

Erfahrungen mit wenig bekannten Methoden der Herbarotechnik*

Von *C. Simon*, Basel

Manuskript eingegangen am 1. Dezember 1961

Für die sammlungsmässige Aufbewahrung von Pflanzen und Pflanzenteilen ist auch heute noch der in gepresstem Zustande getrocknete Beleg die einzige rationelle Ausführung. Auf der ganzen Welt werden auf diese Art Herbarien angelegt und vergrössert.

Es ist eine altbekannte Tatsache, dass Sammlungen gepflegt und unterhalten werden müssen, damit sie nicht im Laufe der Zeit zerstört werden. Die Hauptfeinde der Herbarien sind gewisse Insekten und Schimmelpilze. Insbesondere gegen die ersten muss der Kampf immer erneut aufgenommen werden.

In vielen Fällen genügt es, stark riechende Substanzen als Abschreckmittel (Repellents) in die Behälter und Schränke des Herbars zu verteilen, um Neuinfektionen zu verhüten. Campher, para-Dichlorbenzol¹⁾ und besonders das billige Naphthalin sind in diesem Sinn wirksam. Der für die Repellentwirkung vorteilhafte hohe Dampfdruck dieser Substanzen wirkt sich insofern anderseits nachteilig aus, als die Behandlung, infolge der Verflüchtigung jener, regelmässig wiederholt werden muss.

Eine oft angewendete, umständlichere und für den, der sie anwendet, nicht ungefährliche Methode besteht darin, die getrockneten Pflanzenteile vor dem Aufziehen auf den Herbarbogen in einer alkoholischen Lösung von Quecksilber-II-chlorid (Sublimat, Mercurichlorid) zu imprägnieren²⁾. Der dadurch erreichte Schutz erstreckt sich gegen Insekten und Pilze. Er ist aber nicht unbeschränkt, da das Sublimat entsprechend seinem Namen einen geringen Dampfdruck aufweist und sich mit den Jahren ebenfalls verflüchtigt. Neuerdings sind anstatt des hochgiftigen Quecksilbersalzes auch andere insecticide Stoffe empfohlen worden: Ester oder Salze von Polychlorphenolen³⁾, Dichlor-diphenyl-trichloräthan (DDT®)⁴⁾, 8-Hydroxychinolinolinsulfat⁵⁾; diese weisen den Vorteil auf, gegen Warmblüter viel weniger toxisch zu wirken.

Ist ein Befall eingetreten, so sind die nur abschreckend wirkenden Mittel unwirksam. Nur das para-Dichlorbenzol wirkt direkt tödlich auf Lebewesen,

* Erweiterte Fassung eines am 9. April 1956 in der Basler Botanischen Gesellschaft gehaltenen Vortrages.

¹⁾ Die Nummern beziehen sich auf die erklärenden Noten am Schlusse der Arbeit.

dies jedoch erst in so hohen Dosen, dass es dann auch für die damit hantierenden Leute unangenehm wird. Abgelegte Insekteneier werden davon überhaupt nicht getroffen. Nach der Verflüchtigung des genannten chemischen Stoffes setzen die aus den Eiern geschlüpften Raupen das von ihren Eltern begonnene Zerstörungswerk fort.

Vor Jahren sah sich der Verfasser vor die Aufgabe gestellt, ein stark durch Spannerraupen befallenes Herbar zu «heilen». Alle damals empfohlenen Mittel, wie das tagelange Vergasen mit Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff oder Chloroform, wirkten nur kurzfristig. Wohl wurden die Imagines und Larven sofort getötet; da aber die Eier resistent waren, flatterten nach einiger Zeit die Falter wieder in und aus den Behältern!

Glücklicherweise wurde damals in der Firma J. R. Geigy AG. in Basel die insecticide Wirkung des DDT entdeckt. Die Firma stellte in verdankenswerter Weise eine grössere Probe von reinem DDT zu Versuchszwecken zur Verfügung. Es wurde herausgefunden, dass eine zu Gries (nicht Mehl!) zermahlene Mischung aus 3–5 % DDT in reinem (!) para-Dichlorbenzol ein sehr gut brauchbares Streumittel für Herbarien darstellt. Schon eine einzige oberflächliche Applikation dieser Mischung in die Behälter der genannten Sammlung wirkte schlagartig heilend: es fanden sich bald nur noch tote Raupen resp. Falter darin. Neubefall fand keiner mehr statt. In der Folgezeit wurde das Mittel aus einer Streubüchse jeweils nur auf die frisch eingereihten Bogen verteilt. Je nach der Raumtemperatur ist nach ein bis drei Wochen das Dichlorbenzol verdunstet und hat auf eventuell lebend eingeführte Insekten seine tödliche Wirkung via Gasphase entfaltet. Das wenige, zurückbleibende DDT bildet einen feinen, unregelmässig auf Papier resp. Pflanze verteilten Kristallbelag, der unter dem Vergrösserungsglas deutlich als Artefakt erkenntlich ist, also «zeichnet». Er ist aber keinesfalls so dicht, dass er stört. Da Insekten und ihre Larven in Herbarien lebhaft umherwandern, genügen wenige, kristallhaltige Bereiche pro Bogen und Schachtel, um die Tiere beim Darüberkriechen durch Berührung zu vergiften.

Die Streumischung kann von der oben gennanten Firma unter der vorläufigen Nummer A-744 bezogen werden. Sie ist nicht fleckend, unbrennbar, und weist infolge der sehr geringen Flüchtigkeit des DDT eine lange Dauerwirkung auf. Wie oben dargelegt, genügt es, die in die Sammlung neu einverleibten Bogen schwach damit zu bestreuen, um die ganze Sammlung insektenfrei zu erhalten.

Howard⁴⁾, dessen Arbeit dem Verfasser erst später bekannt wurde, empfiehlt Einstäuben der zu trocknenden Pflanzen und der Herbarbehälter mit 1. 100%igem DDT, 2. DDT 10 % + Talk, 3. DDT 10 % + para-Dichlorbenzol, unter Bevorzugung der Methode 1. Beim Einreihen in das Herbarium wird der Überschuss fortgeblasen oder -gepinselt. Die Mischung 3 wurde mehr auf Repellentwirkung und Trockeneffekt des Dichlorbenzols getestet; erstere konnte nicht ermittelt werden, da die Insekten vorher schon tot waren.

Sehr vorteilhaft hat sich in der Folge auch die Behandlung der zum Pressen der frischen Pflanzen benützten Makulatur mit Insecticiden und Fungiciden erwiesen. Das Papier wurde in einer Lösung von 10 % DDT + 1 % Phenylquecksilberacetat in Aceton gut durchnässt, vom Überschuss an Lösung durch schwaches Abpressen befreit und anschliessend durch bogenweises Verhängen

an freier Luft getrocknet. Noch heute, 12 Jahre nach der Behandlung, zeigt sich die insekticide Wirkung, und Schimmelbildung tritt bei ungünstigen äussern Umständen höchstens in Winkeln von dicken, nicht in direkter Berührung mit dem Papier stehenden Pflanzenteilen auf.

Zur Bekämpfung von Herbarschimmel hat sich Paraformaldehyd bestens bewährt. Ein bis zwei Kaffeelöffel voll des weissen Pulvers werden auf einer Unterlage (es kann auch ein Stück festes Papier sein) in den Behälter gelegt, in dem die befallenen Bogen liegen. Die Behälter werden so lange (4–6 Wochen) an einem warmen ($25\text{--}35^\circ\text{ C}$, Sommerwärme), gut gelüfteten Ort gehalten, bis der Paraformaldehyd vergast ist. Nicht nur das Mycel, sondern auch die Sporen sind dann vernichtet.

Der feste Paraformaldehyd ist nicht nur in diesem Fall, sondern in allen andern Fällen, wo sonst wässrige Formalinlösung angewendet wird, als Ersatz zu empfehlen. Das auf Reisen und Exkursionen lästige Mitnehmen einer ätzenden und gesundheitlich nicht unbedenklichen Flüssigkeit ist damit umgangen; vgl. dazu z. B.⁶.

Auf längeren Exkursionen oder Sammelreisen bilden die langsam trocknenden Sukkulanten ein besonders schwieriges Problem. Es ist empfohlen worden, bei diesen die Epidermis durch Anstechen mit Nadeln zu durchlöchern. Durch diese Verletzungen vermag tatsächlich das Wasser rascher zu verdunsten, die Pflanze erhält aber gleichzeitig unansehnliche Veränderungen und Löcher. Das störende Abfallen der Blätter (*Sedum!*) wird dadurch nicht verhindert. Besser und schonender gelangt man zum Ziel durch Vergiften der Pflanzen mit einem in flüssiger oder gasförmiger Phase wirkenden Zellgift. Als solches sind flüchtige Chlorkohlenwasserstoffe und Aether geeignet.

In vielen Versuchen, unter Verwendung von Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Aethylchlorid, Trichloräthylen und Dioxan, wurde Tetrachlorkohlenstoff als am besten geeignet gefunden. Chloroform ist zu flüchtig, Aethylchlorid und Trichloräthylen für den, der sie anwendet, nicht ganz ungefährlich, und Dioxan fällt in der Wirksamkeit ab. Die Anwendung ist denkbar einfach: entweder wird die ganze lebende Pflanze einige Sekunden lang in das Tetra eingetaucht und noch tropfend in die Presse eingelegt, oder die eingelegte Pflanze wird mittels einer Tropf- oder Spritzflasche (vorteilhaft aus Polyäthylen, aus dem allerdings das Tetra langsam durch Diffusion entweicht!) genetzt. Als Versuchspflanzen dienten nicht nur eigentliche Sukkulanten (*Sedum*, *Sempervivum*), sondern auch *Iris*-Arten der Sektion *Pogoniris* (Blätter), *Lilium* (Abwurf der Perigonblätter), *Marsdenia erecta*, *Pancratium maritimum* (Blätter, Stengel und Blüten), Halophyten (*Inula crithmoides*, *Plantago crassifolia*, *Heliotropium curassavicum*, *Tournefortia Arguzia* u.a.). Es zeigte sich dabei, dass das rasche Abtöten der Pflanzen nicht nur bei *Sedum* den Blattfall durch Verhinderung der Trennschichtbildung verhütet, sondern auch bei andern Pflanzen, die bei Austrocknen mit Abwerfen der Blätter reagieren, wie z. B. bei *Erica*, oder der Stengelglieder bei *Ephedra*, nicht aber bei *Picea*.

Zur Illustration diene das Resultat eines Versuchs mit abgetrennten Blättern von *Sedum spectabile* Bor., die mit dem Mittel benetzt bei $34^\circ\text{ C} \pm 2^\circ$ in einer normalen Gitterpresse ohne Papierwechsel aufbewahrt wurden.

	nach 95 Stunden	nach 290 Stunden	nach 530 Stunden
Tetrachlor-kohlenstoff	grösstenteils trocken, nur am Stielansatz noch weich	alle Blätter völlig trocken, pergamentig durchscheinend und schwach elastisch; olivbraun	
Dioxan	grösstenteils grün, aber ohne Turgeszenz; Randzonen gelb	fast ganz durchgetrocknet; ganz gelb verfärbt	alle Blätter völlig trocken; gelb und spröd
Kontrolle	grün. Turgeszenz abgenommen, sodass nicht mehr brüchig	dick und weich; gelblich verfärbt	die Trocknungsanzeichen sind weiter fortgeschritten

Es wurde ferner eine ganze Pflanze von *Sedum Telephium* L. in Tetra gebadet und eingelegt. Zur Kontrolle wurde eine solche unbehandelt in eine besondere Presse versorgt. Die behandelte Pflanze war nach einem Tag schlaff und tot, nach acht Tagen völlig trocken; die Blätter waren von olivengrüner Farbe und sassen noch alle am Stengel. Die Kontrollpflanze zeigte nach drei Tagen einige gelbe dürrre Blätter, die zum Teil abgefallen waren; nach sieben Tagen war etwa die Hälfte der Blätter dürr, nicht aber der Stengel und die Blütenregion; nach vierzehn Tagen waren Stengel, obere Blätter und Blütenregion immer noch lebend, die dürren oder angedornten Blätter lagen zum Teil neben dem Stengel.

Eine äusserst praktische, noch viel zu wenig bekannte Neuerung zum Aufbewahren von Pflanzenteilen und kleinen Herbarpflanzen sind die in verschiedenen Grössen im Handel erhältlichen Umschläge aus Regenerat-Cellulose («Cellophan», «Cellux»). Früher standen zum Aufbewahren kleiner Pflanzenteile (Früchte, Samen, Einzelblüten, Pollen, Sporen) nur kleine, gefalte Papierumschläge zur Verfügung, die meistens mit der zugehörigen Pflanze auf den gleichen Bogen geklebt wurden. Die Cellulose-Umschläge werden demgegenüber entweder lose z. B. zwischen Stengel eingeklemmt, oder besser unter einen aufgeklebten Cellophanstreifen eingeschoben. Der grosse Vorteil dieser Beutelchen ist ihre klare Durchsichtigkeit. Die Pflanzenteile können in verpacktem Zustande unter der Lupe betrachtet werden. Durch Übereinanderlegen von zwei verschiedenen Beuteln lassen sich so z. B. Samenproben von zwei verschiedenen Pflanzen gleichzeitig in das Gesichtsfeld bringen. Die kleinen Beutel (Format 6×6 cm) eignen sich sogar zur Demonstration durchscheinender Präparate im Projektionsapparat. Um Verwechslung der einzelnen Beutel zu verhindern, kann man z. B. die käuflichen «Einlage»-Nummern verwenden, wie sie beim Versenden von kleinen Mustern und Briefeinlagen üblich sind. Die eine Nummeretikette wird auf den Beutel, die andere auf den entsprechenden Bogen oder dessen Etikette geklebt. (Die gleichen Nummern können übrigens auch zum Kennzeichnen zusammengehöriger Bogen benutzt werden.)

Es ist bekannt, dass viele Blüten beim Trocknen abfallen oder durch Zusammenschrumpfen unansehnlich werden oder beides (z. B. *Polygonum*, *Eriogonum*,

Verbascum, *Utricularia*, *Linum*, *Papaver* und viele andere). Zweckmässigerweise werden diese Blüten schon im frischen Zustande ausgebreitet in einen solchen Umschlag gelegt. Dieser kommt in eine separate Presse (oft genügt das Notizbuch!), damit er möglichst flach liegt und sein Inhalt rasch trocknet. So bleibt die Blüte form- und massgerecht, und meist bleibt auch die Farbe viel besser erhalten (Staubfadenhaare bei *Verbascum*!).

Sehr praktisch erweisen sich diese Umschläge und Beutel zum Aufbewahren grösserer und dicker Pflanzenteile (z.B. Koniferenzapfen, *Trapa*-Nüsse), die besser in einer Früchte-Sammlung als auf dem zugehörigen Bogen aufbewahrt werden. Reife Fruchtkolben von *Typha*, Aehren von *Salix*, *Populus*, *Tamarix*, *Epilobium* usw. neigen stark zum «Explodieren». Überstülpen eines entsprechenden Beutels verhindert das «Ausströmen» der Samen, ohne ihre Sichtbarkeit zu beeinträchtigen.

Lemnaceen, Elatinaceen, Salviniaceen, Moose und Flechten lassen sich ausgezeichnet in die Beutel entsprechender Grösse versorgen. Sie bleiben sichtbar, makroskopisch untersuchbar, sind aber vor Staub und Verlust geschützt⁷⁾.

Beim Vergleichen und Bestimmen an trockenen Herbarpflanzen kommt man häufig in den Fall, Pflanzenteile, insbesondere Blüten und Früchte, zu sezieren. Das trockene Material zerbricht oder zerbröckelt dabei und geht nach der Untersuchung verloren.

Besser wird daher die Sektion an aufgeweichtem Material vorgenommen, da dabei die Bruchgefahr ausgeschlossen ist. Zum Aufweichen werden die abgetrennten Teile meist mit Wasser aufgekocht, sei es im Reagenzglas, sei es auf einem Objektträger. Das Aufheizen kann entweder über der offenen Flamme oder im elektrischen Wasserbad geschehen. Diese Methoden haben neben der grossen Feuergefahr noch andere Nachteile. Es wurde deshalb ein Weg gesucht, bei dem das Aufweichen schonender und vor allem ohne Anwendung von Wärme vor sich gehen sollte.

Bei Raumtemperatur benötigt der Weichprozess ungebührlich lange Zeit, da das trockene Material sehr oft schlecht benetzbar ist und vom Wasser nur langsam durchdrungen wird. Um den Durchdringungsprozess abzukürzen, empfahl schon im Jahre 1949 Fassett⁸⁾ die Anwendung eines Netzmittels als Zusatz zum Wasser. Praktisch stand ihm ein Haushalt-Waschmittel dazu zur Verfügung: er gibt an, dass beim «Zusatz von einem Teelöffel voll ‚Tide‘ auf ein pint Wasser» das Aufweichen «momentan» vor sich gehe und dass dabei das Material auf dem Herbarbogen belassen werden könne.

Der Verfasser hat, schon bevor ihm der Artikel von Fassett zu Gesicht kam, mit «nässerem» Wasser Aufweichversuche durchgeführt, diese aber in letzter Zeit noch weiter ausgedehnt. Die Versuchsobjekte bestanden aus drei Jahre lang trocken gehaltenen, gepressten Blättern von *Urtica dioeca* L., die in diesem Zustand sehr spröd und brüchig sind. Die Aufweichlösungen wurden in grosse Petrischalen gehalten. Für jeden Versuch wurde ein grosses Blatt eingelegt und mit einem Glasstab leicht darin bewegt. Der Fortschritt des Aufweicheffektes wurde an der Biegefähigkeit des Blattes und an der Härte der grossen Zahnspitzen verfolgt. In destilliertem Wasser von Raumtemperatur war ein solches Blatt in durchschnittlich ungefähr 3 (bis sogar 5) Minuten knitterfähig, ohne zu brechen. In Cyclohexanol-gesättigtem und Amylalkohol -gesättigtem Wasser

war dies schon in durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Minuten der Fall, während die entsprechenden Zeiten für die ausgesprochen netzend wirkenden Substanzen Tino-vetin NR 5 % (Geigy) und Irgamin SFL 5 % (Geigy) 1 Minute resp. 50 Sekunden betragen. Ebenfalls ein gutes Resultat, nämlich von etwa 65 Sekunden, gab Diäthylenglycol 5 %. Keine wesentliche oder überhaupt keine Wirkung zeigten: Tween 80 1 %, Triäthylenglycol 5 %, Polyglycol 200 und 400 je 5 %.

Für die Herstellung von Dauerpräparaten (vgl. weiter unten) eignen sich die überall erhältlichen Produkte Cyclohexanol, Amylalkohol (gewöhnlicher, durch Gärung erzeugter) und Diäthylenglycol am besten. Es sind farblose, neutrale Flüssigkeiten von denen die beiden ersten flüchtig sind. Andere, besonders die Haushalt-Abwaschmittel, sind alkalisch und hinterlassen unerwünschte Rückstände.

Im Jahre 1951 veröffentlichte Frei-Sulzer⁹⁾ ein Verfahren zur Spuren-sicherung in Kriminalfällen. Er benützt die im Handel in verschiedenen Ausführungen erhältlichen durchsichtigen Klebbänder. Ein Stück eines solchen Bandes wird auf den zu untersuchenden Gegenstand aufgepresst und wieder abgezogen. Dabei bleiben alle kleinen und sehr kleinen Körner, Fasern und Splitter an der Klebschicht haften. Durch Aufkleben auf einen Objektträger, oder einfacher durch Zusammenfalten mit frischem Klebband – Schicht auf Schicht – erhält man ein Dauerpräparat, das jederzeit und beliebig oft mit der Lupe oder dem Mikroskop untersucht und schliesslich archiviert werden kann.

Durch Zufall wurde der Verfasser mit dieser Methode bekannt; er wendet sie seit vielen Jahren auf Herbarpräparate an. Insbesondere sind morphologische Präparate von Blüten, Blütenteilen, Haaren und kleinen Blättern, ja sogar von Sporen und Pollen, dankbare Objekte, die nun auf einfachste Art in trockene Dauerpräparate übergeführt werden können. Dank ihrer Unzerbrechlichkeit können diese auf den Herbarbogen zur zugehörigen Pflanze beigelegt oder -geheftet werden. Da sie kein Einbettungsmittel aufweisen, wird auch das lästige Auslaufen und Klebenbleiben am Herbarpapier vermieden.

Das technische Vorgehen ist denkbar einfach. Als beliebiges Beispiel sei die Blüte einer *Anchusa* herausgegriffen. Sie wird mitsamt ihrem Hochblatt vom Herbarexemplar der Pflanze abgeschnitten und auf einem Objektträger in 1–2 Tropfen Amylalkohol 3 % aufgeweicht. Mit dem Messerchen wird zuerst das Hochblatt, sodann werden mit einem queren Schnitt Kelch, Krone und Pistill von der Blütenachse abgetrennt. Fruchtknoten und Griffel werden aus der Kronröhre herausgezogen und letztere, wie auch der Kelch, längs aufgeschnitten. Die derart erhaltenen Teile werden auf einem frischen, trockenen Objektträger mit der repräsentativen Seite nach unten ausgebreitet; dabei sind sie so feucht zu halten, dass sie mittels des anhaftenden Wassers gut adhärieren. Überschüssiges Wasser muss jedoch mittels Fliesspapiers entfernt werden. Durch nicht zu schwaches Aufdrücken und Wiederabziehen eines entsprechenden Stückes Klebband, das zweckmässigerweise zwischen zwei seitlich angeklebten Objektträgern ausgespannt ist, werden die feuchten Präparate auf die Klebschicht übertragen. Nun wird das beschickte Klebband umgekehrt, wodurch die repräsentative Seite der Präparate nach oben kommt. Diese können nun noch in ihren Einzelheiten (Kelchhaare, Schlundschuppen, Staubgefässe, umgeknickte Kronblattränder u.a.) zurechtgelegt werden. Während dieser Manipulationen trocknen die Präparate normalerweise genügend ein, so dass sofort das Decken angeschlossen werden

kann. Als Deck«glas» wird mit Vorteil ein Stück gewöhnlicher Cellulosefolie verwendet, und nicht Klebband, da bei diesem die Gefahr besteht, dass feine Teile (z.B. Haare) im Klebstoff «ertrinken» oder sonst unansehnlich werden. Zuletzt werden die Ränder zugeschnitten, und das erhaltene Dauerpräparat wird in einen oben beschriebenen Cellulose-Umschlag versorgt.

Der Firma J.R. Geigy AG. Basel ist der Verfasser für die Überlassung der verschiedenen Chemikalien und Fertigprodukte zu Dank verpflichtet. Grossen Dank schuldet er ferner Herrn E. Martin, dem Leiter der kriminaltechnischen Abteilung der Staatsanwaltschaft Basel-Stadt, für das Bereitstellen der einschlägigen Literatur über das Klebbandverfahren, sowie für anregende Diskussion über den Gegenstand.

Literurnachweise und sonstige Bemerkungen zum Text

- ¹⁾ G. Martin, Paradichlorbenzene in the Herbarium. Bot. Gaz. **79**, 450 (1925).
- ²⁾ Vgl. dazu und zur allgemeinen Übersicht: G. H. M. Lawrence, Taxonomy of vascular plants, 4. Auflage, Seiten 234-262. New York 1959. — Stehli-Fischer, Pflanzensammeln — aber richtig. Stuttgart 1955.
- ³⁾ Vgl. dazu Franz. Pat. 1175 286 = Brit. Pat. vom 17.5.56 und 3.5.57.
- ⁴⁾ R. A. Howard, The use of DDT in the preparation of botanical specimens. Rhodora **49**, 286 (1947). ® bedeutet, dass diese Bezeichnung eine Schutzmarke der Firma J. R. Geigy darstellt.
- ⁵⁾ H.E. Moore, A substitute for formaldehyde and alkohol in plant collecting. Rhodora **52**, 123 (1950).
- ⁶⁾ F.R. Fosberg, Formaldehyde in plant collecting. Science **106**, 250 (1947). — R.E. Schultes, The use of formaldehyde in plant collecting. Rhodora **49**, 54-60 (1947).
- ⁷⁾ So bewahrt Herr Dr. H. Huber, Kustos am Herbarium der Botanischen Anstalt der Universität Basel, nach einer freundlichen Privatmitteilung, seine Moossammlung in Cellophanbeuteln auf.
- ⁸⁾ Fassett in Rhodora **51**, 59 (1949).
- ⁹⁾ M. Frei-Sulzer in Kriminalistik **1951**, 190; ibidem **1955**, 239, 278.