

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Der Wurzeldruck in den einzelnen Entwicklungsstadien einer einjährigen Pflanze

Hampel-Petrowitsch, Anna

Innsbruck, 1933

II. Versuchsanordnung

möglichst vergleichbare Resultate zu erhalten, beobachtete ich ausschliesslich die jeweilig abgeschiedenen Mengen des Blutungssaftes und führte keine Druckuntersuchungen aus. Manometerversuche geben kein eindeutiges Bild über die Wasserausscheidung, da die Hebung der Quecksilbersäule sowohl vom Lumen der Steigröhre, als auch von der Ausflussmenge abhängt.

II. Versuchsanordnung.

1. Aufzucht der Versuchspflanzen.

Zur Ausführung der Versuche wurde ausschliesslich *Helianthus annuus* verwendet, der in Töpfen gezogen worden war. Topfkulturen waren notwendig, um jeder Wurzelverletzung vorzubeugen. Die Topfpflanzen konnte man ohne Störung des Wurzelwerkes vom Standort in das Versuchszimmer tragen.

Am 20. April 1932 wurden 200 Samen in Töpfen ausgesät. Da die Pflanzen unter natürlichen Verhältnissen heranwachsen sollten, standen sie seit Beginn ihrer Entwicklung in Freien an einem sonnigen Standort. Die heranwachsenden Pflanzen wurden von Zeit zu Zeit in grössere Töpfe umgepflanzt. Nach dem Umtopfen wurde mit den weiteren Versuchen 14 Tage bis 3 Wochen zugewartet, bis die Wurzeln wieder Boden gefasst hatten. Im Allgemeinen gedeihen die Pflanzen gut. Alle kamen zum Blühen und Fruchten, doch ist es klar, dass sich Topfkulturen nicht so kräftig und zu solcher Höhe entwickeln konnten wie Freilandpflanzen.

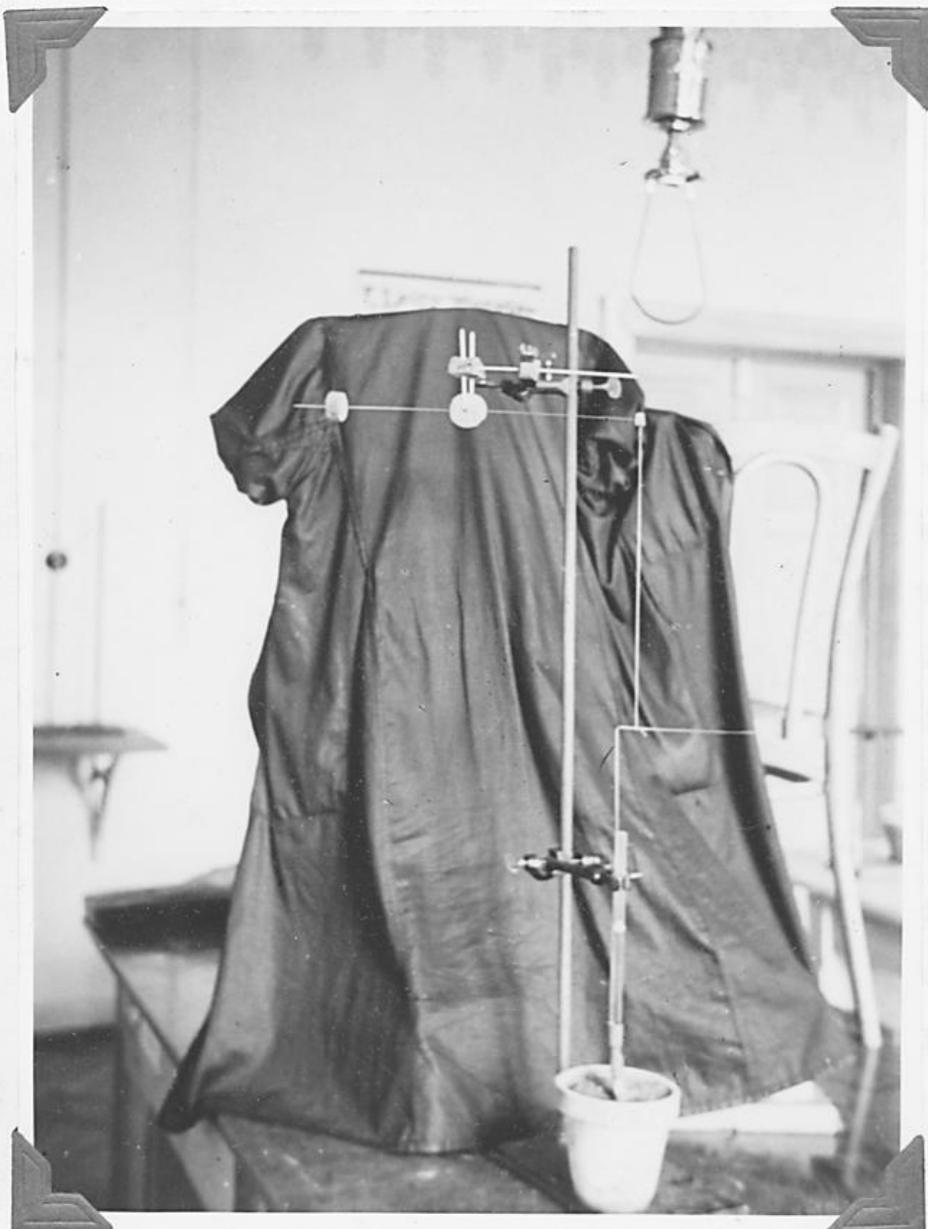
2. Apparatur.

In erster Linie war ich bedacht, eine möglichst einfache Apparatur zu finden, die ~~ist~~ eine selbsttätige Registrierung des Saftausflusses und auch der eingesogenen Wassermengen gestattete. Je 4-6 Pflanzen sollten gleichzeitig geprüft werden. Für diesen Zweck stand mir eine Registriertrommel zur Verfügung.



Sie war 18 cm hoch und mit berusstem Papier bespannt. In Verbindung mit einem Uhrwerk vollführte sie in 7 Tagen eine Umdrehung. In 24 Stunden bewegte sie sich um 40 mm weiter. Vor ihrer Verwendung wurde sie auf die Gleichmässigkeit des Ganges geprüft und entsprechend reguliert. Wegen der beschränkten Trommelhöhe musste man Steigröhren mit verschieden weiten Innendurchmesser verwenden, da die Ausflussmengen in der Steigröhre die Höhe der Trommel nicht übersteigen durften. Dieser unangenehme Fall trat zum Beispiel bei der Versuchsreihe IV ein. Andererseits musste die Steigröhre weit genug sein, um das sichere Funktionieren des Schwimmers zu gewährleisten. Ein kurzer Gummischlauch verband den Spross der dekapitierten Pflanze mit der Steigröhre. Die Verbindungsstelle zwischen Spross und Gummi wurde mit lauwarmen Paraffin bestrichen und dadurch verlässlich wasserdicht gemacht.

Die Suche nach einem geeigneten Schwimmer war etwas langwierig. Der Schwimmer musste der Weite des Steigrohres angepasst sein und allen Schwankungen des Wasserstandes unmittelbar folgen können. Gleichzeitig sollte er auch mit dem Schreiber auf der berussten Trommel verbunden sein. Dieser bestand aus einer ca. 25 cm langen Kapillare, die im ersten Drittel umgebogen war. Der umgebogene Teil diente als Schreiber, während am anderen Ende der Kapillare der Schwimmer befestigt war. Die Schwimmkörper aus den verschiedensten Materialien wie Kork und Holundermark erwiesen sich als unbrauchbar. Sie alle vermochten nur eine sehr dünne, stark federnde Kapillare zu tragen. Sie hatten keine glatte Oberfläche, daher bestand zuviel Reibung an den Wänden des Steigrohres. Nach 24 Stunden waren sie mit Wasser getränkt und büssten ihre Schwimmfähigkeit ein. Da sich alle diese Schwimmer als ungeeignet erwiesen, verfertigte ich auf den Rat eines Kollegen - Dr. Kaufhold - eine Vorrichtung, die das Gewicht des Schwimmers durch ein Gegengewicht aufhob. (s. Bild).



Somit waren die oben erwähnten Schwierigkeiten behoben. Diese Balancevorrichtung wurde aus Korkscheiben und Stricknadeln zusammengesetzt und daran der Schwimmer samt Schreiber an einem Seidenfaden befestigt. Als Schwimmkörper wurden Kügelchen aus paraffingetränktem Kork verwendet, die durch einen Ueberzug von Siegellack möglichst glatt und undurchlässig gemacht worden waren. Die Apparatur war zwar etwas primitiv, aber sie erfüllte ihren Zweck vollauf. Sie konnte mit geringen Kosten für eine Anzahl von Versuchen hergestellt werden.

Die Schreiber mit den Versuchspflanzen wurden in gleichmässigen Abständen rings an die Trommel gesetzt. Seitliche Schwankungen der Schreiber wurden durch entsprechende Führungen verhindert. (siehe Bild). Um Verwechslungen auszuschliessen, wurden Beginn und Ende der Ausflusskurve mit der zugehörigen Pflanzennummer bezeichnet. Die Zeitpunkte von Kurvenbeginn- und ende wurden genau notiert. Vor Erneuerung der berussten Fläche wurde der Verlauf der Kurven und ihre Nummern mit Tusche nachgezogen. Die Teilkurven setzte ich später unter genauer Berücksichtigung der Zeitpunkte zu den Gesamtkurven zusammen. (Siehe Beilage). Gestrichelte Teile der Kurve bedeuten den mutmasslichen Verlauf, wenn zufällig die Registrierung versagte.

3. Versuchsraum.

Alle Versuche wurden, wenn nicht ausdrücklich anders vermerkt, in einem Dunkelraume vorgenommen, in dem konstante Temperatur und Feuchtigkeit herrschte. Um die Temperatur möglichst gleichmässig zu erhalten, hatte ich dauernd ein elektrisches Heizgitter eingeschaltet. Geringe Schwankungen von einem halben Grade während der Dauer einer Versuchsreihe waren unvermeidlich. Mit zunehmender Allgemeintemperatur von Mai bis August erhöhte sich auch die in Versuchsraum allmählich. Vom 10. Mai bis 25. Juni steigerte sich die Temperatur von 18 auf 20°. Von Mitte Juli bis Ende August weiter



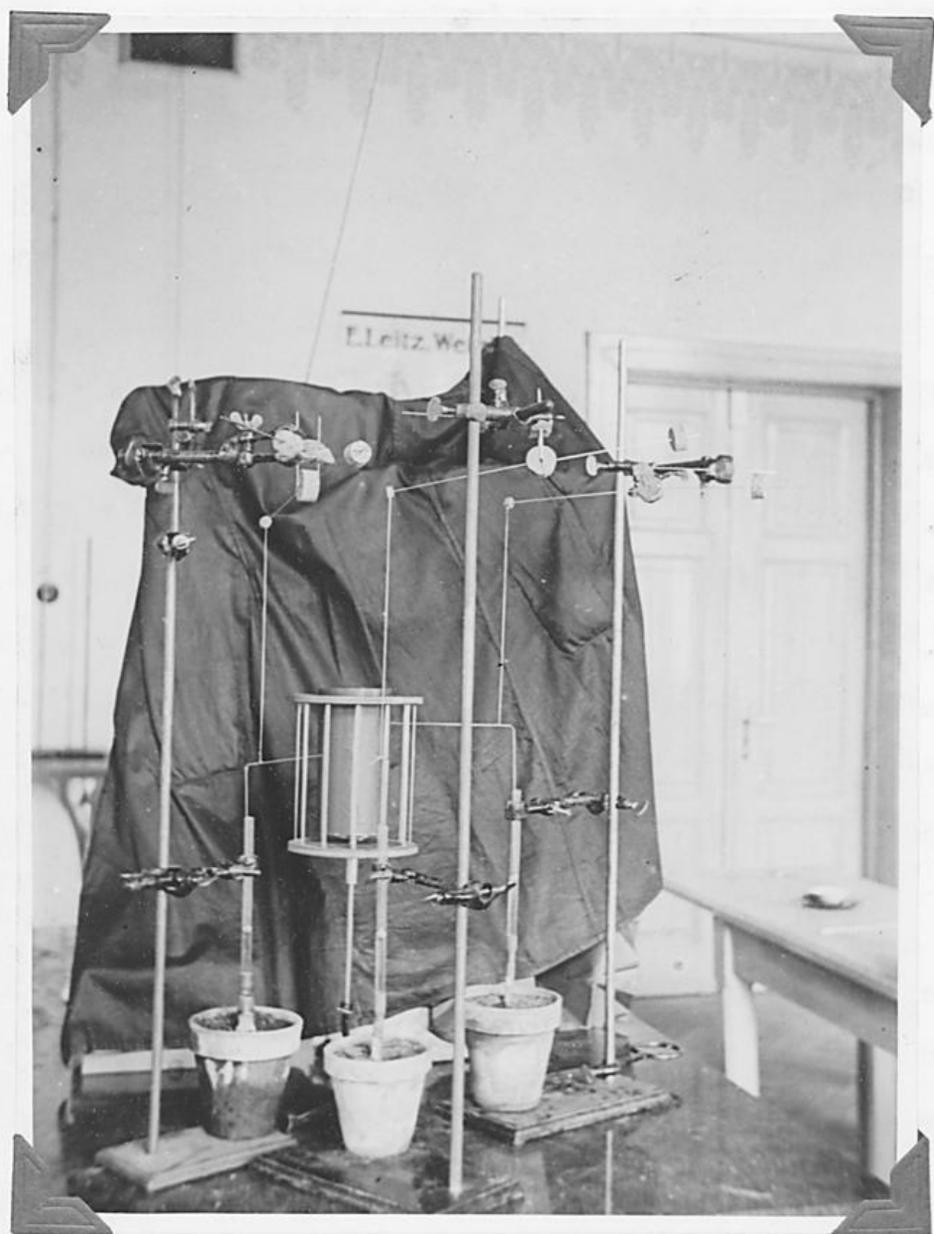
auf 24°. Dieser allmählichen unvermeidlichen Erhöhung ist wohl keine wesentliche Bedeutung beizulegen.

Ebenso wichtig war eine hohe, gleichbleibende Luftfeuchtigkeit, um die Topferde und das Wasser in den Steigrohren vor Wasserverlust zu schützen. Dazu verwendete ich 3 übereinander gestellte runde Wasserbecken. Vom höher gelegenen zum nächst tiefer gelegenen hing ein Tuch aus grobfädigen Sackleinen. (Siehe Bild). Das oberste Gefäß wurde nach je 24 Stunden mit Wasser gefüllt, das unterste in gleichen Zeitabständen entleert. Das Wasser sickerte langsam durch das Stoffgewebe vom höher gelegenen Becken in das nächst tiefere. Auf diese Weise erhielt ich eine dauernd feuchte Fläche von gleichem Ausmasse. Die Luftfeuchtigkeit im Raume blieb verhältnismässig konstant, wie die Registratur eines Thermohydrographen zeigte. (Siehe Beilage). Sie betrug bei 20° ca. 75%. Mit steigender Temperatur änderte sich auch die relative Feuchtigkeit, doch war diese Aenderung auf einen so langen Zeitraum gleichmässig verteilt, dass ein wesentlicher Einfluss auf die Versuchsergebnisse nicht anzunehmen ist.

4. Methodik der Versuche.

Jeder Versuch wurde mit 5 - 6 gleichartig entwickelten Pflanzen durchgeführt. Dazu wählte ich Pflanzen, die in der Ausbildung des Blütenansatzes oder der Frucht übereinstimmten, Höhe und Blattanzahl des Sprosses liess ich unberücksichtigt.

Ungefähr 14 Stunden vor Versuchsbeginn, zwischen 18 und 20^h, wurden die Pflanzen von ihrem Standort ins Zimmer für konstante Temperatur gebracht und mit der gleichen Wassermenge begossen. Das geschah aus folgenden Gründen: 1. Die Pflanze soll nicht untertags aus heftiger Transpiration herausgerissen werden, 2. Die unverletzte Pflanze soll keine Störung durch den Lichtwechsel erleiden; von 20^h an besteht zwischen der Dämmerung im Freien und der Dunkelheit im Zimmer für konstante Temperatur kein sprunghafter Unterschied mehr.



3. Die Temperatur der Topferde und der Pflanze soll an die des Versuchsraumes angeglichen werden.

An folgenden Tage dekapitierte ich die Versuchspflanzen der Reihe nach zwischen 8 und 10^h vormittags, befeuchtete gleich die Schnittfläche mit Wasser und stülpte vorsichtig den Gummischlauch mit dem Steigrohr über den Strunk. Das erforderte bei jüngeren Pflanzen besondere Vorsicht, um ein Quetschen und Verbiegen des weichen Sprosses zu vermeiden. Dann füllte ich das untere Drittel der Steigröhren mit destilliertem Wasser und kennzeichnete den Wasserstand mit einer Tuschmarke. Hierauf dichtete ich die Verbindungsstelle zwischen Spross und Gummi mit lauwarmem Paraffin ab. Von allen Versuchspflanzen wurden die Höhe, die Sprossdicke, die Blattanzahl und der Entwicklungszustand aufgeschrieben. Nachdem die Dichtungen aller Versuchspflanzen auf ihre Wasserundurchlässigkeit geprüft worden waren, setzte ich den Schwimmer mit den Gegengewichten auf und stellte bei allen das Gleichgewicht her. Diese Vorbereitung dauerte ca. 1½ Stunden. Alsdann wurde der Wasserstand in den Steigröhren wieder vermerkt und die Versuche an die Registriertrommel gerückt. Es bedurfte einiger Sorgfalt, damit der Schreiber nicht zu fest oder zu locker der Trommel aufsass. Im ersten Falle verspreizte sich der Schwimmer und konnte den Schwankungen des Wasserstandes in der Steigröhre nicht mehr folgen, im anderen Falle entfernte sich der Schreiber von der berussten Fläche. Dann wurden seine Bewegungen nicht mehr registriert.

Die Pflanzen wurden täglich mit einem geringen, für alle gleichbleibenden Quantum Wasser begossen. Auf den Kurvenverlauf hatte dieses Begiessen keinerlei merklichen Einfluss. Die Schnittflächen der Pflanzen wurden jeden 3. oder 4. Tag erneuert. Das war nötig, um einer Verstopfung und Verschmutzung der Gefäße durch Bakterien, Schleim und Thyllen vorzubeugen. Bei älteren Pflanzen ging das Mark des Sprosses bei der verhältnismässig hohen Temperatur nach 3 Tagen in Fäulnis über und machte ebenfalls die häufige Erneuerung der

Schnittfläche notwendig.

Aus den Kurven der Ausflussmengen ist allenthalben ersichtlich, dass die Erneuerung der Schnittfläche keine Störung des Saftausflusses hervorrief, wie sie z.B. BARANETZKY und WIELER beobachtet hatten.

An die Versuchsanordnung möchte ich noch einige kritische Betrachtungen anfügen. Die Dekapitation der Pflanze ist, wie schon erwähnt, ein gewaltsamer Eingriff und hat schwere Störungen der Druckverhältnisse zur Folge. Doch ist es die einzige Methode, um gesonderte Untersuchungen an der Wurzel ausführen zu können. Meine Versuchsanordnung ist gegenüber denen anderer Autoren insoferne ungünstiger, als auf der Schnittfläche eine etwas längere Wassersäule lastet. (Max. 20cm). Das entspricht einer Druckvermehrung um 0.02 Atm. gegenüber der Versuchsanordnung von BARANETZKY u.a., ist also gegenüber der grossen durch das Dekapitieren hervorgerufenen Druckstörung bedeutungslos. Diese Versuchsanordnung hatte den grossen Vorteil, dass durch die direkte Verbindung des Schwimmers mit dem Schreiber die Originalkurven des Saftausflusses erhalten wurden und dass auch die Registrierung der vom Strunke aufgesogenen Wassermengen möglich war. Allerdings waren auch gewisse Nachteile vorhanden, denn die Pflanze musste samt dem Topf und der übrigen Apparatur an die Registriertrömel angeschoben werden. Dadurch war keine exakt genaue Zeitmessung zu erzielen, denn beim Ansetzen machte sich eine gewisse Federung der Schreiber störend bemerkbar. Immerhin sind die Ablesungen auf halbe Stunden genau. Einen weiteren Nachteil bildete die Gegengewichtsvorrichtung, die nicht ganz reibungslos funktionierte. Doch war bei den wesentlichsten Versuchen keine Störung zu bemerken, wie die beigelegten Kurven zeigen. Zusammenfassend möchte ich jedoch betonen, dass die einzelnen Versuchsexemplare auch unter gleichen äusseren Bedingungen so stark variierten, dass auch eine exaktere Registrierung keine wesentlichen Vorteile geboten hätte.

4 - 6 Versuche, die zu gleicher Zeit ausgeführt wurden, galten als eine Versuchsreihe. Alle Versuche, bei welchen die Abhängigkeit des Saftausflusses vom Entwicklungszustand (Alter, Höhe, Sprossdurchmesser, Blattzahl) geprüft wurde, sind in die Serie der Hauptversuche eingereiht worden. Alle übrigen Versuche, die zur Klärung einer anderen Frage dienten, wurden als Ergänzungs- oder Nebenversuche zusammengefasst. Insgesamt führte ich 13 Versuchsreihen aus.

III. Versuchsergebnisse.

1. Hauptversuche.

Versuchsreihe I. (Vom 10. bis 17. Mai).

Der erste Versuch wurde mit 14 Tage alten FF Pflanzen ausgeführt. Bei noch jüngeren Exemplaren gelang es nicht, dem ungemein zarten und dünnen Spross ohne Schaden das Steigrohr aufzusetzen. Daher musste erst zugewartet werden, bis die Sprosse genügend widerstandsfähig waren.

Höhe der Sprosse 35mm, Durchmesser der Sprosse 2.5mm, Steigrohrdurchmesser 4mm.

Ergebnis. Am ersten Tag ist der Saftausfluss nicht so gleichmässig wie an den 4 folgenden, dann verflacht sich die Kurve bei 2 Exemplaren merklich, bei den anderen steigt sie bis zum 7. Tage gleichmässig an. Es ist keine tägliche Periodizität vorhanden.

Versuchsreihe II. (Vom 7. bis 9. Juni).

Alter 42 Tage, Sprosshöhe 56mm, Durchmesser 3.5mm, 4 Blätter, Steigrohrdurchmesser 4mm.

Ergebnis. Dieser Versuch dauerte nur 2½ Tage, da die Trommel nicht funktionierte. Während 1½ Tagen steigt die Kurve, um 18^h des zweiten Tages verflacht sie bei 3 Exemplaren. An den Kurven ist keine Periodizität zu erkennen.