Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 42 (1933)

Heft: 1

Artikel: Die thermische Schädigung des Pollens in den Kohlen

Autor: Kirchheimer, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-28389

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 23.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die thermische Schädigung des Pollens in den Kohlen.[1]

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

Von *F. Kirchheimer*, Giessen.

Eingegangen am 20. Dezember 1932.

Nach den Untersuchungen von ZETZSCHE und KÄLIN (1932 *b*, S. 670) unterliegen Sporen von *Lycopodium clavatum* L. bei über 160° C hinausgehender Erhitzung einem Abbau (Depolymerisation), der gemäss der Temperatursteigerung zunimmt. Unsere umfangreichen Messungen wiesen nach, dass dem Abbau eine korrelative Verringerung der Mittelgrösse der Sporen folgt. Weiterhin ergaben sich Veränderungen der physikalischen Eigenschaften der Exospore sowie spezifische Skulpturschädigungen, die als Schrumpfungserscheinungen anzusprechen sind. Auf die zahlreichen sonstigen Ergebnisse der Untersuchungen (Aufbereitungsschädigungen, Verhalten der vulkanisierten Sporen usw.) kann hier nicht eingegangen werden (vgl. KIRCHHEIMER 1933, S. 154 ff.).

Inzwischen wurden weitere Proben thermisch beanspruchter Lycopodiumsporen untersucht (Präparate ZETZSCHE und KÄLIN). Entgegen der ersten Folge sind sie sämtlich in Wasser erhitzt worden. Die Befunde fasst die nachstehende Tabelle zusammen; Angaben über das Ausgangsmaterial, unsere Arbeitsmethode und ihre Fehlergrenzen finden sich in meiner soeben zitierten Abhandlung (vgl. auch KIRCHHEIMER 32 *b*, S. 255 ff.).

Physikalische Eigenschaften und mittlere Grösse thermisch beanspruchter Sporen von *Lycopodium clavatum* L.

Temperatur / ° C	Lichtbrechungsindex	Farbwert (OSTWALD)	Mittlere Grösse in μ	Grössenveränderung gegenüber dem Ausgangsmaterial (in %)
130	1.56	3 le	28.1	keine
160[2], I	1.58	3 ic	28.6	+ 1.8 %
160[2], II	1.58	3 ga	28.1	keine
200	1.58	3 pe	26.4	— 6.1
230	1.57	3 ne	26.0	— 7.4
260, I	1.58	3 ng	25.2	—10.4
260, II	1.60	3 ng	—	—
315	1.64	3 ne	22.7	—19.3

[1] In Zusammenarbeit mit F. ZETZSCHE, Bern. Da sich eine Beigabe von Mikrophotos nicht ermöglichen liess, stehen Interessenten Testpräparate der thermisch geschädigten Pollenkörner aus der Meissnerkohle zur Verfügung (vgl. auch KIRCHHEIMER, 1932 *c*, S. 672, Fig. 3).

[2] Beide Proben nach der Erhitzung bromiert und nitriert; I wurde 2½ Stunden erhitzt, II 8¾ Stunden.

Diese Feststellungen bestätigen in ihren allgemeinen Zügen frühere Ergebnisse. Gemäss steigender Erhitzung äussert sich eine Abnahme der mittleren Sporengrösse, Erhöhung des Lichtbrechungsvermögens der Membran und Dunkelfärbung des Sporenpulvers. Innerhalb der allgemeinen Progression sind die auf 160° C erhitzten und alsdann bromierten sowie nitrierten Proben ausser acht zu lassen, da diese Behandlungsweise nach unseren Feststellungen eine geringfügige Vergrösserung der Sporen bedingt. Aus ihrem gegenseitigen Grössenunterschied ist aber die Bedeutung längerer Erhitzung für die Verringerung der Sporengrösse ersichtlich.

Einiges sei noch über die morphologische Beschaffenheit der thermisch beanspruchten Sporen bemerkt. Die auf 130° C erhitzten Sporen zeigen keine Schädigung der Exospore; ihre Netzmaschen haben die regelmässige Beschaffenheit gewahrt. Bei der Beanspruchung von 160° C (in Paraffin) setzt unter der von Zetzsche und Kälin festgestellten Wasserabspaltung undulöse Veränderung ein, die sich mit der Erhitzung dem Substanzverlust gemäss steigert. Besonderheiten bietet zunächst die auf 200° C erhitzte Probe. Die Netzmaschen ihrer Sporen sind nämlich stärker verändert, wie es dem Grade der Erhitzung entspricht; auch wurden viele deformierte Exospore beobachtet. Besonders stark äussert sich die Deformation innerhalb des Inhaltes der Probe 260° C I, nahezu unkenntlich sind die Sporen der entsprechenden Probe II. Die Ursache dieser näher zu beschreibenden Schädigung vermuten wir in der langen thermischen Exposition; die klärenden Versuche sind bereits in Angriff genommen.

Fast keine der Sporen zeigt noch die sonst so typische und selbst von dem auf 340° C in Paraffin erhitzten Material beibehaltene kugelig-tetraëdrische Gestalt. Die Tetraëderleisten sind kaum mehr wahrnehmbar, den meisten Sporen fehlt die Maschenskulptur gänzlich. Ihre Oberfläche ist von einem Faltensystem überzogen; als mit Wülsten versehene Gebilde starker Lichtbrechung erscheinen die noch stärker veränderten Individuen (vgl. Textabb. 1 *a* und *b*).

Die auf 315° C erhitzten Sporen sind fast durchweg stark deformiert; sie zeigen eine faltig-knotige Oberfläche mit stark verändertem Maschenwerk (vgl. Textabb. 1 *c*). Zusammenfassend ist über die neuuntersuchten, thermisch beanspruchten Lycopodiumsporen zu sagen, dass ihre Schädigungen weiter gehen, als die innerhalb der gleich hoch in Paraffin und Glycerin erhitzten Proben beobachteten Veränderungen.

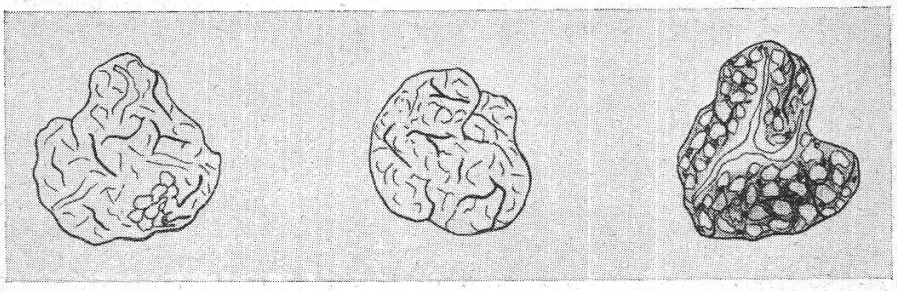
Der Erhaltungszustand des Pollens in der Stangenkohle des Meissners.

Es sind zahlreiche Braunkohlenvorkommen bekannt, die durch Kontaktwirkung von Eruptiven verändert wurden (Stutzer 1923, S. 306; Winter 1925, S. 653; Petrascheck 1929, S. 125 ff.). Als Typus sind die Lager vom Meissner bei Kassel und der benachbarten Oertlichkeiten zu bezeichnen, über deren Verhältnisse Uthemann (1892, S. 1 ff.) berichtet. Am Meissner hat eine basaltische Intrusion von

ursprünglich etwa 300 m Mächtigkeit das Braunkohlenflöz betroffen und seine Kohle durch die Hitzeeinwirkung bis zu 2—5,5 m vom Kontakt verändert. Nach v. LASAULX (1870, S. 145) ist die Kontaktzone und ihre Kohlen in folgender Weise gegliedert:

Basalt	
gebrannter Ton	0 —3 m
Stangenkohle	—1.5 m
Glanzkohle	0 —0.2 m
Schwarzkohle	0.5—3.4 m

Im Hinblick auf die mächtige Basaltmasse erscheint die Kontaktwirkung nicht erheblich. Doch ist geringe Wirkung vielen Intrusionen eigen, was SHALER mit der Bevorzugung von Wasserhorizonten bei ihrem Eindringen in die Sedimentverbände erklären will (vgl. v. WOLFF 1914, S. 217). Auch im Westerwald



a *b* *c*

Textabb. 1.
Thermisch geschädigte Sporen von *Lycopodium clavatum* L. 600 mal vergrössert. — *a*) 2½ Stunden bei 260° C. *b*) 8¾ Stunden bei 260° C. *c*) 315° C.

(BUCHNER 1920, S. 206; SCHUCKMANN 1925, S. 95) und Vogelsberg (DIEHL 1924, S. 691) hat man eine geringe Tiefenwirkung des Basaltkontakts beobachtet, der zumeist nur wenige Zentimeter der Kohle verändert hat. Bei Berührung mit der durchfeuchteten Kohle bildeten die Magmen Erstarrungskrusten, die als schlechte Wärmeleiter das Nebengestein vor weiterer Hitzebeeinflussung schützten.

Schon früher haben wir die Stangenkohle des Meissners mikroskopisch untersucht und fanden in ziemlicher Nähe des Kontaktes Pollen (KIRCHHEIMER 1930, S. 453).[1] Unsere Proben entstammen einem im Geologisch-Palaeontologischen Institut zu Giessen befindlichen Kohleblock, der von der Glanzkohle bis in die mittlere Partie der Stangenkohle reicht. Die sogenannte « metallische » oder « anthrazitische » Stangenkohle unmittelbar unter dem gebrannten Ton (« Schwühl ») umfasst er somit nicht. Die Glanzkohle enthält nur wenig Pollen und tritt u. a. auch in Gängen innerhalb der Stangenkohle auf. Es handelt sich hierbei nicht wie vielfach vermutet, um metalignitische Hölzer, sondern abgewanderte Humusgele (vgl. HUMMEL 1930, S. 493). Sie

[1] Bei der mikroskopischen Untersuchung der Stangenkohle des Meissners beobachtete bereits WINTER (1925, S. 652; Abb. 5) Holzreste.

finden sich nach Angaben in den einschlägigen Arbeiten zumeist hinter den der Kontaktnähe angehörenden Stangenkohlen.[1]

Die anthrazitische Stangenkohle erweist sich nach ihrem Verhalten gegenüber den bekannten Kriterien (vgl. Bode 1930, S. 983 und 987) als Steinkohle. Die untersuchten pollenführenden matten Stangen haben noch Braunkohlencharakter, wenngleich gegen den Kontakt die Menge der unter gewöhnlichen Bedingungen mit wässriger KOH zu extrahierenden Humine schnell zurückgeht, Kohlenstoffgehalt und spezifisches Gewicht zunehmen :

Bezeichnung	Strich	HNO_3	KOH	Spezifisches Gewicht	C (%)
Matte Stangen . . .	schwarz-braun	hellgelb	dunkelbraun	1.38	ca. 77
Anthrazitische Stangen	schwarz	farblos	farblos	1.53	80.4

Zur Gewinnung des Pollens aus der Stangenkohle des Meissners und der sonstigen hier genannten Kohlen diente das Brom-Nitro-Verfahren von Zetzsche und Kälin (1932 *a*, S. 345 ff.).[2] Die eingehende Prüfung dieser Methode hat ergeben, dass durch sie in den meisten Fällen der Pollen der Braunkohlen ohne Aufbereitungsschädigungen isoliert wird (vgl. Kirchheimer 1932 *a*, S. 427). Als allgemeines Ergebnis der Untersuchung der Stangenkohle des Meissners konnte festgestellt werden, dass der Erhaltungszustand des Pollens mit Annäherung an den Kontakt immer schlechter wird. Die besonderen Zerstörungserscheinungen seien im Anschluss an zwei in der Meissnerkohle häufig zu findenden Pollentypen beschrieben :

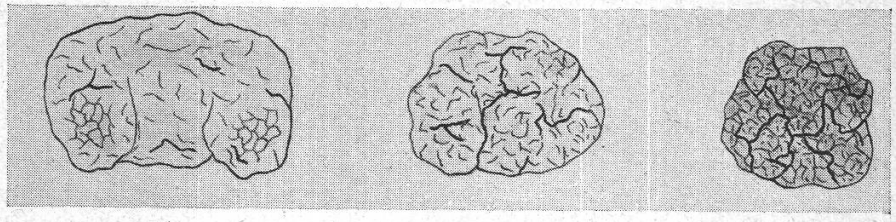
a) Flügelpollen, Abietineentypus (Textabb. 2 *a*—*c*). — Pollen mit den Flügeln gemessen 60—80 μ gross, Körper breit ellipsoidisch, im Mittel 50 μ hoch, Flügel fast kugelig, ihr Durchmesser zumindest 32 μ; die Exine ist wenig skulpiert, die Flügel undeutlich maschig, ein Kamm wurde nicht bemerkt.

Die erste Veränderung des Pollens besteht in dem Auftreten von Falten und Wülsten (Textabb. 2 *a*), welche auf der Oberfläche entwickelt sind. Die Flügel sind vom Körper nicht mehr deutlich abgesetzt, der Umriss der Individuen erscheint ± wellig. Bei stärker geschädigten Körnern sind die Falten und Wülste vermehrt und schliessen sich zu einem unregelmässig maschenartigen System zusammen (« Polygonstruktur »). In diesem Stadium ist die ursprüngliche Skulptur der Pollenexinen bereits völlig vernichtet, sie nehmen offenbar infolge Kontraktion fast sphärische Form an (Textabb. 2 *b* und *c*), die Farbe u. d. Mi. hat sich nach leuchtend braungelb verändert. Den letzten Umwandlungsgrad bezeich-

[1] Auf das Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung der Glanzkohlen werde ich in einer besonderen Arbeit a. a. O. eingehen.

[2] Die Präparate sind zum grössten Teil von Zetzsche und Kälin selbst hergestellt worden.

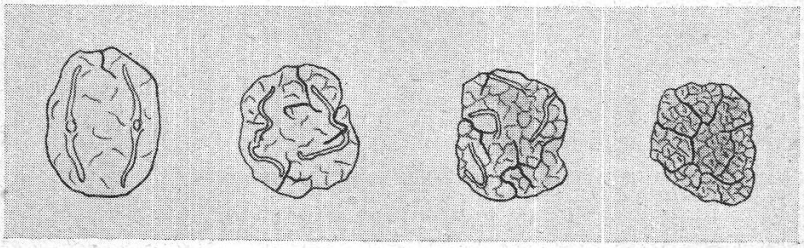
nen kugelige, braungelb durchscheinende Ballen hoher Lichtbrechungsfähigkeit. Endlich gehen auch die Wülste und Falten verloren; schliesslich finden sich in den Präparaten amorphe « Bitumenkugeln », deren Ableitung von Pollenexinen nur durch die Kenntnis der geschilderten Schädigungsreihe möglich wird.



a *b* *c*

Textabb. 2.

Thermisch geschädigter Abietineen-Flügelpollen aus der Stangenkohle des Meissners. 350 mal vergrössert. — *a*)—*c*) fortschreitende Stadien der Zerstörung.



a *b* *c* *d*

Textabb. 3.

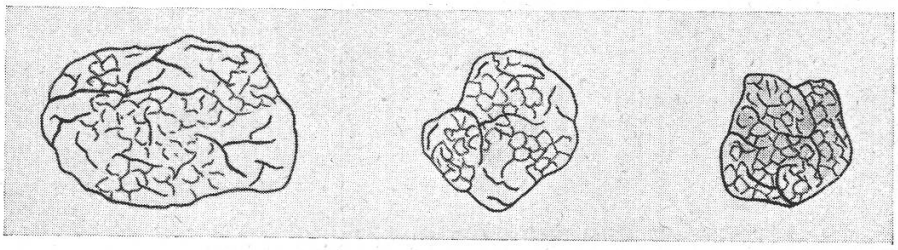
Thermisch geschädigter Angiospermen-Faltenpollen aus der Stangenkohle des Meissners. 500 mal vergrössert. — *a*)—*d*) fortschreitende Stadien der Zerstörung.

b) Angiospermen-Faltenpollen (Textabb. 3 *a*—*d*). — Pollen in der Polansicht rundlich, von der Seite breit elliptisch, im Mittel 30 (22) μ gross; die ziemlich kräftige Exine ist glatt, mit drei äquidistanten schmalen Längsfalten versehen, in deren Mitte sich je eine Keimpore befindet.

Kleine, zerstreut gelagerte Falten und Wülste sind auch bei diesem Pollentypus die ersten Anzeichen der Schädigung (Textabb. 3 *a*). An den dünnen Exinestellen (präformierte Falten) äussert sich die Zerstörung zunächst; sie sind in oft merkwürdigen Windungen verzogen (Textabb. 3 *b* und *c*). Das nächste Stadium der Schädigung wird durch eine Zunahme der Wülste bezeichnet, die sich in der bereits von dem Abietineenpollen beschriebenen Weise zusammenschliessen. Die Form des Pollens geht allmählich verloren, unter Grössenabnahme entwickeln sich gelbbraune Gebilde mit Wülsten und Falten, die schliesslich ebenfalls « Bitumenkugeln » liefern.

Auswertung.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Schädigung des Pollens in der Stangenkohle des Meissners i. W. kaustisch bedingt ist. Hierfür spricht zunächst die progressive Zerstörung nach dem Kontakt. Auch die morphologisch-strukturelle Uebereinstimmung der Erscheinnungen mit den experimentell an den Sporen von *Lycopodium clavatum* L. erzeugten Veränderungen (vgl. S. 24; Textabb. 1 *a* und *b*), spricht für diese Deutung. Aehnliche Strukturen sahen wir an Pollen von Kohlen, die nach ihrer Ablagerung kinetisch stark durchgearbeitet und so metamorphosiert wurden. Hier war es wohl die bei den tektonischen Vorgängen entstandene Wärme, die zu der Ver-



a *b* *c*

Textabb. 4.
Thermisch geschädigter Pollen aus der Liegendkohle des Braunkohlenkokses von Zeitz. 800 mal vergrössert.
a)—*c*) verschiedene Exinenreste.

änderung des Pollens führte und zusammen mit dem Druck des bewegten Gebirges den Erhaltungszustand des Pollens beeinflusste.[1]

Zweifellos durch thermische Wirkung geschädigten Pollen konnten wir in der Liegendkohle des bekannten Braunkohlenkokses aus dem Zeitz-Weissenfelser Gebiet (vgl. Grund 1928, S. 6 und 29; Potonié 1929, S. 1196) finden. Die durch den Brand des Urtorfes entwickelte Hitze beeinflusste in nach der Tiefe abnehmenden Grad die Pollenführung der Kohle, was an die Feststellungen bei der Stangenkohle des Meissners anklingt. Wir werden auf dieses interessante Vorkommen später nochmals zurückkommen. Textabb. 4 *a*—*c* zeigt sehr weitgehend geschädigten Pollen (nach einem Brom-Nitro-Präparat).[2]

Schon jetzt glauben wir, eine ziemliche Verbreitung der thermischen Pollenschädigung in den Kohlen feststellen zu können. Wichtig ist die Feststellung, dass sie sich unabhängig von der schon früher beschriebenen Korrosion und Desorganisation (Kirchheimer 1931, S. 128 ff.)

---

[1] Untersuchungen über die kinetisch bedingte Schädigung des Braunkohlenpollens werden demnächst an dieser Stelle veröffentlicht werden.

[2] Herrn Dr. Jurasky, Freiberg, danke ich für die Ueberlassung von Proben.

äussert. An korrodierten und thermisch veränderten Pollenkörnern lässt sich sogar ausfindig machen, welcher der beiden Schädigungsweisen primärer Charakter zukommt. Von den in dieser Mitteilung niedergelegten Befunden und weiteren Feststellungen ausgehend, werden wir in nächster Zeit eine unmittelbar auf die Sporen- und Pollenführung der Kohlen gegründete Stufenfolge ihrer thermischen Beanspruchung während der Bildungszeit geben.[1]

Zusammenfassung.

Durch experimentelle Untersuchungen wurde erwiesen, dass Sporen thermische Schädigungen erleiden können. In der Stangenkohle des Meissners sowie in sonstigen thermisch beeinflussten Kohlen finden sich Pollenkörner, die thermische Veränderungen zeigen. Diese werden beschrieben und auf ihre Bedeutung für kohlengenetische Fragen hingewiesen.

Schriftennachweis.

Bode, 1930: Die Unterscheidung von Braunkohle und Steinkohle. — Braunkohle **29** (1930).

Buchner, 1920: Die Lagerungsverhältnisse und basaltische Kontaktmetamorphose der Braunkohle des Hohen Westerwaldes. Verh. d. Naturhist.-Med. Vereins Heidelberg N. F. **14** (1920).

Diehl, 1924: Eine basaltische Intrusion unter Braunkohlen des Vogelsberges. — Braunkohle **22** (1924).

Grund, 1924: Beiträge zum Studium fossiler Holzkohlebildungen, besonders in Braunkohlelagern. — Jahrb. d. Preuss. Geolog. Landesanst. **49** (1928).

Hummel, 1930: Glanzkohlengänge in der Braunkohle des Habichtswaldes. — Ztschr. d. Deutsch. Geolog. Ges. **82** (1930).

Kirchheimer, 1930: Braunkohlenforschung und Pollenanalytik. — Braunkohle **29** (1930).

— 1931: Zur pollenanalytischen Braunkohlenforschung I. — Ibid. **30** (1931).

— 1932 *a*: Zur pollenanalytischen Braunkohlenforschung III. — Ibid. **31** (1932).

— 1932 *b*: Zur Sporen- und Pollenanalyse der Kohlen. — Centralbl. f. Min. etc. Jahrg. 1932 (1932).

— 1932 *c*: Blütenstaub in unseren Braunkohlen. — Umschau **36** (1932).

— 1933: Die Erhaltung der Sporen und Pollenkörner in den Kohlen, sowie ihre Veränderungen durch die Aufbereitung. — Botan. Archiv **35** (1933).

v. Lasaulx, 1870: Ueber die durch Basaltkontakt veränderten Kohlen vom Meissner. — Ann. d. Phys. u. Chem. **141** (1870).

Petrascheck, 1929: Die thermische Metamorphose der Kohlen. — Berg- u. Hüttenm. Jahrb. **77** (1929).

Potonié, 1929: Spuren von Wald- und Moorbränden in Vergangenheit und Gegenwart. — Jahrb. d. Preuss. Geolog. Landesanst. **49** (1929).

---

[1] So entspricht dem Erhaltungszustand der beschriebenen Pollenkörner aus der Stangenkohle des Meissners eine Erhitzung auf 250—340° C (je nach der Stelle der Probeentnahme).

SCHUCKMANN, 1925: Beiträge zur Kenntnis des Westerwälder Tertiärs. — Senckenbergiana **7** (1925).

STUTZER, 1923: Kohle (allgemeine Kohlengeologie), II. Auflg. — Berlin 1923.

UTHEMANN, 1892: Die Braunkohlenlagerstätten am Meissner usw. — Abh. Preuss. Geolog. Landesanst. N. F., Heft 7 (1892).

WINTER, 1925: Die Veredelung der Braunkohle durch Basaltkontakt. — Braunkohle **24** (1925).

v. WOLFF, 1914: Der Vulkanismus I. — Stuttgart 1914.

ZETZSCHE u. KÄLIN, 1932 *a*: Untersuchungen über die Membran der Sporen und Pollen VII. Eine Methode zur Isolierung des Polymerbitumens (Sporenmembranen, Kutikeln usw.) aus Kohlen. — Braunkohle **31** (1932).

— 1932 *b*: Untersuchungen über die Membran der Sporen und Pollen IX. Das thermische Verhalten der Sporopollenine. — Helv. Chim. Acta **16** (1932).