bau des Geländes in seiner näheren Umgebung erläutert (vergl. das Kärtchen). Grundlage ist die Molasse, die bald in der Tiefe, bald auf den Höhen, als Wechselfolge von Sandsteinen, Mergeln mit Kohleflözchen und feinkörnigen Konglomeraten auftritt. Sie streicht südlich des Reh-Grabens west-nordwestlich in nahezu senkrechter Stellung; nördlich davon, beim alten Bahnhof und Klammer-Weiher, nordwestlich mit 50° nordöstlicher Neigung; an der Mündung des Sautrad-Grabens in den Reh-Graben ist muldenförmige Umbiegung zu beobachten. Für uns ist nur die Form ihrer Oberfläche von Belang. Aus Molasse besteht der Hang zwischen der Lenggrieser Bahnlinie und dem Krankenhaus; sie bildet auch den größten Teil der darunter anschließenden Terrasse, die daher hauptsächlich als Erosions-Terrasse anzusprechen ist. Auf der Höhe streicht sie ohne

merkliche Moränen-Bedeckung aus am Bahneinschnitt und beim Isarwinkler Hof, in dessen Nähe sie noch vor einigen Jahren in einer Ziegelei abgebaut wurde. Sie streicht O. des neuen Bahnhofes unterm Letten-Holz aus, bildet Hang und Sohle der neuen Bahnhofs-Straße bis zu den ersten Häusern des Mühlfeldes, baut die Höhen auf beiderseits des Ell-Baches von der Aich-Mühle abwärts und beherrscht das ganze Gelände beim alten

Geologische Übersichtsskizze

der Umgebung des Reh-Grabens in Bad Tölz.

DR. SIMON.



Bahnhof, am Klammer-Weiher und Höhen-Berg, wobei sie teilweise über 690 m ansteigt. Moränen-Reste von größerer Mächtigkeit sind nur fleckenweise darauf erhalten, so auf den Gaissacher Höhen, an der Kohlmair-Höhe beim Isarwinkler Hof — hier in auffallend reichlicher Feinsand-Ausbildung —, um den Oberhof und am Niggel-Weg N. vom Kalvarien-Berg. Die Stadt Tölz durchzieht sie vom Krankenhaus her in Ter-

rassenhöhe, also etwa 670 m und bildet in gleicher Höhe den Sockel des Kalvarien-Berges, dessen obere Hälfte ein Deckenschotter-Rest ist. Diese Einsenkung der Molasse-Oberfläche setzt sich nun in den oberen Stadtteilen von Tölz fort und erstreckt sich beiderseits des Reh-Grabens aufwärts gegen den neuen Bahnhof und unter diesem durch ins Becken des Ellbacher Moores.

Ausgefüllt ist diese Senke mit jungdiluvialen und alluvialen Bildungen wie Quellsinter, Mudden¹⁾, Torf und Seekreide. Bei allen Gründungen im oberen Markt, an der Hindenburg-Straße und im Mühlfeld treten sie abwechselnd in Erscheinung, der Reh-Graben schließt sie am vollständigsten auf.

Beginnen wir am Ausgang des Ellbach-Moores beim neuen Bahnhof! Der Bahnhof liegt auf almähnlichen Massen, die teilweise von Torf überlagert waren; sie füllen eine schmale Furche zwischen Molasse-Erhebungen, die an der engsten Stelle sich auf kaum 200 m nähern. Durch die Anlage des neuen Tölzer Schwimmbades bei der Aich-Mühle waren diese Kalksande zeitweilig sehr schön aufgeschlossen. Sie lehnen sich im Westen an den oberflächlich stark lettig verwitterten Molasse-Wulst an, der die Aich-Mühle trägt, zeigen streckenweise gute, aber durchaus nicht immer gleichmäßig ebene Schichtung und tragen, meist mit scharfer Grenze abschneidend, in welligen Vertiefungen Torf, der streckenweise auch auf die Molasse übergreift. Hart südlich der Badeanstalt besitzt ihre Oberfläche keine Torfdecke. Allem Anschein nach lagen diese Seekreiden vor dem Beginn der Torfbildung eine Zeitlang trocken.

Der heutige Ell-Bach durchläuft von der Aich-Mühle an ein schwach geneigtes, flachsohliges Tal in der Molasse, das unter dem alten Bahndamm mit 679 m Wasserspiegelhöhe nach Süden sich öffnet. Hier begann einst der Reh-Graben, d. h. der als steile Schlucht eingerissene Unterlauf des Ell-Baches, in dem er 30 m Höhenunterschied bei rund 1 km Lauflänge, also mit 3 % Gefälle überwindet. Diese Tatsache haben sich die Tölzer früh zu Nutze gemacht und wohl um die Mitte des 13. Jahrhunderts den Ell-Bach als Mühl-Kanal abgeleitet, durch das Mühlfeld gegen die Krottenbach-Furche geführt. Der Reh-Graben hatte seither nur das jeweilige Überwasser aufzunehmen. Die Verhältnisse liegen im Grunde heute noch gleich, wenn auch durch die Anlage des neuen Bahnhofes der obere Teil stark gestört wurde.

Im obersten Abschnitt des Reh-Grabens, zwischen Bahnhof und Greilinger Straße mündet von O. her der Abfluß des hinter dem Bahnhof gelegenen Eisweihers als scharfer und enger Einriß, der an einer Stelle die Form einer Miniatur-Klamm von $\frac{1}{2}$ m Breite und 2 m Höhe annimmt. In beiden Gräben bestehen die Wände durchaus aus gut geschichteter, an

¹⁾ Mudde (nordisch Gyttja) ist eine vorwiegend aus Resten oder Ausscheidungen von Lebewesen bestehende, daher meist dunkelgefärbte und feingeschichtete See-Ablagerung.

Schnecken und Muscheln reicher Seekreide, die bis etwa 675 m hinaufreicht. An einzelnen Stellen, so oberhalb der erwähnten Klamm, scheinen ihr kohlige Schmitzen eingelagert zu sein. Die Schichtung ist vielfach eben, oft aber schwach und wechselnd geneigt, ja am Zusammenfluß der Gräben deutlich schrägüber; etwas oberhalb zeigt sich am Nebengraben über der Seekreide mit schwacher Diskordanz eine Grobkieslage und darüber Torf.

Es macht den Eindruck, als seien die oberen Teile der Seekreide am Rande eines sinkenden Seespiegels zum Absatz gekommen und nach der Trockenlegung teilweise von seitlichen Einschwemmungen überdeckt und schließlich mit einer Moorlage überzogen worden. Der Zusammenhang mit den hart oberhalb am neuen Bahnhof anstehenden Kalksandsteinen ist zweifelhaft. Die letzteren machen nicht den Eindruck ausgesprochener Seeabsätze. Nichts zwingt zu dem Schlusse, daß die Seekreiden des oberen Reh-Grabens sich in das Ellbach-Moor fortsetzen.

Unterhalb der Greilinger Straße mündet von rechts der Überfall des Mühl-Kanals und setzt die Grabensohle ständig unter Wasser. Die Aufschlüsse lassen sich daher wohl einsehen, sind aber kaum zugänglich. Die Seekreide setzt sich anfangs undeutlich, dann immer deutlicher fort, bei der ersten stärkeren Krümmung streicht eine anscheinend senkrecht stehende (285°) NW.-streichende Molasse-Rippe über das Bachbett, in wenigen Dezimetern Höhe von Seekreide überlagert. Etwa 5 m weiter abwärts besteht das rechte Ufer aus zwei Lagen schwach wellig verbogener Bänderkreide, die durch ein 20 cm starkes Torfband geschieden werden. Dieses zeigt gegen die unteren, mehr sandig anmutenden Kreidelagen deutliche Diskordanz, während sich die hangenden, lettiger erscheinenden Bänder seiner Oberfläche anschmiegen.

Das Torflager ist nicht eben, sondern ebenfalls wellig verbogen, fällt außerdem im ganzen gegen W. ein, so daß es eine Strecke weit die Sohle des Baches bildet oder nahe dem Wasserspiegel austreicht. An einer stark verrutschten Stelle scheint ein Stubben¹⁾ drinzustecken, ein nahe angrenzender Anriß führt in der oberen Seekreide $\frac{1}{2}$ m über dem Haupt-Torfband ein etwa 2 cm starkes Torfbändchen. An der Stelle, wo das Gefälle des Baches sich verstärkt, beginnt auch die Seekreide samt ihrer Unterlage noch stärker westwärts zu fallen, so daß das Torfband unter dem Bach verschwindet.

Wir stehen jetzt schon hart oberhalb der bei dem besagten Hochwasser eingestürzten Brücke, auf der das Gaissacher Sträßchen den Graben übersetzt, am Beginn der großen neugeschaffenen Aufrisse. Die rechte Talwand ist ausschließlich feingeschichtete Bänderkreide, welche gerade im Bachbett von hartem Quellsinter unterlagert wird, ohne daß Torf dazwischen geschaltet wäre (vergl. Tafel I, Fig. 1). Die Seekreide ist unten weißlich,

¹⁾ Stubben = Holzrest, Baumstrunk.

wird aber nach oben zu dunkler — muddenähnlich — und geht schließlich allmählich in die torfige Wiesenbedeckung über. Die Mächtigkeit der Seeablagerung beträgt gegen 6 m.

An der linken Talseite, hart unter der Brücke, reicht die Mudde tiefer, die Schichten fallen hier schwach nach O., werden in den tieferen Lagen sinterig, schließlich folgt ein Torfband von 3—5 cm Dicke und darunter Quellsinter mit kohligen Schmitzen in der Bachsohle, die 8 m unter Brückenhöhe etwa bei 672 m sich hält. Dieser Aufschlußwand wurde das unten näher besprochene Untersuchungsprofil entnommen.

Auf der rechten Bachseite setzt das Torfband gleichfalls gerade bei der Brücke in Sohlenhöhe wieder ein und faßt hier einen prächtig erhaltenen $1\frac{1}{2}$ m hohen Kiefernstubben, noch an Ort und Stelle wurzelnd (vergl. Tafel 1, Fig. 2). Eine verkohlte Pfahlwurzel steckt in dem unterlagernden Sinter, Seitenwurzeln durchziehen die Torfschicht, die überlagernde Seekreide schmiegt sich den Umrissen des Stubben an. Die Oberfläche des Quellsinters ist sehr unregelmäßig und steigt an und ab; das Torfband hält noch bis zur nächsten Talbiegung mit verminderter Stärke an und keilt dann aus, so daß die Bänderkreide mit scharfer Grenze über dem ungeschichteten Sinter aufruht. Zur Linken ist die Schuttfüllung eines einstigen Seitengrabens bis auf die Sinterschicht eingetieft.

Im folgenden aufschlußlosen Grabenstück bildet Sinter die Sohle, an der unterhalb der ehemaligen Ziegelei gelegenen Gefällsstufe taucht die Molasse auf, die auf der linken Seite bis zum Grabenrand hinaufreicht, im Bachbett und am rechten Ufer aber nur mit niederen $75-80^{\circ}$ nordwärts fallenden, wenige bis 30 cm dicken, Mergel- und Mergelsandbänken 285° (NW.) ausstreicht. Die darüber liegende Wand ist leider durch Ackererde und Bauschutt von oben her rettungslos verschüttet, läßt aber doch mit einiger Sicherheit erkennen, daß über der Molasse 1—2 m Sinter, dann Bänderkreide folgt, die unteren 5 m hell, die oberen 3—4 m dunkler, muddenähnlich gefärbt.

Die Bachsohle liegt von hier ab durchwegs in Molasse. Bei der Villa Talfried befindet sich an der rechten Wand eine bis an die Grabenkante hinaufreichende Rutschung in Seekreide und jüngerem Sinter, der hier am Sautrad, Schuß und Mühlfeld die obersten Lagen der Seekreide noch in ziemlicher Mächtigkeit (1—2 m) überzieht. Auf der linken Seite unterhalb der Betonbrücke am Schuß, wo die Grabentiefe schon 20 m beträgt (Seehöhe der Sohle ungefähr 655 m), folgt nun offenbar der von GAMS (a. a. O. S. 55ff.) erwähnte Aufschluß. Leider ist aber die Stelle wieder so verrutscht und verwachsen, daß von dem bei GAMS gezeichneten Profil kaum mehr etwas zu erkennen ist. Nach dem jetzigen Befund liegt über etwa 1 m steil nordostfallenden, 285° (NW.) streichenden, buntfarbigen Molasse-Mergelbänken rd. 2 m verrutschte Seekreide, in der ein schwarzer Butzen (Stubbe?) steckt; die Seekreide samt einem ihr eingeschalteten dünnen Torfbändchen ist über ihm aufgezo-gen. An der Mündung des Sautrad-

Grabens liegt dann die schon eingangs genannte Molasse-Mulde mit einem kleinen Kohlenflözchen im Nordflügel. Am rechten Talrand jenseits des Nebengrabens befinden sich die bei GAMS (a. a. O. S. 55ff) abgebildeten und geschilderten Seekreide-Gruben. Die Vermutung von GAMS, daß die Seekreide hier eine Mächtigkeit von 20 m besitzt, ist vollberechtigt. Wichtiger ist aber die Tatsache, daß die Mächtigkeit gegen das Isar-Tal zu dauernd zunimmt, da die Unterkante der Seekreide, unbeschadet der welligen Auflagerung, gegen die Isartal-Achse geneigt ist.

Der weitere Grabenverlauf bietet nichts besonderes mehr. Die Sohle wird breiter, eine Art Terrassenfläche stellt sich ein, einer der Isar-Terrassen entsprechend, die Gehänge sind mit neuzeitlichem Schutt und Sinter überkleidet, teilweise durch Haus- und Kulturanlagen verändert. Beim Steg zu Beginn des Stauweihers ist nochmals die Molasse sichtbar und herrscht dann bis zum Grabenausgang bei der Hammer-Schmiede (grobe Sandsteinbänke mit kohleführenden Mergel-Zwischenlagen 295⁰ (NW.) streichend, mit 75⁰ nach NO. fallend). Darüber sind offenbar nur Seekreide und jüngere Sinter undeutlich erschlossen, der Bach läuft in die alluviale Schwemmebene des Grieses aus. Von dem unteren Sinter zwischen Molasse und Seekreide ist von der Betonbrücke am Schuß ab nichts mehr zu beobachten.

Im ganzen ergeben die Aufschlüsse des Reh-Grabens über der Molasse Spuren einer alten Landfläche, auf der sich Quellsinter und darüber teilweise Moor ablagerte. Diese Landbildungen werden abgelöst von See-Ablagerungen, die unten vorwiegend mineralisch, nach oben zu immer mehr mudden- und torfähnlich werden, also eine regelrechte Verlandungsfolge bilden (vergl. Tafel 3 Fig. 1). Durch das freundliche Entgegenkommen der Landesanstalt für Moorwirtschaft in München war es nun möglich, von diesen Ablagerungen eine pollen-analytische Untersuchung durchzuführen. Ich möchte an dieser Stelle nicht versäumen, Herrn Prof. H. PAUL, sowie Fräulein S. RUOFF für Probenahme, Untersuchung und Überlassung der Profil-Zeichnungen ergebenen Dank zu sagen, besonders auch für den Einblick in die Urschrift der großzügigen, noch im Gange befindlichen südbayerischen Mooruntersuchungen. Es war auf diese Weise möglich, die schichtenkundlichen Ergebnisse der PAUL-RUOFF'schen Untersuchungen in benachbarten Mooren mit unserem Profil, das einer Randstelle des Tölzer Beckens angehört, zu vergleichen.

Das untersuchte Profil (Tafel 2, Fig. 1 und 2) am südlichen Brückenrande begann 270 cm unter dem Brückenboden mit der kalkhaltigen Zerreibsel-Mudde, die eine reiche Flora von Kiesel-Spaltalgen (Diatomeen) enthielt. Darüber befand sich künstlich gestörtes Geschütt. Die Mudde wurde durchzogen von feinen Schneckenbändchen (u. a. mit *Limnaea palustris*), die besonders gegen die bei 510 cm Tiefe gelegene Untergrenze sich anhäuften; in 418 cm Tiefe stak eine kleine, etwa 5 cm dicke Torflinse. Die Grenze gegen die unterlagernde, hellgraue bis gelbliche Seekreide war

hier ziemlich scharf und wurde noch besonders betont durch eine 10 cm unter dieser Grenze durchziehende, etwa 20 cm dicke Schicht, die ganz mit Moos durchsetzt ist. Es hat sich als die Seichtwasserform von *Scorpidium scorpioides* erwiesen. Torfschmitzen sind gelegentlich in die Kreide-Lagen eingestreut; an Konchylien finden sich u. a. *Valvata alpestris* und *Pisidium* sp. Unterhalb 650 cm wird die Schichtung undeutlich, die Kreide nimmt mehr das Wesen eines sandigen Tuffes an. In 730 cm Tiefe liegt dann das durchgreifende, hier 3—5 cm dicke Torfband über dem an undeutlichen Blattabdrücken, Schneckenschalen und Torfschmitzen reichen Quelluff, dessen Liegendes hier nicht erschlossen ist. Außerdem wurden neben dem Stubben am Gegenufer vom Quelluff bis in den Seeton hinein in je 10 cm Abstand 10 Proben entnommen (Fig. 2).

Wie die Pollen-Analyse (Tafel 3 und 4) ergab, liegt die durchgreifende Torfschicht am Beginn der Kiefernzeit, also im Praeboreal; besonders bemerkenswert ist die gute Ausprägung des Hasel- und Eichenmischwald-Maximums, mit dem das nördliche Profil abschließt, also ungefähr an der Wende vom Boreal zum Atlantikum.¹⁾ Das südliche Profil reicht durch Eichen-, Fichten- und Buchenzeit bis fast zur Gegenwart. Es tritt in keiner Weise aus dem Rahmen der in den südbayerischen Mooren gefundenen Waldentwicklung, höchstens fällt das Zurücktreten des Eichenmischwaldes, das starke Schwanken der Buchenkurve und die kräftige Entfaltung der Tanne als örtliche Abwandlung auf. Das beigegebene Profil aus den einige Kilometer nördlicher gelegenen Kirchsee-Filzen mag zum Vergleich dienen (Tafel 5). Als wichtiges Ergebnis buchen wir einmal, daß die See-Ablagerungen über dem Torf vom Praeboreal bis tief ins Subatlantikum, also etwa bis zum Beginn unserer Zeitrechnung reichen. Solange bestand also im Tölzer Becken ein See von mindestens 675 m Spiegelhöhe.

¹⁾ Zur Erläuterung der im wesentlichen auf BLYTT und SERNANDER zurückgehenden nahezeitlichen Klima-Perioden mag folgende Übersichtstabelle dienen:

Perioden-Bezeichnung	Gewönl. Zeitrechnung	Klima-Beschaffenheit	Kultur
Praeboreal	von der letzten Vereisung bis etwa 6500 v. Chr.	kühl und trocken	Alt-Steinzeit (Palaeolithikum)
Boreal	etwa 6500—5500 v. Chr.	warm und trocken	Campignien
Atlantikum	etwa 5500—3000 v. Chr.	warm und feucht	Jung-Steinzeit (Neolithikum)
Subboreal	etwa 3000—900 v. Chr.	warm und trocken	Spät-Neolithikum und Bronzezeit
Subatlantikum	von 900 v. Chr. bis Gegenwart	kühl und feucht	Eisenzeit bis Gegenwart

Eine gewisse Überraschung bereiten die Pollenfunde im liegenden Quelltuff. Beim großen Profil waren die Pollen leider fast ganz zerstört; immerhin fanden sich neben fünf Kiefernpollen auch drei Fichtenpollen und ein Ulmenkorn; die gut erhaltenen des kleinen Profils waren neben Kiefer reichliche Fichte und die Bestandteile des Eichen-Mischwaldes (3% Eiche, 3% Ulme und 1% Linde). Gegen die Auffassung von RUOFF, daß hier Anzeichen eines Interstadiums vorlägen, dürfte nichts einzuwenden sein. Dieses würde aber Tuff und Torf umfassen, denn letzterer enthält gleichfalls Eichenmischwald-Reste. Der allenfalls mögliche Einwand, daß über diesem eine fossilleere Schicht folgen müßte, kann nur für gleichmäßig fortgesetzte See-Ablagerungen gelten. Bei uns aber ist Torf und Tuff durch eine deutliche Lücke vom Beginn der oberen See-Ablagerungen getrennt, die sich offensichtlich auf eine teilweise ausgenagte Oberfläche ausgebreitet haben. In der pollen-analytischen Literatur sind Hinweise auf interstadiale Ablagerungen nicht gerade häufig, mehren sich aber in letzter Zeit. Nur kurz sei erinnert an die *Betula nana*-Schicht im Kolbermoor¹⁾, das Interstadial des Rot-Mooses am oberen Lunzer See²⁾, die Befunde von Köhlers-Moor am Vogelsberg³⁾; vielleicht hätten auch die Bohrungen REISSINGERS⁴⁾ im Schlammgrund des Niedersonthofener Sees bei pollen-analytischer Durchforschung Ähnliches ergeben und dann von selbst die unsicheren Berechnungen auf eine tragfähigere Grundlage gestellt.

Jedenfalls steht im Tölzer Gebiet einer im Praeboreal beginnenden Seebildung eine vorausgehende interstadiale und stadiale Landentwicklung gegenüber. Die geschichteten Lagen unter dem Torf im oberen Reh-Graben muß man vorläufig als vereinzelt für eine örtliche Sonderausbildung halten. Höchst eigenartig ist es nun, daß die Mehrzahl der in Südbayern aufgenommenen Moorprofile, auch aus der nächsten Umgebung von Tölz, mit der Kiefernzeit beginnen (vergl. die Arbeiten von H. PAUL und S. RUOFF), die ehemals see-erfüllten Becken also größtenteils schon im Praeboreal oder mindestens Boreal ganz oder teilweise trocken gelegt waren. Nicht selten allerdings tritt mit dem Beginn des Atlantikums eine neuerliche Seefüllung auf, die dann mit dem Subboreal wieder ausklingt. Letzteres trifft z. B. zu im südlichen Teil des Ellbach-Mooses, im seenahen Bezirk der Kirchsee-Filzen und in einem kleinen

1) H. PAUL und S. RUOFF, Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern I. Teil. Sonderdruck aus Ber. d. B. Bot. Ges. Bd. XIX. München 1927. S. 38.

2) H. GAMS, Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. Int. Rev. d. g. Hydrob. und Hydrogr. 1927. Bd. XVIII. Heft 5/6, S. 343 ff.

3) H. SCHMITZ, Beiträge zur Waldgeschichte des Vogelsberges. Planta, Archiv für wiss. Bot. 7. Bd., 5. Heft. Berlin 1929. S. 666 ff.

4) A. REISSINGER, Untersuchungen über den Niedersonthofener See im bayer. Allgäu. Wiss. Veröff. d. D. u. Österr. Alpenvereins. Innsbruck 1930.

Abschnitt der Attenloher Filze. Diese vom Isar-Becken scheinbar ausstrahlenden Zweigfurchen gingen also in der See- und Moorgeschichte ihre eigenen Wege.

Wie aber erklärt sich die Seebildung im Isar-Becken? Klimatisch wohl kaum, denn sie setzt gerade am Beginn einer Trockenzeit ein. Umso mehr sind wir auf tektonische Ursachen verwiesen. Das Einfallen der Torflage gegen Westen, die Mächtigkeitszunahme der Seekreide in gleicher Richtung kann zwanglos mit einem beckenartigen Einsinken — oder quermuldenartigen Einwalmen — des Isar-Tales oberhalb Tölz in Einklang gebracht werden, das im Praeboreal seinen Höhepunkt erreicht hat. Das Tal ertrank und ward zum See, der aber nur wenig auf das seitliche Gehänge übergrieff, keinesfalls sich dauernd in die Ellbacher und Attenloher Mulde einbuchtete; nur während des Atlantikums könnte ein Zusammenhang bestanden haben. Bei einer Spiegelhöhe von 675 m kann er auch nicht weit isaraufwärts gereicht haben, etwa nur bis Lenggries, es sei denn, daß die ehemalige Sohle beträchtlich unter der heutigen aufgeschotterten Oberfläche läge. Im Stadtgebiet von Tölz buchtete er nach Norden gegen den alten Bahnhof und Klammer-Weiher aus, wo verschiedentlich unter Torf Seekreide zum Vorschein kommt, freilich bisher nicht durch Pollen-Analyse zeitlich festgelegt. Der Nordabschluß dieses Sees macht keine Schwierigkeiten; eine Schwelle zwischen Kalvarien-Berg und Hoheneck genügt, die heute auf etwas über 1 km Breite von der Isar durchsägt ist. Leider ist es bis jetzt nicht gelungen, an anderen Stellen Ablagerungen des jüngeren Tölzer Sees zu finden. Auf der linken Talseite scheint die spätere Isar das einstige Seeufer an- und abgenagt zu haben und im vorderen Teil des Attenloher Beckens, das der Höhenlage nach in den Seebereich fiel, haben die Bohrungen, wie erwähnt, keinen Zusammenhang mit dem Hauptbecken ergeben.

Auf alle Fälle ist durch die neueren Untersuchungen im Reh-Graben bewiesen, daß ein Tölzer See von mäßigem Umfang und etwa 675 m Spiegelhöhe seit der Boreal-Zeit bestanden hat, der in vorgeschichtlicher Zeit verlandete und gegen den Beginn unserer Zeitrechnung sein Ende fand. Daß dieser See schon seit dem letzten Eisrückgang bestanden hat, ist nicht bewiesen, wenn auch wahrscheinlich. Gerade im Rehgraben-Abschnitt aber müssen seine Ufer vor der Boreal-Zeit beträchtlichen Veränderungen, wahrscheinlich tektonischen Ursprunges, unterworfen gewesen sein, so daß einwandfreie Landbildungen von See-Ablagerungen überdeckt werden konnten.

Der „jüngere Tölzer See“ von ROTHPLETZ¹⁾ und GAMS²⁾ ist also zeitlich

¹⁾ A. ROTHPLETZ, Die Osterseen und der Isar-Vorlandgletscher. Landeskundl. Forschungen. Heft 24. München 1917. S. 145ff.

²⁾ H. GAMS und R. NORDHAGEN, a. a. O. S. 60.

und räumlich vorläufig noch beträchtlich einzuschränken; räumlich, da er nur als schmaler Arm zwischen Tölz und Lenggries das Hauptbecken füllte; zeitlich, da er sich nur vom Boreal (rd. 6000 v. Chr.) an sicher belegen ließ. Wie und ob die praeborealen Tone und Seekreiden unter den Torflagen der Zweigbecken von Attenloh und Ellbach mit dem Hauptbecken zusammenhängen, ist noch unbekannt. Daß der See aber verhältnismäßig lange in der obengenannten Höhe sich erhalten hat, dafür sprach schon vor der Bestätigung durch die Pollen-Analyse der Gefällsbruch des Ell-Baches, der in der Gegend einzig dasteht. In dem doch verhältnismäßig weichen Grunde hätte der Bach sich schon viel weiter zurückgeschnitten, wenn — wie ROTHPLETZ annimmt — der nach dem Eisrückzug gebildete See noch in der früheren Nacheiszeit verschüttet worden wäre. Nachdem das von uns untersuchte Profil tief ins Subatlantikum hineinreicht und die Ablenkung des Ell-Baches im 13. Jahrhundert erfolgte, verbleibt für die Bildung des Reh-Grabens nur noch ein Zeitraum von etwa 1500 Jahren.

Zusammenfassung.

Die neuen Aufschlüsse im Reh-Graben bei Bad Tölz haben das Dasein eines nacheiszeitlichen Tölzer Isar-Sees einwandfrei erwiesen. Derselbe bestand an der Stelle der untersuchten Profile seit der Kiefernzeit und reicht bis an den Beginn unserer Zeitrechnung heran. Mit dem Zweigbecken von Gaissach und Ellbach stand er nicht in dauernder Verbindung, ihre Entwicklung erfolgte unabhängig vom Hauptbecken. Für die Annahme tektonischer Gründe für die Sonderstellung des Tölzer Beckens spricht die vorwiegend talachsenwärts gerichtete Neigung der Unterkante der See-Ablagerungen. Der liegende Quellsinter ist einwandfrei als Landbildung anzusprechen und trägt vielfach eine Torflage mit Holzresten, darunter einen ortständigen Kiefernstubben. Der Pollenbefund deutet auf ein milderes Klima, als der Kiefernzeit entspricht. Die vorläufige Ansicht, daß es sich um eine Interstadial-Ablagerung handelt, bedarf noch weiterer Bekräftigung. Interglazial-Bildung kommt bei dem Fehlen jeglicher Moränen- oder Glazial-Spuren auf der Tuff- oder Torfoberfläche wohl nicht in Frage.

Eine zwischeneiszeitliche Mollusken-Fauna aus Südbayern

Von
Hans Nathan

Mit 2 Tafeln

Inhaltsübersicht.

	Seite
Die aufgefundenen Formen	31
Bemerkungen zu den einzelnen Arten	33
Oekologische Analyse	38
Geographische Analyse	39
Alter der Fauna	40
Zusammenfassung	41

Die aufgefundenen Formen.

Das Rohmaterial, aus dem die hier behandelte Fauna ausgeschlämmt und ausgelesen wurde, stellte mir Herr Regierungsgeologe I. Kl. Dr. Frz. MÜNICHSDORFER dankenswerterweise zur Verfügung. Es stammt aus dem Alm von Tutting bei Pocking (an der Straße Simbach-Passau). Über die geologischen Verhältnisse und die geologische Altersbestimmung siehe die Arbeit von F. MÜNICHSDORFER¹⁾, worin auch schon die Ergebnisse der biologischen Bearbeitung von meiner Seite angeführt sind. Die Altersbestimmung auf Grund der geologischen Lagerungsverhältnisse und die auf Grund tiergeographischer und oekologischer Überlegungen kommt zu demselben Ergebnis. Der besondere Wert der Fauna für die Kenntnis der Entwicklung der Tierwelt auf der Bayerischen Hochebene liegt (im Gegensatz zu den bisher bekannt gewordenen diluvialen, zusammengeschwemmten Faunen aus Schottern) in dem autochthonen Charakter der Fauna.

Die Benennung der Arten erfolgte nach GEYER 1927. Seit der ersten Zusammenfassung für die Alm-Arbeit von MÜNICHSDORFER ist die ausgezeichnete Bearbeitung der Landschnecken des Untersberges bei Salzburg von F. UHL erschienen, die wichtige neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der vorliegenden Fauna lieferte. Für Überlassung von Vergleichsstücken aus seiner Sammlung danke ich Herrn Dr. J. SCHRÖDER in München.

¹⁾ Das Verzeichnis der angeführten Schriften ist auf S. 41.

Es folgt zunächst eine Liste der aufgefundenen 36 Schneckenformen und der einen Muschelart:

Schnecken:

- Limax maximus* LINNÉ
Agriolimax agrestis LINNÉ
Vitrinopugio brevis FÉRUSSAC
Zonites verticillus FÉRUSSAC
Retinella nitens MICHAUD
Retinella hiulca JAN
Vitrea contracta WESTERLUND
Goniodiscus rotundatus MÜLLER
Goniodiscus perspectivus MEGERLE VON MÜHLFELD
Punctum pygmaeum DRAPARNAUD
Eulota fruticum MÜLLER
Helicodonta obvoluta MÜLLER
Arianta arbustorum LINNÉ
Cepaea nemoralis LINNÉ
Cepaea hortensis LINNÉ
Cepaea vindobonensis C. PFEIFFER
Helix pomatia LINNÉ
Marpessa laminata MONTAGU
Clausilia parvula STUDER
Clausilia cruciata STUDER
Iphigena ventricosa DRAPARNAUD
Iphigena plicatula DRAPARNAUD
Laciniaria cana HELD
Succinea sp.
Acanthinula aculeata MÜLLER
Vertigo pusilla MÜLLER
Vertigo angustior JEFFREYS
Truncatellina rivierana BENSON
Truncatellina claustralis GREDLER
Orcula doliolum BRUGIÈRE
Pagodulina pagodula DESMOULINS
Carychium minimum MÜLLER
Carychium minimum tridentatum RISSO
Galba truncatula MÜLLER
Gyraulus laevis regularis HARTMANN
Acme polita HARTMANN

Muschel:

- Pisidium casertanum* POLI

Bemerkungen zu den einzelnen Arten.

Schnecken:

Limax maximus LINNÉ (Taf. 6, Fig. 1). Ein halbes Dutzend Kalkplättchen, deren größtes eine Länge von 11 mm und eine Breite von 6 mm hat, sei mit Vorbehalt hierher gestellt. Solange nicht eingehende Untersuchungen über die Kalkplättchen der rezenten Limaciden-Arten vorliegen, hängt eine genaue Bestimmung fossiler mehr oder weniger in der Luft. In dem vorliegenden Falle spricht außer der Form die angegebene Größe entschieden für *L. maximus*. SANDBERGER erwähnt *L. maximus* aus der Gegend von Paris (bei la Celle unweit Moret Seine et Marne) aus einer Tuff-Ablagerung, die dem Cannstatter Tuff gleichgestellt wird. SANDBERGER bezweifelt jedoch die Altersbestimmung. A. WEISS führt *L. maximus* aus der *Solaria*-Schicht des Weimarer Kalktuffes an. Aus dem Tuff von Streitberg in der Fränkischen Schweiz wird *L. cinereoniger* WOLF angegeben (v. AMMON).

Agriolimax agrestis LINNÉ. Ein Kalkplättchen 3,5:2 mm dürfte hierher gehören.

Vitrinopugio brevis FÉRUSSAC (Taf. 6, Fig. 2, 3) ist nicht selten, doch erreicht nur ein Stück die Länge von 4 mm. Die südalpine Art lebt in Deutschland im Neckar-Tal. R. SCHRÖDER entdeckte sie in der Münchefer Gegend. WEBER bestätigte dieses Vorkommen. Über das fossile Vorkommen in pleistozänen Ablagerungen ist bei der Schwierigkeit der Bestimmung wenig zu erfahren.

Zonites verticillus FÉRUSSAC (Taf. 7, Fig. 1, 2). Es liegen Reste von 6 Gehäusen vor, deren bestes $5\frac{1}{2}$ Umgänge besitzt. Fossil ist die Art aus diluvialen Kalktuffen bekannt, so von Streitberg und Ober-Zaunsbach in der Fränkischen Schweiz, von Geislingen, Cannstatt und von Dießen in Hohenzollern, dann von mehreren Punkten der mitteldeutschen Gebirge. Beim Rückzug nach Südosten blieben Relikte als nordwestliche Kolonien bei Schellenberg am Untersberg, Passau und Brandeis an der Adler (Böhmen) zurück. Die bayerische Hochebene scheint der *Zonites* vollständig geräumt zu haben, einerseits nach NO. (Passau) hin, dann aber hauptsächlich nach SO. an den Fuß der Alpen (Schellenberg), so daß *Zonites verticillus*, trotzdem der Fundpunkt dieses Fossils zwischen den beiden Refugien liegt, als im Gebiet ausgestorben und damit als beweiskräftig für hohes Alter der Ablagerung gehalten werden darf. Nach UHL fehlt diese Schnecke im Salzach-Tal mindestens zwischen Tittmoning und Braunau. UHL denkt für das Passauer Vorkommen an ein Vordringen von Osten her, donauaufwärts.

Retinella nitens MICHAUD ist in jungen und halberwachsenen Gehäusen nicht selten. Ähnliche Jugendwindungen, aber mit etwas weniger schnell zunehmenden Umgängen, zwischen *Retinella nitidula* DRAPARNAUD und *Polita cellaria* MÜLLER stehend, konnten nicht einwandfrei einer Art zugeteilt werden.

Retinella hiulca JAN (Taf. 7, Fig. 3; Taf. 6, Fig. 4, 5). Eine nicht seltene, doch immer zerbrochene *Hyalinia* mit gerundeten Umgängen stimmt mit der Abbildung in GEYER 1912, Taf. 2, Fig. 12, 13 überein. Nach GEYER 1922 handelt es sich bei der abgebildeten, in Württemberg nur aus den diluvialen Kalktuffen von Dießen und Dettingen bekannt gewordenen Schnecke um die süd- bis ostalpine *R. hiulca*. Sie wird lebend von Salzburg (Paß Lueg), Niederösterreich, Steiermark, der Wiener Umgebung und vom Südfuß der Alpen angegeben.

Vitrea contracta WESTERLUND (Taf. 6, Fig. 6, 7) ist im Alm nicht selten. In den württembergischen Kalktuffen ist sie ebenfalls verbreitet. Lebend ist sie auf der Hochebene nur bei München von R. SCHRÖDER gefunden worden. UHL fand ein Stück am Untersberg. Außerdem ist diese arktisch-alpine Art noch in einzelnen Posten in Württemberg und den mitteldeutschen Gebirgen erhalten. Fossil ist sie im Münchener Gebiet nicht gefunden worden (R. SCHRÖDER).

Goniodiscus rotundatus MÜLLER ist sehr häufig. Die Flecken auf der Oberseite des Gehäuses sind gebleicht erhalten.

Goniodiscus perspectivus MEGERLE VON MÜHLFELD (Taf. 6, Fig. 8, 9). Diese ostalpine Art ist im Alm nicht ganz so häufig wie die vorhergehende. Die rotbraunen Flecken auf der Oberseite sind noch angedeutet. Im württembergischen Diluvium ist sie nach GEYER nicht selten. Dasselbe gilt für Mitteldeutschland. In Südbayern ist sie fossil bisher nicht bekannt gewesen, auch nicht aus alluvialen Kalktuffen. Lebend auf der bayerischen Hochebene wies sie zuerst R. SCHRÖDER im Isar-Tal oberhalb von München nach. WEBER bestätigte dies Vorkommen. UHL fand sie neuerdings bei Burghausen an der Salzach und (nach brieflicher Mitteilung) abwärts bis Neuburg am Inn. UHL glaubt, die Schnecke sei die Salzach entlang von Süden her, wo sie um Salzburg zahlreich vorkommt, bis Burghausen vorgezogen. Auch für das Münchener Vorkommen nimmt er eine Ansiedlung durch die Isar vom Alpenrande her an. Durch den Nachweis im Alm von Tutting und in den Kalktuffen in Württemberg ist es wahrscheinlich gemacht, daß die Schnecke im Diluvium auch im dazwischenliegenden Gebiete verbreitet war. Es ist deshalb auch die Möglichkeit zu erwägen, ob es sich bei den auf der Bayerischen Hochebene befindlichen Standorten lebender Tiere nicht um Relikte handelt.¹⁾

Punctum pygmaeum DRAPARNAUD. Drei Stück.

Eulota fruticum MÜLLER wurde nur in einem Stück gefunden.

Helicodonta obvoluta MÜLLER (Taf. 7, Fig. 4, 5) liegt in drei voll entwickelten und zahlreichen Anfangswindungen vor. Es handelt sich um die *forma dentata* WSTLD. CLESSIN 1876 gibt als Fundorte dieser Abart Pappenheim, Würzburg und Nassau an. Über die Umstände, die diese Form be-

¹⁾ Das durch UHL 1930 bekannt gewordene Vorkommen im altalluvialen Kalktuff von Burghausen a. S. spricht ebenfalls für diese Annahme.

dingen, ist nichts bekannt. Vielleicht liegt die Ursache in reichlich vorhandenem, leicht zu verarbeitendem Kalk.

Arianta arbustorum LINNÉ liegt nur in einem guterhaltenen Stück vor.

Cepaea nemoralis LINNÉ. Ein guterhaltenes Stück und einige Bruchstücke mit der Bänderung (1, 2, 3, 4, 5).

Cepaea hortensis LINNÉ. Ein guterhaltenes gebleichtes Gehäuse ohne Farbbänder.

Cepaea vindobonensis C. PFEIFFER (Taf. 7, Fig. 6, 7). Ein Gehäuse von 23 mm Breite, 18 mm Höhe mit 5 Umgängen rechne ich wegen seiner festschaligen, rippenstreifigen Beschaffenheit hierher, zumal das Gewinde höher ist als bei den andern *Cepaeen*. Da diese Schale mit der von *C. nemoralis* aus derselben Ablagerung nicht übereinstimmt, ist bei dem einheitlichen Gepräge der Fauna nicht anzunehmen, daß es sich um eine andere Anpassungsform der genannten Art handelt. Mit Vergleichsstücken von Böhmisches-Leipa aus der Sammlung von Herrn Dr. J. SCHRÖDER stimmt unser Stück gut überein bis auf die Bänderung, von der nur das dritte Band in Flecken aufgelöst erhalten ist. Doch ist auf die Erhaltung der farbigen Bänder in fossilen Ablagerungen kein allzugroßer Wert zu legen. Diese südosteuropäische Art ist in Bayern bisher nur von Passau bekannt geworden. A. WEISS hat sie aus der *Solaria*-Schicht des Weimarer Tuffes. Auch in andern diluvialen Tuffen Schlesiens und Thüringens ist sie verbreitet.

Helix pomatia LINNÉ (Taf. 7, Fig. 8, 9, 10, 11). Es liegen vier vollständig erhaltene Stücke und ein Anfangsgewinde vor. Die Gewindehöhe schwankt wie bei den heute Lebenden. Die Schalen sind eher größer als die rezenten, nämlich 49:49 mm; die Mündung ist höher als breit; Umgänge $4\frac{1}{2}$ —5; Spindelrand erweitert, den Nabel fast ganz bedeckend; auf dem zweiten und dritten Umgang sind noch zwei breite Bänder angedeutet. Von den rezenten unterscheidet sie aber besonders ihre Dickschaligkeit, die es rechtfertigen würde, für die Tuttinger Stücke eine eigene Varietät aufzustellen. Nach GEYER 1927 ist *Helix pomatia* auch schon in den diluvialen Kalktuffen Württembergs, der Fränkischen Schweiz, Thüringens, des nördlichen Harzvorlandes und Niederösterreichs aufgetreten. Auch die schon öfter erwähnte *Solaria*-Schicht von Weimar enthält nach A. WEISS *H. pomatia*. Drei von unseren Formen lassen sich mit der forma *sphaeralis* vergleichen (Taf. 7, Fig. 8, 9), wie sie O. BUCHNER 1899 beschreibt und abbildet (S. 258/59). Der Nabel ist ganz bis halb verdeckt. Sie sind außerordentlich dickschalig (wie die Form bei BUCHNER Taf. 3, Fig. 15) bis gewöhnlich dickschalig. Ein flaches Stück (Taf. 7, Fig. 10, 11) mit sehr weitem und offen stehendem Nabel hat Ähnlichkeit mit einer von BUCHNER 1900 (S. 232, Taf. 5, Fig. 6 und 7) beschriebenen Form. Die Tuttinger Schale ist aber bedeutend dickschaliger und hat an der Oberseite der Mündung innen eine Schwiele, die sich zahnartig verdickt. Auch hier scheinen wieder gute Kalkverhältnisse diese Ausbildungsformen bedingt zu haben.

Marpessa laminata MONTAGU. Zwei Mündungen.

Clausilia parvula STUDER (Taf. 6, Fig. 10, 11). Nicht häufig. Mündungen etwas kleiner und enger als dem Typus entspricht.

Clausilia cruciata STUDER (Taf. 6, Fig. 12, 13, 14, 15) ist im Alm sehr häufig. Neben der typischen Form kommt weit seltener eine Abart (Taf. 6, Fig. 15) vor mit sehr starken und weit gestellten Rippen. Die heute über Südostdeutschland verbreitete Schnecke kommt auch selten im Diluvium vor (württembergische Kalktuffe).

Iphigena ventricosa DRAPARNAUD. Drei Mündungen.

Iphigena plicatula DRAPARNAUD. Nicht häufig.

Laciniaria cana HELD. Eine Mündung. Die osteuropäische Art ist auch im übrigen Diluvium sehr selten.

Succinea sp. Drei nicht genau bestimmbare Anfangsgewinde.

Acanthinula aculeata MÜLLER ist ziemlich häufig.

Vertigo pusilla MÜLLER. Vier Stück.

Vertigo angustior JEFFREYS. Vier Stück.

Truncatellina rivierana BENSON (Taf. 6, Fig. 16, 17, 18, 19, 20, 21). Vier Stück mit verdicktem und etwas nach außen gebogenem Mundsaum und etwas vorgezogenen Mündungsrändern. Mit von Herrn Dr. J. SCHRÖDER bei Bozen gesammelten *T. strobili* GREDLER (gleichbedeutend mit *T. rivierana*) stimmt sie überein. Aus Deutschland ist sie mit Sicherheit noch nicht bekannt geworden, auch nicht aus fossilen Ablagerungen. GREDLER fand die gezähnten Formen, um die es sich auch hier handelt, in Südtirol unter Moos und Steinen, auch auf moosigen Waldwiesen mit *Carychium* zusammen. Nach GEYER kommt sie auch vereinzelt in Nordtirol vor.

Truncatellina claustralis GREDLER (Taf. 6, Fig. 22, 23). Das einzige gefundene Stück ist bei einer Höhe von 1,5 mm und einer Breite von 0,75 mm kaum merklich kleiner als die vorige Art. Es hat einen Zahn auf der Mündungswand und eine Falte auf der Spindelsäule. Die Mündung ist rundlich dreieckig, der Mundsaum einfach. Die Rippenstreifung ist dichter und schwächer als bei der vorigen Art. Rezente Vergleichsstücke aus der Sammlung von Herrn Dr. J. SCHRÖDER sind meist etwas schlanker, doch kommen auch gedrungenere vor, die unserm Stück entsprechen. GEYER 1927 hat *T. claustralis* aus den Diluvial-Tuffen von Geislingen und Hausen. CLESSIN 1911 will sie im Isar-Genist gefunden haben. WEISS erwähnt sie aus der *Solaria*-Schicht von Weimar. Heute lebt die Schnecke in Tirol.

Orcula doliolum BRUGIÈRE (Taf. 6, Fig. 24, 25). Neben vielen Spitzen und Mündungen sind nur zwei ganze Gehäuse erhalten. Sie bleiben mit einer Höhe von 4,5 mm etwas hinter der Größe der rezenten zurück. Diese südosteuropäische Art ist lebend auf der Hochebene nicht bekannt; sie lebt heute in Tirol und in den deutschen Mittelgebirgen. R. SCHRÖDER erwähnt sie auch nicht aus den pleistozänen Ablagerungen der Münchener

Gegend, während sie nach GEYER in den diluvialen und alluvialen Kalktuffen Württembergs verbreitet ist.¹⁾

Pagodulina pagodula DESMOULINS (Taf. 6, Fig. 26, 27, 28, 29) ist ziemlich selten (sieben Mündungen und eine Spitze). Die südostalpine Art reicht bei Schellenberg ins südöstlichste Bayern herein. Da sie jedoch nach UHL auch bei Burghausen und Burgkirchen vorkommt, scheint sie die Hochebene noch nicht vollständig geräumt zu haben, ähnlich wie *Goniodiscus perspectivus*. In diluvialen Kalktuffen ist sie verbreitet: Dießen, Dettingen und Geislingen; Streitberg; Thüringen.

Carychium minimum MÜLLER (Taf. 6, Fig. 30, 31) und *Carychium minimum tridentatum* RISSO (Taf. 6, Fig. 32—39). Carychien sind im Alm von Tutting sehr häufig, und zwar handelt es sich überwiegend um die Form, die GEYER 1912 aus den diluvialen Kalktuffen erwähnt und auch abbildet (Taf. 2, Fig. 43—46), nämlich *C. tridentatum*. Lebend hat sie GEYER aus den Albschluchten und aus dem württembergischen Allgäu. Außerdem ist sie aus den Alpen bekannt. Auf der schwäbisch-bayerischen Hochebene hat sie CLESSIN im Auswurf des Lechs gefunden. Daß sie sonst in diesem Gebiete übersehen worden ist, ist wahrscheinlich. Neuerdings fanden sie UHL bei Burghausen²⁾ und SCHWIND im alluvialen Alm von Erding. Bei manchen Stücken fällt es schwer, sie einer der beiden Formen zuzureihen, weshalb die schlanke *tridentatum*-Form nur als Abart bzw. Standortsform betrachtet werden muß. Die bauchige typische Form ist nur in zwei Stücken vertreten. Dieses starke Überwiegen der schlanken Form ist auch nach GEYER kennzeichnend für diluviale Ablagerungen. *Carychium minimum tridentatum* von Tutting hat sechs Umgänge, eine Höhe von 1,8—2 mm. Zu bemerken ist noch, daß unter den glatten, reinweißen sich auch ein gelbliches, kaum merklich gestreiftes Gehäuse befand.

Galba truncatula MÜLLER. Nicht selten.

Gyraulus laevis regularis HARTMANN (Taf. 6, Fig. 40, 41). Die Schnecke ist in 10 Stücken im Alm gefunden worden, deren größtes mit $3\frac{1}{2}$ Umgängen 3 mm breit ist. Die Mündung ist rundlich; die Umgänge sind unten etwas abgeflacht. Die Form ist aus den Diluvial-Tuffen von Cannstatt und Dettingen in Württemberg bekannt. Ob das Tier in dieser Ausbildungsform auf der Schwäbisch-bayerischen Hochebene noch lebend vorkommt, ist nicht sicher bekannt. Die Stammform wird verschiedentlich angegeben.

Acme polita HARTMANN (Taf. 6, Fig. 42—47) ist sehr häufig. Höhe 3,2 mm; Breite 1 mm.

Muschel:

Pisidium casertanum POLI (Taf. 6, Fig. 48, 49, 50). Nicht selten.

¹⁾ UHL 1930 fand sie neuerdings im altalluvialen Kalktuff von Burghausen a. S.

²⁾ Wo sie schon im Altalluvium lebte (UHL 1930).

Oekologische Analyse der Fauna.

Vor einer tiergeographischen Auswertung des Tierbestandes, die wieder Folgerungen auf dessen Alter und unter Umständen auch auf das zu Lebzeiten der Tiere herrschende Klima gestattet, ist zunächst zu untersuchen, ob der Tierbestand eine Lokalfauna, die in nächster Nähe ihres Lebensraumes in die Ablagerung eingebettet wurde, ist, oder ob es sich um einen durch fließendes Wasser verschwemmten Bestand handelt. In letzterem Falle wird der Wert für die geographische Analyse natürlich herabgemindert. Schon die Zusammensetzung und Entstehung des den Tierbestand einschließenden Gesteins, des Alms und Kalktuffs, deutet auf eine Bildung der ganzen Ablagerung an Ort und Stelle. Hier soll die Biokönose, die Lebensgemeinschaft der Tiere, die gestellte Frage entscheiden. Gehören die einzelnen Tierarten des zu untersuchenden Tierbestandes einer oder nur wenigen, sich gegenseitig nicht ausschließenden Lebensgemeinschaften an, so ist die Annahme, es handle sich um eine Lokalfauna, berechtigt.

Zeugen größerer stehender und fließender Gewässer fehlen. Was an Wasserschnecken vorhanden ist, deutet auf kleine stehende Gewässer oder schwach fließende Gräben hin: *Galba truncatula*, *Gyraulus laevis regularis*. Dazu kommt noch die Muschel *Pisidium casertanum*.

In unmittelbarer Nähe des Wassers leben: *Carychium minimum* nebst *tridentatum* an pflanzlichem Moder sumpfiger Stellen, *Succinea* und zeitweilig auch die schon genannte *Galba truncatula* an aus dem Wasser ragenden Pflanzenteilen.

An Quellränder und Ufer gebunden ist *Vitrinopugio brevis*.

Sehr feuchte Stellen unter faulem Holz, unter Steinen und totem Laub in Wäldern und Gebüschern lieben: *Retinella nitens* und *hiulca*, *Vitrea contracta*, *Zonites verticillus*, *Punctum pygmaeum*, *Goniodiscus rotundatus* und *perspectivus*, *Acanthinula aculeata*, *Vertigo pusilla*, *Pagodulina pagodula*, *Iphigena ventricosa*, *Acme polita*. *Orcula doliolum* gedeiht besonders in der Nähe kalkabscheidender Quellen. Als nicht in gleichem Maße feuchtigkeitsbedürftig können noch *Limax maximus*, *Agriolimax agrestis* und *Helicodonta obvoluta* hierher gerechnet werden.

Gebüschbewohner der Talauen sind: *Eulota fruticum*, *Arianta arbutorum*, *Cepaea vindobonensis*, *nemoralis* und *hortensis*, *Helix pomatia*.

An Waldbäume, an denen sie bei Regen in die Höhe steigen, sind gebunden: *Marpessa laminata*, *Laciniaria cana*, *Clausilia cruciata*, *Iphigena plicatula*.

Es verbleiben dann noch vier Arten, die sich nicht ohne weiteres den Standortsbedingungen, wie sie die bisher besprochenen Arten fordern, einfügen. Es ist dies zunächst die wärmeliebende *Clausilia parvula*, die gern an Kalkfelsen sitzt. Als solche können bereits verfestigte Schotter- oder Tuffwände gedient haben.

Die beiden Südtiroler Truncatellinen leben an sonnigen Abhängen im Mulm unter Laub, Gras und Steinen, Bedingungen, die auch bei unserm Standort erfüllt gewesen sein können. Es ist auch sehr leicht möglich, besonders wenn man die geringe Zahl der gefundenen Stücke beachtet — von *T. rivierana* vier, von *T. claustralis* nur ein einziges —, daß die beiden alpinen Schnecken bereits damals als Relikte einer kälteren Zeit in der durchnäßten Umgebung des Grundwasseraustritts eine Zufluchtstätte gefunden hatten.

Als Bewohner feuchter Wiesen bleibt die auch nur durch vier Gehäuse vertretene *Vertigo angustior*. Wenn man keinen feuchten Wiesenfleck im Walde annehmen will, dann kann man ja für diesen Fall Einschwemmung von einer benachbarten Wiese her zu Hilfe nehmen, wozu schon rasch abfließendes Regenwasser genügt, ohne dem einheitlichen Standortscharakter des Tierbestandes Abbruch zu tun.

Dieser leise Verdacht einer Faunenmischung kann vollends zurückgewiesen werden durch das Fehlen ausgesprochener Wiesenleitschnecken: die Vallonien, *Fruticicola hispida*, *Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea* fehlen vollständig. Und letzten Endes ist für die Rekonstruktion des Lebensraumes eines ausgestorbenen Tierbestandes nicht die Liste der Arten ausschlaggebend, sondern die absolute und relative Häufigkeit der festgestellten Faunenbestandteile. In diesem Sinne deutet das Überwiegen der Clausiliiden ganz entschieden auf Waldbedeckung.

Zusammenfassend läßt sich also die Örtlichkeit, an der sich das Leben der naß- bis feuchtliebenden, wärmescheuen Weichtiere abspielte, etwa so skizzieren: von Erlen umstandene Quellsümpfe gehen in einen lichten Mischwald über mit reichlichem Unterholz und üppiger Krautvegetation.

Geographische Analyse.

Die heute über ganz Deutschland oder auch über ganz Süddeutschland verbreiteten Arten sollen hier unberücksichtigt bleiben. Selbstverständlich können auch sie zur damaligen Zeit tiergeographisch wichtig gewesen sein. Eine derartige Faunengeschichte liegt jedoch nicht im Rahmen dieser Arbeit, ganz abgesehen davon, daß die dazu nötigen Grundlagen noch fehlen, nämlich ein enges Netz gut untersuchter fossiler Lokalfaunen genauer Altersfeststellung. Auch ein Vergleich mit der von R. SCHRÖDER mustergültig untersuchten Faunengeschichte des Münchener Gebietes erwies sich als undurchführbar, in erster Linie deshalb, weil es sich in dem genannten Gebiete in der Hauptsache um in Schotter eingelagerte zusammengeschwemmte Bestände handelt; dann mag auch die größere Nähe der Eismassen ihren Einfluß geltend gemacht haben.

Viel mehr drängte sich ein Vergleich mit den von GEYER vorbildlich untersuchten Diluvial-Faunen auf, die zudem unter ähnlichen Umweltverhältnissen lebten. Auch auf die Kalktuffe von Weimar, besonders auf deren *Solaria*-Schicht, ist schon wiederholt hingewiesen worden. Der Hauptrückzug

der dort seitdem erloschenen Arten richtete sich nach Südosten, in die Südost-ecke Bayerns, wo sie in dem unter Alpeneinfluß stehenden Klima eine Zufluchtstätte fanden. Das letztgenannte Gebiet war zeitweilig, nämlich zu Zeiten der Eisbedeckung, größtenteils frei vom Schneckenleben. Die Neu-besiedlung folgte dem Rückzug der Gletscher. So ist es erklärlich, daß die Zahl der seit dem Diluvium etwa im milden Neckar-Tal erloschenen Arten eine weit größere ist, als die der auf dem rauhen bayerischen Alpenvorlande erloschenen Arten. Mit andern Worten, die mit dem Rückgang der Gletscher zusammenhängenden Klima-Änderungen mußte sich dort viel stärker auswirken als hier, und das Zahlenverhältnis der erloschenen Arten zur Gesamtfauuna muß dort ein größeres sein, als hier.

Als noch erschwerend für faunengeschichtliche Forschungen kommt hinzu, daß die rezente Mollusken-Fauna Bayerns lange noch nicht genügend erforscht ist, jedenfalls bei weitem nicht so gut, wie die württembergische.

Die in der Zwischenzeit in dem in Betracht kommenden Gebiet erloschenen oder hier ihre Verbreitungsgrenze erreichenden Arten sind nach ihren Verbreitungszentren geordnet diese:

Alpin sind: *Truncatellina claustralis* (im Gebiet erloschen), *Vitrea contracta* und *Clausilia parvula* (im engeren Gebiet erloschen).

Ostalpin im besonderen sind die im Gebiet erloschenen *Zonites verticillus* und *Retinella hiulca*; *Pagodulina pagodula* und *Goniodiscus perspectivus* erreichen hier ihre Verbreitungsgrenze.

Südalpin ist die im engeren Gebiet erloschene *Vitrinopugio brevis*.

Nach Südeuropa weisen die im Gebiet erloschenen *Orcula doliolum* und *Truncatellina rivierana*. Nach UHL wäre auch *Carychium minimum tridentatum* zur südeuropäischen Gruppe zu zählen. Da sie aber von den Faunisten vielfach nicht beachtet wurde, ist ihre Stellung nicht ganz geklärt.

Südosteuropäisch ist *Cepaea vindobonensis*. Sie erreicht Bayern nur bei Passau.

Osteuropäisch ist *Strigellaria cana*.

Alter der Fauna.

Die Fauna ist eine Mischfauna aus alpinen (bezw. nordischen), südlichen und östlichen Elementen, wie das auch bei der rezenten Fauna Deutschlands der Fall ist. Voreiszeitliches Alter scheidet deshalb aus. Denn es mußten schon eine oder mehrere Eiszeiten über das Land gegangen sein, um die Mischung zustande zu bringen.

Auch nacheiszeitliches, alluviales Alter ist abzulehnen in Anbetracht der erloschenen und zurückgegangenen Arten. Einer nacheiszeitlichen Klima-Schwankung kann man derartige Wirkungen nicht zuschreiben, die sich nicht nur im örtlichen Erlöschen verschiedener Arten äußerte, sondern auch in der Umpprägung zu Abarten und Standortsformen. Mehrfach ist auf geringe Abweichungen von den heutigen Typen hingewiesen worden, die durch in der Alluvial-Zeit herrschende Bedingungen nicht gut

erklärt werden können. Es bleibt somit nur pleistozänes Alter. Die Eisvorstöße selbst scheiden wieder aus, da südliche wärmeliebende Arten vertreten sind. Die Tier-Vergesellschaftung fordert eine Waldphase mit einem Klima, das sich von dem heutigen nicht wesentlich unterschieden hat; eher dürfte es etwas wärmer als das heutige gewesen sein. Diese Forderungen werden von den Zwischeneiszeiten erfüllt. Da die Prozentzahl der im weiteren Gebiete erloschenen Arten verhältnismäßig gering ist, ist die Molluskenfauna des Alms von Tutting am besten in die letzte, die Riß-Würm-Zwischeneiszeit zu verlegen.

Zusammenfassung:

Die im Alm von Tutting enthaltene Molluskenfauna von 37 Arten bewohnte in der Riß-Würm-Zwischeneiszeit einen am Wasser gelegenen Mischwald unter von den heutigen nicht wesentlich abweichenden klimatischen Zuständen.

Angeführte Schriften.

- AMMON, L. v.: Kleiner geologischer Führer durch einige Teile der Fränkischen Alb. 1899.
- BUCHNER, O.: *Helix pomatia* L. — Jahresh. d. V. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, 55, S. 232—279, Taf. 1—4, Stuttgart 1899.
- Nachträge zur Revision der Varietäten von *Helix pomatia* L. — Jahresh. d. V. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, 56, S. 224—237, Taf. 5, Stuttgart 1900.
- CLESSIN, S.: Deutsche Exkursionsmollusken-Fauna. Nürnberg 1876.
- Konchylien aus dem Auswurf südbayerischer Flüsse. — 39. und 40. Ber. d. naturw. Ver. f. Schwaben und Neuburg, Augsburg 1911.
- GEYER, D.: Die Molluskenfauna der diluvialen und postdiluvialen Kalktuffe des Dießener Tales, eine biologisch-geologische Studie. — Mitteil. d. Geol. Abt. d. Württ. Stat. Landesamtes 9, 2 Taf., Stuttgart 1912.
- Beiträge zur Kenntnis des Quartärs in Schwaben. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg 69, S. 277—302, Stuttgart 1913.
- Aus der deutschen Fauna. — Archiv für Molluskenkunde S. 1—6, 1922.
- Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. 3. Aufl., Stuttgart 1927.
- GREDLER, V.: Tirols Land- und Süßwasserkonchylien. — Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien 1856.
- MÜNICHSDORFER, F.: Über Almbildung und einen interglazialen Alm in Südbayern. — Geogn. Jahresh., 40. Jahrg., 1927, S. 59—86, München 1928.
- SANDBERGER, F. v.: Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. Wiesbaden 1870—75.
- SCHRÖDER, R.: Die Conchylien des Münchner Gebiets vom Pleistocaen bis zur Gegenwart. — Nachrichtenblatt d. Deutsch. Malakozoolog. Ges., S. 97—133, 145—191, 1915.
- SCHWIND, JOH.: Mollusken aus dem Alm im Münchener Gebiet. — Archiv für Molluskenkunde, S. 1—32, 1 Taf., 1930.
- UHL, F.: Die gehäusetragenden Landschnecken des Untersbergmassivs. — Archiv für Naturgesch., 92, 1926, A, S. 1—98, 4. Heft, Berlin 1928.
- WEBER, A.: Zur Konchylienfauna von München. — Nachrichtenblatt der Deutsch. Malakozoolog. Ges., S. 129—138, 1918.
- WEISS, A.: Das Pleistocän der Umgebung von Weimar. Hildburghausen.

Noch in Anmerkungen berücksichtigt werden konnte:

- UHL, F.: Über einen postglazialen Querkalk von Burghausen a. S. — Verh. d. Geol. Bundesanstalt 1930, S. 209—212, Wien 1930.



Phot. L. SIMON.

Fig. 1

Bänder-Kreide im Reh-Graben bei Bad Tölz.

Die Hohlkehle am Wasserspiegel bezeichnet den Beginn des darunter lagernden Quellsinters.



Phot. L. SIMON.

Fig. 2

Torf-Schicht mit Stubben zwischen Quellsinter (beschattete Hohlkehle) und See-Kreide (hell, den Umrissen des Stubbens angeschmiegt) im Reh-Graben bei Bad Tölz.

Ansicht der südlichen Wand des Reh-Grabens
bei der Brücke am Gaissacher Weg.
(Untersuchtes Profil).

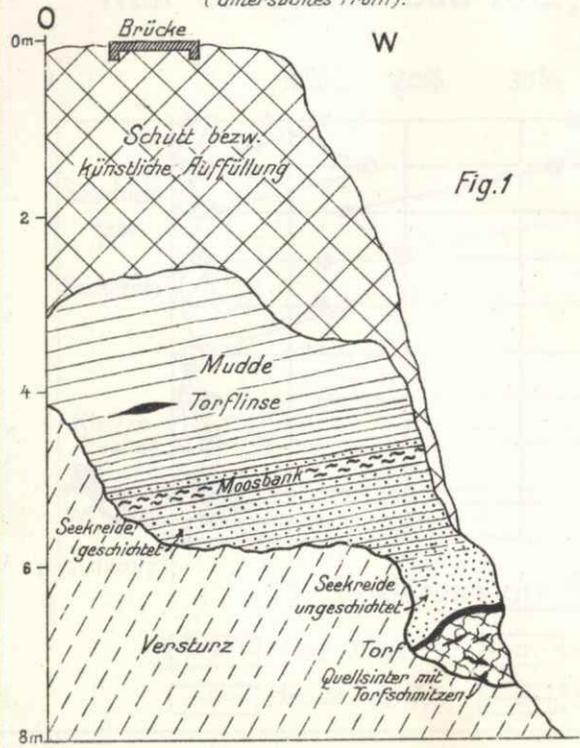


Fig.1

Zusammengestelltes Profil
durch den mittleren Reh-Graben bei Bad Tölz.

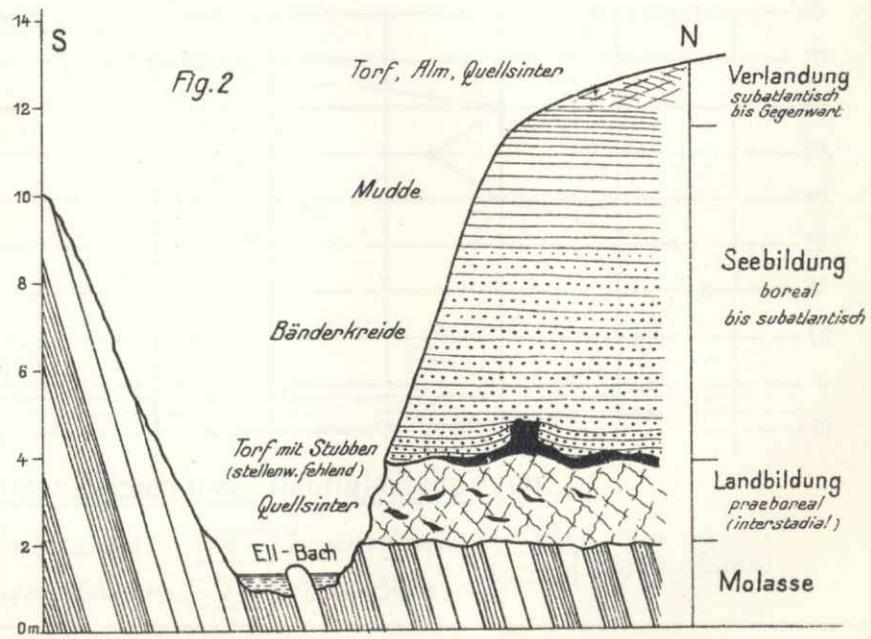
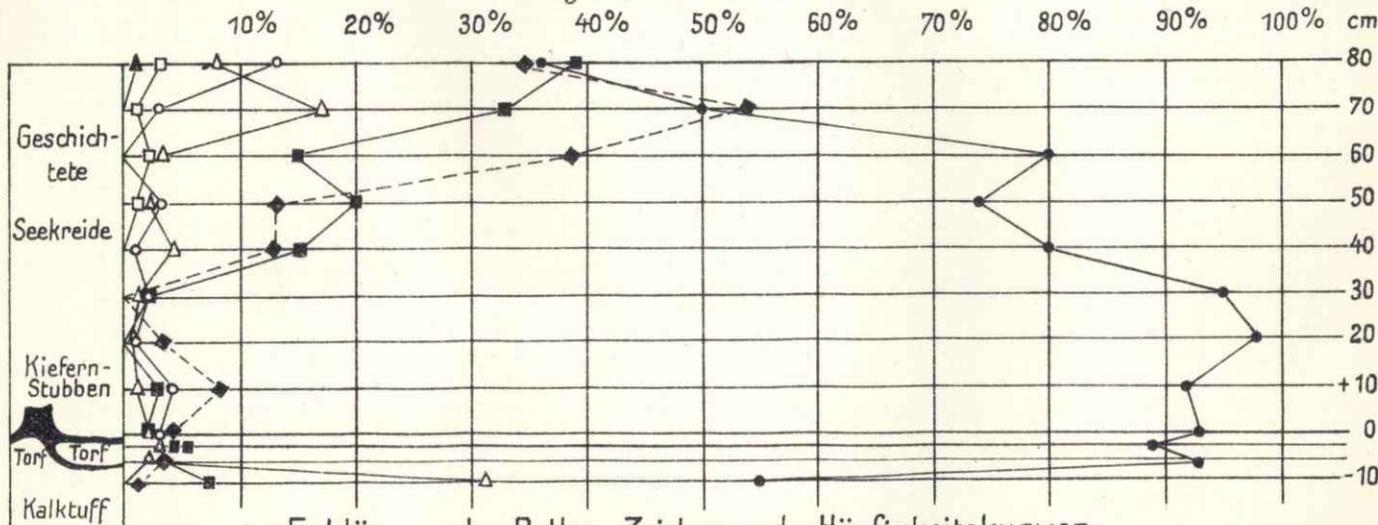


Fig.2

Reh-Graben bei Bad Tölz, Profil I. (Rechte Talseite bei der Gaissacher Brücke).

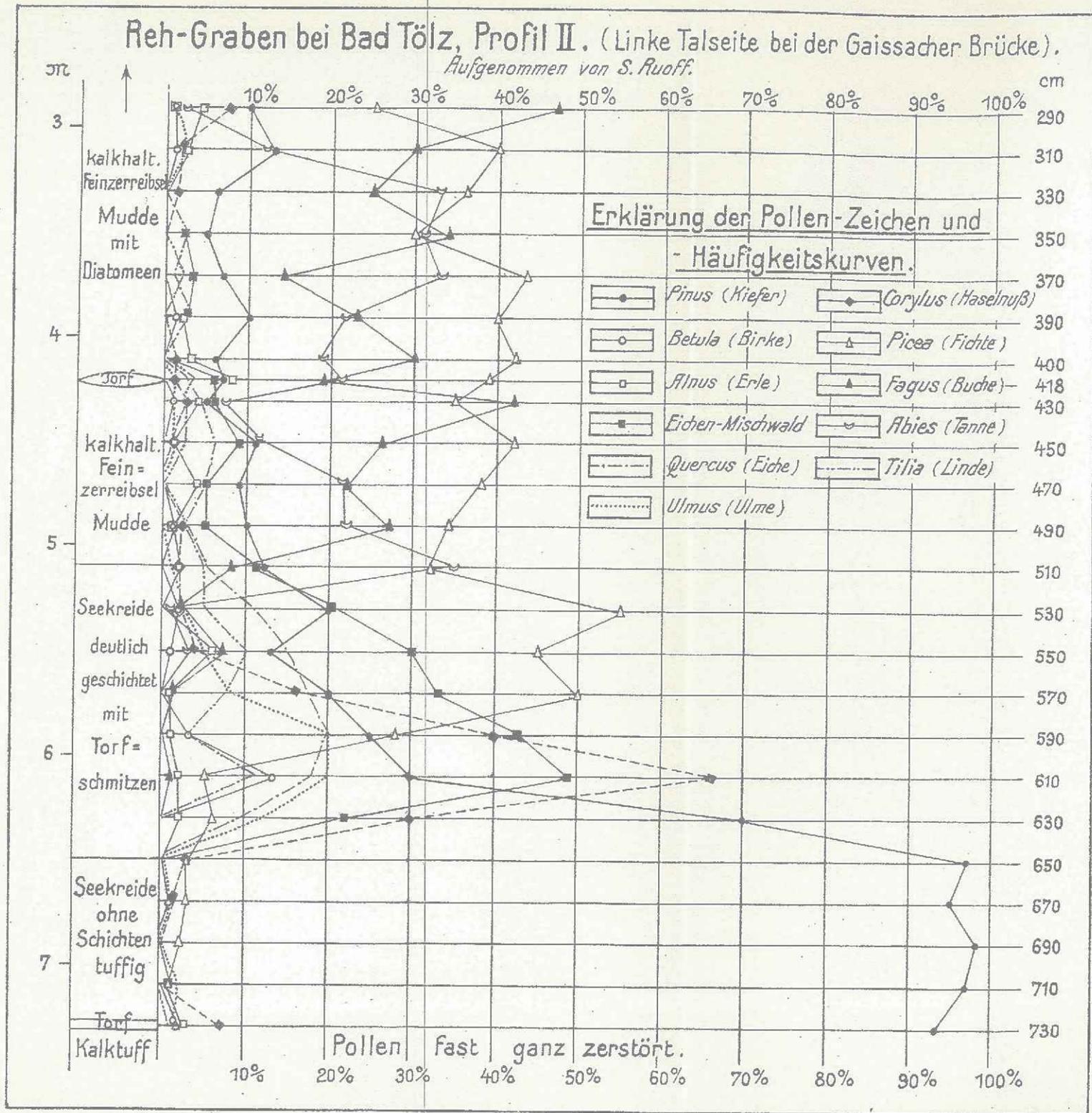
Aufgenommen von S. Ruoff.

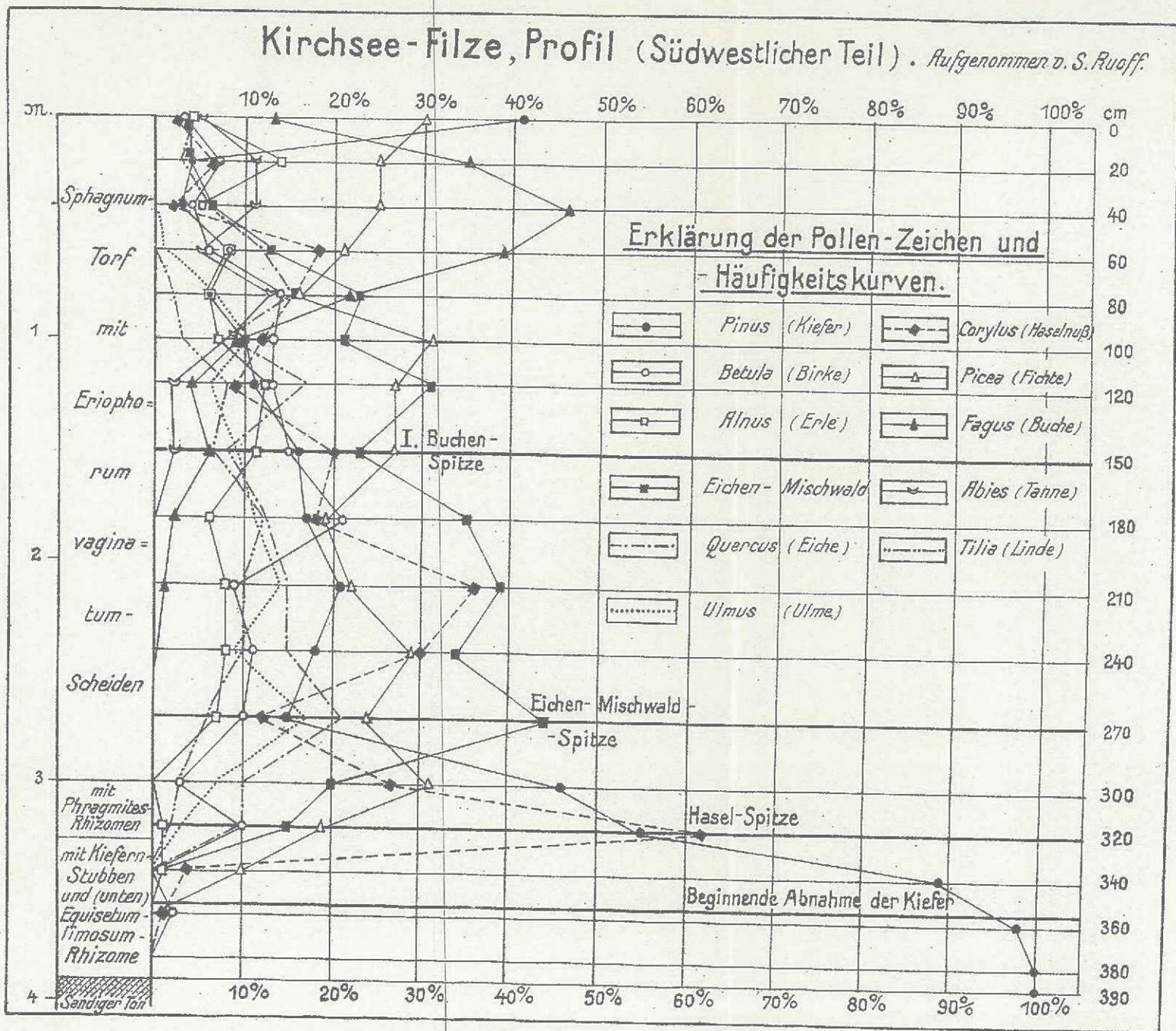


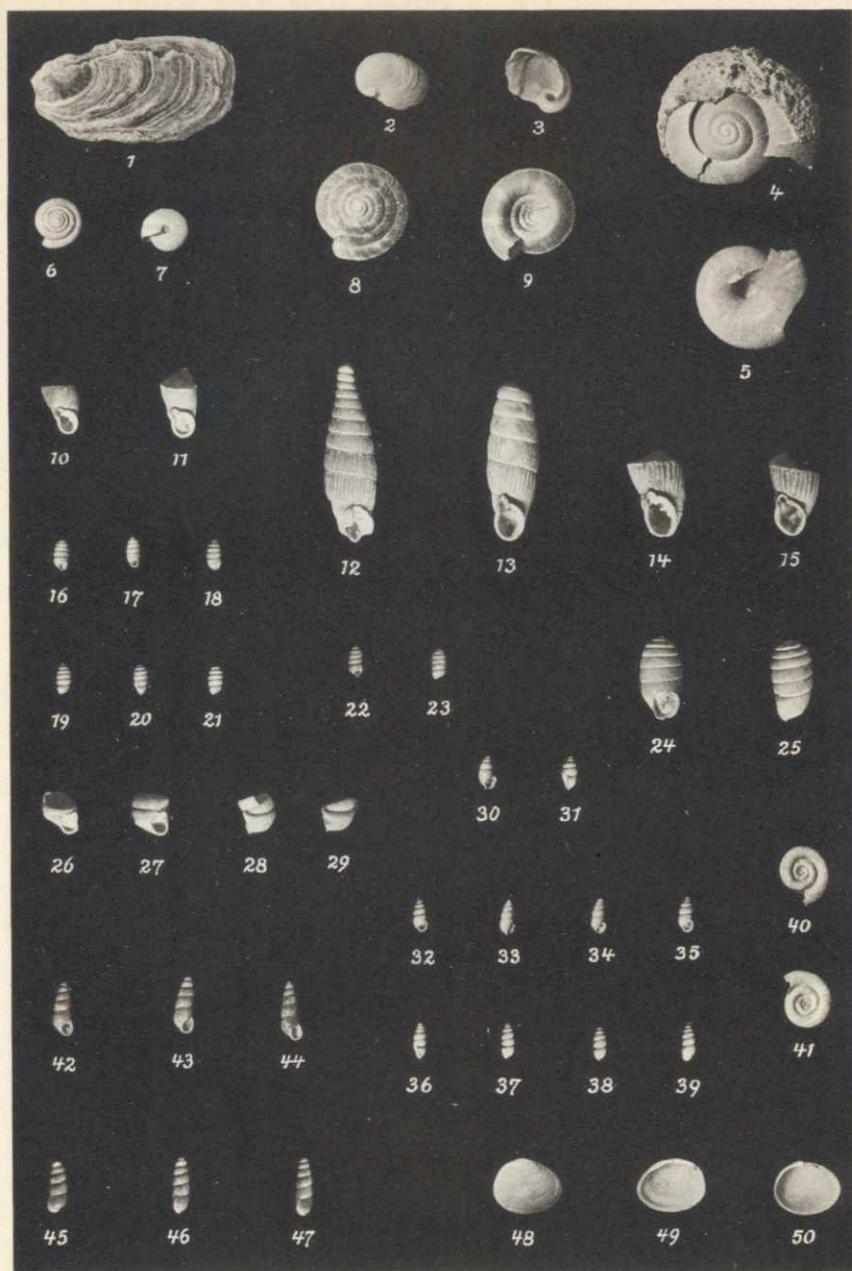
Erklärung der Pollen-Zeichen und -Häufigkeitskurven.

- | | | | |
|----------------|------------------|--------------------|---------------|
| Pinus (Kiefer) | Alnus (Erle) | Corylus (Haselnuß) | Fagus (Buche) |
| Betula (Birke) | Eichen-Mischwald | Picea (Fichte) | |

Anm.: Für die Pollenprofilafeln wurden die Ruoff'schen Urzeichnungen mit geringfügigen Veränderungen (anderes Zeichen für Hasel, Verdeutschung der Fachausdrücke) übernommen.

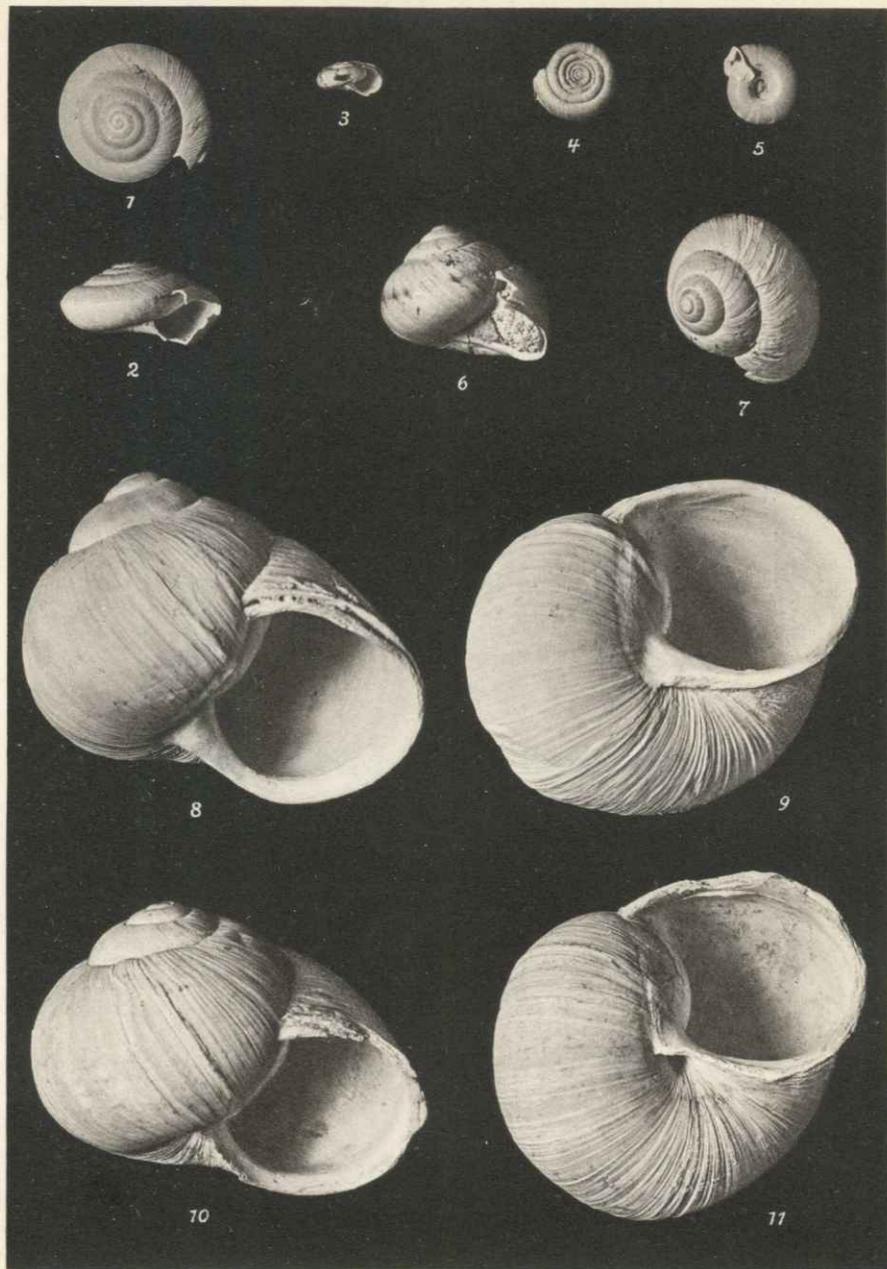






Aufnahme von H. NATHAN

1 = *Limax maximus*; 2 u. 3 = *Vitrinopugio brevis*; 4 u. 5 = *Retinella hiulca*;
 6 u. 7 = *Vitrea contracta*; 8 u. 9 = *Goniodiscus perspectivus*; 10 u. 11 = *Clausilia parvula*;
 12–15 = *Clausilia cruciata*; 16–21 = *Truncatellina rivierana*;
 22 u. 23 = *Truncatellina claustralis*; 24 u. 25 = *Orcula doliolum*; 26–29 = *Pagodulina pagodula*;
 30 u. 31 = *Carychium minimum*; 32–39 = *Carychium minimum tridentatum*;
 40 u. 41 = *Gyraulus laevis regularis*; 42–47 = *Acme polita*; 48–50 = *Pisidium casertanum*. 2,4–2,5 fache Vergrößerung.



Aufnahme von H. NATHAN

1 u. 2 = *Zonites verticillus*; 3 = *Retinella hiulca*; 4 u. 5 = *Helicodonta obvoluta dentata*; 6 u. 7 = *Cepaea vindobonensis*; 8 u. 9 = *Helix pomatia* (cf. *sphaeralis*); 10 u. 11 = *Helix pomatia* (flache Form). Annähernd natürliche Größe.