

## Ein Beitrag zur Kenntnis der Pfahlbildungen.

Von **R. Sokol** in Pilsen.

Mit 1 Textfigur.

In einer Studie<sup>1</sup> habe ich bereits die Gesteine des Böhmisches Pfahles beschrieben und festgestellt; daß der sogen. Pfahlquarz aus mehreren Gesteinen entstanden ist, die der Metamorphose anheimfielen. Bei der späteren Durchforschung der Kontaktgesteine fand ich an mehreren Stellen (nördlich von Furth i. W., bei Vollmau, Česká Kubice, Pec, Chodov, Neu Gramatin, Schüttwa) einen typischen Augengneis dicht am Pfahle oder sogar in seiner Richtungslinie, wo er nicht als Quarzfelsen ausgebildet ist. Der Augengneis ist mittel- bis grobkörnig und besteht aus Orthoklas, Myrmekit, Mikroklin, Mikropegmatit, Oligoklas, Albitoligoklas, Quarz, Biotit, Muscovit (oft mit Biotit verwachsen), Sericit, Apatit, Zirkon, Erz, Granat und hie und da etwas Sillimanit. Stellenweise fehlt der Biotit und stellt sich Turmalin ein. In den Augen ist Feldspat oder auch ein Quarzmosaik von Sericitströmen umflossen vorhanden. Biotit ist auch randlich um die Feldspate entwickelt und oft mit lädierten Muscovitschüppchen vermengt. Ebenfalls ist er hie und da in Strähne geordnet, geblättert und in Chlorit oder Sillimanit umgewandelt. Quarz ist immer stark rupturell undulös und oft geborsten. Seine Undulationsrichtung ist zwar immer parallel zu  $\epsilon$ , aber sonst gegenüber der Schieferungsfläche fast regellos. In dem Turmalinaugengneise schwimmen die großen Feldspate und seltene große Quarze in einem klaren, gerade auslöschenden Quarzmosaik; Sericitströme fehlen zwar nicht, sind aber sehr selten. Quarzadern, die das Gestein durchdringen, enthalten außer abgerissenen und geschlepten Randpartien seitliche große Quarzkristalle mit Anwachs-pyramiden und geradem Auslösch, ein Beweis für frühere klaffende Beschaffenheit der Spalten. Die Anwesenheit des frischen Biotits und die Regelmäßigkeit der Augen sprechen gegen die Vermutung, daß der Augengneis als Produkt der Wüstenverwitterung zu deuten wäre, welche FROSTERUS<sup>2</sup> für die Genesis der ladogischen Augenschiefer mit bestem Erfolg angenommen hat. Unser Augengneis gehört zu echten Orthogneisen (Granitporphyren).

Sehr interessant sind die Verhältnisse bei dem künstlichen Bache „Česká Bystřice“ zwischen Furth i. W. und Taus, welcher den böhmischen Pfahl in tiefem Einschnitte durchquert und ein Profil (Fig. 1 A) darbietet, das ich gern mit einem von S. WOLFF<sup>3</sup>

<sup>1</sup> R. SOKOL, Der Böhmisches Pfahl von Furth i. W. bis Ronsperg. Bull. intern. de l'Acad. des Sc. de Bohême. 1911.

<sup>2</sup> FROSTERUS, Bull. de la Commiss. géol. de Finland. 2. No. 13.

<sup>3</sup> S. WOLFF, Beitrag zur Kenntnis des Pfahles und seiner Nebengesteine. Inaug.-Dissert. Neisse 1898.

angegebenen Durchschnitte des Bayerischen Pfahles bei Regen (Fig. 1 B) vergleichen möchte. 3 km südlich von der Station Regen an der Ohemündung in einem fast 100 m langen Eisenbahneinschnitte beobachtete er außer der Hällefinta (*H*) drei verschiedene Abarten des Gneises (feinkörnig, grob- bis mittelkörnig, flaserig), die wechsel-lagern. Innerhalb derselben erscheinen in seinem Profile neunmal je etwa 1 m mächtige Lagen von Augengneis (*AG*). Aus seiner petrographischen Beschreibung (l. c. p. 3 ff.) läßt sich aber entnehmen, daß alle genannten Gneise dieselbe mineralische Zusammensetzung aufweisen, und daß sie nur das Korn und die Stufe der

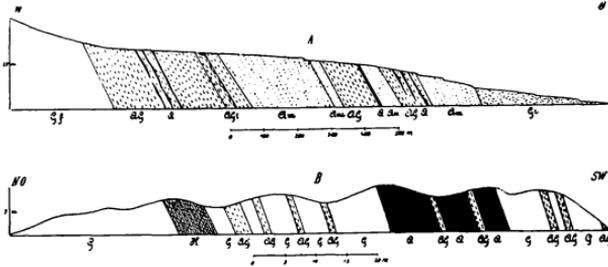


Fig. 1. A. Profil des Böhmisches Pfahles im künstlichen Bachbette zwischen Furth i. W. und Taus. B. Profil des Bayerischen Pfahles bei Regen nach S. WOLFF. *AG* Augengneis, *AGt* Augengneis mit Turmalin, *Am* Amphibolitschiefer, *Amr* richtungsloser Amphibolit, *G* fein-, mittel- bis grobkörniger und flaseriger Gneis des Bayerischen Pfahles nach S. WOLFF, *Gf* flaseriger und körnig flaseriger Gneis des Böhmisches Pfahles, *Gr* Granit, *H* Hällefinta des Pfahles, *Q* Pfahlquarzit.

dynamischen Verarbeitung trennt. Es sind folglich insgesamt Augengneise, d. h. eine dynamometamorphe Rand- und Gangfazies eines Granitmassivs. Diesen Schichten sind Quarzite des Pfahles (*Q*) dreimal eingeschaltet. Das WOLFF'sche Profil habe ich in der Figur umgekehrt anordnen müssen, so daß es von NW gezeichnet erscheint. Die Ähnlichkeit der Profile ist dadurch besser ersichtlich. Das Fallen gegen NO (N 50°—70° O) ist in Bayern eine Ausnahme, dagegen das Fallen gegen SW eine Regel.

Im böhmischen Profile folgen nacheinander im Liegenden des Granites von Babylon (*Gr*)<sup>1</sup>, Amphibolitschiefer (*Am*)<sup>2</sup>, Augengneis (*AG*), der dreimal mit Amphibolitschiefer abwechselt, und körnig flaseriger Fibrolithgneis (*Gf*), der weiter im W „Pod jamami“

<sup>1</sup> Beschrieben von AUG. ONDŘEJ in der Studie des Autors: Die Umgebung von Česká Kubice. Ein Beitrag zur Kenntnis des böhmisch-bayerischen Grenzgebirges. Bull. intern. de l'Acad. des Sc. de Bohême. 1910. p. 7.

<sup>2</sup> AUG. ONDŘEJ, Über einige Amphibolgesteine aus der Umgebung von Böhmisches-Kubitzten. Dasselbst 1910. p. 2 ff.

großartig ansteht und aus sericitisiertem Orthoklas, Plagioklas  $Ab_8 An_1 - Ab_3 An_1$ , rapturell unzulösem Quarz, braunem Biotit mit starker Absorption (zwei Generationen), aus Biotit entstandenem Fibrolith, etwas Erz und Zirkon besteht. Im Augengneise findet man einige dm mächtige Lagen von Pfahlquarzit. In einer Entfernung von etwa 500 m im N steht aber der Pfahl schon in einer Mächtigkeit von 100 m und mehr an.

Wenn wir beide Profile vergleichen, so finden wir, daß das Vorkommen des Pfahlquarzites beiderorts mit dem des Augengneises verbunden ist. Wo in Böhmen der Pfahlquarz in der Linie des Pfahles nicht entwickelt ist, kommt der unverkieselte Augengneis vor. Der ganzen Länge des Böhmisches Pfahles reihen sich wie in Bayern Granitvorkommnisse nacheinander (bei Sengenbühl im SO von Furth i. W., wo der Böhmisches Pfahl anfängt, bei Babylon, Chodov, Dražinov, Wilkenau und Schüttwa bei Ronsperg). Diese Erscheinungen zwingen wohl zu der Ansicht, daß die Kluftserie, die jetzt vom Pfahle ausgefüllt ist, ursprünglich durch Granit erfüllt wurde. Dieselbe Ansicht hat für den Bayerischen Pfahl schon J. LEHMANN<sup>1</sup> ausgesprochen, welcher den Pfahl als eine auf einer Verwerfung herausgedrängte Gangfüllung (Syenitgranit) auffaßte und seine verschiedenen Gesteine als Produkt des Dislokationsmetamorphismus erklärte. E. WEINSCHENK<sup>2</sup> hält die Pfahlschiefer für eine sehr glimmerreiche porphyrische Randzone des Granitmassivs, dessen Umgrenzung sie in Bayern bilden. Sonst vertritt er völlig den Standpunkt LEHMANN's. Auch A. RIES<sup>3</sup> fand als Hauptbegleiterscheinung des Pfahles den flaserigen und oft großporphyrischen Granit mit einer vielfach sehr dunklen Grundmasse, stellenweise auch Aplit und Porphyrit und stellte bei Grafenau dessen Kontaktwirkung und im NW pneumatolytische Spuren fest. Ähnlich bezeichnet M. WEBER<sup>4</sup> als Ausgangsmaterial des Bayerischen Pfahles aplitische oder biotitarmer Granite an den Stellen, wo es sich um Sericitbildungen in ihnen handelt, oder aber ehemalige tonerereiche Sedimente oder dioritische Schiefer, wo größerer Reichtum an Biotit vorliegt. Die Bildung des eigentlichen Pfahlquarzites sucht M. WEBER nicht wie J. LEHMANN u. a. A. durch Lateralsekretion der Kieselsäure während der Dynamometamorphose

<sup>1</sup> J. LEHMANN, Untersuchungen über die Entstehung der kristallinen Schiefergesteine mit besonderer Bezugnahme auf das sächsische Granulitgebirge, Erzgebirge, Fichtelgebirge und bayrisch-böhmische Grenzgebirge. 1884, p. 187 ff.

<sup>2</sup> E. WEINSCHENK, Der Bayerische Wald zwischen Bodenmais und dem Passauer Graphitgebiet. Sitzungsber. d. bayer. Akad. der Wiss. 1899.

<sup>3</sup> A. RIES, dies. Centralbl. 1903. p. 186 ff.

<sup>4</sup> M. WEBER, Das geologische Profil Waldkirchen—Neureichenau—Haidmühl. Geogn. Jahresh. 1909. 22. München 1910. p. 319. Siehe auch M. WEBER, Studien an den Pfahlschiefern. Dasselbst 1910. 23. p. 3 ff.

aus dem Nebengestein, sondern durch schmelzflüssige Kieselsäureinjektion aus der Tiefe zu erklären. Dieselbe Ansicht spricht auch A. RIES in MAYR's Morphologie des Böhmerwaldes<sup>1</sup> aus.

Als Ursprungsmaterial des böhmischen, hauptsächlich aus Quarzmosaik mit Chlorit, sericitisiertem und auch kaolinisiertem Feldspat mit Sericitströmen zusammengesetzten Pfahlquarzites dürfte der zweiglimmerige Granit mit seinen pegmatitischen Abarten dennoch betrachtet werden. Augengneise im Bereiche des Pfahles besitzen eine sehr veränderliche Fazies von grobem bis phyllitähnlichem Korn, der Glimmer oder Turmalin wird zum Sericit oder auch zu chloritischen Mineralien umgewandelt, wodurch sich der verschiedene Habitus der Pfahlquarzite erklärt, den ich in meiner oben zitierten Arbeit akzentierte. Daß es bei der enormen Ausdehnung des Pfahles an von Granit abgerissenem Nachbargestein und auch Sedimentmaterial nicht fehlt, beweist unter anderem auch der Fund des Dattelquarzits<sup>2</sup>.

Es erübrigt noch die Frage, warum in beiden Profilen und anderswo<sup>3</sup> nicht der gesamte Augengneis, sondern nur einzelne Partien desselben verkieselten und warum die Mächtigkeit des Pfahlquarzits in der Linie des Pfahles oft sehr wechselt. Die Frage hat der Autor für den Böhmisches Pfahl in dem Sinne beantwortet, daß der Pfahlquarzit ein Produkt des hydrochemischen, in der Tiefe vor sich gehenden Metamorphismus darstellt (durch aus der Tiefe emporquellendes, mit Kieselsäure beladenes Wasser einer Thermalinie), der von feinen und breiteren klaffenden Spalten des durch Druck und Gleitung mylonitisierten Augengneises hervorging. Der Mangel an Zeolithen spricht nicht dagegen, da dieselben ebenso wenig auch im Granite des Karlsbader Sprudels vorhanden sind. Die Kaolinisierung des Feldspates ist zwar nur spurenweise vorhanden, was aber nicht befremden darf, da infolge der früheren Druckwirkungen die Sericitisierung Oberhand gewann und der Sericit gegen thermale Wassertätigkeit sehr resistenzfähig sein dürfte. Findet man doch in Rohkaolinpräparaten von Karlsbad<sup>4</sup> genug

<sup>1</sup> M. MAYR, Morphologie des Böhmerwaldes. München 1910. p. 24. Von OCHOTZKY und SANDKÜHLER (dies. Centralbl. 1914. p. 190) wurde eine neue Bearbeitung des Pfahles angekündigt.

<sup>2</sup> R. SOKOL, Über einen Fund von Dattelquarzit im Böhmisches Pfahl. Dies. Centralbl. 1911. p. 625 ff.

<sup>3</sup> z. B. zwischen Penting und Brunn bei Cham, wo der Wechsel verschiedener Lagen des Quarzites und eine konkordante Zusammenlagerung mit dem gneisartigen Nebengestein von GÜMBEL (Geologie von Bayern. 2. 1894. p. 464) beobachtet wurde.

<sup>4</sup> R. SOKOL, Über die Methoden, einzelne Bestandteile einer feinkörnigen Grundmasse im Dünnschliffe zu unterscheiden. Dies. Centralbl. 1911. p. 276 ff.

Sericitpartien. Es sei nebenbei bemerkt, daß K. SCHNEIDER<sup>1</sup> am Stadtturme von Karlsbad beobachtete Kieselbildungen und Pyritkristalle, welche letztere ebenso reich wie im Pfahle vorkommen, als abgesetzte Heißquellenprodukte identifizieren konnte.

Was bei den Pfahlbildungen am meisten auffällt, ist deren enorme Länge bei geringer Mächtigkeit, deren gerade Richtung und Konformität mit der Lagerung des Nebengesteins. Daß dieselben nicht aus der geraden Streichrichtung gebracht und nicht zerstückelt worden sind, erregte die Verwunderung GÜMBEL'S<sup>2</sup>, welcher aber gleich auf die Nebengesteine verwies, die ebensowenig von Verrückungen berührt sind. GÜMBEL zog daraus den Schluß, daß mithin beide Bildungen, Pfahl und Nebengestein, gleichzeitig sind.

Bei einer detaillierten Feldarbeit im Bereiche des Böhmisches Pfahles habe ich an der Hand von mehr als 150 Messungen festgestellt, daß die erwähnte Konformität der Lagerung auch in Böhmen besteht, jedoch in dem Sinne, daß die Streichungslinien ungefähr von Dieberg (im N von Furth i. W.) strahlförmig ausgehen. Besonders im W des Pfahles herrscht eine merkwürdige Stetigkeit des Streichens, und ich habe dort überall soviel Cordierit als typisches Kontaktprodukt (Hinter-Lichteneck, Furth i. W., Dachs-Riegel, Bayernwarte, Drei Wappen, Geis-Riegel bei Voithenbergöd, Fichtenfels, Langenfels, Čerchov, Výchledy, Kleneč, Tyrolka u. a.) gefunden, daß die Genesis des dortigen flaserigen und körnig flaserigen Gneises, einzelne Orthogneispartien ausgenommen, kaum anders als im Sinne WEINSCHENK'S<sup>3</sup> gedeutet werden kann. Es geschah eine granitische Injektion des ursprünglichen Materials in mit dem Pfahle subparallelen Linien. Das Material war hauptsächlich sedimentär, wie z. B. das Kalklager zwischen Hohenbogen und Ahrnschwang und an vielen Orten anstehende Glimmerschieferpartien beweisen. Auch die größeren Granitlakkolithe und -linsen (Babylon, Sengenbühl, Kalkofen, Waradein, Steinbruch bei Schüttwa u. a.) sind im Sinne der Streichungslinien der Nachbarschaft keilförmig verlängert und eingengt. Amphibolitschiefer und Amphibolite, deren eruptive Vergangenheit besonders BERGT<sup>4</sup> betonte, besitzen ebenfalls ähnliche Konturen. Alle geschilderten Erscheinungen scheinen einen gemein-

<sup>1</sup> K. SCHNEIDER, Beiträge zur Theorie der heißen Quellen. Geol. Rundsch. 1913. p. 90 ff.

<sup>2</sup> GÜMBEL, Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges, 1868. p. 504.

<sup>3</sup> E. WEINSCHENK, Die Kieslagerstätte im Silberberg bei Bodenmais. Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der „Fahlbänder“. Abh. math.-phys. Kl. bayer. Akad. der Wiss. 21. 1902. p. 358.

<sup>4</sup> W. BERGT, Das Gabbromassiv im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge. Sitzungsber. preuß. Akad. der Wiss. 1905. p. 395 ff. — Der böhmische Teil des Gabbromassivs. Ebenda 1906. p. 432 ff.

samen Ursprung zu haben. Der alte genetische Schluß GÜMBEL'S kehrt in einem anderen Sinne wieder zurück.

Man kann von dem Streichen des Bayerischen Pfahles N 60° W bis zum Streichen des Böhmisches Pfahles N 11° W und weiter bis N 35° O (Maxberg) stetige Übergänge im Felde auffinden, so daß die Annahme sehr wahrscheinlich ist, daß alle Erscheinungen durch Drehungsbewegung im Uhrzeigersinn zustande gebracht worden sind. Bei einer solchen Bewegung können lange Klüfte als Radii geöffnet und durch Eruptivmaterial ausgefüllt werden. Als die getrennten Schollen wieder zusammengeschoben werden und der Druck sich wieder einstellt, wird das vielleicht noch plastische Eruptionsmaterial geschiefert, besonders dort, wo es kleine Mächtigkeit besitzt. Je weiter vom Zentrum (z. B. schon bei Taus), desto größere Störungen sind zu erwarten. Und wirklich sieht man, daß im W des Böhmisches Pfahles in engen und langen Spalten das granitische Magma aufstieg und die Sedimente kontaktmetamorph veränderte. Da aber die Bewegung länger andauerte, gerieten die retardierenden Schollen stellenweise wieder in schnellere Bewegung und übten einen genügenden Orientierungsdruck auf die in Spalten befindlichen Eruptiva und auch auf die Sedimente, die mutmaßlich eine Umkristallisation erfuhren. Die Ereignisse spielten sich wahrscheinlich unter einer mächtigen Bedeckung ab und die Bewegungen waren differential. Ähnliches dürfte sich auch im O des Böhmisches Pfahles ereignet haben, wo die Amphibolitmassen zwar nicht so ruhige und einheitliche, dafür jedoch genug ausgedrückte Orientierung der Bestandteile erfuhren. Spärliche, das Schichtensystem quer durchstreichende Kersantit- und Malchitgänge im W und Pegmatitgänge im O des Pfahles, welche dadurch eine andere Genesis bezeugen, können das gezeichnete Bild kaum stören.

Die mit dem Augengneise innig verbundenen Gneisgesteine im O des Pfahles haben eine weit mehr durchdringende Metamorphose erlitten und weisen einen weit höheren Grad der Verwitterung als diejenigen im W des Pfahles. Es ist wohl die Annahme nicht ausgeschlossen, daß die Tauser Senke durch eine von W hergebrachte Gneismasse ausgefüllt worden ist, welche seit eher in die magmatische Tiefe einsank, und auf diese Weise vor der Denudation bewahrt wurde. Die vertikale Bewegung kam hauptsächlich am Pfahle zustande. Der Rotationsmoment der gebirgsbildenden Kraft, welche die oben geschilderte differentiale Drehung und diese Überschiebung inszenierte, wirkte ohne Zweifel nicht horizontal, sondern ein wenig geneigt, und zwar zur Schieferungsfläche subnormal. Dadurch mußten die Schichten im O in die Höhe steigen, bis sie am Pfahle abbrechen und in die Tiefe sanken.

Der Böhmisches Pfahl ist also ein Beleg der Spaltenbildung während einer Drehungsbewegung in der Erdkruste. Bevor die Bewegung entsteht, offenbart sich der Druck und Zug nur kristallo-

kinetisch, indem er die Schieferung zustande bringt. Worin die Ursache der Zentripetalbeschleunigung steckt, muß zur Zeit noch dahingestellt bleiben. Es ist bekannt, daß Drehungsbewegungen in kleinem Maßstabe auch bei Erdbeben beobachtet werden. Hier zeigt sich, daß auch bei tektonischen Ereignissen dieselben eine großartige Rolle spielen können. Es läßt sich damit das Durchkneten des sedimentären und eruptiven Materials viel einfacher erklären als durch die Faltungstheorie.

---