

FORSCHUNGSERGEBNISSE IM OST- UND SÜDALPINEN PERM

Neue Beiträge zur Datierung von Evaporiten des Ober-Perm

Von Wilhelm KLAUS
mit Beiträgen von E. PAK

SPOROLOGISCHE GRUNDLAGEN

Die gute Erhaltung von fossilen Pflanzensporen in Salinargesteinen und die immer genauere Kenntnis ihres stratigraphischen Verhaltens bilden die Grundlage zu Einstufungen im Ober-Perm und in der Unter-Trias. Es hat sich weit über den Bereich der Ostalpen hinaus als richtig erwiesen, die Formen *Lueckisporites virkkiae*, *Pityosporites schaubergeri*, *Pityosporites zapfei* und *Jugasporites delasaucei*, *Gigantosporites hallstattensis* und *Nuskoisporites dulhuntyi* als wesentlich für die Einstufung in das Ober-Perm zu betrachten. Die Unter-Trias führt bereits eine stark geänderte Sporengesellschaft mit vorwiegend *Triadispora*-Arten. Die Gesellschaften sind vielerorts belegt und fixiert.

BAKTERIOLOGISCHE GRUNDLAGEN UND ISOTOPENMESSWERTE

Neuerdings stehen zur Eichung sporologischer Datierungen moderne Methoden zur Verfügung. Es zeigt sich, daß den markanten Florenwechsel der Perm-Trias-Wende nicht nur die Landpflanzen vollziehen, sondern auch die Tätigkeit der Bakterien der offenen Weltmeere einer vielleicht noch deutlicheren Veränderung unterworfen ist. Bestimmte Schwefelbakterien, wie *Desulfovibrionen* und *Clostridium nigrificans* reduzieren Sulfate in anaerobem Milieu, sobald genügend organische Restsubstanz als Nahrung vorliegt. Es entsteht Schwefelwasserstoff, welcher mit Schwermetallionen reagiert, sodaß schwerlösliche Sulfide zur Ausfällung kommen können. Diese können in Tonen angereichert werden und zu deren dunkler Färbung führen. Von dem Isotopenangebot des Schwefels (^{32}S , ^{33}S , ^{34}S , ^{36}S) bevorzugen die Bakterien den leichten Anteil, weshalb sich zu Zeiten hoher Bakterienreduktionstätigkeit und anschließender Ab-

scheidungs Vorgänge im Sediment ein Defizit an schweren Schwefelisotopen (^{34}S) ergibt, während im Meerwasser ein Überschuß davon verbleibt. Wird dieses Meerwasser nun zu Gips eingedampft, so spiegelt der entstandene Evaporit die Isotopenzusammensetzung des einstigen Meerwassers wider. Auf Grund zahlreicher Untersuchungen, besonders von HOLSER & KAPLAN 1966, NIELSEN 1966 und NIELSEN & RICKE 1964 ist bekanntgeworden, daß das heutige Meerwasser einen Wert von etwa $d^{34}\text{S} + 20\text{‰}$ aufweist, während Evaporite des Ober-Perm $+ 8 - 12\text{‰}$ ergeben. Besonders kraß ist der Wechsel der $d^{34}\text{S}$ -Werte vom Ober-Perm zur Unter-Trias. Während im Ober-Perm die Werte weit unter jenen der heutigen Weltmeere liegen, schnellen sie an der Unter- bis Mittel-Trias auf $+ 25\text{‰}$. Diese für die Stratigraphie sehr brauchbar erscheinenden Daten haben Veranlassung gegeben, vor Jahren in Zusammenarbeit mit dem Radiuminstitut der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Vorstand Prof. Dr. B. KARLIK*) eine geeignete Apparatur zu betreffenden Messungen ins Leben zu rufen. Herr Dr. E. PAK hat in mühevoller Arbeit die Apparatur aufgebaut, die ersten Meßwerte geeicht und nun mit dem gemeinsamen Untersuchungsprogramm österreichischer Evaporite begonnen. In zahlreichen Einzeldiskussionen wurden Störungs- und Beeinflussungsmöglichkeiten, auf die man auch bei dieser Methode sehr wohl Bedacht nehmen muß, besonders wenn sie durch eine Anzahl biologischer und geologischer Faktoren verursacht sein können, erörtert. Ähnlich wie die Pollenanalyse im Quartär eine wertvolle Ergänzung durch die ^{14}C -Methode erfahren hat, scheint die $d^{34}\text{S}$ -Bestimmung von sulfatischen Evaporiten eine erhebliche Bedeutung zur Ergänzung sporologischer Datierungen zu erlangen, wie an folgenden Beispielen gezeigt werden soll.

BISHERIGE ERGEBNISSE

1. Datierung des alpinen Haselgebirges im Bereich des Hallstätter Salzberges

Die Sporengesellschaft hat für die meisten Gebirgsarten Ober-Perm ergeben. Lediglich das nördliche, sogenannte stinkdolomitische Grausalzgebirge, welches am Nordrand des Salzkörpers dem Grenzgebirge am nächsten liegt, hat in einzelnen Proben Sporen des Skyth-Anis-Komplexes (KLAUS 1965) geliefert. Diese Funde ließen einen

* Frau o. Univ.-Prof. B. KARLIK sei an dieser Stelle besonders gedankt für die stets positive Einstellung zur Inangriffnahme derartiger Untersuchungen und die Erstellung des schwierigen apparativen Aufbaues. Herrn Dr. E. PAK gilt mein besonderer Dank für die zähe Verfolgung des Zieles, die Meßapparatur funktionsfähig zu bekommen, und für die Beistellung der Meßwerte.

triadischen Anteil des Salzlagers vermuten. Die Weiterverfolgung dieses Fragenkomplexes war für die Altersfrage des Haselgebirges von entscheidender Bedeutung. Bei ungestört sedimentärer Einlagerung der Sporen müßte man das nördliche Grausalzgebirge als triadischer Entstehung betrachten. Aber wo liegt dann die Grenze zwischen Perm und Trias? Da alle anderen Gebirgsarten Permsporen führen, wohl innerhalb des Salzstockes selbst, und wir hätten die sonderbare Situation, daß die Chlorid- und Sulfatphase eines oberpermischen Salinars ohne Sedimentzwischenschaltung in jene des Oberskyth bis Anis übergeht. Oder sollte, wie gelegentlich ventiliert wurde, der Melaphyrtuffithorizont des Bunten Haselgebirges die Perm-Trias-Grenze bilden? Andererseits wäre zu überlegen, ob nicht die Möglichkeit näher liegt, daß es sich um permisches Salz handelt, welchem tektonisch salzstockfremde Triassporen beigemischt wurden, zumal das Salz bei hohem Druck plastisch wird und Fremdkörper eher aufnehmen kann. Um diese Fragen zu prüfen, wurden neuerlich Proben des nördlichen stinkdolomitischen Grausalzgebirges palynologisch untersucht, wobei sich zeigte, daß das Kernsalz wie auch der Stinkdolomit neben Triassporen auch höher inkohlte Permsporen führen. Also ein Gemisch, das sowohl für Resedimentation in der Trias als auch für tektonische Beimischung sprechen könnte. Die Schwefelisotopenuntersuchung des Anhydrites dieser Gebirgsart hat hingegen mit Werten von $d^{34}\text{S} + 10,4$ eindeutig Ober-Perm ergeben. Keinerlei Mischwerte. Daraus folgt:

1. Das gesamte Haselgebirge von Hallstatt einschließlich des nördlichen Grausalzgebirges ist in das Ober-Perm zu stellen.
2. Die Triassporen des nördlichen Grausalzgebirges sind tektonisch in die permische Salzmasse eingemischt worden.

2. Einstufung des Melaphyres von Hallstatt

Im Bunten Haselgebirge von Hallstatt finden sich Melaphyrtuffitlagen. Es handelt sich um Aschen- und Lapilli-Schichten mit Mächtigkeiten von einigen Zentimetern bis zu einem halben Meter, die im Zusammenhang mit Melaphyreruptionen während der Bildung des Bunten Haselgebirges zum Absatz gelangten (ZIRKL 1949, SCHAUBERGER 1955). Zuzufolge ihrer ausschließlichen Beschränkung auf das Bunte Haselgebirge, in welchem sie in senkrechtstehenden Bändern vorkommen, stellen sie den wichtigsten Leithorizont für diese Gebirgsart dar. Die Melaphyr-Brockenlagen treten zumeist gruppenweise vornehmlich im Grünbunten Haselgebirge auf und lassen sich durch die ganze streichende Erstreckung (2,7 km) des Salzstockes verfolgen. Die Grenze zwischen Buntem Haselgebirge und Nördlichem Grausalz bildet ebenso ein Tuffitband. Im Grausalz selbst gibt es keinerlei Melaphyr- und Tuffit-Einlagen. Wenn es gelingt, das Bunte

Haselgebirge zu datieren, wäre auch ein Anhaltspunkt für die Einstufung des Melaphyres von Hallstatt gegeben. Die sporologische Untersuchung ergibt für das Bunte Haselgebirge eindeutig die Ober-Perm-Gesellschaft des übrigen Salzlagers. Zwei Testproben von Anhydriten des Bunten Haselgebirges in unmittelbarer Nähe des Melaphyres ergaben $d^{34}\text{S}$ -Werte von + 9,6 und + 10,6, also einwandfreie Zechsteinwerte. Damit scheint auf zweifachem Wege die Einstufung des Melaphyres von Hallstatt in das Ober-Perm gesichert.

3. Einstufung der Tone und Gipse der Seegrotte bei Mödling, Niederösterreich

Schon vor Jahren hat der Fund von Permosporen in den Tonen und im Gips der vielfach als untertriadisch betrachteten Seegrotte bei Mödling überrascht. Neuere Untersuchungen gelangten zu den gleichen Ergebnissen. Sowohl grauer als auch rötlicher Gips mit den zwischengelagerten Haselgebirgstonen enthalten ausschließlich Sporen des Ober-Perm, die man wohl kaum mehr als aufgearbeitet betrachten kann, zumal die neuen Schwefelisotopenergebnisse mit Werten von $d^{34}\text{S}$ + 11,8 für graubraunen Gips und 12,2 für roten Gips eindeutig im Zechsteinbereich liegen.

Der Gips von Heiligenkreuz-Preinsfeld, welcher bisher noch keine Sporen geliefert hat, ergibt ein $d^{34}\text{S}$ von 10,9 und liegt somit eindeutig im Bereich des Ober-Perm.

4. Weitere Untersuchungen

Immer weitere Gipsanteile der als Werfener Schiefer angesehenen Schichtfolge stellen sich als dem Ober-Perm angehörig heraus. So z. B. der Gips aus einer linsig verquetschten Gips-Zwischenschicht im Werfener Schieferton von einem Aufschluß der Ennstal-Bundesstraße zwischen Wörschach und Weißenbach bei Liezen. Nicht nur das vereinzelte Vorkommen von *Lueckisporites*, sondern besonders die $d^{34}\text{S}$ -Werte von + 11,9 überraschen mit einem eindeutigen Ober-Perm-Wert. Wir haben es hier offenbar mit Schichtfolgen des Bosruck zu tun, dessen Haselgebirge durch Sporen schon vor Jahren als permisch erkannt wurde.

Hingegen wurden in Kärnten im Bereich des Langenbergtunnels rote Sandsteine und Tone angefahren, in deren Hangendem Tonschnüre mit Gips und dolomitischem Zellenkalk wechsellagern. Die Sporenenuntersuchungen ergaben nicht das Bild der Bellerophonschichten, sondern der Trias. Die Isotopenuntersuchungen erbrachten nun eindeutig unter- bis mitteltriadische Werte.

Der kurze Ausblick sollte den Wert der Ergänzung zweier stratigraphischer Methoden beleuchten. Dabei kann aber nicht übersehen

werden, daß beide Methoden in ihren theoretischen Grundlagen noch intensiver Forschungsarbeit bedürfen und letztlich manche Ergebnisse eine Interpretation offenlassen werden. So sind weder die Ursachen für den raschen Wechsel der Landflora der Perm/Trias-Wende durchschaubar, noch kann die überraschend starke Entfaltung des bakteriellen Lebens der Weltmeere genau mit Beginn der Trias als geklärt betrachtet werden. Ein ganzes Bündel von Ursachen mag dafür verantwortlich sein, welche im einzelnen noch intensiver gemeinsamer Überlegungen sowohl des Paläobotanikers als auch des Physikers bedürfen.

ZUSAMMENFASSUNG

Einstufungen mittels fossiler Sporen und Schwefelisotopen haben folgende neue Daten geliefert: Das Haselgebirge des Hallstätter Salzberges ist als Ganzes dem Ober-Perm einzugliedern. Das stinkdolomitische, nördliche Grausalzgebirge bildet keine Ausnahme. Die der permischen Sporengesellschaft beigemengten Skyth-Anis-Sporen wurden tektonisch eingelagert. Die Schwefelisotopenwerte geben für alle Gebirgsarten Zechsteinwerte. Der Melaphyr von Hallstatt ist dem Bunten Haselgebirge eingelagert und somit oberpermischen Alters. Ebenso gehören dem Ober-Perm an: Gips und Ton der Seegrötte von Mödling (Niederösterreich), Gipse von Preinsfeld-Heiligenkreuz und die Gipslagen im Werfener Schiefer des Ennstales zwischen Liezen und Wörschach. Die Gipse des Langenbergtunnels (St. Pauler Berge, Kärnten) im Hangenden der roten Gesteinsserie sind hingegen triadisch.

LISTE DER UNTERSUCHTEN PROBEN

Lab.-Nr.	Probenbezeichnung	Einstufung	Sporen	S-Isotopen
Hallstätter Salzberg				
2048	Dunkelgrauer Anhydrit, Rotsalzgebirge. M.-Theresia-Horizont, Vernier-Kehr 11 m nach Abzweigung der Vierlinger Kehr	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 10,3
2049	Tonhydrit a. d. Grünen Haselgeb. Christina-Horizont, Herberstein-Kehr. 5 m vor Edlersberg-Ablauf	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 12,5
2050	Toniger Anhydrit. Grüntongebirge, Christina-Horizont, Herberstein-Kehr. H. Vogl Sinkwerk-Ebentl	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 11,9
2053	Anhydrit a. d. Bunten (Grünbunt) Haselgebirge. Christina-Horizont, Dunajewsky-Schachtzubau 34 m ab Panzenberger Kehr	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 11,5

Lab.-Nr.	Probenbezeichnung	Einstufung	Sporen	S-Isotopen
2056	Anhydrit a. d. Bunten Haselgebirge. 3 m neben Melaphyrbrocken Christina-Horizont, Torggler. W.	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 9,6
2058	Tonanhydrit im Bunten Haselgebirge. 2 m vor Melaphyr Christina-Horizont, Wallach-Kehr 75 m nach Torggler-Sinkwerk	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 10,6
2059	Wachsanhydrit a. d. nördl. Grausalz. Christina-Schachtr. 28 m nach Bezecny-Schacht (von Wal- lach kommend)	Ober-Perm u. U-Trias	Ober-Perm	+ 10,4
2060	Wachsanhydrit a. d. nördl. stinkdolomit. Grausalzgeb. Christina-Schachtr. zw. Pohl-Sch. u. Rit- zinger Ablass	Ober-Perm u. U-Trias	Ober-Perm	+ 10,4
Seegrotte bei Mödling (NÖ.)				
2065	Roter Gips aus Förderstollen gegenüber Blauen See	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 12,2
2065	Roter Gips aus Förderstollen gegenüber dem Blauen See	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 12,7
2066	Massiger, graubrauner Gips vom Turm	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 11,8
Preinsfeld-Heiligenkreuz (NÖ.)				
S14B	Gips	—	Ober-Perm	+ 10,9
Gips aus Werfener Schieferton, Wörschach, Ennstal				
2034	Gips aus einer linsig verquetschten Zwi- schenschicht im Werfener Schieferton. Ennstal-Bundesstr. zwischen Wörschach u. Weißenbach b. Liezen (Sal. Samml.)	Ober-Perm	Ober-Perm	+ 11,9
Langenbergertunnel, St. Pauler Berge, Kärnten				
670	Langenbergertunnel B 8, Endteufe Gips und Ton	Skyth-Anis	Trias	+ 25,8
	Langenbergertunnel B 7, 58—59 m, Ton, Sand und Gips	—	Trias	+ 28,3

Zum Vergleich: Zechsteinwerte etwa + 8—12, Unter-Mittel-Trias + 20—28 (d³⁴S in ‰).

L I T E R A T U R

- HOLSER, W. T., & KAPLAN, I. R. (1966): Isotope Geochemistry of Sedimentary Sulfates. — Chem. Geol., 1:93—135.
- KLAUS, W. (1965): Zur Einstufung alpiner Salztone mittels Sporen. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 164, 116, 2. Teil: 544—548.
- KOBER, L. (1929): Der Hallstätter Salzberg. — Sitz. Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. 1, 138:35—45.
- MEDWENITSCH, W. (1951): Probleme der alpinen Salzlagerstätten. — Montan Ztg. 1951, H. 5.

- NIELSEN, H. (1966): Schwefelisotope im marinen Kreislauf und das $d^{34}S$ der früheren Meere. — *Geol. Rundschau*, 55:160—172.
- & RICKE, W. (1964): Schwefelisotopenverhältnisse von Evaporiten aus Deutschland; ein Beitrag zur Kenntnis von S im Meerwasser-Sulfat. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, 28:577—591.
- PAK, E. (1974): Schwefelisotopenuntersuchungen am Institut für Radiumforschung und Kernphysik I. — *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl.* (in Druck).
- PLÖCHINGER, B., & PREY, S. (1974): Der Wienerwald. — *Samml. Geol. Führer*, 59:62, Berlin — Stuttgart.
- PUCHELT, H., & NIELSEN, H. (1967): Untersuchungen über die Verteilung der Schwefelisotope in den Grubenwässern des Ruhrrevieres. — *Glückauf-Forschungshefte*, 28, H. 6:303—310.
- SCHAUBERGER, O. (1955): Zur Genese des alpinen Haselgebirges. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 105:736—752.
- SEIDL, E. (1927): Die Salzstöcke des deutschen (germanischen) und des Alpen-Permsalzgebietes, ein allgemein wissenschaftliches Problem. — *Kali etc.*, 21, H. 3, 6, 8, 14, 16, 17, 19, 20.
- THENIUS, E. (1974): Niederösterreich. — 2. Aufl. *Verh. Geol. B. A., Bundesländerserie*. — Wien.
- TOLLMANN, A. (1964): Das Permoskyth in den Ostalpen sowie Alter und Stellung des „Haselgebirges“. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*: 270—299.
- ZAPFE, H. (1973): Mesozoikum in Österreich. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 65: 171—216.
- ZIRKL, E. J. (1949): Die Melaphyr-Eruption im Hallstätter Salzberg. — *Berg- und Hüttenmänn. Mh.*, 94, H. 3: 62—65.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Wilhelm KLAUS, Lehrkanzel für Paläobotanik und Palynologie, Universität Wien, 1010 Wien, Universitätsstraße 7.