Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 42 (1977)

Artikel: Gefriertrocknung als Konservierungsmethode für biologische Objekte
Autor: Schläfli, August
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-593877

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: 06.01.2026

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

Aus dem Thurgauischen Naturwissenschaftlichen Museum

Gefriertrocknung als Konservierungsmethode für biologische Objekte

August Schläfli

A. 741
12541

Anläßlich von Museumsführungen wird fast regelmäßig die Frage nach der von uns verwendeten Methode zur Pflanzenpräparation gestellt. Allgemein bekannt ist die Pflanzenkonservierung mit Hilfe der Herbariumstechnik, doch genügen die gepreßten Pflanzen in einer neuen naturwissenschaftlichen Schausammlung nicht. Der einfachste und am häufigsten begangene Weg ist der, daß die Pflanzenwelt aus dem Schaumuseum verbannt und ausschließlich in die wissenschaftliche Sammlung verwiesen wird. Der andere Weg ist, neue Methoden zur Konservierung zum Erzielen dreidimensionaler Pflanzenpräparate zu finden. Wir haben im Naturwissenschaftlichen Museum des Kantons Thurgau zwei Methoden, die zu diesem Ziele führen, angewendet:

1. die Vakuumgefriertrocknung;
2. das Trocknen bei hohen Temperaturen im Sand oder in anderen geeigneten Einbettungsmitteln. (Vergleiche dazu: *Mercié,* 1944; *Merker,* 1967; *Schläfli* 1975.)

Ich möchte mich im folgenden ausschließlich mit dem Gefriertrocknen (der Lyophilisation) befassen und gleichzeitig auch die Literatur zum Thema etwas zusammenstellen. Die Methode wurde zum ersten Mal von *Mercié* (1944) als Konservierungsmethode für Pflanzen beschrieben. In chemischen Laboratorien war aber das Verfahren bereits bekannt. Gleicherweise verwendet man heute die Lyophilisation auch zur Herstellung von Blutplasma und Penizillin, in der Bakteriologie und der Histologie, zur Konservierung von Samen (vergleiche *Surber,* 1967) und in immer größerem Umfang auch in der Lebensmittelindustrie (vergleiche *Bueb,* 1970).

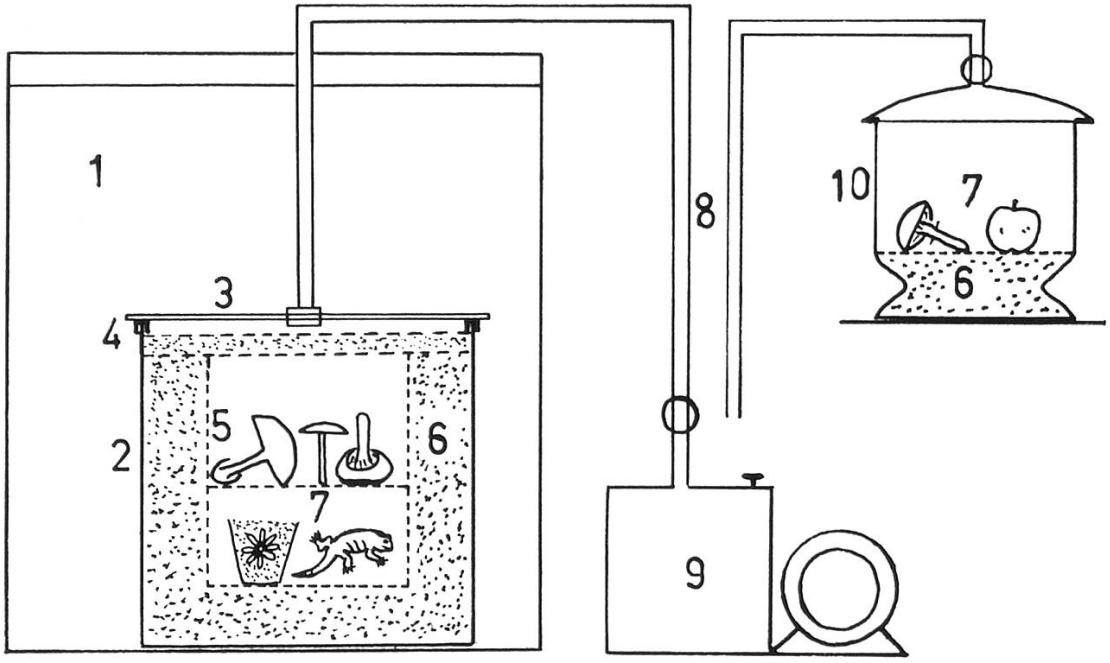
Methode

Das Gefriertrocknen ist ein Verfahren, das man auch als «Vakuumsublimation aus der Eisphase» bezeichnen kann. (Zur Geschichte der Sublimation: *Goltz,* 1970.) *Nippe* (1963) bringt eine sehr einfache, auch dem Nichtfachmann verständliche Erklärung des physikalischen Vorganges: «Beim Trocknen wird Wasser verdampft. Bei 100° C ist die Verdampfungsgeschwindigkeit am größten, da hier das Wasser kocht. Wird aber der über der Wasseroberfläche herrschende Druck durch Abpumpen der darüberliegenden Luftschicht herabgesetzt, so siedet das Wasser bereits bei wesentlich tieferen Temperaturen, und zwar entsprechend dem Druck. Je höher das Vakuum, desto tiefer die Siedetemperatur. Wenn das Vakuum so groß wird, daß die Siedetemperatur unter 0° sinkt, dann liegt das Wasser in Form von Eis vor. Dies bedeutet praktisch, das Eis «trocknet», ohne daß dabei ein Schmelzen eintritt. Es ist ähnlich wie beim Schwefel, der, auch ohne zu schmelzen, verdampfen beziehungsweise *sublimieren* kann. Durch das Verdampfen des Wassers wird überdies laufend Kälte erzeugt, so daß das Eis durch die es umgebende Wärme nicht erwärmt, sondern im Gegenteil noch stärker abgekühlt wird.»

Ein Körper verdampft also so lange, wie der Dampfdruck der Umgebung niedriger ist als der Dampfdruck dieses Körpers. Der dem Objekt entweichende Wasserdampf muß also ständig abgesogen werden. Dazu ist allerdings die Vakuumpumpe nicht geeignet, denn die anfallende Dampfmenge ist viel zu groß. (Bei einem Druck von 1 Torr und Zimmertemperatur hat 1 g Wasser ein Volumen von 1000l!) Als Dampffalle dient viel mehr ein Kühlkondensor oder (wie in unserer Anlage) ein chemischer Kondensor. (Vergleiche Zivy-Mitteilungen, 1972.)

Technische Anlage
Im Handel sind Gefriertrockner verschiedenster Größen und Zweckbestimmungen erhältlich. Da unsere einfache Anlage immer wieder auf Interesse stößt, möchte ich davon eine Skizze veröffentlichen. (Vergleiche auch *Schläfli,* 1966, 1975.)

Abbildung 1: Gefriertrocknungsanlage des Naturwissenschaftlichen Museums. 1 Tiefkühltruhe, 2 Exsikkator aus Metall, 3 Plexiglasdeckel, 4 Gummidichtung, 5 Drahtkorbeinsatz, 6 Trocknungsmittel «Silicagel», 7 Trockengut, 8 Vakuumschlauch, 9 Vakuumpumpe, 10 Exsikkator zum Vakuumtrocknen.



Geeignete Objekte
Für die Gefriertrocknung geeignet sind vor allem stark wasserhaltige Objekte, die beim (sehr viel rascheren und ausgiebigeren) Sandtrocknungsverfahren schrumpfen würden. So wurden vor allem *Pilze,* die wir vor dem Einfrieren noch zusätzlich mit Wasser tränkten, um einen festen, stützenden Eismantel zu erhalten, mit dieser Methode sehr erfolgreich konserviert. (Literatur zur Pilzkonservierung mit Hilfe der Gefriertrocknungsmethode: *Mercié,* 1946, 1948; *Stadelmann,* 1959, 1962; *Hallermeier,* 1960; *Haskins,* 1960; *Hennig,* 1962; *Hanlin,* 1972; *Holm* und *Jonsson,* 1975.)
Etwas mehr Probleme brachte die Präparation der *Phanerogamen.* Bis jetzt präparierten wir mit Erfolg: sukkulente Pflanzen (vergleiche dazu : *Stadelmann* und *Friedrich,* 1963), Äpfel, Birnen, Kartoffeln, Karotten. Geeignet sind auch dicke, fleischige Stengel und Blätter, die wir vorher auf der Rückseite mit einer Nadel fein anstechen. (Vergleiche Abbildung 2.) Im Sand getrocknet, werden solche Objekte infolge starker Schrumpfungen für Ausstellungszwecke gänzlich ungeeignet. Man stelle sich einen fast drahtförmigen Tulpenstengel vor! Wir präparieren aber auch empfindliche Blüten (zum Beispiel von Orchideen, Liliaceen und Labiaten) und Blütenstände (zum Beispiel von Umbelliferen, Dipsacaceen, Compositen) mit der Gefriertrocknungsmethode und verbinden sie dann mit den sandgetrockneten, beblätterten Stengeln. Solche empfindliche Blüten betten wir mit Vorteil sorgfältig in das feinkörnige Trocknungsmittel «Silicagel» ein, um dem Objekt eine allseitige, schützende Stütze zu geben. (Weiteres über das Ein-

Abbildung 2, Gewichtsverlust dreier Birnen beim Dehydrierungsprozess.

o ___ o *Ganze Birne, am 20. und am 24. Tag mit einer Nadel perforiert.*

△ _ △ *Birne mit ausgestochenem Kerngehäuse.*

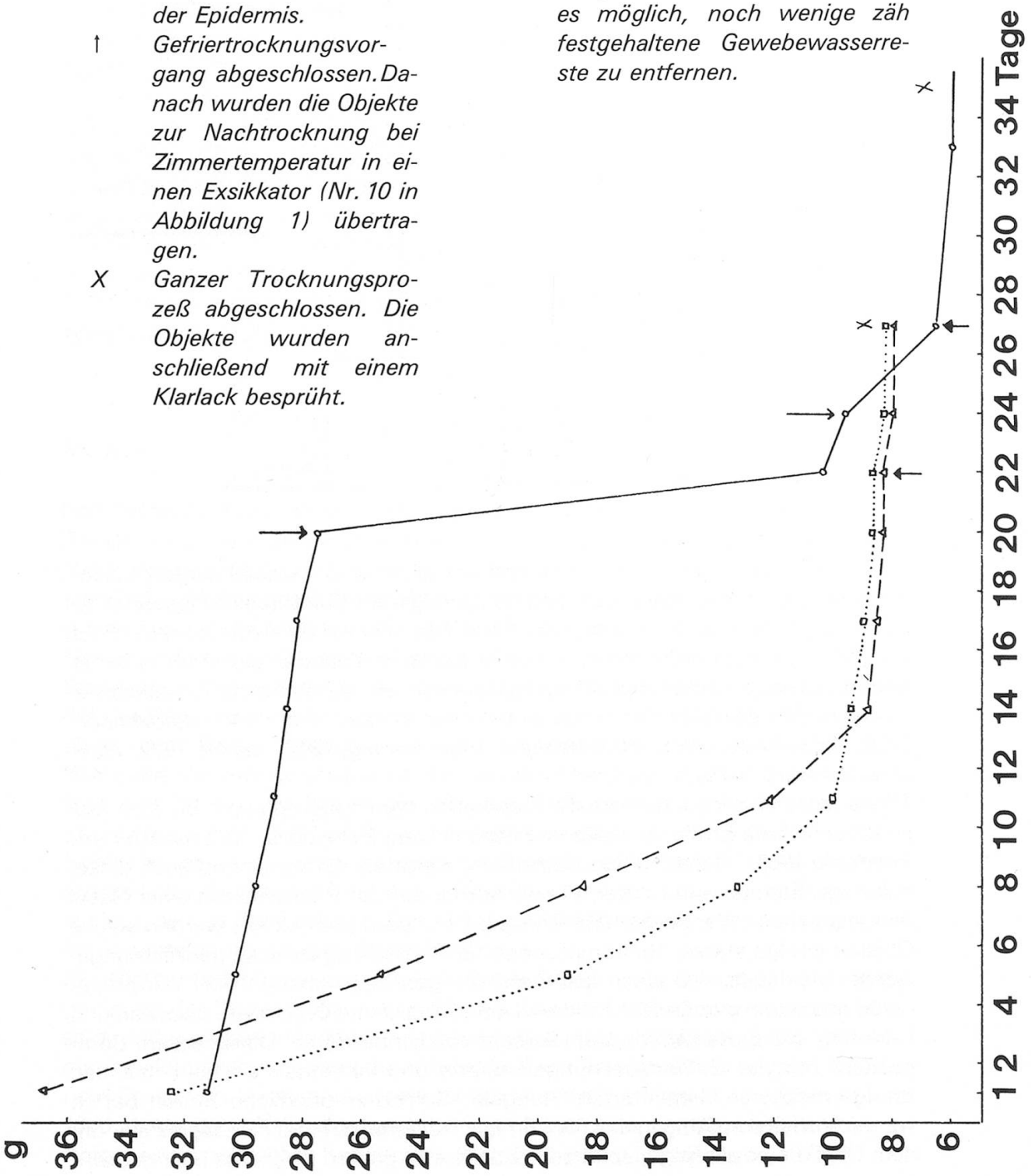
□ ... □ *Birne halbiert.*

↓ *Zeitpunkt der Perforation der Epidermis.*

↑ *Gefriertrocknungsvorgang abgeschlossen. Danach wurden die Objekte zur Nachtrocknung bei Zimmertemperatur in einen Exsikkator (Nr. 10 in Abbildung 1) übertragen.*

X *Ganzer Trocknungsprozeß abgeschlossen. Die Objekte wurden anschließend mit einem Klarlack besprüht.*

Interessant ist, wie die intakte Epidermis der Birne mit ihrer Kutikula die Sublimation so stark erschwert, daß eine Gefriertrocknung nur sehr langsam möglich ist. Hingegen verlaufen die Wasserverlustkurven der ausgehöhlten und der halbierten Birne so, wie sie auch von Pilzen her bekannt sind. Mit der Nachtrocknung bei Zimmertemperatur ist es möglich, noch wenige zäh festgehaltene Gewebewasserreste zu entfernen.



betten der Objekte und deren Nachtrocknung im Exsikkator bei Zimmertemperatur: *Schläfli,* 1975.)
Es wurden auch Versuche zur Konservierung von pflanzlichen Bodenfunden (Feuchthölzer) unternommen. Der Trocknungsprozeß verläuft erfolgreich, doch scheint es, daß eine nachträgliche Härtung des Objektes (zum Beispiel mit «Araldit») nicht zu umgehen ist. *Mercié* wies bereits in seiner ersten Publikation darauf hin, daß es möglich sein sollte, auch *zoologische Objekte* zu dehydrieren. Es waren vor allem *Meryman* (1960, 1961) und *Harris* (1965, 1968), die viele Versuche zur Tierpräparation anstellten. *Nippe* (1963) und *Klemstein* benützten das Vakuumgefriertrocknen zur Raupenpräparation.
Wir haben selber bereits sehr viele tierische Objekte lyophilisiert. In der Ausstellung sind zu sehen:
- Raupen und Puppen von Schmetterlingen, darunter eine ganze Entwicklungsreihe vom Ei bis zur Imago des Kleinen Nachtpfauenauges;
- Larven (Engerlinge) des Maikäfers;
- Spinnen und Libellen;
- alle Amphibien und Reptilien;
- Jungvögel im Nest;
- verschiedene Mäuse und Fledermäuse.

Haltbarkeit der gefriergetrockneten Objekte
Die Haltbarkeit der Pilze ist, sowohl was die Form wie auch was die Farbe betrifft, sehr gut, wie die Objekte in der Pilzvitrine (ausgestellt seit 1973) beweisen. Gut schließende Schubladen am durchlöcherten Vitrinenboden werden periodisch mit «Silicagel» beschickt, damit die Luft in der Vitrine trocken bleibt. Die Beleuchtung wird sehr sparsam eingeschaltet. Eine entfärbende Wirkung des Sauerstoffes, wie sie *Mercié* (1944) beim gelben Buschwindröschen beschreibt, konnte bei den Pilzen nicht festgestellt werden. Allerdings mußten wir die gleichen Erscheinungen des sehr raschen Verlustes der gelben Blütenfarben auch erfahren. Versuche haben gezeigt, daß die gelben Farbstoffe der Zungenblüten von Habermark schon nach etwa drei Monaten, diejenigen von Pfaffenröhrchen nach etwa einem halben Jahr deutliche Farbverluste aufwiesen. Bei Habermark und auch bei gelben Hahnenfußarten verloren sich die Blütenfarben an den dem Licht exponierten Stellen fast plötzlich. Da die Präparation mit Hilfe der Gefriertrocknungsmethode zeitlich aufwendig ist, der Exsikkator nur einen beschränkten Platz aufweist und uns kein Hilfspersonal zur Verfügung steht, ist es nicht möglich, ständig neue, frische Objekte zu präparieren oder einen genügenden Vorrat im Depot zu halten. Ausgebleichte Objekte wurden deshalb mit Lackfarben künstlich eingefärbt.
Da in unseren Pflanzenvitrinen der Schausammlung anfangs alle zwei, später alle vier Wochen das Trocknungsmittel gewechselt wurde, sind keine Formveränderungen festzustellen. An den zoologischen Objekten zeigten sich bis jetzt auch in den beleuchteten Vitrinen der Schausammlung keine nennenswerten Schäden.

Literaturverzeichnis

Bueb, M., 1970: Die Gefriertrocknung von Lebensmitteln. Ciba-Rundschau, H. 3, 31-37.

Goltz, D., 1970: Zur Geschichte der Sublimation. Ciba-Rundschau, H. 3, 38-49.

Hallermeier, R. H., 1960: Pilzherbar nach dem Gefriertrocknungsverfahren. Zeitschr. f. Pilzkunde **26**, 115-120.

Hanlin, R. T., 1972: Preservation of fungi by freeze-drying. Bull. Torrey Bot. Club **99**, 23-27.

Harris, R. H., 1965: Vakuum- und Gefriertrocknung ganzer biologischer Objekte. Der Präparator **11**, 244-252.

- 1968: A new apparatus for freeze-drying whole biological specimens. Med. biol. Ill. **18**, 180-182.

Haskins, R. H., 1960: Freeze-drying of macrofungi for display. Mycologia **52**, 161-164.

Hennig, B., 1962: Präparation von Pilzen durch Kältetrocknung im Vakuum. Schweiz. Zeitschr. f. Pilzkunde **40**, 155-158.

Holm, A., und *Jonsson L.*, 1975: Frystorkad svamp - något för biologiundervinningen. Svensk Botanisk Tidskrift **69**, 365-368.

Klemstein, J., Gefriertrocknung - eine neue Methode zur Präparation von Raupen. Manuskript.

Mercié, C., 1944: Procédé de préparation des collections végétales par déshydratation dans le vide. Bull. de la Soc. Bot. de France **91**, 182-185.

- 1946: Procédé de conservation des Champignons par déshydratation dans le vide et congélation. Bull. de la Soc. Bot. de France **93**, 123-124.

- 1948: Préparation des collections végétales par dessiccation sous vide. Bull. de la S'oc. Bot. de France **95**, 38-43.

Merker, H., 1967: Ein Gerät zur dreidimensionalen Pflanzen-Trockenpräparation. Der Präparator **13**, 191-194.

Meryman, H. T., 1960: The Preparation of Biological Museum Specimens by Freeze-Drying. Curator III/1, 5-19.

- 1961: The Preparation of Biological Museum Specimens by Freeze-Drying: II. Instrumentation. Curator IV/2, 153-174.

Nippe, B., 1963: Gefriertrocknung - eine neue Methode zur Präparation der Raupen. Nachrichtenb. d. Bayer. Entomologen **12**, 44-48.

Schläfli, A., 1966: Museumsarbeit auf neuen Wegen. Mittlg. a. d. Thurg. Museum **17**, 10-16.

- 1975: Pflanzenkonservierung und botanische Ausstellung am Thurgauischen Naturwissenschaftlichen Museum. Der Präparator **21**, 36-42.

Stadelmann, E., 1959: The use of Mercié's Method of Freezedrying for the preparation of fungi for demonstration. Proc. 9. Int. Bot. Congr. Montreal 2.

- 1962: Zur Vakuumgefriertrocknung höherer Pilze. Zeitschr. f. Pilzkunde **28**, 21.

- und *Friedrich H.,* 1963: Gefriertrocknen - eine neue Herbartechnik für Sukkulenten. Kakteen u. andere Sukkulenten **14**, 75-77.

Surber, E., 1967: Versuche mit Vakuumgefriertrocknung von Fichtensamen. Mittlg. schweiz. Anst. forstl. Vers.wes. **43**, 317-329.

Zivy-Mitteilungen, Ausgabe 78, 1972.

Adresse des Verfassers: Dr. August Schläfli, Konservator des Naturwissenschaftlichen Museums, 8500 Frauenfeld.