

Schweizerisches Schulwandbilderwerk SSW

Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein

Vertriebsstelle:

Ernst Ingold + Co. AG, 3360 Herzogenbuchsee, Telefon 063 61 31 01

Preise für Bilder und Kommentare siehe jeweils gültiges Verlagsverzeichnis.

Den bebilderten Gesamtprospekt über alle noch lieferbaren Bilder stellt Ihnen die Vertriebsstelle gerne kostenlos zu.

Kommentarhefte durch den Verlag SLV (01 311 83 03) und die Vertriebsstelle E. Ingold + Co. AG, Herzogenbuchsee

Vorrätige Bilder und Kommentare

* Kommentar vergriffen

Nr. Bildtitel
Bildautor/Kommentarverfasser

Nr. Bildtitel
Bildautor/Kommentarverfasser

Botanik – Pflanzen in ihrem Lebensraum

- 22 **Bergwiese**
H. Schwarzenbach/H. Gilomen
- 36 **Vegetation an einem Seeufer**
P. Robert*
- 82 **Frühlingswald**
M. Ammann/A. Hugelshofer
- 97 **Föhre**, M. Seitz/J. Schlittler
- 101 **Heckenrose**, M. Seitz/J. Schlittler
- 105 **Wegwarte**, M. Seitz/J. Schlittler
- 109 **Goldnessel**, M. Seitz/J. Schlittler
- 147 **Fleischfressende Pflanzen**
M. Seitz/H. Graber
- 148 **Waldinneres**, J. Latour/H. E. Keller
- 149 **Wiese**, H. Schwarzenbach/J. Schlittler
- 170 **Kastanienkultur**, E. Beretta/G. Bianconi
- 175 **Der grüne Knollenblätterpilz**
M. Seitz/J. Schlittler
- 186 **Aufforstung**, W. Dick/L. Lienert
- 189 **Aronstab**, M. Seitz/U. Brunner

Zoologie – Tiere in ihrem Lebensraum

- 6 **Bergdohlen**, F. Stauffer/O. Börlin
- 7 **Murmeltiere**, R. Hainard/M. Schmid
- 9 **Igelfamilie**, R. Hainard*
- 26 **Juraviper**, P. Robert/A. Steiner
- 38 **Ringelnatter**, W. Linsenmaier/A. Steiner
- 47 **Pferdeweide (Freiberge)**
C. Bieri/P. Bacon
- 49 **Mensch und Tier**, R. Leins/F. Brunner
- 50 **Gemsen**, R. Hainard/H. Zollinger
- 57 **Adler**, R. Hainard/R. Hainard
- 69 **Fuchsfamilie**, R. Hainard*
- 78 **Am Futterbrett**, W. Dietrich/A. Schifferli
- 86 **Metamorphose eines Schmetterlings**
W. Urfer/A. Mittelholzer
- 106 **Eichhörnchen**, R. Hainard*
- 110 **Uhu**, E. His/H. Zollinger
- 113 **Geflügelhof**, H. Haefliger/H. Müller
- 117 **Biene**, M. Seitz/H. Graber
- 118 **Frosch**, K. Schmid/A. Mittelholzer

Die Meinung unseres Bildes

1. Der Aronstab (*Arum maculatum* L.), eine Erdpflanze mit Gleitblätterlaune

1.1. Was ist auf dem Bild dargestellt?

1.2. Wachstum und Aufbau der Aronstab-Pflanze

1.2.1. Überdauerungsorgane und Wurzeln

1.2.2. Oberirdische Pflanzenteile und jährliches Wachstum

1.3. In welcher Lebensgemeinschaft findet man den Aronstab?

1.3.1. Der Aronstab als Zeigepflanze

1.3.2. Der Aronstab als einer unter vielen Frühblüher des
Leinwides

1.4. Der Blühvorgang und seine Bedeutung

Dr. Ulrich Brunner (Text und Bild)

1.5. Beziehung von Tier und Mensch zum Aronstab

1.5.1. Gede und der Aronstab

1.5.2. Aberglaube, Heilkraft und Zaubervirkung

1.5.3. Die Aronstab-Forschung

Aronstab

(*Arum maculatum* L.)

2. Darstellung des Aronstabes und der Einsatz des Bildes im Unterricht

2.1. Vorbemerkung

2.1.1. Sachverhaltsgrad und Motivation

2.1.2. Vorgehen

2.1.3. Unterrichts- und Arbeitsaufträge

2.1.4. Arbeitsauftrag

2.1.5. Feldarbeit

2.1.6. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.7. Zeichnerische und gestalterische Ver

2.1.8. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.9. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.10. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.11. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.12. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.13. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.14. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.15. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.16. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.17. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.18. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.19. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.20. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.21. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.22. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.23. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.24. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.25. Zusammenfassungen zur Sprache

2.1.26. Zusammenfassungen zur Sprache



BIO 4.2 Brun

© Verlag Schweizerischer Lehrerverein, Ringstrasse 54, 8057 Zürich



000067784

SPG

8894

582.2 D Brun

Kommission zum Vergleich der Buchpreise
48, Bielefeld 1981 - Bielefeld 1981 - Bielefeld 1981
10 12 19 200 1981 - Bielefeld 1981 - Bielefeld 1981

Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa

Alle Rechte vorbehalten
Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa

Dr. Ulrich Brunner (Text und Bild)

Aronstab

(Arum maculatum L.)

Alle Rechte vorbehalten

Kommission zum Vergleich der Buchpreise

Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa

Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa

Alle Rechte vorbehalten

Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa

Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa

Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa

Alle Rechte vorbehalten

Druck: Buchdruckerei Stäfa AG, Stäfa



000067784

SPC



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Die Malerin unseres Bildes	4
1. Der Aronstab (<i>Arum maculatum</i> L.), eine Erdpflanze mit Gleitfallenblume	
1.1. Was ist auf dem Bilde dargestellt?	5
1.2. Wachstum und Aufbau der Aronstab-Pflanze	6
1.2.1. Überdauerungsorgane und Wurzeln.	6
1.2.2. Oberirdische Pflanzenteile und jährliches Wachstum.	12
1.3. In welcher Lebensgemeinschaft finden wir den Aronstab?	14
1.3.1. Der Aronstab als Zeigerpflanze.	14
1.3.2. Der Aronstab als einer unter vielen Frühblühern des Laubwaldes	16
1.4. Der Blühvorgang und seine Bedeutung.	16
1.4.1. Der Ablauf des Blühens.	16
1.4.2. Die Bedeutung von Fremdbestäubung und -befruchtung	18
1.5. Beziehung von Tier und Mensch zum Aronstab	20
1.5.1. Tiere und der Aronstab	20
1.5.2. Kulturgeschichte, Heilkraft und Zauberwirkung.	21
1.5.3. Alte und neuere Forschung.	22
2. Die Behandlung des Aronstabes und der Einsatz des Bildes im Unterricht	
Vorbemerkung.	23
2.1. Schwierigkeitsgrad und Motivation.	23
2.2. Methodisches Vorgehen.	24
2.3. Mögliche Beobachtungs- und Arbeitsaufträge	25
2.3.1. Naturschutzgesetz	25
2.3.2. Aufgaben zur Feldarbeit	25
2.3.3. Querverbindungen zur Sprache	27
2.3.4. Hinweise zur zeichnerischen und gestalterischen Verarbeitung	27
Schrifttum: A Schulbücher	28
B Didaktik	28
C Spezialliteratur	28



Die Malerin unseres Bildes

Marta Seitz, Grafikerin (geb. 1915, von Oberhelfenswil), lebt heute in Zürich. Nach dem Besuch von Primar- und Mittelschule bis zur Matura studierte M. Seitz 4½ Jahre an der Kunstgewerbeschule Zürich (vorbereitende Klasse und Fachklasse für Grafik).

Eine Ausstellung beim Verlag Amstutz + Herdeg in Zürich bot Gelegenheit zur Mitarbeit bei der Herausgabe der Beeren-, Pilz- und Heilkräuterfibeln, wobei sich M. Seitz gründlich in das Gebiet der botanischen Illustration einarbeiten konnte, das sie sehr fesselte und dem sie sich seither fast ausschliesslich gewidmet hat. In regelmässigen Arbeiten für das Institut für systematische Botanik am botanischen Garten konnte sie mehr die rein wissenschaftliche Seite dieses Gebietes entwickeln. Freiere Illustrationsaufträge und Schulwandbilder erlauben immer ihr eigentliches Anliegen: die Vereinigung von wissenschaftlicher Genauigkeit und künstlerischer Gestaltung zu realisieren. Daneben entwirft M. Seitz gerne auch freie Arbeiten aus dem gleichen Motivkreis (Aquarelle, Zeichnungen, Linolschnitte). —St—

1. Der Aronstab (*Arum maculatum* L.), eine Erdpflanze mit Gleitfallenblume

1.1. Was ist auf dem Bilde dargestellt?

Die Malerin stellt uns einen bodennahen Ausschnitt eines Rotbuchenwaldes des schweizerischen Mittellandes im Monat Mai dar. Alle gezeigten Pflanzen entspringen unter der schützenden Decke von halbzersetztem, bräunlichen Rotbuchenlaub. Die sichtbaren, nur wenig beschädigten Blätter stammen vom letzten Laubfall. Darunter liegen verborgen, schon dunkler und stärker verwest, noch Reste älterer Blätter, durchsetzt von abbauenden Pilzen und durchmischenden Kleintieren.

Das Bild wird dominiert von zwei voll entwickelten Aronstabpflanzen mit ihren löffel- und tütenförmig von Hüllen umwickelten Blütenständen. Diese sind umgeben von der typischen Dreizahl von lang gestielten, kahlen, dunkelgrünen, spießförmigen Laubblättern. Jüngere, noch nicht blühfähige Pflanzen haben nur 1 bis 2 kleinere, schmale, lanzettliche Laubblätter. Allgemein werden Aronstäbe kaum höher als 20–25 cm über dem Erdboden. Bei der linken Pflanze sehen wir, wie der fleischige Stiel des Blütenstandes aus der hohlen Scheide eines Blattstieles entspringt (vgl. Kap. 1.2.2.).

Der linke Blütenstand präsentiert sich so nur während der kurzen, abends beginnenden Blütezeit. Aus dem Tütengrund ragt ein länglicher, violetter «Riechkegel». Vor der Blütezeit ist auch dieser von der Blütenstandshülle zigarrenförmig umwickelt (vgl. Abb. 9). Der rechte Blütenstand ist aufgeschlitzt dargestellt (Rehfrass oder menschlicher Mutwille). Man erkennt im Innern von oben nach unten Riechkolben, Sperrhaare, männliche und weibliche Blüten. Im Tütengrund halten sich kleine, fliegen- oder mückenartige Insekten auf. Sie vollziehen die Bestäubung (vgl. Kap. 1.4.1.).

In der rechten oberen Ecke sehen wir den ährigen Fruchtstand, wie er sich im späteren Sommer zeigt. Die kugeligen, roten $\frac{1}{2}$ –1 cm grossen Beerenfrüchtchen sind wenig- bis oft nur einsamig und mit schleimigem Mark erfüllt. Im selben Fruchtstand finden wir oft kleinere, halbreife, gelb gebliebene, teilweise samenlose Beeren, deren Entwicklung aus dem Fruchtknoten zwar begonnen hat, aber nicht zeitig zu Ende geführt werden konnte. Unten werden die Früchte begrenzt durch die stengelumfassende Abbruchstelle der ehemaligen Blütenstandshülle.

Und nun zu den typischen Begleitern des Aronstabes: Unter dem rechten Aronstab liegt ein leerer, vierzipfliger, aussen stacheliger, verholzter Fruchtbecher der Rotbuche. Er öffnet sich bei trockener Witterung und entlässt zwei (im Bilde nicht sichtbare) dreikantige, oben spitz zulaufende, glänzendbraune Buchnüsschen (= Bucheln, = Bucheckern). Diese ölreichen Buchnüsschen wurden während des Zweiten Weltkrieges von Schulklassen gesammelt! Aus den in diesen Nüsschen enthaltenen Samen entspringt im Frühjahr ein Rotbuchenkeimling, wie wir ihn rechts unten im Bilde erkennen. Er hat zwei nierenförmige Keimblätter, die auf der Unterseite einen weisslichen Haarfilz tragen. Über den bei zweikeimblättrigen Pflanzen typisch gegenständigen

Keimblättern sieht man bereits das nächste Blattpaar sich entfalten. Warum nicht aus jedem dieser vielen Buchenkeimlinge ein Baum wird, dürfte eine anregende Frage an die Klasse sein.

Am rechten Grunde des linken Aronstabes entspringt ein Efeublatt und links ein wohlriechendes Labkraut, auch Waldmeister geheissen, kenntlich an den Blattquirlen. Oft ist der Boden von Laubwäldern sehr dicht übersät von Waldmeister. Bald wird der auf dem Bilde dargestellte Waldmeister seine vierzipfligen, weissen Blütensternchen über dem obersten Blattquirl öffnen. Bereits verblüht hingegen ist die rauhaarige Pflanze zuäusserst links, das Lungenkraut, mit vordem teils rosa, teils blauen, fünfflappigen Blütenkronen und auf dem Bilde jetzt noch sichtbaren fünfzähligen Kelchen.

1.2. Wachstum und Aufbau der Aronstab-Pflanze

1.2.1. Überdauerungsorgane und Wurzeln

Der Aronstab gehört zu den sog. einkeimblättrigen Pflanzen, deren Keimung und grundsätzlicher Aufbau J. Schlittler in derselben Kommentarreihe (Bild Nr. 94) beschrieben hat. Der A. lässt seine Samen gewöhnlich vom August bis September reifen, die Keimung erfolgt aber normalerweise erst im nächsten Frühjahr.

Wie der Salomonssiegel, das Maiglöckchen oder das Buschwindröschen besitzt auch der A. einen *unterirdischen Sprosstheil* (ein *Stengel-*, nicht ein Wurzelstück, *Rhizom* genannt). Noch bevor die gekeimte Jungpflanze erstmals blüht, verdickt sich das unterste Stengelstück knotig. Die aus dem Knoten entspringenden (adventiven) Wurzeln wachsen nicht nur in die Länge nach unten (bzw. zur Feuchte hin), sondern ziehen gleichzeitig den unterirdischen Knoten bis zu einer Tiefenlage von 6–12 cm in den Boden hinein (Abb. 5). Diese Zugwurzeln verkürzen sich an den oberen (= älteren) Teilen, während zur gleichen Zeit der untere (= jüngere, wuchsfähige) Wurzelteil um einen meist relativ grösseren Betrag nach unten wächst: Die Zugwurzeln ziehen also das Rhizom in die für diese Art charakteristische Bodentiefe, während sie sich gleichzeitig gesamthaft verlängern. Die Kontraktion der älteren Wurzelteile entsteht durch eine Art «Geweberunzelung» und ist äusserlich deutlich als Querringelung sichtbar (Abb. 3).

Die Kontraktion beträgt (laut A. Rimbach) max. 1–3 cm während zweier Monate; die extremsten Verkürzungsstellen verlieren 30–50% ihrer ursprünglichen Länge. Vom gesamten Wurzelkranz sind nur die nach unten wachsenden Wurzeln als Zugwurzeln ausgebildet, einige Wurzeln suchen ihr Wasser und ihre Nährsalze in den Erdschichten über dem Rhizom, wachsen also nach oben. Wie «wissen» die Wurzeln, was sie zu tun haben?

Die Wurzeln sind meist unverzweigt und haben keine sogenannten Wurzelhärchen an den zarten Wurzelspitzen, solange die Erde gut durchfeuchtet ist. In trockenerer Erde oder in feuchter Luft, z. B. in den Hohlräumen des Bodens, bilden auch die Aronwurzeln Wurzelhaare aus, zwecks Vergrösserung der absorbierenden Oberfläche.

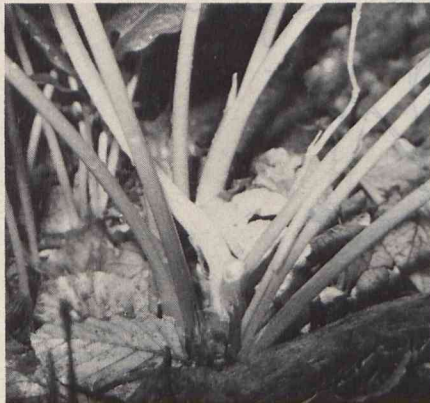
Der Aronstab ist eine sogenannte Erdpflanze (Geophyt), weil nur das unterirdische Rhizom als Speicher- und Überdauerungsorgan überwintert und



a



b



c

d

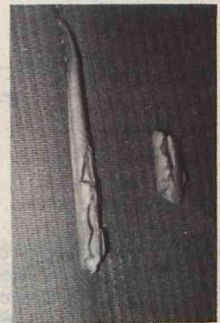


Abb. 1: Oberirdisches Wachstum vor dem Blühen

1a. Durch den Schnee treibende Blätter im Vorfrühling

1b. Geschlossener Blütenstand

1c. Derselbe von einem Reh abgefressen

1d. Partieller Rehfrass

jährlich einen neuen oberirdischen Spross ans Frühjahrslicht treibt. Das Rhizom verlängert sich (Abb.2) zu einem horizontalen, braun-weisslichen Erdstamm mit Querringeln und Narben der alten Wurzeln und Sprosse. Auf diese Art vermehrt sich der Aronstab ungeschlechtlich und ist meistens, wegen der sich verzweigenden Rhizome, gruppenweise anzutreffen. Das dünnere Rhizom des Buschwindröschens liegt nur 3 cm unter der Erdoberfläche, oft knapp unter der Laubdecke, jenes der Einbeere in 2–5 cm, die Zwiebel des Bärenlauches aber in 15 cm Tiefe. Durch verschiedene Tiefenlagen von Wurzeln und Speichergewebe werden verschiedene Bodenschichten gut ausgenützt.

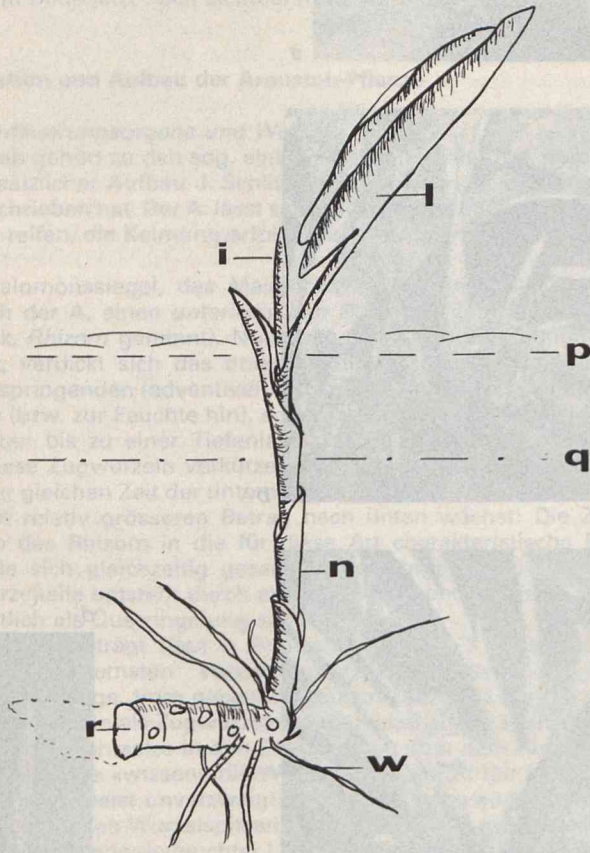


Abb. 2: Jungpflanze vor dem Öffnen des ersten der (meist 3) Laubblätter. Wurzeln (w), Rhizom (r), Niederblätter (n), Grenze der Mineralerde (q), Grenze der verwesenden Pflanzenteile (p), noch teilweise eingerolltes Laubblatt (l), nächstinneres Blatt aus der Blattscheide des äusseren entspringend (i).

Pflanzen, die Nährstoffe aus grosser Bodentiefe heraufholen und in Form von absterbenden, oberirdischen Pflanzenteilen wieder an die Oberfläche befördern, kompensieren die auswaschende Wirkung des Regens. Auch Regenwürmer und der menschliche Pflug leisten ähnliches. Im Feldbau werden tiefwurzelnde Pflanzen im Fruchtwechsel als «Bodenverbesserer» eingesetzt. Das Rhizom wächst jedes Frühjahr in die Länge, stirbt aber hinten gleichzeitig ab (Abb. 6). Auf diese Weise wandert es jedes Jahr 2–3 cm horizontal. Entblösst man es oder bringt es in geringere Bodentiefe, so stellt es seine

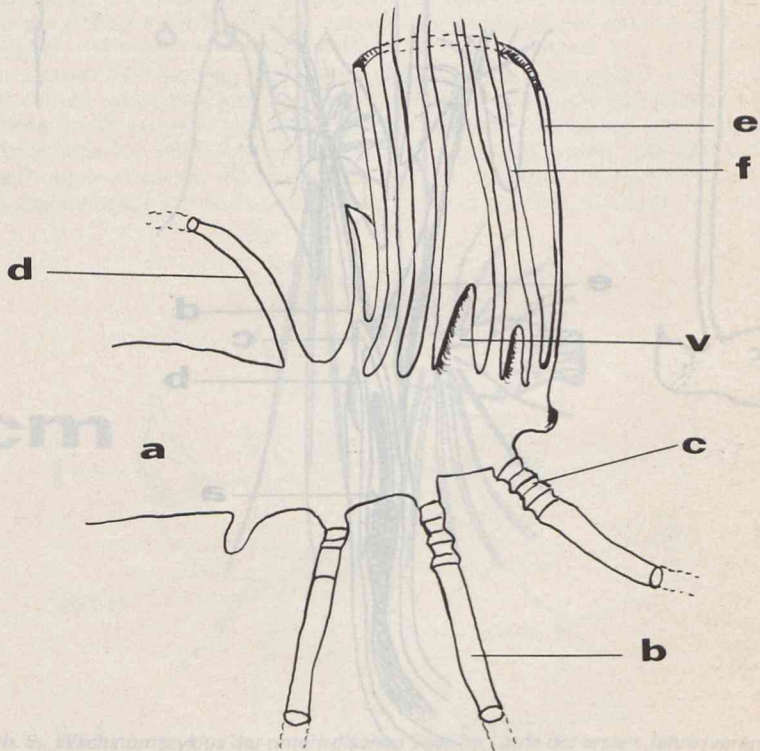


Abb. 3: Vorderes Rhizomende im Frühjahr (etwas schematisiert). Rhizom (a) mit Zugwurzeln (b) deren Verkürzungsringel (c) und gewöhnl. Wurzeln (d). Vegetationskegel (v), aus dem innenliegende Blätter entspringen können. Scheide eines äusseren Blattes (e), jene eines weiter innen liegenden (f).

ursprüngliche Tiefenlage wieder ein. Während im vorderen, knospenden Teil das Rhizom neue, noch unverbrauchte Erdschichten «aufsucht», entsteht hinten ein Hohlraum mit geschrumpften Resten. Dieser Hohlraum erleichtert andern Wurzeln wieder das Eindringen: Das Arum-Rhizom hat also den Boden gelockert. Aus den komplizierten Verbindungen in den absterbenden Pflanzenteilen stellen Mikroorganismen wieder einfache, salzartige Stoffe her, denn nur solche kann eine andere Pflanze wieder aufnehmen.

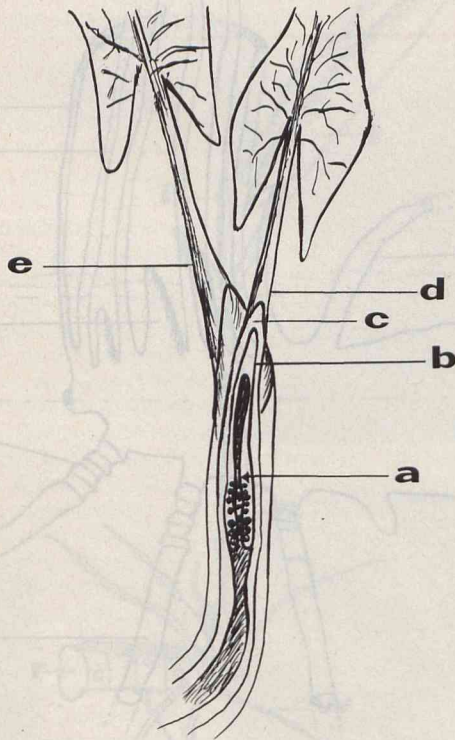


Abb. 4: Querschnitt durch eine Jungpflanze mit innen versteckter Anlage des unreifen Blütenstandes (a), ein äusseres Blatt (e) mit weiter innen liegendem Blatt (d), in dessen hohler Scheide (c) die geschossene Spatha (b) des vorbereiteten Blütenstandes (a) liegt.

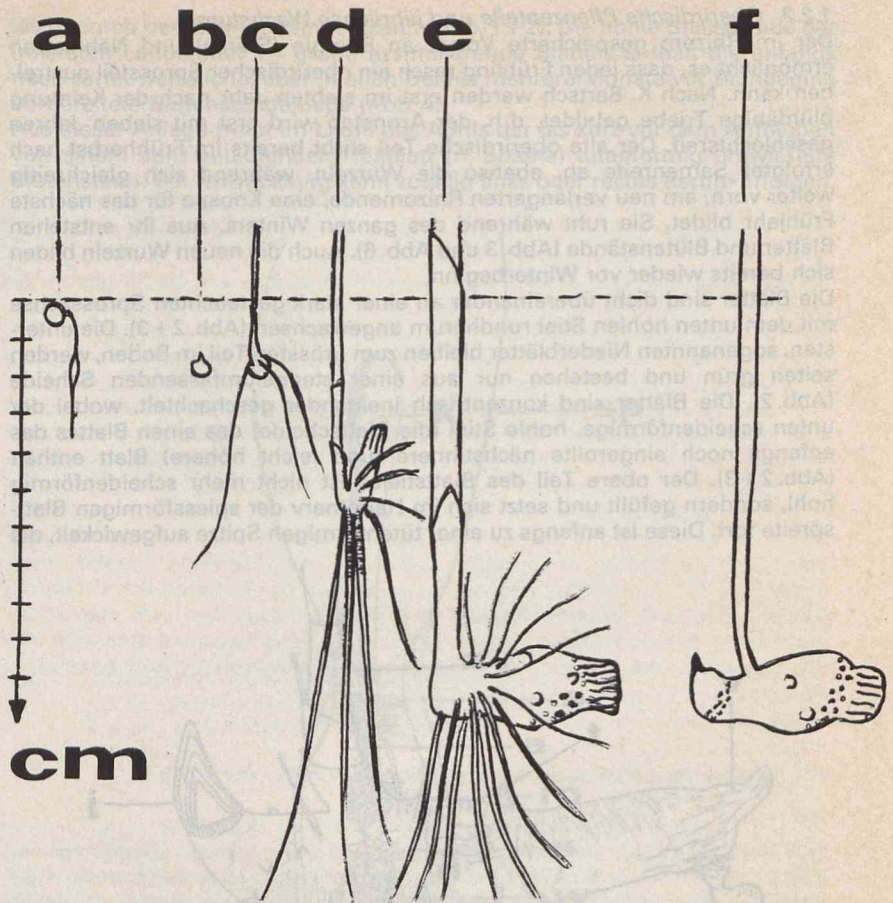


Abb. 5: Wachstumszyklus der unterirdischen Teile im Laufe der ersten Jahre (verändert nach A. Rimbach, 1897).

Keimpflanze im Frühling (a), ruhendes Rhizomknöllchen (b), welches im Frühjahr die Wurzeln verloren hat und sie vor dem nächsten Frühling wieder neu bildet (c), Zugwurzeln ziehen das junge Rhizom in den Boden (d). Rhizom in endgültiger Tiefenlage (e) im Frühling und Sommer. Dasselbe im Herbst mit absterbender oberirdischer Sprossachse, neuer Knospe, bereit für den nächsten Frühling, bereits ohne Wurzeln (f).

1.2.2. Oberirdische Pflanzenteile und jährliches Wachstum

Der im Rhizom gespeicherte Vorrat an Energie (Stärke) und Nährsalzen ermöglicht es, dass jeden Frühling rasch ein oberirdischer Spross ausstreifen kann. Nach K. Bertsch werden erst im siebten Jahr nach der Keimung blühfähige Triebe gebildet, d.h. der Aronstab wird erst mit sieben Jahren geschlechtsreif. Der alte oberirdische Teil stirbt bereits im Frühherbst nach erfolgter Samenreife ab, ebenso die Wurzeln, während sich gleichzeitig weiter vorn, am neu verlängerten Rhizomende, eine Knospe für das nächste Frühjahr bildet. Sie ruht während des ganzen Winters. Aus ihr entstehen Blätter und Blütenstände (Abb. 3 und Abb. 6). Auch die neuen Wurzeln bilden sich bereits wieder vor Winterbeginn.

Die Blätter sind dicht übereinander an einer stark gestauchten Sprossachse mit dem unten hohlen Stiel rundherum angewachsen (Abb. 2 + 3). Die untersten, sogenannten Niederblätter bleiben zum grössten Teil im Boden, werden selten grün und bestehen nur aus einer stengelumfassenden Scheide (Abb. 2). Die Blätter sind konzentrisch ineinander geschachtelt, wobei der unten scheidenförmige, hohle Stiel (die Blattscheide) des einen Blattes das anfangs noch eingerollte nächsttinnere (und leicht höhere) Blatt enthält (Abb. 2 + 3). Der obere Teil des Blattstieles ist nicht mehr scheidenförmig hohl, sondern gefüllt und setzt sich im Hauptnerv der spießförmigen Blattspreite fort. Diese ist anfangs zu einer tütenförmigen Spitze aufgewickelt, die

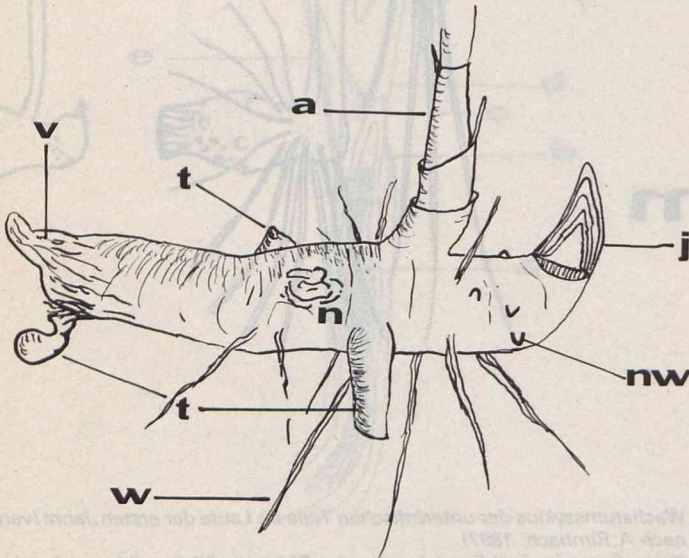


Abb. 6: Typisches Rhizom im Frühherbst. Diesjähriger oberirdischer Trieb (a), eröffnete Knospe des Triebes für das nächste Frühjahr (j), Anlagen neuer Wurzeln (nw), diesjährige, verwelkende Wurzeln (w), verdorrer Hinterteil des Rhizoms (v) und Tochterrhizome aus Verzweigungen (die sich später absplalten können) (t), Narben alter Triebe (n).

leicht durch den Schnee dringen kann (Abb. 1 + 2). Die hohle Stielscheide der innersten Laubblätter (= grüne assimilierende Blätter) enthält die anfangs noch zarte, weisliche, aber in allen Details mehrere Monate vor Blühbeginn vorbereitete Blütenstandanlage (Abb. 4).

Aus dieser Anlage treibt im Laufe des Aprils der bis kurz vor dem Aufblühen von einem spitz zulaufenden Hüllblatt (= Spatha) tütenförmig umwickelte Blütenstand. Die Umwicklung kann zufällig links oder rechts herum erfolgen,

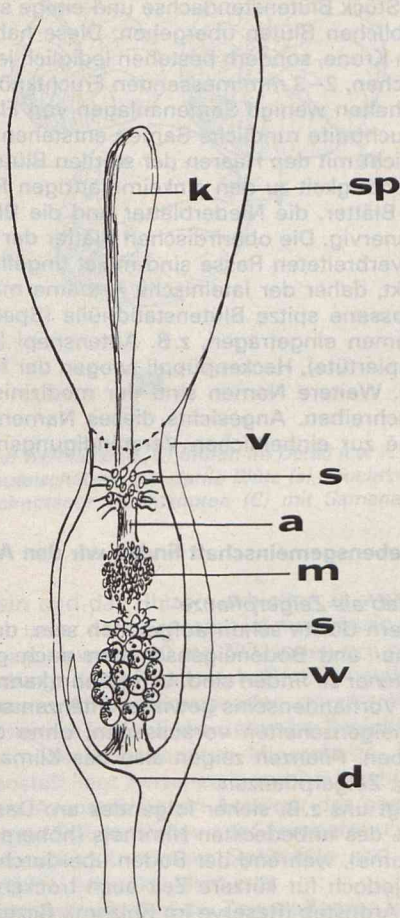


Abb. 7: Aufgeschnittener Blütenstand mit Hüllblatt. Spatha (sp), Riechkolben (k), verengte Stelle (v) mit Haarkranz steriler Blüten (s), Blütenstandachse (a), männlichen Blüten (m), weiblichen Blüten (w) und deutlich sichtbarer Überlappungsstelle des unteren Spathateils (d).

ohne Präferenz für eine bestimmte Richtung. Die Spatha erinnert uns in ihrem Bau in vielem an die andern Laubblätter, besonders wenn sie bei Blühbeginn sich löffelförmig öffnet. Betrachten wir den aufgeschnittenen Blütenstand (Abb. 7), so finden wir von oben nach unten eine violett bis rehbraune, keulen- bis zylinderförmige Fortsetzung der Blütenstandachse (den Riechkolben), an der verengten Stelle einen Haarkranz von sterilen Blüten. Darauf folgen, dicht zusammenliegend, die auf Staubblätter reduzierten männlichen Blüten, deren Staubbeutel sich schlitzförmig öffnen (Abb. 8A). Anschliessend folgt ein nacktes Stück Blütenstandachse und einige sterile Blüten, die nach unten in die weiblichen Blüten übergehen. Diese haben keine Blütenhülle, weder Kelch noch Krone, sondern bestehen lediglich je aus dicht zusammenliegenden, rundlichen, 2–3 mm messenden Fruchtknötchen (Abb. 8B). Diese Fruchtknoten enthalten wenige Samenanlagen von Flaschenform (Abb. 8C), aus denen bei Fruchtreife rundliche Samen entstehen. Die Narbe ist sitzend bis vertieft und nicht mit den Haaren der sterilen Blüten zu verwechseln. Trotz seiner Zugehörigkeit zu den einkeimblättrigen Pflanzen hat der Aronstab netznerbige Blätter, die Niederblätter und die Blattscheiden sind aber auch hier streifennervig. Die oberirdischen Blätter der in der Schweiz und in Süddeutschland verbreiteten Rasse sind meist ungefleckt, mehr im Norden jedoch oft gefleckt, daher der lateinische Arname *maculatum* (= gefleckt). Die noch geschlossene spitze Blütenstandhülle (Spatha) hat dem A. viele volkstümliche Namen eingetragen, z.B. Antensnepl (Entenschnabel), Scarnuzzo (ital. für Papiertüte), Heckenpüpli (wegen der früheren Art, Kinder zu wickeln, Puppen). Weitere Namen sind der medizinischen und magischen Bedeutung zuzuschreiben. Angesichts dieses Namengewirrs erscheint der Beitrag von Linné zur einheitlichen Verständigungsmöglichkeit besonders bedeutend.

1.3. In welcher Lebensgemeinschaft finden wir den Aronstab?

1.3.1. Der Aronstab als Zeigerpflanze

Den meisten Lesern dürfte schon aufgefallen sein, dass an Standorten mit bestimmten Klima- und Bodeneigenschaften auch ganz bestimmte Arten häufiger bzw. seltener zu finden sind. Umgekehrt kann ein geübter Beobachter aufgrund des Vorhandenseins gewisser Pflanzen sofort die Klima-, Nährstoff- und Bodeneigenschaften voraussagen, ohne diese jedesmal erneut gemessen zu haben. Pflanzen zeigen also das Klima an, viele eignen sich daher gut als sog. Zeigerpflanzen.

Der Aronstab zeigt uns z.B. sicher folgendes an: Das Licht beträgt hier im Mittel nur 3–10% des unbedeckten Himmels (höhere Werte vor dem Laubausbruch der Bäume), während der Boden überdurchschnittlich gut bewässert (feucht) ist, jedoch für kürzere Zeit auch trockener werden kann ohne Schaden für den Aronstab (Reserve im Rhizom). Bezeichnenderweise finden wir ihn daher auch oft in leichten Senken des Waldbodens, nie aber dort, wo das Grundwasser den Boden bis zur Oberfläche durchnässt. Die Erde unter dem A. ist sehr feinsandig, mit wenig groben Steinen und nur mässig durchlüftet. Stehendes Grundwasser aber würde diese Durchlüftung unter-

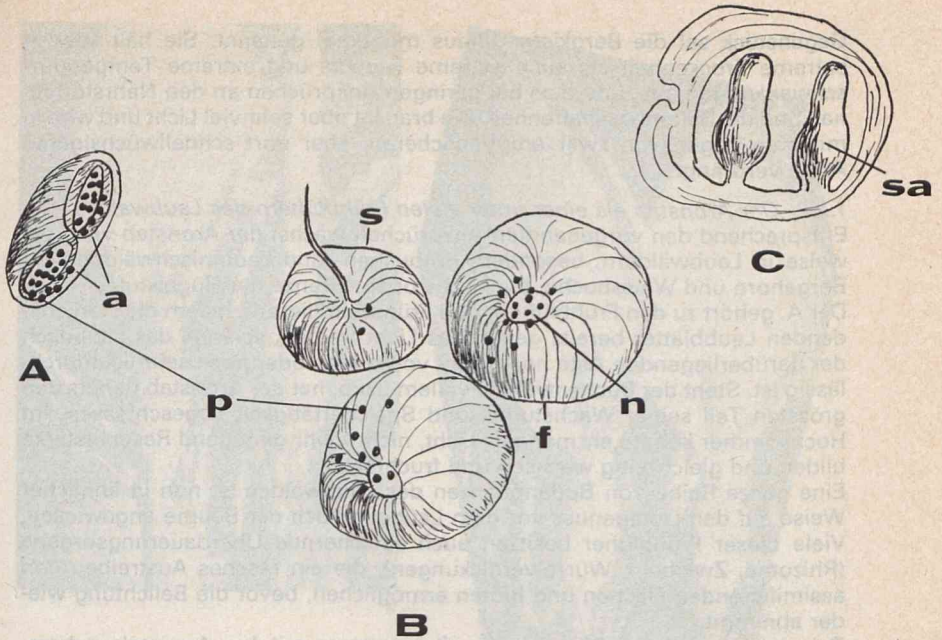


Abb. 8: Männliche (A) und weibliche (B, C) Blüten im Detail (ca. 7:1). Pollenkörner (p), aus den Staubbeutelöffnungen (a), sterile Blüte (s), Fruchtknoten (f) mit Narben (n). Aufgeschnittener Fruchtknoten (C) mit Samenanlagen (sa), etwas vereinfacht.

binden, und die Wurzeln und das Rhizom erhielten zu wenig Sauerstoff für ihre Atmung. Der Boden unter dem Aronstab ist nur mässig nährstoffreich bis leicht nährstoffarm (beispielsweise 10 mg NO_3 -Ionen pro kg Frischgewicht), sicher nie künstlich gedüngt und oft kalkreich. Der Aronstab wächst gerne in einem Boden mit grossem Anteil verwesender, organischer Substanz. Die Wurzeln gründen aber immer in der Erde, unter der Schicht von halbzersetztem Pflanzenmaterial, in der sogenannten Mineralerde. Der pH-Wert des Bodens unter dem Aronstab liegt zwischen 5 und 7,5 (leicht sauer bis neutral oder leicht basisch). Der Aronstab ist ein Anzeiger des gemässigten ozeanischen Klimas mit geringen Schwankungen der Temperatur und nur gelegentlichen Feuchteschwankungen. Er meidet Spätfröste und hält es in vielen inneralpinen Tälern, z.B. im Engadin, nicht aus.

Für die Land- und Forstwirtschaft sind die Zeigerpflanzen von grossem Wert in der Vorausplanung von Anpflanzungen und Aufforstungen.

Zur Schweizer Flora wurden für jede Art alle diese genannten Boden- und Klimaeigenschaften in Zahlenwerten tabelliert (vgl. dazu E. Landolt). Als

Gegenstück sei die Bergkiefer (*Pinus montana*) genannt. Sie hält sowohl extreme Trockenheit als auch extreme Feuchte und extreme Temperaturschwankungen aus, und dies bei geringen Ansprüchen an den Nährstoffgehalt und die Bodenbeschaffenheit. Sie braucht aber sehr viel Licht und wird in milderen Lagen von zwar empfindlicheren, aber dort schnellwüchsigeren Arten verdrängt.

1.3.2. *Der Aronstab als einer unter vielen Frühblühern des Laubwaldes*

Entsprechend den vorgenannten Ansprüchen wächst der Aronstab vorzugsweise in Laubwäldern, besonders Rotbuchen- und Laubmischwäldern mit Bergahorn und Weissbuche, bis an die obere Grenze der Hügelstufe.

Der A. gehört zu den Frühblühern und Frühassimilierern, indem die stärkebildenden Laubblätter bereits gegen das Licht treiben, solange das Laubdach der darüberliegenden Äste noch nicht vorhanden oder noch sehr lichtdurchlässig ist. Steht der Buchenwald in vollem Laub, hat der Aronstab bereits den grössten Teil seiner Wachstums- und Speichertätigkeit abgeschlossen. Im Hochsommer könnte er, mangels Licht, nicht mehr genügend Reservestärke bilden und gleichzeitig wachsen und fruchten.

Eine ganze Reihe von Bodenpflanzen des Laubwaldes ist nun in ähnlicher Weise auf den Lichtgenuss vor dem Laubausbruch der Bäume angewiesen. Viele dieser Frühblüher besitzen auch speichernde Überdauerungsorgane (Rhizome, Zwiebeln, Wurzelverdickungen), die ein rasches Austreiben von assimilierenden Flächen und Blüten ermöglichen, bevor die Belichtung wieder abnimmt.

Beispiele von solchen Pflanzen, die oft zusammen mit dem Aronstab vorkommen, sind (in der Reihenfolge des Aufblühens): das hahnenfussähnlich blühende Scharbockskraut mit feigenförmigen Wurzelknöllchen als Dauerorgan (daher auch Feigwurz genannt), Blütezeit Anfang März–Anfang Mai. Wenig später blühend das Buschwindröschen mit dünnen, sich verzweigenden Rhizomen. Auch das Lungenkraut mit langer, kriechender Grundachse blüht vor dem Aronstab, zusammen mit Bingelkraut und Sauerklee, letzterer ebenfalls mit im Herbst knotig anschwellendem Rhizom. Zusammen mit dem Aronstab im Mai blühen die Goldnessel, bald danach der Waldmeister, etwas später der Sanikel und die ährige Rapunzel dann, wenn das Laubdach der Bäume fast völlig geschlossen ist (weitere Beschreibungen von Frühblühern und Waldpflanzen finden sich im Kommentar zum Schulwandbild Nr. 82 «Frühlingswald»).

1.4 Der Blühvorgang und seine Bedeutung

1.4.1 *Der Ablauf des Blühens*

Der ganze geschilderte Blütenstand bildet zusammen mit der Spatha einen Lock- oder Schauapparat, eine sogenannte Blume im botanischen Sinne. Der Aronstab ist eine Gleitfallen-Blume, weil während des Blühvorganges Insekten in eine Falle gleiten und dort vorübergehend gefangen gehalten werden. Begegnet man zwischen Anfang und Mitte Mai einer blühreifen Gruppe von Aronstäben mit noch völlig umwickelten Blütenständen, empfiehlt sich ein regelmässiger, abendlicher Besuch. Einige, noch am Nachmittag geschlos-



a



c



b



d

Abb. 9: a) Maiabend, linke Blume offen, riechend, Kolben warm
 b) Dasselbe Paar: Folgender Morgen, linke Blume bereits erkaltet, rechte noch geschlossen
 c) Dasselbe Paar: Abend darauf, jetzt rechte Blume blühend, linke beginnt zu verdorren
 d) Reifende Beerenfrüchtchen mit Resten der verdorrten Spatha

sene Blumen öffnen sich ziemlich rasch gegen Abend hin. Deutlich hebt sich dann der dunkelvioletten «Riechkegel» in der Dämmerung vom hellen, grünweisslichen Hintergrund der Spatha ab (Abb. 9).

Von diesem Kegel geht ein aus der Nähe auch für Menschen wahrnehmbarer Geruch aus, eine Mischung zwischen Urin, Schweiß und Aas je nach Interpretation. Er wird nicht unbedingt als abstoßend empfunden, vielleicht wirkt er eher moschusartig.

Berührt man den violetten Duftkegel, so spürt man deutlich seine Wärme (bis 15 °C wärmer als die Luft und die Spatha). Er fühlt sich an wie ein warmer, kleiner Menschenfinger und nicht wie ein Pflanzenteil.

Lautlos nähern sich der Blumenöffnung 2–3 mm grosse, in der Dämmerung kaum sichtbare Fliegen im Schwebeflug (Abb. 10). Bereits setzen sich einige auf dem warmen Riechkegel und der Spathainnenwand fest und verschwinden alsbald in der rätselhaften Öffnung, aus der der Riechkegel entspringt. Schon am nächsten Morgen ist der «Finger» wieder leichenkalt geworden, keine Fliegen umschweben ihn mehr. Indessen bereitet sich eine benachbarte, bisher noch geschlossene Blume darauf vor, ihre Hülle in demselben Rhythmus zu öffnen und aus dem Kolben den Lockduft abzugeben (Abb. 9). Die Temperaturerhöhung dient lediglich zur Verdampfung des Geruchstoffes und hat für sich allein geringen Anziehungswert für die Fliegen. Möglicherweise findet auch eine gewisse optische Anlockung statt durch Spatha und Kegel in der Dämmerung. Die erkalteten Blüten zeigen schon nach einem Tag deutliche, von der Spitze der Spatha ausgehende, nach unten fortschreitende Verwelkungserscheinungen.

Was passiert nun mit den ins Innere gegliederten Fliegen? Die Wände des Kegels und der Innenwand der Spatha sind am Anfang der Blühphase glatt wegen der Sekretion von Öldrüsen; die Fliegen finden keinen Halt mit den Haftvorrichtungen an ihren Fussenden. Zudem versperren die noch gestreckten Haare des obersten Kranzes steriler Blüten den Rückweg (Abb. 7).

Im Anfangsstadium (abends) sind die Narben der weiblichen Blüten empfängnisbereit. Wie vorausberechnet, öffnen sich die Staubbeutel der männlichen Blüten erst gegen den folgenden Tag, wenn gleichzeitig die oberen Sperrhaare zu welken beginnen und die Ölsekretion aufhört. Die dann noch lebenden Fliegen werden nun von Pollen überpudert (Abb. 10). Sie können den Rückweg ins Freie antreten und werden vielleicht am folgenden Abend von einer andern Fallenblume gefangen, wo sie den Pollen auf den weiblichen Blüten deponieren können.

Wegen oben geschildertem Ablauf, und weil nur selten weibliche und männliche Blüten gleichzeitig blühen, wird die Fremdbestäubung stark gefördert und Selbstbestäubung (besser Selbstbefruchtung, vgl. unten) meist verunmöglicht.

Schon einen Monat später sind viele der Laubblätter verwelkt, die Spathen völlig verdorrt, und die anfangs noch grünen, später rot werdenden Beerenfrüchte sprengen die noch verbliebenen Hüllreste der Spathen.

1.4.2 Bedeutung von Fremdbestäubung und -befruchtung

Die Bestäubung meint lediglich das Übertragen von Pollenstaub bis und mit auf die Narben. Auf den Narben keimen einzelne Pollenkörner aus, indem sie

einen Schlauch ins Innere der Samenanlagen treiben, wo eine Vereinigung (Befruchtung) von Zellen bzw. Zellkernen stattfindet (in Wirklichkeit komplexer, Vereinigung mehrerer Kerne gleichzeitig). Aus diesen Verschmelzungsprodukten wächst der Embryo, die künftige Jungpflanze heran, umgeben von Nährgewebe als Vorrat für die Keimung und der zukünftigen Samenschale. Ob der Aronstab auch noch Früchte mit keimfähigen Samen aus Selbstbefruchtung oder gar ohne Befruchtung bildet (Apomixis, Parthenogenese), müsste noch vollständig abgeklärt werden, ist aber nach Hess und Landolt

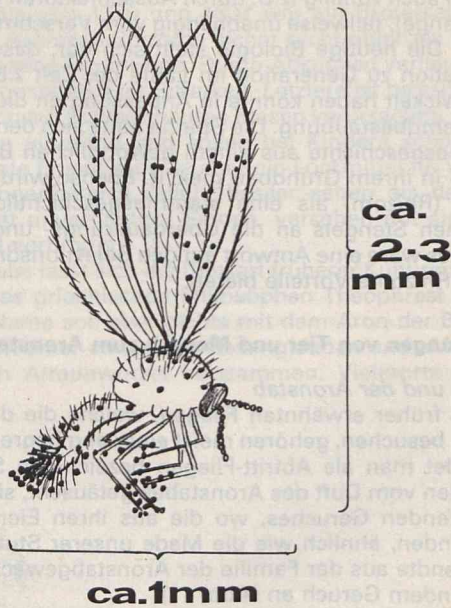


Abb. 10: Eines der im Innern der Gleitfalle übernachtigten Mücklein, mit Pollenstaub an den behaarten Körperteilen haftend.

eher unwahrscheinlich. Demgegenüber ist bekannt, dass die meisten Apfel- und Roggensorten auf die Fremdbefruchtung angewiesen sind, während sich z.B. Weizen, Gerste, Ackerbohne und Hafer sowie einige Veilchenarten oft selbstbefruchten.

Warum haben sich in der Natur so mannigfaltige Einrichtungen entwickelt, welche die Fremdbestäubung fördern?

Die bei der Befruchtung verschmelzenden Zellkerne enthalten die Chromosomen mit der Erbinformation, welche die Eigenschaften der künftigen Nachkommen steuern. Die Anzahl der Chromosomen beträgt beim Aronstab je nach Fundort und Rasse nach Hess und Landolt 28, 56 oder 84 (beim Menschen 46). Nach den Gesetzen der Vererbungslehre (Genetik) würden bei Selbstbefruchtung die meisten Nachkommen wieder gleiche Eigenschaften

besitzen wie die Eltern, nur bei Fremdbefruchtung entsteht eine Neumischung des Erbmaterials und damit eine gewisse Wahrscheinlichkeit für das Entstehen von Nachkommen, die von den Eltern verschieden sind. Dies kann nun Vorteile für die Arterhaltung haben.

Einige der den Eltern unähnlichen Nachkommen können nämlich Eigenschaften haben, die besser in eine veränderte Umgebung passen. Nachkommen mit passenderen Erbeigenschaften haben eine höhere Überlebenschance und werden durch die Natur «ausgelesen». Daneben können sich einzelne Erbfaktoren auch zufällig (z.B. durch Aussenfaktoren wie Strahlung bestimmter Wellenlänge), teilweise unabhängig vom Verschmelzungsvorgang ändern (Mutation). Die heutige Biologie stellt sich vor, dass kleine Ausleseschritte von Generation zu Generation im Laufe der Zeit z.B. eine Aronstab-Fallenblume entwickelt haben könnte in Anpassung an die Bedürfnisse der Insekten- und Fremdbestäubung. Die Spatha hätte sich dementsprechend im Laufe der Stammesgeschichte aus einem gewöhnlichen Blatt entwickelt, dem sie heute noch in ihrem Grundbau gleicht. Ebenso wird dann der unterirdische Stengelteil (Rhizom) als eine stammesgeschichtliche Abwandlung eines gewöhnlichen Stengels an die Überdauerungs- und Speicherfunktion verstanden; dies wäre eine Antwort auf den Selektionsdruck einer Umgebung, in der solche Rhizome Vorteile bieten.

1.5 Beziehungen von Tier und Mensch zum Aronstab

1.5.1 Tiere und der Aronstab

Die bereits früher erwähnten Fliegen, welche die duftenden Gleitfallenblumen des A. besuchen, gehören meist einer eng begrenzten Zahl von Arten an. Häufig findet man als Abtritt-Fliegen bezeichnete Schmetterlings-Mücken. Diese werden vom Duft des Aronstabes getäuscht, sie wännen sich an Orten des betreffenden Geruches, wo die aus ihren Eiern schlüpfenden Larven Nahrung finden, ähnlich wie die Made unserer Stubenfliege im Mist. Typische Verwandte aus der Familie der Aronstabgewächse ziehen Aaskäfer mit entsprechendem Geruch an (Abb. 11).

Die besuchenden Fliegen finden im Aronstab keinen eigentlichen Nektar, höchstens Ausscheidungen der welkenden Narben. Die Bestäuber tragen also keine Gegenleistung davon wie Bienen an Klee oder honigsaugende Falter, doch ist der Aronstab völlig einseitig auf die besuchenden Fliegen angewiesen.

In völlig anderer Weise finden die Rehe Gefallen am Aronstab. Sie fressen alle erreichbaren, noch geschlossenen, jungen Blütenstände ab und zwar samt ihren Hüllblättern (Abb. 1c), genau knapp oberhalb der Ansatzstelle des Kranzes zukünftiger weiblicher Blüten. Im Jahre 1979 war in einer von mir untersuchten Hektare Wald am Zürichberg kein blühender Aronstab mehr zu finden, obwohl sich die Pflanzen ungeschlechtlich stark vermehrt hatten und viele Blütenstände, aber alle abgefressen, zu finden waren. Die ausgewachsenen und auch die jungen Laubblätter des Aronstabes weisen nur selten Frassspuren auf. Der angebliche Gehalt an Oxalsäure (Nadeln von Kalziumoxalat) in den reiferen Pflanzenteilen soll die Rehe abtossen. Rehe fressen auch die Knospen der Türkenbundlilie und der Weisstanne selektiv ab, lassen

aber interessanterweise die Rottannen völlig in Ruhe. Gegen den Rehfrass nützt auch eine dichte Bedeckung mit Brombeerruten nichts, sind Brombeeren doch winterliche Äsung.

Wegen der fehlenden wirtschaftlichen Bedeutung des Aronstabes gibt es nur wenige Untersuchungen über das Verhalten und Auftreten von pflanzlichen und tierischen Parasiten.

1.5.2 Kulturgeschichte, Heilkraft und Zaubervirkung

Zur Zeit der Hungersnöte von 1770 und 1807 war ein Brotersatz aus dem stärkereichen Mehl der Aronstab-Rhizome sicher nicht übler als die damals auch von Kindern genossene Baumrinde. Durch Abkochen verlieren nämlich die Pflanzenteile des Aronstabes ihre Bitterkeit. Letztere ist beiessend, hält im Munde lange an und kann auf Schleimhäuten Blasen verursachen. Die Beeren und andere Teile gelten als giftig und sollen bei Kindern schon den Tod verursacht haben. Die rote Fruchtfarbe ist aber ein Lockmittel für viele Vögel, die im roten Wellenlängenbereich relativ besser sehen als der Mensch. Dadurch werden die (oft unverdauten) Samen, versehen mit einer Portion Kotdünger, durch Vögel verbreitet.

Am Beispiel des Aronstabes lässt sich die Denkart früherer Kulturen aufzeigen. Schon in der Botanik des griechischen Philosophen Theophrast heisst eine Arum-Art «aròn». Der Name soll aber nichts mit dem Aron der Bibel zu tun haben, sondern eher von einer andern, in Hexenglauben und «Medizin» der Alten häufig erwähnten Alraunwurzel herkommen. Vielerorts wurde der



Abb. 11: Ein Verwandter des Aronstabes aus derselben Familie (*Amorphophallus titanum*) aus Sumatra, der einen bis zur Übelkeit reizenden Geruch von verwesendem Fleisch verbreitet und damit bestäubende Käfer anzieht (aus Meeuse «The story of Pollination»).

Aronstab auch Hexenkraut genannt, nicht zu verwechseln mit einer heute noch offiziell so bezeichneten Waldpflanze. Unter die Türschwelle gelegt soll er – ähnlich dem magischen Drudenfußzeichen in Goethes «Faust» – vor den Druden, den Toggeli (bösen Geistern) schützen. Als wirksames Aphrodisiakum (Liebesmittel) wurde er von hoffenden Jungfrauen auf heisser Brust getragen oder wie Weihrauch verbrannt. Oft galt die Ausbildung des blühenden Kolbens als Orakel für die kommende Ernte, indem die Blütenteile als Früchte, Korn, Kirschen usw. der folgenden Ernte gedeutet wurden.

In Apotheken war früher das getrocknete Arumrhizom als «radix ari officinalis» erhältlich. Noch heute findet man junge Aronstabblätter auf Gemüsemärkten. Nach alten Angaben soll ein alkoholischer Auszug von gequetschten Blättern das Rheuma austreiben. Gequetschte und in edlem Wein gekochte Pflanzenteile bringen nach Kräuterpfarrr Künzli Grippe und Erkältungen sicher zum Verschwinden. Bei Katharrh jedoch hilft gewiss ein Teeaufguss aus vorher getrockneten Blättern (daher auch der Name Magenkraut, Zehrwurz). Der Glaube an die Heilkraft des A. erscheint schon um 412 nach Chr. im Herbarium «De materia medica» des Dioscorides.

Die moderne Pharmakologie hat in vielen alten Rezepten neben Magie auch medizinisch echt Brauchbares wiederentdeckt. Beim Aronstab hingegen scheint sich bisher höchstens eine bestimmte Plazebowirkung (auf Einbildung beruhend) bestätigt zu haben.

Mit Schulkindern darf ein vorsichtiger Kautest mit einem Teilchen eines frischen Blattes gewagt werden. Das nachhaltige Beissen auf der Zunge wird sich dem Kind einprägen!

1.5.3 Alte und neuere Forschung

Es ist bemerkenswert, dass grundlegende Zusammenhänge, wie z.B. jener zwischen Bestäubung und Fruchtbildung erst in der späteren Neuzeit bewusst gemacht wurden. Schon bei Vergil und vor ihm war der Zusammenhang zwischen Blüten, Bienen und Honig wohlbekannt, nicht aber deren Bedeutung für die Bestäubung. Auch die damals schon vom Menschen durchgeführte künstliche Bestäubung der Dattelpalmen führte kaum zur Vermutung und schon gar nicht zur wissenschaftlichen Erforschung eines allgemeinen Gesetzes der Bestäubung. Erst Camerarius verhinderte Ende des 17. Jhdts. experimentell die Bestäubung von Mais durch Entfernen der Narben. Der mögliche Vorteil der Erwärmung des Aronstab-Kolbens für die Bestäubung wurde erst 1793 von Sprengel vermutet.

Wir Heutige vergessen oft, wie schwierig selbst einfachste Experimente auf diesem Gebiet sind. Der geneigte Leser versuche nur einmal, schlüssig zu wiederholen, was Bradley 1717 gezeigt hat, nämlich dass weibliche Spinatpflanzen nur Samen bilden, wenn männliche in der Nähe sind.

Dass die Temperaturerhöhung des Kolbens beim Aronstab lediglich zur Verdampfung des Geruchsstoffes dient, hat erst Knoll 1926 aufgeklärt. Er erwärmte Aronstäbe elektrisch ohne Anlockwirkung. Abgestandenes Blut aber zog ohne Erwärmung entsprechende Fliegen an.

Bis heute konnte eine hormonartige Substanz (das Calorigen = Wärme-Erzeuger) mindestens teilweise isoliert werden, welche imstande ist, auch in halbreifen Blütenständen etwa 3 Tage bevor diese sich sonst öffnen würden,

eine deutliche Temperaturerhöhung im Kolben auszulösen. Die Temperaturerhöhung ist begleitet von einer im Elektronenmikroskop feststellbaren Veränderung derjenigen Bestandteile der Zellen, in welchen die Atmung und teilweise die Herstellung der Geruchssubstanzen stattfindet. Während der Temperaturerhöhung (10–15 °C über der Umgebungstemperatur) ist auch die Atmung stark erhöht. Der Stoffwechsel im Kolben ist dann so intensiv wie bei einem fliegenden Insekt. Bis $72 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ pro Gramm Frischgewicht und Stunde, d.h. 30–100 mal so intensiv wie der durchschnittliche menschliche Stoffwechsel auf dasselbe Gewicht bezogen! In einer Nacht kann sich das Gewicht des Kolbens halbieren durch den hohen Stärkeverbrauch. Normalerweise gelingt es in der Natur, die bei der Atmung freiwerdende Energie in Form von chemischen Verbindungen in der Zelle für eigene Zwecke (z.B. Wachstum, mechan. Arbeit) zu speichern, im Sinne einer «kalten Verbrennung». Hier beim Aronstab aber wird dies verunmöglicht, und die Energie wird in Form von Wärme frei wie bei einer gewöhnlichen Verbrennung. Was ausser Hormonen löst den zeitlich und örtlich scheinbar starr vorprogrammierten Blühverlauf des Aronstabes aus?

Eine einzige Dunkelperiode von 6 Stunden Dauer, gegeben im richtigen Augenblick, löst in einem Blütenstand, der vorher im Dauerlicht gewachsen ist, etwa 45 Stunden später die beschriebene «Wärmeexplosion» aus. Belässt man hingegen den Aronstab im Dauerdunkel während längerer Zeit, so wird keine Geruchs- und Temperaturentwicklung ausgelöst. Die hier genannten Versuche wurden zum Teil mit Verwandten unserer einheimischen Art durchgeführt.

Es gibt aber noch einfachere Dinge, die beim Aronstab noch nicht erforscht sind. Beispielsweise: wird der Blühvorgang nur nach einer Kälteperiode oder nur bei einer bestimmten Tageslänge ausgelöst oder könnte sich unser Aronstab auch im Dauersommer normal entwickeln? Von gewissen Roggen-sorten weiss man, dass sie nur dann blühen können, wenn ihre Keimlinge einer gewissen Kälte ausgesetzt worden sind.

Je mehr man forscht, desto mehr unerforschte Probleme tauchen auf!

2. Die Behandlung des Aronstabes und der Einsatz des Bildes im Unterricht

Vorbemerkung: Die im folgenden gegebenen Hinweise sollen im Sinne von didaktischen Richtlinien und nicht als starre, verbindliche Rezepte verstanden werden. Methoden sind nötig, aber sie ersetzen nicht Einfühlungsgabe und -wille, das persönliche Fachwissen und die gegenseitige Bereitschaft zum Vertrauen.

2.1 Schwierigkeitsgrad und Motivation

Die Erfahrung spricht sehr dafür, den Aronstab, insbesondere die vollständige Behandlung der blütenbiologischen Zusammenhänge erst in der Oberstufe (7. Schuljahr und später) zu behandeln. Das bedeutet nun aber nicht

vollständigen Verzicht auf früheren Stufen: Man kann – ohne alles rational zu durchschauen – schon früher den Aronstab erscheinungsmässig erleben lassen, indem Wuchsort und -art, Rehfrass, Fruchtfarbe und -geschmack registriert werden. Auf diese Weise wird auch ein Vorwissen aufgebaut, welches später das Gedächtnis entlastet und als Grundlage für das Verständnis von komplexeren Zusammenhängen dient (im Sinne des Spiralcurriculums). Selbständige, längerfristige Beobachtung an Pflanzen darf kaum vor der späteren Mittelstufe gefordert werden, ziehen doch jüngere (und ältere!) Schüler häufig lebhaftere Objekte vor.

Die meisten Naturkunde-Lehrpläne lassen genügend Spielraum für die persönliche Stoffwahl und Gewichtsetzung durch den Lehrer.

Zur Motivation beitragen kann u.a. folgendes: Der Schüler soll einen gewissen «Sinn» in der Arbeit erkennen, indem er mit dem Lehrer zusammen gewisse Ziele zum voraus festlegen hilft, z.B.:

- Welche eigenen Experimente können wir durchführen?
 - Wir sammeln zusammen Vorschläge für die Gestaltung einer Ausstellung zum Thema «Der Frühlingwald», usw.
 - Was möchten wir alles wissen über diese Pflanze?
- Jede Arbeit mit einem lebenden Objekt ist an sich schon motivierend, besonders wenn mit allen Sinnen gearbeitet werden kann (riechen, fühlen, schmecken, nicht nur sehen).

2.2 Methodisches Vorgehen

Das Bild (oder durch Abdecken Teile davon) kann in jeder Phase des Unterrichts eingesetzt werden, wenn möglich aber in Verbindung mit der Arbeit am lebenden Objekt.

Angenommen das Hauptziel sei, die Blütenökologie des A. genau zu verstehen, beziehungsweise im Ablauf darstellen zu können.

Als Voraussetzungen müssen dann logischerweise gefordert werden: Allgemeiner Bau der Pflanzen, Wachstum und Umgebungseinflüsse, Bau und Funktion von Blüten im allgemeinen, Sinn der Bestäubung, sofern diese Erkenntnisse nicht am Aronstab selbst zum erstenmal exemplarisch erarbeitet werden sollen. Zur erstmaligen Erkenntnis und experimentellen Bestätigung der Notwendigkeit der Bestäubung eignet sich nach wie vor die leicht durchschaubare Tulpenblüte, die nach Abdecken (Verhinderung der Fremdbestäubung) keine Früchte bildet (nach Chanson und Egli).

Als Teilschritte zur Erarbeitung des genannten Hauptzieles sind denkbar:

- Genaues Kennenlernen des Blütenstandes und seiner Hülle durch persönliches Beobachten, Betasten, Abzeichnen.
- Je nach Voraussetzung: Anregung zu Fragen nach der möglichen Funktion der Teile, raten lassen.
- Schülervorschläge sichten, ergänzen und zusammenfügen.
- Zusammenfassen des Ablaufes gesamthaft oder in Zwischenschritten, die je für sich repetiert werden können.
- Mögliche Erarbeitung des Blühablaufes, indem auf einer vorbereiteten Zeichnung (Wandtafel, Hellraumfolie), die nur unvollständige Pflanzen enthält (vgl. Abb. 12) richtige Vorschläge der Klasse eingesetzt werden.

- Eine gründliche Vertiefung und Festigung soll im Sinne der aktiven Aneignung (nach H. Aebli), durch wechselndes Angehen desselben Sachverhaltes von verschiedenen Seiten erfolgen.

Beispielsweise ist es nicht sinnvoll, einfach fertige Tafeldarstellungen zu kopieren oder Hektografien einzukleben, ohne dass dabei eine *Überlegungsanstrengung* gemacht werden muss. Diese Anstrengung braucht es beispielsweise zum Ausfüllen des folgenden Schemas in Abb. 12:

2.3 Mögliche Beobachtungs- und Arbeitsaufträge

2.3.1 Naturschutzgesetz

Der A. gehört nicht zu den vollständig geschützten Pflanzen, aber laut Vollziehungsverordnung Art. 23, Bundesgesetz über Naturschutz und Verordnung über den Pflanzenschutz im Kanton Zürich ist es verboten, mehr als fünf Aronstab-Pflanzen am selben Standort auszureissen, bzw. auszugraben. Fünf Exemplare dürfen nur dann entnommen werden, wenn durch diese Entnahme die Art am betreffenden Standort nicht gefährdet ist.

Dadurch bleibt für die Untersuchung der unterirdischen Teile meist nur noch die Lehrerdemonstration oder die abwechselnde Arbeit von selbständigen Gruppen an den wenigen Objekten. Die oberirdischen Teile werden am besten an Ort und Stelle untersucht.

2.3.2 Aufgaben zur Feldarbeit

- Beobachtungen im Laufe des Jahres korreliert mit Protokollen über Temperatur und Licht, den Schluss des Blätterdaches der Bäume, Blütezeit usw. Vergleiche mit andern Standorten anstellen.
- Austreibende Blätter mit allen Sinnen kennenlernen: Durch Betasten, Zählen der Blattrippen mit geschlossenen Augen, Beriechen, kurzes Kauen.
- Schäden durch Mensch, Reh, Schnecken usw. feststellen.
- Bei morgendlichen und abendlichen Besuchen Blühvorgang feststellen, Temperatur des Kolbens mit den Fingerspitzen fühlen, Fliegenbesuch feststellen, Geruch erkennen.
- Fliegen mit andern Mitteln (Harn, Blut, Kot) anzulocken versuchen und überlegen, warum die Fliegen diese Orte aufsuchen.
- Unterirdische Teile ausgraben, Schnitt durch junge Pflanzen mit Rasierklingen und Aufsuchen der bereits vorgebildeten Blütenstände im Knospenstadium (sofern Pflanze geschlechtsreif).
- Aufsuchen der Knospen für den folgenden Frühling im Herbst. Fruchtknoten eröffnen und Samenanlagen mit Binokular erkennen.
- Samen aus reifen (roten) Beeren herausholen und keimen lassen in verschiedener Erde, in verschiedener Tiefe (0, 3, 10 cm unter der Oberfläche). Vergleichen mit andern Samenarten.
- Wenn Keimung nicht sofort erfolgt, künstliche Winterpause im Kühlschrank einschalten (z.B., 14 Tage bei 4 °C).
- Immer mehrere Versuche der gleichen Art ansetzen.
- An Ort und Stelle Vergleiche anstellen zwischen Bäumen mit verholzten, hohen Stämmen, Pflanzen mit unterirdischen Überdauerungsorganen und einjährigen Kräutern: Welche Vor- und Nachteile haben grosse Stämme (z.B., Streben zum Licht, Energieverbrauch zur Stammbildung u.a.m.).

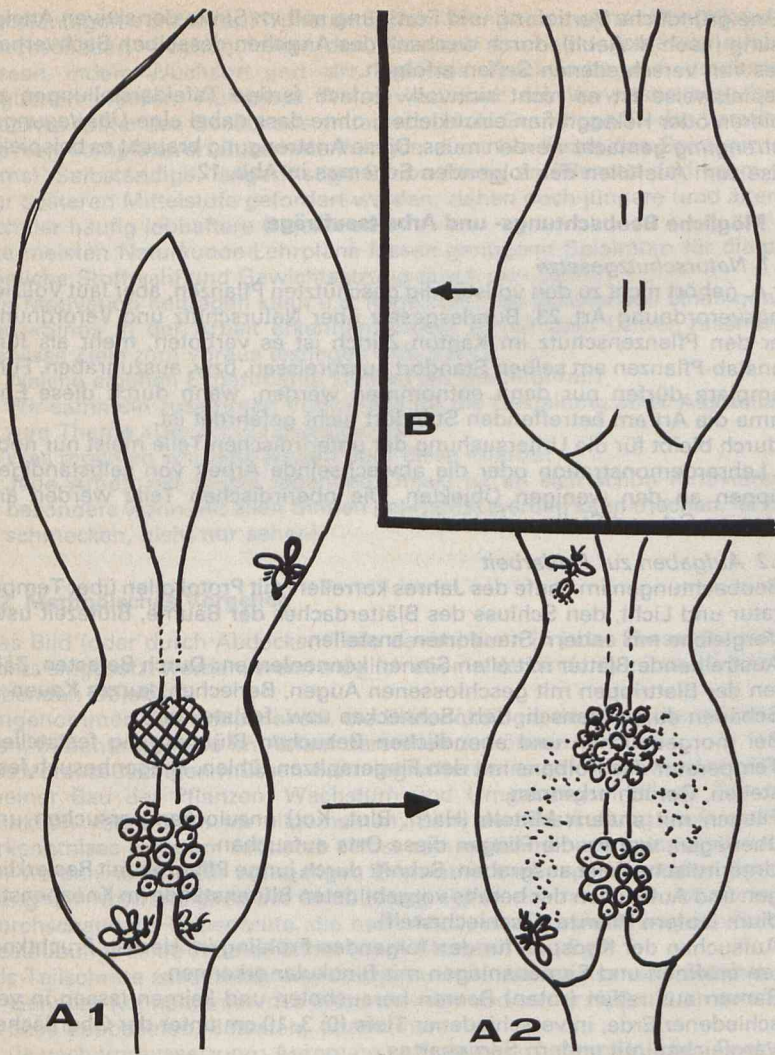


Abb. 12: A 1 ist eine Blüte im weiblichen Zustand, A 2 dieselbe später. Ergänze die Skizze mit allen fehlenden Teilen und Pfeilen so, dass eine sinnvolle Fremdbestäubung von Blüte B entsteht. Beschrifte entsprechend (und schildere den Ablauf des Vorganges).

- Untersuchen, ob sich die Blätter bei Waldboden- und anderen Pflanzen gegenseitig stark beschatten, oder ob dies durch ihre Blattstellung teilweise vermieden wird.
- Überlegen, ob und welche Vögel zur Verbreitung der Früchte beitragen könnten. Gibt es noch weitere «Vogelbeeren»?

2.3.3 Querverbindungen zur Sprache

Will man sich in der genauen Beschreibung üben und treffende Wörter suchen, so sind naturkundliche Objekte ein willkommener Anlass. Ordnet man jedoch den Naturkundeunterricht den sprachlichen, insbesondere den grammatikalischen und orthographischen Zielen stark unter, so geht der eigentliche naturkundliche Inhalt leicht verloren. Hilfen zur Wortschatzerweiterung sind Ausdrücke wie spießförmige *Laubblätter* und löffelförmiges *Hüllblatt*, kriechende und aufstrebende, ans Licht strebende Pflanzenteile (vgl. dazu H. Roth und W. Kälin).

Jede genaue Erfassung eines Inhaltes erfordert auch eine besondere Art der Begriffsbildung (z.B. *Erdstamm*, *Blattscheide*, *Blattspreite* [von spreiten = ausbreiten, ähnl. spreizen], *Blattanlage* in der unterirdischen Knospe usw.). Das bewusste Umgehen mit solchen Begriffen zwingt zum genauen Denken, erleichtert das Verstehen und fördert die allgemeinen Sprachkräfte.

Eine herausfordernde Aufgabe könnte etwa lauten: Schildere (einem Laien) in möglichst wenig Worten, aber vollständig den Vorgang der Fremdbestäubung in korrekter Reihenfolge.

Daneben sollte aber jedes naturkundliche Objekt einmal Anlass zu einem ungezwungenen (eventuell mundartlichen) Gespräch werden dürfen.

2.3.4 Hinweise zur zeichnerischen und gestalterischen Verarbeitung

Wie kompliziertere Pflanzenteile und anspruchsvolle morphologische Gegebenheiten durch Karton- und Papiermodelle dargestellt werden und dem Verständnis besonders jüngerer Schüler zugänglich gemacht werden können, hat uns z.B. A. Friedrich gezeigt. Farbige Plastillin u.ä. Materialien werden auch auf den oberen Schulstufen zur Darstellung von naturkundlichen Formen verwendet.

Was bei der sprachlichen Begriffsbildung gesagt wurde, gilt analog auch bei der zeichnerisch-räumlichen Erfassung und Darstellung. Aus dem Ringen um zeichnerische Details erwächst Werkbefriedigung.

Beispiele:

Oberstufe: Studien zur Kugelform von Früchten oder Fruchtknoten (Abb. 8). Herausarbeiten der Löffel(Schiffchen)-form der *Spatha* durch bewusste Schattierungen. Das Zeichnen der Blattformen kann so aufgebaut werden, indem zuerst die *Grobumrisse* ohne Details wie Randzähne oder das *Grobgeäder* erfasst werden (vgl. dazu H. Menziger).

Mittelstufe: Klasse trägt ein Fries zusammen, indem auf aufgeklebtes Buchenlaub kleine Gemälde der Waldbodenpflanzen des Buchenwaldes fixiert werden. Jeder Schüler entschliesst sich für einen individuellen Beitrag zum Ganzen der Lebensgemeinschaft. Ästhetische Gestaltungsfreude am gemeinsamen Werk wird verknüpft mit botanischer Artenkenntnis.

Die für diese Schrift angefertigten Zeichnungen sollen Bemühungen im oben erwähnten Sinne sein.

Schrifttum

A) Schulbücher und für den Unterricht geeignete Bücher

Bertsch, K.: Der Wald als Lebensgemeinschaft, Maier, Ravensburg, 1947
 Chanson, M., Egli K.: Pflanzenkunde mit Lehrerhandbuch, Lehrmittelverlag des Kt. Zürich, 1970
 Ewald, E.: Pflanzenkunde, Bayrischer Schulbuchverlag, 1977
 Friedrich, A.: Vier Jahre Naturkunde, Zürcher Kantonale Mittelstufenkonferenz, 1967
 Höhn-Ochsner, W.: Hinaus in die Natur, Lebensgemeinschaften des Tief- und Hügellandes, Lehrmittelverlag des Kt. Zürich, 1972
 Kälin, W.: Das Jahr des Waldes, SABE, Verlagsinstitut, Zürich, 1968 (mit sprachmethodischen Vorschlägen)
 Schlittler, J.: Maiglöckchen, Kommentare zum Schweizerischen Schulwandbilderwerk, Nr. 94, Verl. Schweizer. Lehrerverein, Zürich, 1957
 Weitere Schulwandbilder zum Thema «Wald» sind Nr. 82 «Frühlingswald», Nr. 122, «Hochwald und Holztransport», Nr. 148 «Waldinneres»
 Wegmüller, P.: Pflanzenkunde mit Lehrerhandbuch, Paul Haupt, Bern, 1976

B) Didaktik

Aebli, H.: Didactique psychologique, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 1951
 Menziger, H.: Aus der Praxis, für die Praxis (Zeichnungs- und Mallehrgang), Zürcher Kantonale Mittelstufenkonferenz, Winterthur, 1976
 Roth, H. und Mitarbeiter: Unterrichtsgestaltung in der Volksschule, Band Naturkunde, Sauerländer, Aarau, 1965

C) Spezialliteratur

Hegi, G.: Illustrierte Flora Mitteleuropas, Lehmanns Verlag, München, ab 1906 bis 1935
 Hess, E., Landolt, E., Hirzel, R.: Flora der Schweiz, 3 Bde. Birkhäuser, Basel, 1976
 James, W. O., Clapham, A. R.: Biology of Flowers, Clarendon, Oxford, 1935
 Knoll, F.: Insekten und Blumen, der Aronblütenstand und seine Besucher, Experimente, Abhandlungen der zool. botan. Ges. Wien, Band 12, Seiten 379-482, 1926
 Landolt, E.: Ökologische Zeigerwerte der Schweizer Flora, Veröffentl. des geobotanischen. Inst. der ETH, Stiftung Rübel, Nr. 64, 1977
 Meeuse, B.J.D.: Story of Pollination, Ronald, New York, 1961
 Meeuse, B.J.D.: The Physiology of Sapromyophilous Flowers in: History of Pollination, Richards ed., Linn. Soc. Sympos. Series G, Academic Press, London, 1978
 Proctor, M., Yeo, P.: The Pollination of Flowers, Collins, London, 1973
 Rimbach, A.: Lebensweise von Arum maculatum (über Zugwurzeln und Geophyten), Berichte d. Deutschen Botan. Ges., Band 15, Seiten 178-82, 1897
 Salisbury, F.B., Ross, C.: Plant Physiology, Wadsworth, Belmont, 1969

- 176 **Grimsel und Berner Alpen**
Flugaufnahme Swissair/H. Altmann/A. Stalder
- 179 **Eglisau**, Flugaufnahme Swissair/H. Maag
- 180 **St. Gallen**,
Flugaufnahme Swissair/W. Steiger
- 183 **Am Po**, D. Buzzi/H. Müller
- 184 **Klus von Moutier**
Flugaufnahme Swissair/W. Geissbühler
- 186 **Aufforstung**, W. Dick/L. Lienert
- 187 **Thun und Berner Oberland**, Flug-
aufnahme Swissair/H. Altmann/G. Zeller
- 188 **Grosses Moos**,
Flugaufnahme Swissair/F. Jeanneret

Der Mensch in seiner Umwelt

- 10 **Alpauffahrt**, A. Carigiet/*
- 18 **Fischerei am Bodensee**
H. Haefliger/J. Wahnenberger
- 19 **In einer Alphütte**
A. Brügger/H. Burkhardt
- 41 **Kornernte**, E. Boss/A. Schnyder
- 49 **Mensch und Tier**, R. Leins/F. Brunner
- 83 **Familie**, W. Sautter/G. Bänninger
- 103 **Wildheuer**, A. Carigiet/J. Hösli
- 111 **Gemüsemarkt**, A. Barth/W. Brubacher
- 122 **Hochwald und Holztransport**
W. Schmutz/A. Friedrich
- 123 **Gemeindeschwester**
W. Sautter/M. Kunz
- 140 **Feuerwehr**, M. von Mühlener/F. Nyffeler
- 159 **Schafschur/Schafzucht**
A. Carigiet/H. Lörtscher
- 165 **Zirkus**, H. Fries/W. Voegeli
- 177 **Lichterbrauch – Mittwinterfestkreis**
H. Fries/H. Sturzenegger
- 185 **Moderner Bauernhof**
H. Gantert/K. Keller/P. Kyburz/H. Mürset
- 186 **Aufforstung**, W. Dick/L. Lienert
- 191 **Spital**, B. Bischofberger/E. Pletscher

Architektur

- 16 **Gotischer Baustil (Lausanne)**
K. Peterli/L. Birchler
- 25 **Bauernhof (Nordschweiz)**, R. Kündig/*
- 28 **Barock (Einsiedeln)**
A. Schenk/L. Birchler
- 52 **Alte Mühle**, R. Kündig/M. Gross
- 80 **Renaissance: Kathedrale in Lugano**
P. Chiesa/P. Bianconi
- 88 **Bündner Bergdorf im Winter**
A. Carigiet/A. Maissen
- 100 **Romanischer Baustil**
H. Buser/L. Birchler
- 114 **Tessiner Dorf**, U. Zaccaro/V. Chiesa
- 120 **Renaissance (Rathaus Luzern)**
K. Hügin/A. Reinle
- 128 **Gotischer Baustil**, C. Manz/P. Rebetez
- 146 **Moschee**, H. A. Sigg/H. Rebsamen

- 167 **Spreitenbach**
Flugaufnahme Swissair/R. Meier
- 168 **Allaman**
Flugaufnahme Swissair/G. Zeller

Handwerk – Industrie – Technik – Verkehr

- 20 **Wildbachverbauung**, V. Surbek/*
- 34 **Webstube**, A. von Matt/*
- 52 **Alte Mühle**, R. Kündig/M. Gross
- 70 **Dorfschmiede**
L. Georg-Lauresch/P. Gudit
- 74 **Backstube**, D. Buzzi/A. Leuzinger
- 79 **Töpferwerkstatt**, H. Bischof/J. Hutter
- 90 **Bahnhof**, J. Latour/*
- 95 **Flussschleuse**, W. Schaad/E. Erzinger
- 102 **Strassenbau**, W. Schaad/H. Pfeningger
- 104 **Meerhafen**, J. Latour/K. Suter
- 119 **Schöllenen**, D. Buzzi/R. Wegmann
- 124 **Glasmalterwerkstatt**
W. Schaad/P. Müller
- 126 **Grosskraftwerk im Gebirge**
D. Buzzi/H. Neukomm
- 135 **Steinbruch**, L. Bernasconi/A. Bürkli
- 154 **Gutenberg**, A. Patocchi/L. Hodel
- 156 **Der Alpenpass**, A. Chavaz/W. Oertle
- 174 **Kurort im Winter**
P. Stähli/Ch. Walther
- 181 **Gärtnerei im Tessin**
G. De Checchi/E. Müri
- 185 **Moderner Bauernhof**,
H. Gantert/K. Keller/P. Kyburz/H. Mürset
- 192 **Flughafen Kloten**,
Flugaufnahme Swissair/U. Halter

Märchen

- 21 **Rumpelstilzchen**
F. Deringer/M. Simmen
- 96 **Schneewittchen**, Ellisif/M. Simmen
- 98 **Rapunzel**, V. Heussler/M. Lüthi

Jahreszeiten

- 10 **Alpauffahrt**, A. Carigiet/*
- 56 **Frühling**, W. Hartung/F. Brunner
- 59 **Herbst**, P. Bachmann/A. Gassmann
- 62 **Winter**, A. Sidler/E. Fromaigeat
- 78 **Am Futterbrett**, W. Dietrich/A. Schifferli
- 82 **Frühlingswald**
M. Ammann/A. Hugelshofer
- 88 **Bündner Bergdorf im Winter**
A. Carigiet/A. Maissen
- 93 **Sommerzeit an einem Ufergelände**
N. Genoud/G. Gisi
- 174 **Kurort im Winter**, P. Stähli/Ch. Walther
- 177 **Lichterbrauch – Mittwinterfestkreis**
H. Fries/H. Sturzenegger