geschritten; 14 in accumbenter, 15 in incumbenter Lage. *S* Spitzentheil des Septums zwischen den beiden Nischen des Samens.

Fig. 16. Querschnitt eines unreifen Samens in dessen unterer Hälfte; die Rollung der Cotyledonen im Wesentlichen vollendet.

Fig. 17—26. *Gaura parviflora*.

„ 17. Längsschnitt einer reifen Frucht mit 4 Samen (3).

„ 18—26. Querschnitte durch Samen mit verschiedentlich zusammengelegten Cotyledonen. Die Testa bloss in Fig. 18 gezeichnet (20).

16. R. Otto: Wasserculturversuche mit Kohlrabi zur Erforschung der für die Kopfausbildung dieser Pflanze nöthigen Nährstoffe.

Eingegangen am 20. April 1899.

Die nachstehenden Versuche habe ich im Sommer und Herbst 1898 in der chemischen Abtheilung der Versuchsstation des Königl. pomologischen Instituts zu Proskau durchgeführt zur Entscheidung der Fragen:

1. Bilden in Wasserculturen gezogene Kohlrabipflanzen Köpfe oder nicht?

2. Wenn nicht, woran liegt dieses? Welche Nährstoffe und in welchen Mengen hat man event. dieselben zu geben, um die Pflanzen zur Kopfausbildung zu bringen?

Es sollten also überhaupt die Fragen geprüft werden, und zwar zunächst auf dem Wege des Wasserculturversuches, später durch Sandculturversuche: In welcher Weise erfolgt die Kopfausbildung der Kohlrabipflanzen und wie wird dieselbe durch die einzelnen Nährstoffe beeinflusst?

Zu diesem Zwecke wären dann später auch die event. gebildeten Köpfe näher zu untersuchen auf ihre äussere Beschaffenheit (Gewicht, Umfang etc.) und ihre chemische Zusammensetzung, sowie auf die mikrochemische Beschaffenheit der Gewebe, ob z. B. durch die Stickstoffdüngung die Zellwandsubstanz etc. beeinflusst wird.

Die bisher ausgeführten Versuche und ihre Ergebnisse sind jedoch erst als einleitende zur Entscheidung der obigen Fragen anzusehen, sie werden in Form von Sandculturversuchen etc. fortgesetzt werden, doch erscheint es angezeigt, die bisher erhaltenen Resultate im Nachstehenden schon jetzt kurz mitzutheilen.

Die Versuchsanstellung war folgende:

Am 8. Juli wurden junge Kohlrabikeimpflanzen (englische, frühe, weisse) direct aus dem Freilandboden entnommen, in kleine, mit gewöhnlichem Wasser gefüllte Gläschen gesetzt, so dass die Wurzeln nur ein Wenig in das Wasser eintauchten. Mehrere der Pflänzchen selbst wurden zum Schutz vor zu grosser Verdunstung mit einer Glasglocke überdeckt. Die Pflanzen zeigten schon nach sehr kurzer Zeit ein freudiges Aussehen. In den darauf folgenden Tagen hatten sich dieselben in dem Brunnenwasser und unter der mit Wasserdampf gesättigten Glasglocke gut weiter entwickelt, hatten alle reichliche Wurzeln gebildet, die Cotyledonen abgeworfen und waren überhaupt gut weiter gewachsen. Nach Erneuerung des Brunnenwassers blieben die Pflanzen noch weitere 8 Tage in demselben, ehe sie in die eigentlichen Wasserculturegefässe übertragen wurden. Zu den Wasserculturen selbst wurden cylindrische Glasgefässe benutzt, welche $2\frac{1}{2}$ l Wasser fassten; die Gefässe waren mit einem Blechdeckel überdeckt, welcher in der Mitte eine Oeffnung trug, in der zwischen Kork und Watte immer je 1 Pflanze gehalten wurde, so dass nur die Wurzel in die Wasserculturlösung tauchte. Zum Schutz gegen Licht etc. waren die Gefässe mit einem Blechmantel umgeben.

Verwendet wurde zu den Wasserculturen die SACHS'sche Nährlösung, welche in 1000 *ccm* (1 l) destillirtes Wasser gelöst enthält:

1,0 g Kaliumnitrat

0,5 „ Natriumchlorid

0,5 „ Calciumsulfat

0,5 „ Magnesiumsulfat

0,5 „ Calciumphosphat (gew. phosphorsaurer Kalk,
fein gepulvert)

3,0 g: 1000 *ccm* H₂O, dazu noch einige Tropfen
10proc. Eisenchloridlösung.

Diese Nährlösung hat also eine Concentration von 3 pro Mille.

Es wurden nun am 20. bis 22. Juli 11 verschiedene Versuchsreihen angesetzt, jede Reihe mit drei Pflanzen, also insgesamt 33 Wasserculturen, in folgender Weise:

Reihe I (3 Pflanzen) erhielt die SACHS'sche Normalnährstofflösung, also eine Concentration 3 pro Mille. [Die Nährstoffmengen wurden hier, wie bei den anderen Reihen, natürlich auf unsere Culturegefässe mit $2\frac{1}{4}$ l Inhalt an destillirtem Wasser berechnet.]

Reihe II. Die doppelte Nährstoffmenge wie in der SACHS'schen Normalnährstofflösung, also eine Concentration von 6 pro Mille.

Reihe III. Die dreifache Menge Nährstoffe wie in der SACHS'schen Normalnährstofflösung, also eine Concentration von 9 pro Mille.

Reihe IV. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch in derselben der Stickstoffgehalt, in Form von Chilisalpeter, erhöht um das Doppelte.

Reihe V. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch der Stickstoffgehalt in Form von Chilisalpeter, erhöht um das Dreifache.

Reihe VI. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch der Kaligehalt, in Form von Chlorkalium, erhöht um das Doppelte.

Reihe VII. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch der Kaligehalt, in Form von Chlorkalium, erhöht um das Dreifache.

Reihe VIII. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch der Phosphorsäuregehalt, in Form von Natriumphosphat, erhöht um das Doppelte.

Reihe IX. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch der Phosphorsäuregehalt, in Form von Natriumphosphat, erhöht um das Dreifache.

Reihe X. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch der Kalkgehalt, in Form von Calciumsulfat, erhöht um das Doppelte.

Reihe XI. Die SACHS'sche Normallösung mit 3 pro Mille, jedoch der Kalkgehalt, in Form von Calciumsulfat, erhöht um das Dreifache.

Im Nachfolgenden ist nun die Zusammensetzung der Nährstofflösung für die einzelnen Culturreihen, berechnet auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser angegeben. Es enthält demnach jedes Gefäß der

Reihe I. 3 pro Mille, auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g Kaliumnitrat (KNO_3) + 1,12 g Natriumchlorid (NaCl) + 1,12 g Calciumsulfat (CaSO_4) + 1,12 g Magnesiumsulfat (MgSO_4) + 1,12 g Calciumphosphat ($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$) + 5 Tropfen 10proc. Eisenchlorid (Fe_2Cl_6).

Reihe II. 6 pro Mille, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 4,5 g KNO_3 + 2,24 g NaCl + 2,24 g CaSO_4 + 2,24 g MgSO_4 + 2,24 g $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe III. 9 pro Mille, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 6,75 g KNO_3 + 3,36 g NaCl + 3,36 g CaSO_4 + 3,36 g MgSO_4 + 3,36 g $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe IV. N_1 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 2,25 g NaNO_3 + 1,12 g NaCl + 1,12 g CaSO_4 + 1,12 g MgSO_4 + 1,12 g $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe V. N_2 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 4,50 g NaNO_3 + 1,12 g NaCl + 1,12 g CaSO_4 + 1,12 g MgSO_4 + 1,12 g $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe VI. K_1 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 1,12 g KCl + 1,12 g $NaCl$ + 1,12 g $CaSO_4$ + 1,12 g $MgSO_4$ + 1,12 g $Ca_3P_2O_8$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe VII. K_2 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 2,25 g KCl + 1,12 g $NaCl$ + 1,12 g $CaSO_4$ + 1,12 g $MgSO_4$ + 1,12 g $Ca_3P_2O_8$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe VIII. P_1 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 1,12 g $NaCl$ + 1,12 g $CaSO_4$ + 1,12 g $MgSO_4$ + 1,12 g $Ca_3P_2O_8$ + 1,12 g Na_3PO_4 + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe IX. P_2 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 1,12 g $NaCl$ + 1,12 g $CaSO_4$ + 1,12 g $MgSO_4$ + 1,12 g $Ca_3P_2O_8$ + 2,25 g Na_3PO_4 + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe X. Ca_1 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 1,12 g $NaCl$ + 1,12 g $MgSO_4$ + 1,12 g $Ca_3P_2O_8$ + 3,36 g $CaSO_4$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Reihe XI. Ca_2 -Reihe, enthält auf $2\frac{1}{4}$ l destillirtes Wasser: 2,25 g KNO_3 + 1,12 g $NaCl$ + 1,12 g $MgSO_4$ + 1,12 g $Ca_3P_2O_8$ + 7,72 g $CaSO_4$ + 5 Tropfen 10proc. Fe_2Cl_6 .

Die Wasserculturen standen im Arbeitszimmer im Licht hinter dem Fenster, in den ersten Tagen überdeckt mit einem Glasgefäß.

Die Pflanzen standen von Anfang an normal und wuchsen auch sämtlich weiter. Selbstredend musste von Zeit zu Zeit das verdunstete Wasser durch neues ersetzt werden. Ebenso wurde auch von Zeit zu Zeit die Nährlösung auf ihre Neutralität geprüft, es konnte in keinem Falle eine alkalische oder saure Reaction der Nährlösung constatirt werden. Zudem wurden häufig (meist nach 14 Tagen) sämtliche Nährstofflösungen frisch bereitet, so dass alle Bedingungen für ein normales Wachstum der Pflanzen gegeben waren.

Von einzelnen Beobachtungen während der Vegetationszeit sei folgendes angeführt:

In der ersten Zeit bis zum 28. Juli hatten sich sehr gut entwickelt die Reihen 1, 2 und 3. Nächstdem die N_1 - und N_2 -Reihe, sowie die P_1 - und P_2 -Reihe; nicht ganz soweit erscheinen die K_1 - und K_2 -Reihe, sowie die Ca_2 -Reihe, am schlechtesten bis jetzt die Ca_1 -Reihe. Später wuchsen am besten fort die Pflanzen der N_1 - und N_2 -, sowie der P_1 - und P_2 -Reihe. Die Pflanzen der Reihen 1, 2 und 3 wuchsen auch langsam weiter, waren jedoch nicht so tief grün gefärbt wie die übrigen. Auch nicht ganz so gut waren die K_1 - und K_2 -Reihe, während am meisten zurück Ca_1 (etwas besser Ca_2) waren. Am 9. August waren am weitesten P_1 und P_2 , dann N_1 und N_2 , zurück waren etwas 1, 2 und 3, dann K_1 und K_2 , am wenigsten weit Ca_1 .

Im Allgemeinen konnte aber schon um diese Zeit constatirt werden, dass das Wachsthum sämtlicher Kohlrabipflanzen in den Wasserculturen ein ausserordentlich langsames ist gegenüber dem von Freilandpflanzen. Dieser Unterschied machte sich später immer stärker geltend.

Am 19. August wurde die Beobachtung gemacht, dass die Pflanzen der Reihe 9 (P_2), welche früher am üppigsten gewachsen waren, einzugehen drohten, es waren hier bei allen drei Pflanzen die Herzblätter bereits vertrocknet. Die anderen Pflanzen hingegen wuchsen langsam weiter, am weitesten waren die Reihen N_1 und N_2 . Auch die Pflanzen der Ca_1 - und Ca_2 -Reihen waren sehr kräftig. Die der Reihen 1, 2 und 3 standen normal.

Am 22. August wurde die gleiche Erscheinung des Eingehens wie bei Reihe 9 (P_2) auch bei Reihe 8 (P_1) wahrgenommen; sie begannen zuerst an den Vegetationsspitzen zu kränkeln. Schliesslich, am 7. September, waren sämtliche Pflanzen der Reihe P_1 und P_2 eingegangen, vermuthlich wegen zu hoher Concentration der Phosphorsäure in diesen Lösungen (die Wurzeln dieser Pflanzen erwiesen sich umkrustet von Krystallen aus der Nährlösung). Die anderen Pflanzen waren inzwischen langsam weiter gewachsen, am besten standen die Stickstoff- und Kalireihen, von denen einige Köpfe angesetzt hatten; auch bei den Ca-Reihen konnte Kopfansatz constatirt werden. Die Pflanzen der Reihen 2 und 3 waren jedoch weniger gut weiter gewachsen. Am besten standen um diese Zeit die Pflanzen der K-, N- und Ca-Reihen, weniger gut die Reihen 1, 2 und 3.

Am 30. September, also nach $2\frac{1}{3}$ -monatlicher Vegetationszeit, konnte folgendes Gesamtergebnis aus dem Stande sämtlicher Pflanzen gezogen werden.

1. Die Pflanzen der Reihe I waren von allen die schlechtesten, es war kein Kopfansatz zu constatiren.
2. Etwas kräftiger, doch aber auch ohne Kopfansatz waren die Pflanzen der Reihe II.
3. Ausgezeichnet tiefgrün und mit starkem Kopfansatz waren hingegen die Pflanzen der Reihe III.
4. Die Reihen IV und V zeigten im Durchschnitt viel bessere Pflanzen als die Reihen I und II. Die Pflanzen der Reihe IV (N_1) waren kräftig und zeigten einen geringen Kopfansatz; auch Reihe V (N_2) hat kräftige Pflanzen mit geringem Kopfansatz.
5. Die Pflanzen der Reihen VIII (P_1) und IX (P_2), die anfangs sich am freudigsten entwickelt hatten, sind, wie erwähnt, sämtlich am 7. September, ohne Kopfansatz, eingegangen,

vermuthlich wegen zu hoher Phosphorsäure-Concentration der Nährlösung.

6. Die Reihe VI (K_1) zeigte gute, kräftige Pflanzen mit deutlichem Kopfansatz, Reihe VII (K_2) gute kräftige Pflanzen mit starkem Kopfansatz.
7. Die Reihe X (Ca_1) hatte auch kräftige Pflanzen mit Kopfansatz. Reihe XI (Ca_2) hatte sehr gute und kräftige Pflanzen mit sehr grossen Köpfen.

Es ist also hiernach Kopfausbildung eingetreten bei den Pflanzen der Reihen III, IV, V, VI, VII, X und XI. Am stärksten bis jetzt bei III, VI und XI.

Von dieser Zeit an wuchsen die Pflanzen noch langsam weiter bis zum Februar 1899. Am 15. December war die Kopfausbildung der Grösse nach wie folgt: 1. Reihe Ca_2 , 2. Reihe K_1 , 3. Reihe III, 4. Reihe Ca_1 und 5. Reihe N_2 . Die Reihen K_2 und N_1 hatten nur verhältnissmässig kleine Köpfe angesetzt.

Als Gesammtergebniss der vorstehenden Versuche hat sich also Folgendes ergeben:

1. Nach den vorstehenden Versuchen bilden sich die Köpfe bei Kohlrabipflanzen in Wasserculturen erst bei einer Concentration der Nährlösung von 9 pro Mille, welche sonst im Allgemeinen als zu concentrirt für die meisten Culturgewächse gilt. Bei einer Concentration von 6 und 3 pro Mille wurde kein einziger Kopfansatz beobachtet.

2. Eine höhere Phosphorsäuregabe, als in der Concentration der Nährstofflösung von 3 pro Mille enthalten ist, scheint für Kohlrabipflanzen in Wasserculturen zu concentrirt zu sein, da sämtliche Pflanzen, welche mehr Phosphorsäure erhalten hatten als in der Normalnährlösung vorhanden war, nach kurzer Zeit ohne Ansatz von Köpfen eingingen.

3. Einseitige Gaben von Kali und Kalk scheinen ganz besonders den Kopfansatz und die Kopfausbildung bei Kohlrabipflanzen in Wasserculturen zu begünstigen, in etwas geringerem Masse auch einseitige Gabe von Stickstoff. Auch die dreifache Concentration (9 pro Mille) der Nährlösung hat günstig auf Kopfansatz und Kopfausbildung gewirkt, während ein Gleiches von den Reihen I (3 pro Mille) und II (6 pro Mille) nicht gesagt werden kann.

4. Im Allgemeinen ist jedoch das Wachsthum und die Entwicklung der Kohlrabipflanzen in Wasserculturen ein äusserst langsames gegenüber den Pflanzen im Erdboden.

Chemische Abtheilung der Versuchsstation des Königl. pomologischen Institutes zu Proskau, O.-S.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Otto R.

Artikel/Article: [Wasserculturversuche mit Kohlrabi zur Erforschung der für die Kopfausbildung dieser Pflanze nöthigen Nahrstoffe. 139-144](#)