

# VERHANDLUNGEN

DER

## GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT

Heft 3

1953

**Inhalt:** W. Klaus, Mikrosporen-Stratigraphie der ostalpinen Salzberge. — R. Oberhauser, Geologische Untersuchungen im Flysch und Helvetikum der hohen Kugel (Vorarlberg) mit mikropaläontologischen Beiträgen von Franz Bettenstaedt und Carl A. Wicher. — R. Sieber, Die Tortonfauna von Pötzleinsdorf (Wien, 18. Bezirk). — H. Zapfe, Das geologische Alter der Spaltenfüllung von Neudorf an der March (CSR). — R. Sieber, Die Fauna des Schlierbasisschuttes des Steinberggebietes von Zistersdorf (N.-Ö.).

NB. Die Autoren sind für Inhalt und Form ihrer Mitteilungen verantwortlich.

**Wilhelm Klaus, Mikrosporen-Stratigraphie der ostalpinen Salzberge.**

### Vorwort

Bergmännische, technische und kaufmännische Planung und Vorratsberechnung setzt für eine zielbewußte Förderung die genaue Kenntnis der abzubauenen Lagerstätte unbedingt voraus. Unklarheiten über spezielle Lagerungsverhältnisse stellen einen nicht zu unterschätzenden Unsicherheitskoeffizienten dar.

Das gilt auch für den Salz-Bergbau, der im Abbau häufig Qualitätsänderungen gegenübersteht, welche nach einer Methode verlangen, salzreiche Felder planmäßig aufzusuchen, Vertaubungen zu umgehen und durch selektiven Abbau die Qualität der erzeugten Sole vorauszubestimmen.

Die überaus komplizierte Struktur des alpinen Salzgebirges stellt einer allgemein gültigen Aufgliederung außerordentliche Schwierigkeiten entgegen. Überprägungstektonik hat die ursprüngliche Sedimentationsfolge derart verändert, daß die Ausdrücke „gestört“ und „verzerrt“ nur eine unzulängliche Vorstellung der tatsächlichen Lagerungsverhältnisse vermitteln.

O. Schauburger ist es gelungen, auf Grund seiner jahrzehntelangen bergmännisch-geologischen Forschungstätigkeit eine Methode zur vorläufigen Aufgliederung des alpinen Salzgebirges zu erarbeiten. Die Abgrenzung der Gesteine erfolgt nach einer Näherungsmethode (Schauburger, 1949), indem sie zunächst nach ihren äußeren Kennzeichen zonenweise zusammengefaßt werden. Die weitere Identifizierung wird dann auf Grund des chemischen und petrographischen Befundes angebahnt.

Die Methode verlangt ein enormes Maß an Erfahrung und subjektivem Einstellungsvermögen. Dessenungeachtet hat Schauburger in mühevoller Präzisionsarbeit eine Gliederung der alpinen Salz-

stücke eingeleitet und zum Teil schon durchgeführt. Sie stellt eine ausgezeichnete Basis für weitere Untersuchungsmethoden dar.

Eine solche wäre die Paläontologie, wenn sich Fossilien finden ließen. Animalische Petrefakten hat das Salzgebirge bisher jedoch nicht geliefert. Die Salinare scheinen jedenfalls ein vormals lebensfeindliches Biotop zu repräsentieren, das eine autochthone Fossilführung auch in Zukunft nicht erwarten läßt. Allochthone Fossilien, die in  $\pm$  saurem Medium erhaltungsfähig sind, können wir allerdings erwarten, wenn wir an die ähnliche chemische Reaktion bei Torf- und Kohlebildung denken. In der Tat sind Fragmente pflanzlicher Makrofossilien bereits ganz vereinzelt gefunden worden (E. Hofmann, 1952. O. Schaubberger, 1949). Allerdings sind diese Funde viel zu spärlich und dem Zufall überlassen, als daß daran weitere Schlußfolgerungen auf Alter und Gliederung des Salzgebirges geknüpft werden könnten.

W. Petrascheck (1947) blieb es vorbehalten, den wesentlichsten Fund für eine Mikropaläontologie des alpinen Salzgebirges, die Gegenwart fossiler Mikrosporen zu signalisieren.

Das war für mich — vorerst theoretisch — die Anregung, eine Sporendiagnose des alpinen Salzgebirges zu versuchen, zumal ja Hugo Lück schon im Jahre 1913 wohlerhaltene fossile Mikrosporen im deutschen Zechsteinsalz vorgefunden hat.

Bei diesen ersten Laboratoriumsversuchen, die ich seinerzeit am Paläontologischen Institut der Universität Wien durchführte, durfte ich mich der fachwissenschaftlichen Unterstützung meiner verehrten akademischen Lehrmeisterin Frau Prof. Dr. Elise Hofmanns, Prof. Dr. Leitmeiers und Dr. Zirkls erfreuen. Es waren in erster Linie Aufbereitungsversuche der verschiedenen Salzgesteine, deren wechselvolle Ergebnisse mich nicht immer optimistisch weiterarbeiten ließen. In diesem recht frühen Untersuchungsstadium war es Herr Doz. Dr. H. Zapfe, welcher, die zukünftigen Möglichkeiten der Methode erkennend, mir laufend Anregungen zuteil werden ließ und den engeren Kontakt mit dem Salinen-Bergbau, von dessen Materialzugänglichkeit allein der weitere Arbeitsgang abhängig war, unermüdlich herbeiführen half.

Der Leiter der Geologischen Forschungsstelle der österreichischen Salinen, Bergrat Dipl.-Ing. O. Schaubberger, hat, frühzeitig den stratigraphischen Wert für seine Gliederungsversuche erkennend, der Methode von Anfang an größtes Augenmerk zugewendet und laufend wesentlich dazu beigetragen, die Untersuchungen auf breiter Basis auszubauen und zu verfolgen.

Jedoch bis zu den heutigen, wenn auch noch vorläufigen Ergebnissen hätten sie nicht führen können, wenn mir nicht die rückhaltlose weitblickende Unterstützung so maßgeblicher Persönlichkeiten, wie die des Direktors der Geologischen Bundesanstalt Wien, Herrn Doz. Dr. H. Küpper, und des Herrn Generaldirektors der österreichischen Salinen, o.ö. Prof. Dr. H. Nusko, in hervorragendem Maße zuteil geworden wäre. Die Herren der Generaldirektion, der Salinenverwaltung und Bergbaubetriebsleitung in Hallstatt sowie die Bergmeister und Knappen der Salzberge waren stets bemüht, der

Untersuchung alle Wege zu öffnen. Diese Veröffentlichung ist mir daher ein willkommener Anlaß, den österr. Salinen den gebührenden Dank auszusprechen.

Die Arbeit stellt einen knappen, zusammenfassenden Auszug von Ergebnissen dar, welche in unveröffentlichten Industrieberichten bisher festgehalten worden waren. Für die Erlaubnis, die Ergebnisse der Öffentlichkeit bekanntzumachen, bin ich der Generaldirektion der österreichischen Salinen zu besonderem Dank verpflichtet.

#### Problemstellung:

Aus dem dahezu unerschöpflichen Fragenkomplex standen folgende Punkte zunächst im Vordergrund der Betrachtungen:

1. Enthält das alpine Salzgebirge tatsächlich fossile Mikrosporen in auswertbarer Anzahl oder handelte es sich bei den Vorversuchen um vereinzelte Zufallsfunde?

2. Welche Gesteine des Salzgebirges sind sporenführend, aus welchen lassen sich Sporen herauspräparieren und welche sind als steril zu betrachten?

3. Welchen Sporengattungen und -arten gehören die gefundenen Formen an und wieweit ist ihre Verbreitung und paläobotanische Zugehörigkeit bisher bekannt?

4. Welche stratigraphische Bedeutung ist den einzelnen Sporenformen auf Grund unserer bisherigen Kenntnis zuzuschreiben und gestatten diese Schlußfolgerung zu

a) Altersfragen des alpinen Salzgebirges und deren Begleitschichten,

b) Altersbeziehungen der Salzlager Hall i. T., Hallein, Hallstatt, Bad Ischl und Bad Aussee zueinander,

c) Aufgliederung des Gebirges innerhalb der Salzstöcke und ihre Beziehungen zu bisher nach petrographischen Gesichtspunkten ausgeschiedenen Gebirgsarten.

d) Paläoklimatische und paläogeographische Verhältnisse zur Zeit der Salzgebirgs sedimentation und deren Genesis.

#### Allgemeines über die Sporenführung des Salzgebirges:

Daß fossile Mikrosporen in Salztonen vorkommen, ist seit 1913 durch die Arbeit Hugo Lücks am deutschen Zechstein bekannt. Wenn auch diese Funde sozusagen am Rande von mineralogisch-petrographischen Untersuchungen ohne jede besonders darauf eingestellte Aufbereitungsmethode  $\pm$  zufällig ge glückt sind, so muß man sich eigentlich wundern, daß diese Mikrofossilien des Salzes mehr als dreißig Jahre lang so gut wie unbeachtet geblieben sind. W. Petrascheck hat dann 1947 über einen „Pollenfund“ im Rückstand des alpinen Haselgebirgstones berichtet. F. Kirchheimer hat 1950 umfangreiche Salzablagerungen des Tertiärs bewußt auf Mikrofossilgehalt mit speziellen Aufbereitungsmethoden untersucht. Auch aus Indien (Punjab) sind Salzuntersuchungen bekannt geworden. In der Hauptsache wurden Tone und Mergel analysiert.

Nachdem sich im Laufe der Zeit spezielle Aufbereitungsmethoden für Kernsalz, Anhydrit und Salztone brauchbar erwiesen hatten, sind Stichproben aus verschiedensten Gebirgsarten der Lagerstätten von Hallstatt und Hallein untersucht worden. Ein erheblicher Teil der Proben ergab bei vorsichtiger Aufbereitung als organischen Rückstand hauptsächlich Mikrosporen in so großen Mengen, daß nun nicht mehr von vereinzelt Funden gesprochen werden kann. Neuere Untersuchungen am Zechsteinsalz und Tonen haben übereinstimmend ergeben, daß bestimmte Salinargesteine stets eine auswertbare Sporenführung beinhalten, so daß wir heute den Mikrofossilgehalt von Salzsedimenten auf Grund einer größeren Zahl von Fällen, die ein bloß zufälliges Resultat ausschließen, als wissenschaftlich gesichertes Untersuchungsergebnis betrachten können.

Die Sporenführung ist von der chemischen und petrographischen Beschaffenheit der Gesteine in hohem Maße abhängig. Erhaltene Mikrosporen finden sich allgemein in Sedimenten, welche in saurem bis neutralen Medium ausgefällt oder abgelagert wurden und keiner oxydierenden Wirkung während oder nach der Ablagerung ausgesetzt waren. Im Salzgebirge ist daher die Untersuchung von Sedimenten der chloridischen, sulfatischen und feinklastischen Abscheidung von vornherein erfolgversprechend. Karbonate, Sande und Sandsteine erweisen sich als sporenenleer. Sind letztere sehr feinkörnig und tonig verkittet, so können sie noch Sporenfragmente enthalten. Gesteine von brauner, rotbrauner und roter Färbung, welche zumeist auf Oxydationsstufen des Eisens zurückzuführen ist, sind in der Regel ebenfalls sporenenleer. Natürlich kommen zuweilen Ausnahmen vor.

Der Erhaltungszustand der Mikrosporen im reinen Kernsalz ist als erstaunlich gut zu bezeichnen. Im Salzion sind die Formen der Substanz nach ebenso gut erhalten, jedoch zuweilen stark fragmentiert. Das heißt die Luftsäcke der „geflügelten“ Sporen sind vom Zentralkörper losgelöst, ebenso die Exoexinenlamellen, so daß die  $\pm$  struktur- und skulpturlosen Intexinen sich im Präparat isoliert vorfinden und erst mit einiger Erfahrung eine Diagnostizierung erlauben. Alle Mikrosporen sind stets  $\pm$  vollkommen in einer Ebene flachgedrückt und stark inkohlt (Exinonigrilit nach R. Potonié, 1950). In jüngeren triadischen und liassischen Gesteinen ist der Inkohlungsgrad der Sporen geringer. Er schwankt auch in gleichen Altersstufen als Funktion diagenetischer Beanspruchung.

### Die Sporengattungen und Arten

Wenn man die Möglichkeit hat, Vergleiche zu erdgeschichtlich jüngeren Sporenvergesellschaftungen zu ziehen, wie etwa zum Tertiär, so staunt man unwillkürlich über die wenigen Formgattungen und -arten des alpinen Salzgebirges. Es sind in der Hauptsache „geflügelte“ Mikrosporen (Saccites, Erdtman, 1947) mit großem Variationsbereich. Ganz vereinzelt kommen Formen der Abteilung Triletes und Zonales vor. — Da ich die künstliche Sporennomenklatur, welche den üblichen paläobotanischen Nomenklatur-

regeln unterliegt, nicht als Instrument neuerlicher Verwirrung, sondern als Basis internationaler Verständigung betrachte, war ich bemüht, die gefundenen Salzsporen nebst möglich umfangreichen Literaturvergleichen dem morphographischen System der *Sporae dispersae* R. Potoniés einzuordnen. Zu diesem Zwecke wurden von den wesentlichsten Sporenformen Einzelkornpräparate angefertigt. In Gemeinschaftsarbeit mit R. Potonié wurden die Sporen am Amt für Bodenforschung in Krefeld<sup>1)</sup> bearbeitet, in sein System eingeordnet und dementsprechend benannt (R. Potonié und Klaus, 1953). Die Holotypen sind in der Präparatensammlung des Verfassers an der Geologischen Bundesanstalt in Wien aufbewahrt und zugänglich.

#### Zur Altersstellung der alpinen Salzlagerstätten

Die alpinen Salzlager — soferne man sie überhaupt einheitlichen Entstehungsalters betrachten darf — werden je nach Ansicht der Autoren entweder zur Gänze ins obere Perm oder in die untere Trias gestellt, oder man läßt sie vom oberen Perm bis in die untere Trias reichen. Ausschließlich geologische Erwägungen waren hierfür ausschlaggebend. Vergleichsuntersuchungen aus sicher datierten Sedimenten des oberen Perm und unterer Trias gestatten vorläufige Bemerkungen zur Altersfrage auf sporendiagnostischer und damit paläontologischer Grundlage.

Eine Beantwortung des Problems, kann nur darin liegen, grundsätzlich die stratigraphische Entwicklungstendenz der einzelnen Sporenformen und Frequenzen innerhalb der Vergesellschaftungen zu verfolgen, kurz gesagt die Zahl der abnehmenden „alten“ Formen von den zunehmenden und sich massenhaft entwickelnden „jüngeren“ Formen zu trennen und die übrigen Formen mit etwa gleichbleibendem Verhalten in dem zur Diskussion stehenden Zeitabschnitt zunächst als „Durchläufer“ zu betrachten.

Innerhalb der doch im großen und ganzen  $\pm$  einheitlichen Sporenflora des Salzgebirges selbst kann an die Frage nicht herangetreten werden. Dagegen sind uns sporenführende Vergleichsproben aus dem deutschen Zechstein, den Bellerophonschichten<sup>2)</sup> der Südalpen, aus den dunklen bituminösen Tonschiefern mit Kupfererzanflügen und grauen Sandsteinen aus den Werfener Schiefern, aus dem deutschen Röt-Ton, Karnischen Halobien-schiefern und Lias-Fleckenmergeln zur Verfügung gestanden.

Es wurden die mengenmäßigen Anteile der einzelnen Sporenarten in den Proben bestimmt, graphisch dargestellt und ihrem mutmaßlichen Alter entsprechend angeordnet (Abb. 1).

<sup>1)</sup> Es ist mir eine willkommene Gelegenheit, Herrn Prof. Dr. R. Potonié für das bereitwillige Entgegenkommen und Interesse, welches er meiner Arbeit gegenüber zeigte, sowie für die vielen wertvollen Hinweise aus seiner fachwissenschaftlichen Erfahrung meinen ergebensten Dank auszusprechen.

<sup>2)</sup> Für die freundliche Überlassung von Proben bin ich besonders Herrn Professor Dr. Richter-Bernburg, Hannover, Herrn Dr. Kühn, Hannover, Herrn Prof. R. Selli, Bologna, Herrn Dr. Kahler, Klagenfurt, und Herrn Dozent Dr. Zapfe, Wien, zu Dank verpflichtet.

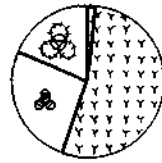
Die wesentlichsten der bisher vorgefundenen  
Sporenformen

	Anmerkungen	Mögliche Verwandschaft
Triletes Reinsch Zwei neue Formen im Salzgeb. Große Formenfülle in der oberen Trias und Lias Sporites wicheri Thieryart (Karinth)	sehr selten Vgl. Reissinger 1950 Thieryart 1949 Thieryart 1949	<i>Gleicheniaceae</i> <i>Selaginellaceae</i>
Zonales Bennie & Kidston *Anguisporites anguinus	R. Pot & Klaus 1953 Fig. 4	
*Lycospora sp.	Schopf, Wilson und Bentall 1944. Tafel 3, Fig. 19	<i>Lepidostrobus?</i>
Beide sehr selten und nur im Salzgebirge		
Saccites Erdtman Nuskisporites dulhuntyi	R. Pot & Klaus 1953 Fig. 5 Dulhunty 1945, 34 A—C	<i>Cordaites</i> <i>Lebachia</i> <i>Ullmannia?</i>
Pityosporites de'asauci	R. Pot & Klaus 1953 Fig. 6	
Pityosporites zapfei	R. Pot & Klaus 1953 Fig. 9	
Pityosporites schaubegeri	R. Pot & Klaus 1953 Fig. 7	
Pityosporites halstattensis	Vgl. Klaus 1953, S. 11, Fig. 25 Vielleicht <i>Alisporites</i> <i>opii</i> Daugherty 1941 nahestehend	<i>Voltzia</i> <i>heterophylla?</i> <i>Caytoniales?</i>
Illinites bentzi	Klaus 1953, S. 11, Fig. 26	
Lueckisporites virkkiae	R. Pot & Klaus 1953 Fig. 3 Vgl. CH. Virkki 1945	<i>Pteridospermae?</i> ( <i>Glossopteridae</i> )
*Lueckisporites sp. Platysaccus papilionis	Bisher unbeschrieben R. Pot & Klaus 1953 Fig. 12 (Erhaltungszustand?)	
Tricolporites Erdtman Tricolporites sp.	Eine Form nur im Rhät?	<i>Angiospermae?</i>
Tetradopollenites	Pflug & Thomson 1953	
A) Kleinform	Vgl. Lias a Reissinger 1950	<i>Cheirolepis Münsteri?</i>
B) Großform	Lias Fleckenmergel	

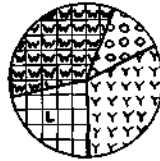
Anmerkung: Die mit \* versehenen Formen wurden bisher nur im Salzgebirge gefunden.

Zeichenerklärung.

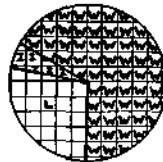
- # = Saccites
- L = Lueckisporites virkkiae
- Z = Pityosporites zapfői + schau-bergeri + delasauci
- W = Pityosporites hallstattensis
- Y = Triletes
- O = Napites
- & = Tetradopollenites



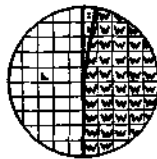
Lias-Fleckenmergel



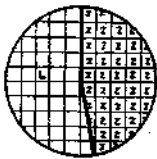
Unter-Karnische Halobien-schiefer



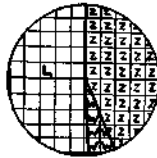
Röt-Ton



Werfener Schichten

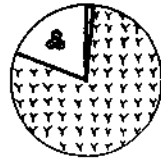


Salzsedimente des oberen Zechstein



Bellerphon-Gips und Mergel der Südalpen

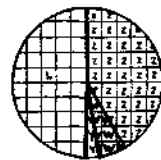
Wahrscheinliche Einstufung auf Grund des Sporenspektrums



Roststreifiger Bändermergel von Hallstatt (Rhat?)

A

B



Alpines Salzgebirge

Abb. 1. Sporen-Spektren des Oberen Perm, Trias und Lias und deren Vergleich mit Proben des alpinen Salzgebirges (A, B)

Zechstein: Oberes Perm. (Salzton und Kernsalz aus den deutschen Salzlagerstätten.)

*Pityosporites zapfei*, *P. schaubergeri*, *P. delasauci* wurden auf Grund ihres ähnlichen stratigraphischen Verhaltens addiert (Z). Sie haben mit etwa 40–50% Anteil am Spektrum und scheinen für das obere Perm sehr charakteristisch zu sein.

Es ist anzunehmen, daß sie aus dem Karbon und Rotliegenden heraufreichen (Cross und Schemel, 1951, Fig. 2, unassigned; Florin, 1940.)

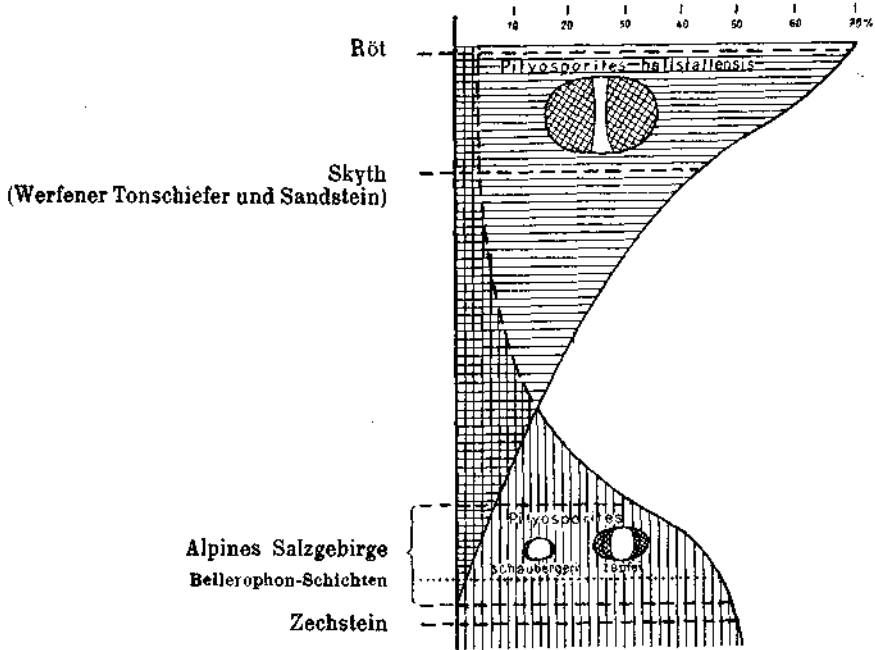


Abb. 2. Die Entwicklung der Zechstein- und Triaselemente an der Perm-Trias-Wende (Durchschnittsdiagramm.)

*Lueckisporites virkkiae* (L.) bildet die restlichen Prozentsätze, stellt sich aber als „Durchläuferform“ für diesen Zeitabschnitt dar.

Bellerophonstufe der Südalpen: Oberes Perm. (Gips und Mergel.)

Obwohl die Sporenerhaltung dieser Proben als außerordentlich schlecht zu bezeichnen ist, läßt sich doch annähernd — es handelt sich um Sporenformen, die bei einiger Erfahrung bereits an den Umrissen zum Teil kenntlich sind — ein Spektrum rekonstruieren.

*Pityosporites zapfei*, *P. schaubergeri* und *P. delasauci* in ähnlichen Mengenverhältnissen wie im oberen Zechstein vorhanden. Ebenso *Lueckisporites virkkiae*. Neu sind hier geringe Prozentsätze von *Pityosporites hallstattensis*, eine unserer heutigen Meinung nach „jüngere Form“.



Werfener Schichten der nordalpinen Trias: Skythische Stufe der alpinen Trias. (Dunkle Tonschiefer mit Kupfererzanflügen und graue Sandsteine mit Pflanzenresten.)

Die typischen Zechsteinformen sind auf wenige Prozente zurückgegangen (Z).

Das Spektrum wird beherrscht durch das Massenauftreten von *Pityosporites hallstattensis* (etwa 40%).

*Lueckisporites virkkiae* ist ebenso wie im oberen Perm mit etwa 50% am Gesamtbild beteiligt.

Röt-Ton der germanischen Trias: Oberster Buntsandstein. (Grüner Ton.)

Die Sporenvergesellschaftung bietet ein etwa ähnliches Bild wie im Werfener Schiefer der alpinen Trias.

*Pityosporites hallstattensis* ist noch stärker vertreten (mit etwa 70%).

Es sind noch geringe Mengen von Zechsteinformen beteiligt.

*Lueckisporites virkkiae* geht der Zahl nach etwas zurück.

Karnische Halobienmergel der alpinen Trias: Unterkarinth. (Fossilführende Halobienmergel aus dem Salzberg Alt-Aussee.)

Gegenüber dem Röt-Ton und Werfener Schiefer ist hier das Bild schon merklich verändert. *Pityosporites hallstattensis*, die untertriadische Leitform ist nur mehr mit etwa 25% vertreten.

Neu treten *Triletes* (*Sporites wicheri*) und *Napites Erdtmann* mit beachtlichen Prozentsätzen auf. *Lueckisporites virkkiae* ist noch vorhanden.

Lias-Fleckenmergel: Unterster Jura (Lias). (Einlagerung aus dem Salzberg Hallstatt.)

Leitend für die Altersstufe ist das Massenauftreten der *Triletes* und *Tetradopollenites*-Formen. Letztere sind in zwei verschiedenen Ausbildungsformen vertreten. Geflügelte Mikrosporen kommen nur vereinzelt vor.

Durchschnittsspektrum des alpinen Salzgebirges: (Verschiedene Gebirgsarten aus Hallstatt, Hallein, Hall, Bad Ischl, Bad Aussee.)

In der Zeitskala fügt sich das Bild zwanglos etwa dem Bellerophon-niveau ein.

Entsprechend den einzelnen Gebirgsarten haben wir es allerdings mit einer gewissen Variationsbreite zu tun, in welcher die *Pityosporites hallstattensis* Formen bis maximal etwa 8% vertreten sein können, wodurch für gewisse Teile des Salzgebirges auch ein etwas jüngeres Alter in Frage käme.

Versuchsweise wurde die Entwicklung der Sporenvergesellschaftung um die Zeit der Perm-Trias-Wende stark schematisiert in Abb. 2 dargestellt und die Stellung des alpinen Salzgebirges mit seiner Variationsbreite von Bellerophon-Niveau bis Skyth eingeschaltet.

Spektrum des rostreifigen Bändermergels aus einer Einlagerung am Hallstätter Salzberg.

*Triletes* und *Tetradopollenites* herrschen vor. Dadurch ist eine Ähnlichkeit mit dem Lias-Fleckenmergel gegeben. Unter den *Tetradopollenites* tritt nur die kleinere Form (cf. *Cheirolepsis Münsteri* nach

Reissinger, 1950) auf. Die Keuperspore *Sporites wicheri* Thiergart, welche vereinzelt vorkommt, gibt Veranlassung, das Sediment als dem Rhät nahestehend zu betrachten.

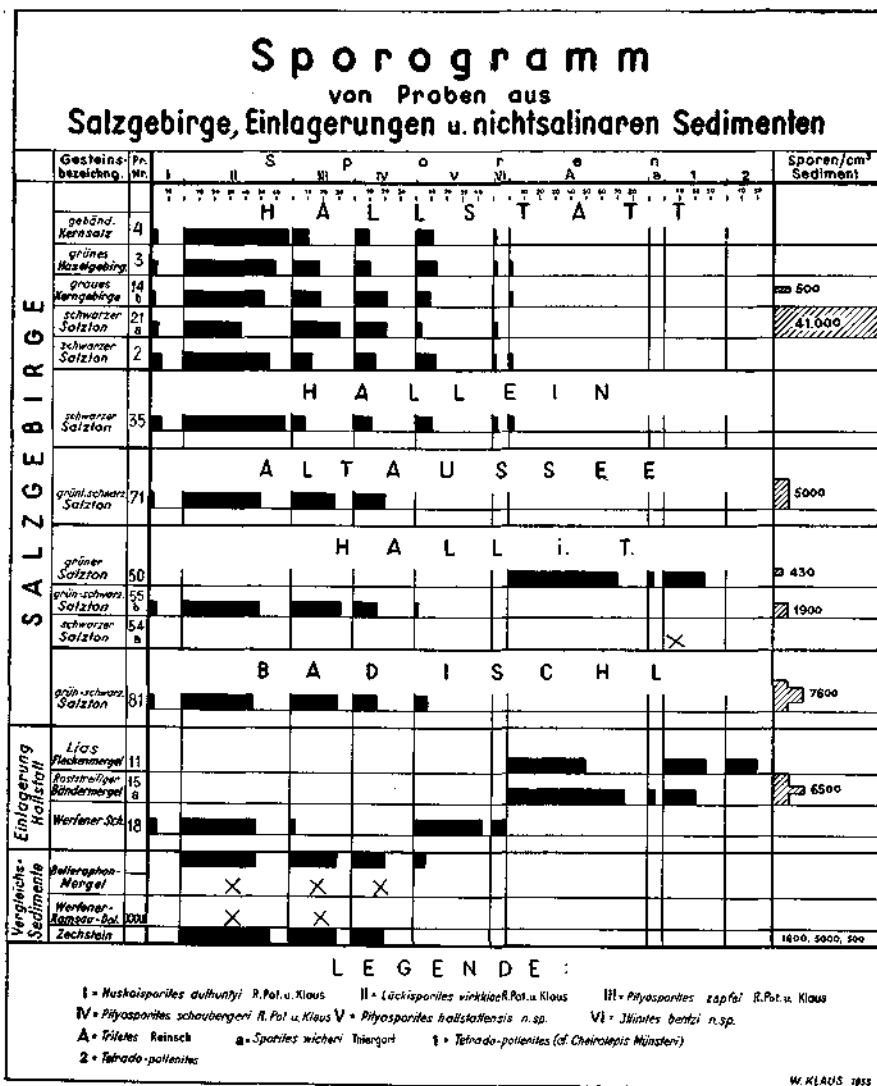


Abb. 3

Das Gesamtbild der Salzablagerungen ergibt demnach:  
 Die Werfener Tonschiefer und Sandsteine liegen stratigraphisch über dem Salzgebirge. Dieses ist nicht völlig einheitlichen Entstehungsalters. Die Sedimentation dürfte im oberen Perm begonnen haben und sich bis zum unteren Skyllth hinziehen. (Zone der Pseudomonotis clarai.)

## Die sporendiagnostischen Beziehungen der Salzberge von Hall in Tirol, Hallein, Hallstatt, Bad Ischl und Bad Aussee

Die erste und umfangreichste Untersuchung wurde am Hallstätter Salzberg durchgeführt (vgl. Sporogramm). Nachdem eine größere Probenzahl die Vermutung nahelegte, daß in allen Salzgesteinen mit auswertbarer Sporenführung zu rechnen ist und den Mikrosporen der Perm-Trias-Wende als Abbild rascher Evolutionstendenz und Klima-indikation jedenfalls stratigraphischer Wert zukommt, wurden die Untersuchungen auf alle weiteren ostalpinen, derzeit bergmännisch gebauten Salzberge ausgedehnt.

Um zu einem ersten übersichtlichen Vergleich zu gelangen, wurden Sedimente ähnlicher petrographischer Beschaffenheit ausgewählt. (Schwarzer bis grünlich-schwarzer Salzton.)

Wie aus dem Sporogramm hervorgeht, entspricht die durchschnittliche Vergesellschaftung etwa der des Hallstätter Salzberges.

Geringe Schwankungen der Frequenz von *Pityosporites hallstattensis* etwa in der Größenordnung wie sie innerhalb des Hallstätter Salzberges auftreten, mögen vielleicht — wenn sie sich an einem größeren Probenmaterial bestätigen lassen — auf geringe Altersunterschiede hindeuten. Eine einzige Ausnahme fand sich bisher im Salzberg von Hall i. T. Der grüne Salzton (Probe Nr. 50) lieferte keine permoskythischen Fossilien, sondern ausschließlich das Bild des Rhät-Spektrums. Andere Proben des gleichen Salzberges haben hingegen wiederum das permoskythische Bild ergeben.

Zusammenfassend kann nach dem bisherigen Stand der Untersuchungen gesagt werden, daß die alpinen Salzlager, wenn man von den möglichen Altersunterschieden der Abscheidungsfolgen innerhalb der Salzgebirge absieht, annähernd gleichzeitig entstanden sein dürften.

### Zur sporendiagnostischen Aufgliederung der Gebirgsarten innerhalb der Salzlager

Alters- und Faziesunterschiede geben sich im Sporenniederschlag innerhalb des Salzgebirges zu erkennen. Aber in einem so inhomogenen Gebirge, von dem schon der Altmeister der alpinen Geologie Mojsisovics sagte, „daß hier nichts die Regel zu sein scheint als der Wechsel der schneidendsten Gegensätze“, kann man sich nur auf Grund der Bearbeitung einer Vielzahl von Proben die Möglichkeit allgemeingültiger Schlußfolgerungen erwarten. Es war daher von Anfang an klar, daß die zunächst durchgeführten „Tastversuche“ nur das Ziel haben konnten, festzustellen ob sich überhaupt innerhalb der Gebirgsarten sporendiagnostische Unterschiede zu erkennen geben. Das kann man heute wohl bejahen.

A. Da sind einmal Unterscheidungen in der relativen Zusammensetzung der Sporenvergesellschaftung nach „älteren“ und „jüngeren“ Elementen möglich.

Zum Beispiel der Grün-schwarze Salzton von Alt-Aussee führt nur „Zechstein“-Formen.

Das Graue Kerngebirge von Hallstatt enthält bis zu 8% „Werfener“ Fossilien.

B. Nach dem relativen Anteil derjenigen Sporen, welche Fazies-schwankung andeuten dürften.

Zum Beispiel *Nuskoisporites dulhuntyi*. Mengen bis 5% charakterisieren den schwarzen Salzton von Hallein und Hallstatt.

Ferner die *Zonales*-Formen des Grüntongebirges und die *Triletes* des schwarzen Salztones (Rotsalzgebirge).

C. Nach der absoluten Sporenzahl pro ccm Sediment.

Man kann annehmen, daß es sich hierbei um lokal gefärbte Fazies-indikationen handelt, welche aber gerade für eine Feingliederung des Salzgebirges bedeutsam werden können.

Die angeführten Zahlen sind als Annäherungswerte zu verstehen.

Kernsalz . . . . . weniger als 1000 Sporen/ccm

Schwarzer und grüner Salzton . . . . . 1000—10.000 Sporen/ccm

Schwarzer Salzton (Hallstatt) . . . . . über 10.000 (41.000) Sporen/ccm

Ursache dieser verschiedenen Sporenkonzentration im Sediment mag die ursprüngliche Entfernungsbeziehung zur Vegetation des Küstenhinterlandes als auch die Sedimentationsgeschwindigkeit, Absenkungsrhythmus u. v. a. Faktoren sein. Es gäbe da noch viele Deutungsmöglichkeiten. Zur Feingliederung reicht jedenfalls das durch die Empirik gelieferte Tatsachenmaterial aus.

#### Zur Genesis der Salzgesteine und paläoklimatische und paläogeographische Bedingungen zur Zeit der Sedimentation

Wenn auch der derzeitige Untersuchungsstand noch keineswegs geeignet ist, zu diesem Thema konkrete Ergebnisse zu liefern, so sollen doch einige Sporenergebnisse in Hinblick auf künftige Schlußfolgerungen Erwähnung finden. Es ist schon bei der Aufbereitung auffällig, daß man vom Kernsalz z. B. bis zu 3kg lösen muß, um beim Mikroskopieren ein Deckglas (18×18) mit Sporen beschicken zu können. Auch vom Salzton muß man hierfür einige ccm Sediment verwenden. Bei Kohlen- und Begleitschichten kommt man hingegen in der Regel mit unvergleichlich weniger Ausgangsmaterial aus. Das deutet darauf hin, daß sich im unmittelbaren Sedimentationsbereich des Salzes wohl kaum Pflanzenwuchs befunden haben dürfte. Das Kernsalz selbst könnte das vegetationsfernste Sediment darstellen. Wir erinnern uns hierbei der Untersuchungen Aarios (1940) aus der lappländischen Tundra. Er bezeichnet den Gehalt von weniger als 100 Blütenstaubkörnern pro 50mg Torf als Charakteristikum für die baumlose Tundra. Das würde heißen pro ccm Sediment etwa 700 Sporen. Im Salz finden wir weniger als 500 Sporen/ccm. Außerdem handelt es sich in unserem Falle um fast ausschließlich „geflügelte“ Mikrosporen, die jedenfalls günstige Objekte der Fernverbreitung darstellten.

Es kommen aber auch tonige Sedimente vor, welche auf andere Bildungsbedingungen hinweisen. So z. B. der schwarze Salzton aus Hallstatt. Er enthält etwa 41.000 Sporen/ccm. Wenn es sich dabei um keine besonders vegetationsnahe Ablagerung handelt, so kann dieser Ton auf ein ursprünglich sehr sporenenreiches Ausgangsmaterial zurückzuführen sein, das durch fluviale Zufuhr in das Salinar ge-

langte. Dafür würde das Vorkommen von Kutikular und Holzresten und Trileten, wahrscheinlich fluguntüchtigeren Sporen sprechen.

Im Großen und Ganzen ist die Sporenkonzentration doch zu dicht, als daß es sich um ausgesprochen aride, vegetationslose Bildungsbezirke handeln könnte. Die Untersuchung des Bändersalzes, das möglicherweise auf Jahresschichtung zurückgeht, wird darüber näheren Aufschluß bringen können. Daß diese Salzbänder sporenführend sind (Riehtaler Werk-Hallstatt), kann hier als neuestes Ergebnis bereits mitgeteilt werden.

Die Untersuchungsergebnisse des reinsten Kernsalzes sind hierbei von größter Bedeutung. Wenn man sich vorstellen könnte, daß Inseln in den Salzlagunen und die Höhen des Hinterlandes von Cordaiten, Coniferen und Pteridospermen bewachsen waren, die ihren Blütenstaub durch die Luftströmung in die Salzlagunen brachten, so könnten wir den Gehalt des reinen Kernsalzes als parautochthon und verlässliches Abbild der Flora betrachten. Bei den Salztonen hingegen kann die primäre Sporengesellschaft infolge fluviatiler Zufuhr von „sekundären“ Sporen überlagert werden und das Bild noch wesentlich komplizierter gestalten.

Großräumige Klimaveränderungen könnten der raschen Entwicklung des *Pityosporites hallstattensis* an der Perm-Triaswende zu Grunde liegen (vgl. Richter-Bernburg, 1949). Es ist auffällig, daß das Massenaufreten dieser Sporenart mit der Entwicklung von *Voltzia heterophylla* etwa konform geht. Für den europäischen Raum könnte auf Grund der Sporendiagnose in der Zeit des oberen Perms und unteren Trias ein einheitliches Klima angenommen werden. Im Bellerophoniveau der Südalpen finden wir die Sporenvergesellschaftung ähnlich entwickelt wie im alpinen Salzgebirge und dem deutschen Zechstein. Synchrone Faziesdifferenzierungen habe ich bisher nicht bemerken können. Der Röt-Ton aus der Gegend von Hannover zeigt ein etwa ähnliches Bild wie der Werfener Schiefer der Alpen. *Lueckisporites virkkiae* finden wir im europäischen Raum genau so wie in der indischen und australischen Gondwana-Formation. Dasselbe gilt für *Nuskosporites dulhuntyi*. *Pityosporites hallstattensis* hat einen ähnlichen Vertreter (*Alisporites opii* Daugherty) in der Trias von Arizona.

Diese wohl in bestimmten Regionen weltweite floristische Uniformität um die Perm-Trias-Wende wie auch die einheitliche potentielle Entwicklungsfähigkeit bestimmter Formen um diese Zeit, scheinen als grundlegender Ausgangspunkt zur Entwicklung einer Mikrosporenstratigraphie des Mesophytikums besonders geeignet zu sein.

Im Bereich der Ostalpen ist die Palynologie zur Paläontologie des Salzes geworden.

#### Zusammenfassung:

Feinklastische Gesteine, Sulfate und Chloride des Salzgebirges enthalten fossile Mikrosporen als Exinonigritit. Der Inkohlungsgrad im Kernsalz, Salzton, Anhydrit und jüngeren triadischen und jurassischen Gesteinen ist entsprechend Alter und tektonischer Beans-

sprachung abgestuft. Im alpinen Salzgebirge herrschen „geflügelte“ Mikrosporen (*Saccites Erdtmann*) vor. Ganz vereinzelt treten *Triletes* und *Zonales* auf. Zur sporendiagnostischen Untersuchung der Altersfrage wurde von sicher datierten Vergleichsproben, wie deutschen Zechstein, Bellerophonschichten, Röt, Halobienmergel und Lias-Fleckenmergel ausgegangen. Damit zeichnen sich die leitenden Frequenzen für Perm und Trias ab. Die Sporenvergesellschaftung des oberen Zechstein tritt in den Bellerophonschichten und in Teilen des alpinen Salzgebirges auf. In diesem setzt mit geringen Frequenzen eine Form ein (*Pityosporites hallstattensis*), welche im Werfener Schiefer stark hervortritt, im Röt dominiert und im Karinth abklingt. Demnach sind die dunklen Werfener Tonschiefer und grauen Sandsteine das Hangende des Salzgebirges, dessen Sedimentation wahrscheinlich im oberen Zechsteinniveau einsetzte und bis an das Skyth heranreichte.

Die Ähnlichkeit der Sporengesellschaft in synchronen Straten Mitteleuropas weist auf geringe Klimadifferenzierungen im oberen Perm und unterer Trias, die Unterschiede der Sporenspektren aus Zechstein und Trias auf rasche floristische Entwicklungstendenzen und Verbreitung neuer Formen. Dabei ist es für die Stratigraphie von Bedeutung, daß wir als Zeitmarken hier das Einsetzen neuer Formen verzeichnen können. Darauf baut sich auch die Gliederung innerhalb des alpinen Salzgebirges wesentlich auf. Hierzu mögen noch geringere lokale Schwankungen, wie sie sich im Auftreten der *Triletes* und *Zonales* im Rotsalz- und Grüntongebirge zu erkennen geben und besonders die Auswertung der absoluten Sporenzahl pro cc cm Sediment beitragen. Untersuchungen der Salzberge von Hall in Tirol, Hallstatt, Hallein, Bad Ischl und Bad Aussee haben u. a. zu diesen Annahmen geführt und damit die Vorteile der Salz-Palynologie als Paläontologie des Salzgebirges erwiesen.

#### Literatur:

- Aario, L., 1940: Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lapp-land. — Ann. Acad. Scient. Fennicae. Ser. A. Tom. LIV. Nr. 8. Helsinki.
- Cross, A. T. and Schemel, M. P., 1951: Representative microfossil floras of some Appalachian coals. C. R. 3. — Congr. Strat. Géol. Carbbonif. S. 123—130. Heerlen 1951.
- Daugherty, L., 1941: The Upper Triassic flora of Arizona. — Carnegie Inst. Wash., publ. 526.
- De Jersey, N. J., 1946: Microspore types in some Queensland Permian coals. — Univ. Queensland. Pap., Dept. Geol., 3(5): 1—12. Brisbane.
- Dijkstra, S. J., 1949: La signification stratigraphique des spores. — Bull. Soc. Géol. Belg., t. 72, fasc. spécial, B 493—B 498.
- Dulhunty, J. A. and Roma, 1949: Notes on microspore — types in Tasmanian Permian coals. — Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, 74 (3—4): 122—139.
- 1945: Principal microspore-types in the permian coals of New South Wales. — Proc. Linn. Soc. N. S. W., 70: 147—157. Sydney.
- 1947: Distribution of microspore types in the New South Wales permian coal-fields. — Ibid., 71: 239—251.
- Erdtmann, G., 1943: An introduction to pollen analysis. Waltham. Mass.
- 1947: Suggestion for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. — Svensk. bot. tidskr. 41: 104.
- 1951: On the „*Tricolporites protrudens* problem“. — Svensk. bot. tidskr. 45: 355—357.

- Florin, R., 1940: Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. — *Palaeontographica* LXXXIV. Abt. B. 5. Lief.
- Gosh, A. K. und Sen, J., 1948: A study of the microfossils and the correlation of some productive coal seams of the Raniganj coalfield, Bengal, India. — *Trans. Min. Geol. Met. Inst. India*, 43 (2) : 57—95.
- Hofmann, Elise, 1952: Palaeobotanik im Dienste der Geologie und Montanistik. — *Verh. Geol. B.-A. Wien, Sh. „C“* (1952).
- Just, Th., 1951: Mesozoic plant microfossils and their geological significance. — *J. Paleont.* 25 : 729—735.
- Kirchheimer, F., 1950: Mikrofossilien aus Salzablagerungen des Tertiärs. — *Palaeontographica*, 90 B.
- Knox, E., 1950: The spores of Lycopodium, Phylloglossum, Selaginella and Isoetes and their value in the study of microfossils of Paleozoic age. — *Trans. Proc. Bot. Soc. Edinb.*, 35 (3) : 207—357.
- Kober, L., 1929: Der Hallstätter Salzberg. — *Sitzber. der Ak. d. Wiss., math.-naturw. Kl.*, Bd. 138, S. 35. Wien 1929.
- Knoll, F., 1932: Über die Fernverbreitung des Blütenstaubes durch den Wind. — *Forschung und Fortschritt* 8.
- Lück, H., 1913: Beitrag zur Kenntnis des älteren Salzgebirges im Berlepsch — Bergwerk bei Staßfurt nebst Bemerkungen über die Pollenführung des Salztone. — *Diss. Univ. Leipzig, Phil. Fak. Leipzig* 1913.
- Medwenitsch, W., 1949: Der geologische Aufbau des Salzkammergutes im Raume Ischl—Hallstatt—Aussee. — *Berg- und Hüttenmänn. Mh.*, Jg. 94, H. 3. Wien 1949.
- Petrascheck, W., 1947: Bitumen und Erdgas im Haselgebirge des alpinen Salzbergbaues. — *Berg- und Hüttenmänn. Mh.*, Jg. 92. Wien.
- Petrascheck, W. und W. E., 1950: Lagerstättenlehre. — Springer-Verlag Wien.
- Potonié, R., 1950: Petrographische Klassifikation der Bitumina. — *Geol. Jb.* 65, S. 551—572. Hannover/Celle 1950.
- 1952: Gesichtspunkte zu einer paläobotanischen Gesellschaftsgeschichte (Soziogenese). — *Beih. Geol. Jb.* 5.
- Potonie, R. und Klaus, W., 1953: Sporengattungen aus dem alpinen Salzgebirge. — *Geol. Jb.* 68. Hannover/Celle 1953.
- Reissinger, A., 1938: Die Pollenanalyse ausgedehnt auf alle Sedimente der geologischen Vergangenheit. — *Palaeontographica*, 84 B.
- 1950: Die Pollenanalyse ausgedehnt auf alle Sedimente der geologischen Vergangenheit. II. Teil. — *Palaeontographica*, 90 B.
- Richter-Bernburg, G., 1950: Zur Frage der absoluten Geschwindigkeit geologischer Vorgänge. — *Die Naturwissenschaften*, Jg. 37, H. 1. 1950.
- Schauberger, O., 1949: Die stratigraphische Aufgliederung des alpinen Salzgebirges. — *Berg- und Hüttenmänn. Mh.*, Jg. 94, H. 3. 1949.
- Schauberger, O. und Ruess, H., 1951: Über die Zusammensetzung der alpinen Salztone. — *Berg- und Hüttenmänn. Mh.*, Jg. 96, H. 9. 1951.
- Schopf, J. M., Wilson, L. R. und Bentall, R., 1944: An annotated Synopsis of paleozoic fossil spores and the definition of generic groups. — *State Geological Survey Rep. No. 91. Urbana, Ill.* 1944.
- Sitholey, B. V., 1943: Plant remains from the Triassic of the Salt Range in the Punjab. — *Proc. Nat. Acad. Sci. India*, 13 (5) : 300—327.
- 1951: On the occurrence of two-winged pollen in the Triassic rock of the Salt Range, Punjab. — *Curr. Sci.* 20 : 266.
- Spengler, E., 1951: Die tektonischen Verhältnisse der alpinen Steinsalzlager. — *Zeitschr. deutsch. Geol. Ges.* 1952.
- Thiergart, F., 1949: Der stratigraphische Wert mesozoischer Pollen und Sporen. — *Palaeontographica*, 89 B, 1—34.
- Thomson, P. W. und Pflug, H., 1953: Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. — *Palaeontographica*, 94 B.
- Virkki, Ch., 1937: On the occurrence of winged spores in the lower Gondwana rocks of India and Australia. — *Proc. Ind. Acad. Sci.*, Vol. VI, No. 6.