

## Durch fossile Pollen markierte Mineralwässer

Von H. DOMBROWSKI (Freiburg i. Br.)

Die vielseitigen Probleme, die mit der Aufdeckung unterirdischer Wasserwege und Fließrichtung in Angriff genommen werden müssen, sind der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, die mit geologischen, hydrologischen, geochemischen und anderen Fragestellungen und Untersuchungsmethoden schon viele und sehr aufschlußreiche Ergebnisse erzielen konnten.

Seit G. TIMEUS 1926 (J. VORNATSCHER 1962), A. MAYR (1953, 1954) im Jahre 1953 und V. MAURIN (1959), J. ZÖTL u. a. (1957) die Markierung unterirdischer Wässer mit Sporen durchführten, hat man sich dieses Verfahrens schon vielerorts mit gutem Erfolg bedient. Wie in der Hydrologie, so stehen auch in der Balneologie die gleichen Probleme an. In sehr vielen Fällen harren die Fragen bezüglich der Herkunft des in Mineralquellen zu Tage tretenden Wassers und der mitgeführten Mineralsalze noch auf eine definitive Beantwortung.

Bei Untersuchungen von Mineralquellen fand der Autor rein zufällig fossile Pollen. Damit war gewissermaßen bewiesen, daß sich die Natur selbst einer Markierung unterirdischer Wasserwege mittels Pollen bedient.

Die ersten Pollen im Mineralwasser fanden wir in Bad Nauheim (H. DOMBROWSKI 1964, 1965). Die Herkunft der in den Nauheimer Quellen gelösten Mineralsalze war bis zur Auffindung der Pollen noch immer ein Diskussionsobjekt in Geologengesprächen. Man wußte, daß der Untergrund von Bad Nauheim und seiner weiteren Umgebung frei von Salzlagern war. Zu dieser Kenntnis war man durch insgesamt 37 zum Teil bis in das kristalline Grundgebirge vorgetriebene Tiefbohrungen gelangt. Diese Bohrungen hatten aber in der Tiefe das Vorhandensein des klüftigen, wasserführenden, mitteldevonischen Massenkalkes erbracht. Es war daher auf eine Wanderung des mineralführenden Wassers, wie es in Bad Nauheim und in weiteren Badeorten am Taunusostrand aufsteigt, geschlossen worden. Die Frage nach der Herkunft bedurfte aber noch eines letztgültigen Beweises.



Zwei Ursprungsgebiete kamen nur in Betracht, in denen in der Tiefe Salzlager seit langem bekannt sind: Der Oberrheinalgraben bzw. sein nördlicher Ausläufer, das Mainzer Becken mit seinen miozänen Salzen, oder die Salze des sechsmal älteren Zechsteinsalzlagern, welches in der Gegend von Fulda seinen Anfang nimmt. Die Wegstrecke, die die gelösten Mineralien unterirdisch zurückzulegen hätten, wäre in beiden Fällen etwa die gleiche.

Durch das Auffinden dieses fossilen Blütenstaubes konnte die von F. MICHELS (1926, 1961) vertretene Annahme, daß die hauptsächlichsten Mineralien der Bad Nauheimer Quellen (und wahrscheinlich auch der anderen Taunusrandquellen) aus den östlich des Vogelsberges gelegenen Zechsteinsalzlagern herkommen würden, eindeutig entschieden werden. Dieser fossile Blütenstaub stammt nachweisbar aus dem Zechstein. Zur Zeit des Tertiärs waren die fraglichen Nadelholzarten, von welchen die gefundenen Pollen herstammten, bereits ausgestorben.

W. CARLE (1963) hat das Untersuchungsergebnis in einer Skizze verdeutlicht (Abb. 1). Der Pfeil im oberen Teil und im Schnitt verdeutlicht die Wanderung der Sole unter dem Vogelsberg hindurch. Die rechts oben abgebildete Polle *Illinites spectabilis* ist nur ein Beispiel für 22 weitere Pollenformen, die G. LESCHIK (1956) bereits 1956 in Zechsteinflözen in Neuhaus bei Fulda fand und die 1958 erstmalig von mir (H. DOMBROWSKI 1964, 1965) im Mineralwasser von Bad Nauheim wiedergefunden werden konnten.

Zu einer letztgültigen Bestätigung des Untersuchungsergebnisses und der Folgerungen bedurfte es aber noch eines Gegenbeweises. Es mußte das Sediment aus einer Mineralquelle untersucht werden, die mit ihrem erbohrten Quellschacht eindeutig bis in die Zechsteinformation hinabreicht. Aus einer Anzahl von Mineralquellen, die über die Voraussetzung, eindeutig Zechsteinsalze mitzuführen, verfügt, wurde der Thermalsprudel II von Bad Salzfluren gewählt. Falls aus dieser Quelle nun ebenfalls Pollenformen aus der Zeit des Zechsteins zu isolieren wären, würde die Beweiskette geschlossen sein. Dieser Gegenbeweis konnte erbracht werden.

Alle in den Mineralquellen von Bad Nauheim und Bad Salzfluren gefundenen Pollen sind Luftsackpollen. Damit kennzeichnen sie sich eindeutig als Blütenstaub von Gymnospermen. Der Blütenstaub dieser gewaltigen Nadelbäume wurde in unvorstellbar großer Zahl vom Winde ins Meer getrieben, welches infolge seines hohen Salzgehaltes günstige Bedingungen zu deren Konservierung bot.

Die in den vier untersuchten und bezüglich des Pollengehaltes verglichenen Mineralquellen (Quellen VII, XII, XIV zu Bad Nauheim und Thermal II zu Bad Salzfluren) gefundenen Pollen zeigt Abb. 2. In den drei Bad Nauheimer Quellen wurden 21 der insgesamt ermittelten 22 verschiedenen Pollenarten gefunden. Sechs von diesen fanden sich in allen vier untersuchten Quellen. Fünf Arten aus zwei Nauheimer Quel-



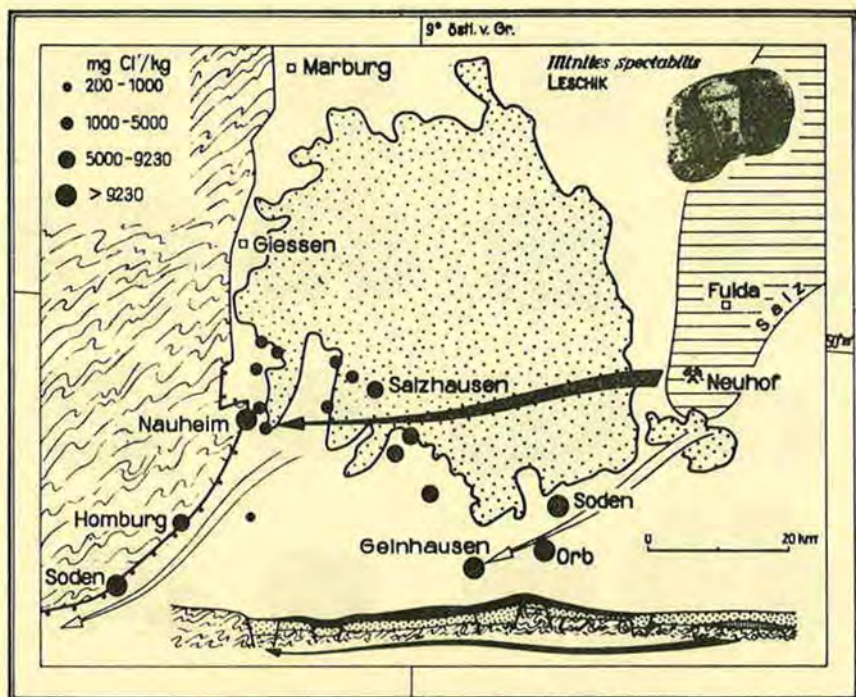


Abb. 1: Querschraffiert = Zechsteinsalze; punktiert = Vogelsbergmassiv; gewellt: = Taunusmassiv; gezähnelte Linie = Ostrand des Taunus, entsprechend der Verwerfungslinie, an der die Taunusrandquellen entspringen.

len fanden sich auch im Thermalsprudel II zu Bad Salzufflen. Bei zwei Arten ist je ein Vertreter in einer Bad Nauheimer Quelle und in Thermal II von Bad Salzufflen vorhanden. Qualitativ besteht eine nahezu vollständige Übereinstimmung der fossilen biogenen Formelemente aus den miteinander verglichenen Quellen von Bad Nauheim und Bad Salzufflen. Diese Identität dürfte als hinreichender Beweis bezüglich der gleichen Herkunft der im Quellwasser mitgeführten Mikrofossilien gelten. Rezente Pollen, die auf Beimengung von Oberflächenwasser hinweisen würden, wurden in keinem Falle gefunden.

Die gefundenen Pollen können auch mit denen identifiziert werden, die von G. LESCHIK (1956) im Salton von Neuhofer bei Fulda gefunden wurden. Die Pollen aus den Mineralquellen können somit als eine paläontologisch begründete Markierung bezüglich der Frage der Herkunft der mitgeführten Mineralien und der unterirdischen Wasserwege dienen.

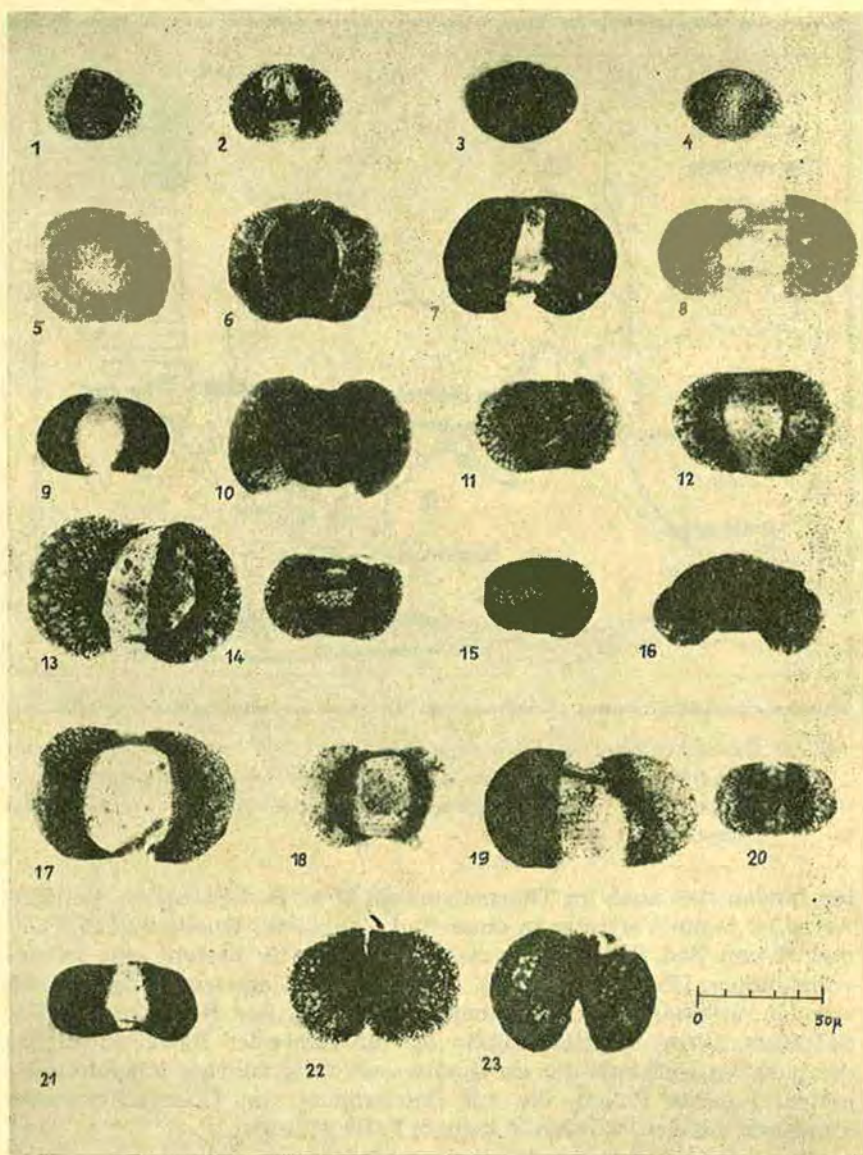


Abb. 2: 1: *Illinites unicus*; 2, 3, 4: *Illinites purus*; 5: *Culleisporites densus*; 6, 7, 8: *Illinites spectabilis*; 9: *Jugasporites delasauei*; 10: *Jugasporites nubilus*; 11 u. 12: *Limitisporites rectus*; 13: *Limitisporites latus*; 14, 15, 16: *Lueckisporites virkkiae*; 17: *Taeniaesporites antiquus*; 18: *Taeniaesporites noviaulensis*; 19: *Taeniaesporites richteri*; 20 u. 21: *Falcisporites zapfei*; 22 u. 23: *Favisporites lucidus*.





Abb. 3: 1 u. 2: *Lueckisporites virkkiae*; 3 u. 4: *Jugasporites delasaucei*; 5: *Favisporites tenuis*; 6: *Inversisporites pectinatus*; 7 u. 8: *Lueckisporites virkkiae*; 9: *Favisporites tenuis*; 10: *Inversisporites pectinatus*; 11 u. 12: *Lueckisporites virkkiae*; 13: *Alisporites opii*; 14: *Jugasporites delasaucei*; 15: *Alisporites opii*; 16: *Lueckisporites virkkiae*.

Da die morphologisch wohlcharakterisierten Formelemente mikroskopische Leitfossilien darstellen, die mit Sicherheit den im Permzeitalter gebildeten Zechsteinformationen zugeordnet werden können, ist bewiesen, daß vor allem die mitgeführten Salze aller untersuchten Quellen dem Zechstein entstammen müssen. Damit war zugleich auch die bisherige Annahme einer Solewanderung über eine Entfernung von mehr als 70 km bestätigt.

Diese pollenanalytische Untersuchungsmethode ließ sich mit Erfolg auch in mineralisierten Wässern durchführen, die als tiefes Grundwasser im Steinkohlenbergbau an der Ruhr angetroffen werden und über deren Herkunft bislang ebenfalls Unklarheit herrschte. Auf die spezielle Problematik soll hier nicht näher eingegangen werden; sie schließt die Möglichkeit einer Solewanderung nicht aus. Als Zubringer der Sole scheinen die im flözführenden Karbon unter der Kreidebedeckung vorhandenen mächtigen Konglomerat- und Sandsteinpakete zu fungieren, wie auch die großen Störungen im Grundgebirge.

Die große hydrogeologische Bedeutung dieser Zubringer beweisen die Mengen Sole, die allein in den Bergwerksbetrieben an der Ruhr einbrechen und zu Tage gefördert werden müssen. W. SEMMLER (1960) schätzt die jährliche Menge auf 165 Millionen Kubikmeter, in denen 4 Millionen Tonnen Salze gelöst sind.

Die Fragen der Solewanderung spielen bei den Mineralquellen Nordrhein-Westfalens eine nicht minder große Rolle (K. FRICKE 1952, 1961).

Entsprechende Untersuchungen wurden an einigen Solen, die im Ruhrbergbau einbrechen, durchgeführt, und zwar im Steinkohlenbergwerk „Consolidation“, Gelsenkirchen, in 980 m Tiefe; in der Zeche „Auguste Victoria“, Marl-Hüls, in 1035 m Tiefe; in den „Pattbergschächten“, Homburg/Niederrhein, in 625 bzw. 496 m Tiefe sowie im Steinkohlenbergwerk Ibbenbüren in 340 m Tiefe.

In diesen Solen, die mitten in den Kohleflözen des Oberkarbon austreten, fanden sich ebenfalls eindeutig Zechsteinpollen (Abb. 3). Wie nicht anders zu erwarten, fanden wir auch karbonische Formen, die aber nur durch Kontakt mit der Oberfläche in sie gelangt sein dürften. So weisen sich sämtliche Zechstein-Sporomorphen als allochthon aus, womit sie gleichzeitig die tiefen Grundwässer und zumindest einen Teil der in ihnen gelösten Mineralsalze ebenfalls als allochthon kennzeichnen. Diese Aussage wird besonders gestützt durch die zahlenmäßig am häufigsten gefundene Spezies *Lueckisporites virkkiae*. Nach R. PONTONIE und G. KREMP (1954) fallen die meisten karbonischen Formen an der Grenze zum Perm weg. Dafür kommt *Lueckisporites* im Perm, als die auffälligste und leicht erkennbare bisaccale Form hinzu. Die Strecke des weitesten unterirdischen Wanderweges von der Grenze des Zechsteins bis Gelsenkirchen und bis Marl-Hüls, den diese Gymnospermenpollen markieren, beträgt ca. 110 km.



Auf die bei diesen Untersuchungen angewandten pollenanalytischen Arbeitsmethoden soll hier nicht näher eingegangen werden. Sie sind von mir an anderer Stelle ausführlich geschildert worden (H. DOMBROWSKI 1964, 1965). Erwähnt sei nur, daß quantitativ jeweils das Sediment von einem Liter Sole resp. Quellwasser untersucht wurde. In Anbetracht der großen Schüttung erscheint das gering und kommt in gewissem Sinne nur einer Momentaufnahme gleich. Würde man die recht zeitraubenden Arbeiten auf größere Wassermengen ausdehnen, so würden sich wesentlich neue Gesichtspunkte nicht ergeben, wenn auch die Einzelergebnisse vervollständigt werden würden.

Abschließend sei noch erwähnt, daß auch Bakterien lange Wanderwege hinter sich bringen können. An den zuerst genannten Bad Nauheimer Mineralquellen tritt eine Spezies zu Tage, die nach allen zu beobachtenden Gegebenheiten nicht einer Verunreinigung entstammen kann. Es lag der Gedanke nahe, daß auch diese Mikroorganismen den Zechsteinsalzen entstammen könnten. Ohne hier auf die anderenorts in extenso beschriebene Problematik der Isolierung lebender Bakterien aus Steinsalz paläozoischer Lagerstätten einzugehen, sei nur erwähnt, daß es gelingt, die gleichen Mikroorganismen im Zechsteinsalz nachzuweisen. Damit ist auch die Trift lebender Bakterien über eine Entfernung von 70 km nachgewiesen.

## Literatur

- CARLE, W.: Salinare Tiefenwässer in Süddeutschland. Heilbad und Kurort, **15**, 10, 1963, pp. 230—234.
- DOMBROWSKI, H.: Sporennuntersuchungen in den Solen des Steinkohlenbezirkes an der Ruhr. *Ztschr. Dt. Geol. Ges.*, **116**, 1, 1964, pp. 96—101.
- DOMBROWSKI, H.: Paläontologische Studien an Mineralwässern. *Ztschr. angew. Bäder- u. Klimaheilk.*, **12**, 1965, pp. 169—177.
- FRICKE, K.: Herkunft des Salz- und Kohlensäuregehaltes der Mineralwässer im erweiterten Ruhrgebiet. *Bergbau-Rundschaу*, **4**, 1952, pp. 147—152.
- FRICKE, K.: Tiefenwässer, Solequellen und Solewanderung im Bereich des Münsterschen Beckens. *Ztschr. Dt. Geol. Ges.*, **113**, 1961, pp. 37—41.
- LESCHIK, G.: Sporen aus dem Salzton des Zechsteins von Neuhof (bei Fulda). *Paläontogr. Abt. B.*, **100**, 1956, p. 122 ff.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J.: Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. *Steir. Beitr. Hydrogeol., N. F.* 1/2, Graz 1959.
- MAYR, A.: Blütenpollen und pflanzliche Sporen als Mittel zur Untersuchung von Quellen und Karstwässern. *Anz. math.-naturw. Kl. österr. Akad. Wiss.*, Wien 1953.
- MAYR, A.: Neue Wege zur Erforschung von Quellen und Karstwässern. *Mitt. Höhlenkomm.* 1953, 1, Wien 1954.
- MICHEL, F.: Der Ursprung der Mineralquellen des Taunus. *56. Ber. d. Senckenberg. Naturf. Ges.*, **9**, 1926, pp. 225—238.
- MICHEL, F.: Zur Geologie des Wiesbadener Raumes und seiner Mineralquellen. *Ärztl. Mitt. Tagungsh. d. Dtsch. Ärzttg.* 1961.

- POTONIE, R. & KREMP, G.: Die Gattung der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. Geol. Jb., **69**, 1954, pp. 111—194.
- SEMMLER, W.: Die Herkunft der Grubenwasserzuzflüsse im Ruhrgebiet. „Glückauf“, **96**, 1960, pp. 502—511.
- VORNATSCHER, I.: Einige Bemerkungen zur Sporenrift. Die Höhle, **13**, 4, Wien 1962.
- ZÖTL, J.: Neue Ergebnisse der Karsthydrologie. Erdkunde, **11**, 2, Bonn 1957.

## Summary

When microscoping sediment from mineral springs and from pit-water, one occasionally finds fossile pollens. As these pollens make possible certain statements on the origin and migration of the mineral salts carried along in the water, they have taken on the role of guide fossile in those waters that carry them.

After detailed description of the detected pollens and their courses of migration, further particulars of the applied method are given.

## Résumé

En examinant par le microscope des sédiments provenant de sources minérales et d'eaux d'infiltration, on peut parfois trouver des pollens fossiles. Comme ces pollens permettent des énonciations sûres concernant l'origine et l'itinéraire des sels minéraux charriés, ils ont assumé le rôle d'un fossile conducteur.

Après description détaillée des pollens trouvés, ainsi que de leur itinéraire, la méthode appliquée est expliquée en détail.