

## 6. Rud. Seeliger: Ein Spiegelauxanometer für Keimwurzeln.

(II. Mitteilung.)

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 28. Oktober 1920.)

1. **Versuchsordnung.** Als am besten geeignet erwiesen sich junge Keimlinge von *Lupinus angustifolius* L. Ein Keimling, dessen Wurzel etwa 10—15 mm lang ist, wird zwischen die kurzen, wagerechten Arme (r) des Keimlingshalters so eingeklemmt, daß die untere Grenze des Hypokotyls in Höhe des unteren Randes der kurzen Arme der Glasstäbe liegt (vgl. I. Mitt., Abb. 3, Pfeil). Die Höhenlage des Keimlingshalters wird so reguliert, daß einerseits die Wurzelspitze gegen das Deckgläschen (l) stößt, andererseits der Spiegel (e) nahezu senkrecht gerichtet ist. Die ganze Einrichtung ruht mit dem Fuß (a) auf dem Rande eines Glasgefäßes, das die Versuchsflüssigkeit (reines Wasser, Nährlösung usw.) enthält. Der Flüssigkeitsspiegel schneidet den Keimling in Höhe der Wurzelbasis (vgl. I. Mitt., Abb. 3, Pfeil).

Betrachtet man mit Hilfe eines Ablesefernrohrs (n, Abb. 1) in dem Spiegel das Bild der Skale E, so bewegt sich das Spiegelbild der Skale im Gesichtsfelde des Fernrohrs an dem Fadenkreuz vorbei. Bei normalem Wachstum ( $18^{\circ}$  C.,  $A = 2000$  mm,  $a = 8$  mm) bewegt sich das Bild der Skale mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 mm in der Minute, d. h. mit der doppelten Geschwindigkeit der Spitze des Minutenzeigers einer Taschenuhr. Diese Vergrößerung wird in vielen Fällen ausreichen. Über Aufstellung von Fernrohr und Skale usw. vgl. KOHLRAUSCH, F., Lehrb. der prakt. Physik, 11. A., 1910, p. 103 ff.

Die Isolierung des Keimlings gegen Metall darf als eine vollständige bezeichnet werden. Sie ist unbedingt notwendig, da sonst bei Anwendung bestimmter Versuchsmedien das Auftreten elektrischer Ströme, die das Wachstum der Wurzel beeinflussen könnten, nicht zu vermeiden wäre. Alle Platinteile des ursprünglichen Modells sind durch Glas ersetzbar. Die Einstellung des Keimlingshalters in senkrechter Richtung durch die Klemme o ist unbequem und hätte zweckmäßiger durch Zahn und Trieb zu erfolgen.

Diese Art der Einstellung würde es auch ermöglichen, die Wurzel nach kurzer Beobachtungszeit ohne Erschütterung von neuem einzustellen und so größere Ablenkungswinkel und die bei diesen notwendig werdende Korrektur der Skalenausschläge zu vermeiden. Bei meinen bisherigen Untersuchungen war ich häufig genötigt, auch mit größeren Ablenkungswinkeln zu arbeiten, da ich die durch die Erschütterung auf die Wurzel ausgeübte Reizwirkung vermeiden wollte. Das Übergewicht des vorderen Teils der Hebelstange kann mit Hilfe der Kugel (g) so reguliert werden, daß das Deckgläschen nur schwach gegen die Wurzelspitze drückt; die methodischen Schwierigkeiten, die bei einer Kuppelung der Pflanze durch einen Faden<sup>1)</sup> entstehen, sind also vermieden. Die Ausdehnungskoeffizienten von Glas und Platin sind so klein, daß selbst bei Temperatursprüngen von 20° eine Korrektur unterlassen werden kann, wenn die erste Messung nicht unmittelbar nach dem Temperaturwechsel ausgeführt wird.

**2. Berechnung der Zuwachsgröße z aus der Differenz der Skalenausschläge in absolutem Maß.** Berücksichtigt man nur den oberen, positiven Teil der Skale (vgl. Abb. 1) und bezeichnet man die beiden zu einer Messung gehörigen abgelesenen Skalenausschläge mit  $E_1$  und  $E_2$ , so gelten folgende Gleichungen:

a) Für kleine Ablenkungen ( $\alpha$ ) gilt (da  $\alpha$  dem Skalenausschlage  $E$  proportional gesetzt werden kann, und  $x = x_1$ , bzw.  $a = a_1$ , vgl. Abb. 1):

$$z = (E_2 - E_1) \cdot \frac{a}{2A} \quad 1.$$

Ist  $E_1 = 0$ , so gilt:  $z = E_2 \cdot \frac{a}{2A}$  1a.

b) Für beliebig große Ablenkungen gilt:

$$z = [E_2 (\text{korrigiert}) - E_1 (\text{korrigiert})] \cdot \frac{a}{2A} \quad 2.$$

Ist  $E_1 = 0$ , so gilt:  $z = E_2 (\text{korrigiert}) \cdot \frac{a}{2A}$  2a.

Die Berechnung der an dem abgelesenen Skalenausschlage ( $E$ ) anzubringenden Korrektur kann in folgender Weise geschehen:

In dem aus Skalenabstand ( $A$ ), Skalenausschlag ( $E$ ) und Lichthebel ( $L$ ) gebildeten rechtwinkligen Dreieck ist:

$$\text{tang } 2\alpha = \frac{E}{A}.$$

1) REINKE, J., l. c. p. 116 ff.

In dem durch die Verlängerung von A über den Spiegel hinaus, durch den herabgedrückten Kraftarm a und die Zuwachsgröße x (= z) gebildeten rechtwinkligen Dreieck ist:

$$\sin \alpha = \frac{x}{a} = \frac{z}{a}.$$

Aus diesen beiden Gleichungen ist  $\alpha$  und weiter z zu berechnen. Setzt man den gefundenen Wert von z in die Gleichung

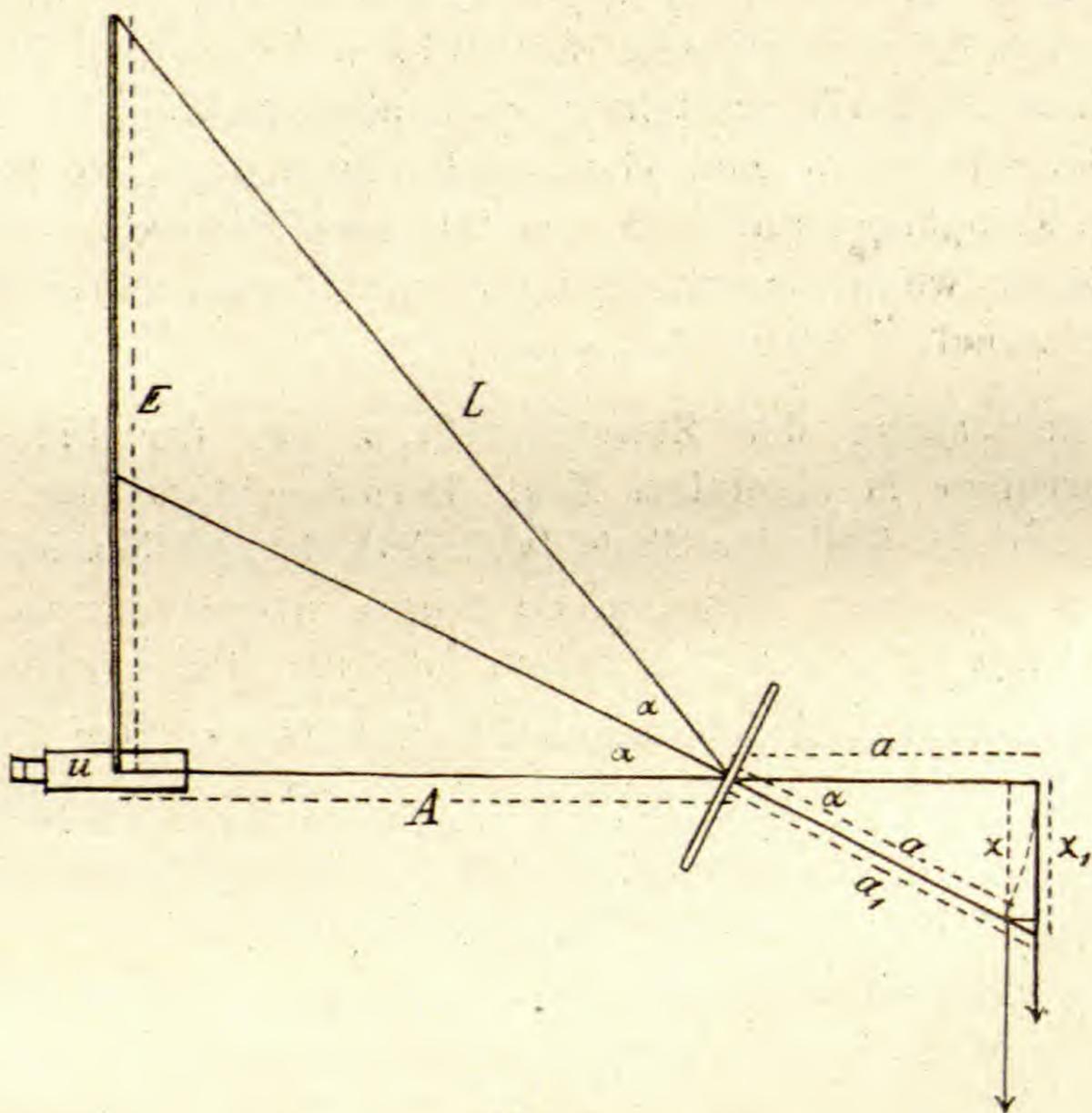


Abb. 1.

1a ein, so erhält man für E einen (verbesserten) Wert, der etwas kleiner als der abgelesene Wert ist. Zieht man diesen (verbesserten) Wert von dem abgelesenen Wert ab, so erhält man die an dem abgelesenen Skalenausschlage anzubringende Korrektur:

$$E(\text{abgelesen}) - E(\text{verbessert}) = \text{Korrektur}.$$

Die für die einzelnen Werte von E berechneten Korrekturen werden zweckmäßig in Form einer Kurve auf Millimeterpapier aufgetragen.

Diese anscheinend umständliche Methode gestattet es, jede Ablesung sofort zu verbessern und für die verbesserte Ausschlags-

differenz einer Tabelle die absolute Zuwachsgröße zu entnehmen. Man benötigt also:

1. eine graphische Darstellung der Korrekturwerte, die an den einzelnen abgelesenen Ausschlägen anzubringen sind;

2. eine Tabelle, die für die einzelnen Ausschlagsdifferenzen die absoluten Zuwachsgrößen angibt (berechnet nach der Formel  $z = \frac{a}{2A} E$ ), gültig für die Fälle a) und b).

3. Die mitgeteilte Tabelle gibt einen Teil der Aufzeichnungen eines Versuchs wieder, der die Wirkung plötzlichen Temperaturwechsels auf das Längenwachstum einer Keimwurzel zeigen sollte;

Tabelle.

*Lupinus angustifolius* L. | a = 8 mm, | Wirkung plötzlichen Temperatur-  
Länge der Wurzel: 7,2 mm. | A = 2000 mm. | wechselfs (16° C./38° C.) 2. I. 20.

Zeit der Ab- lesung	Tempe- ratur des Wassers in ° C.	Skalenausschlag E in cm der Skale		Zeit- abstand von je 2 Mes- sungen in Min.	Zuwachs in diesem Zeitab- stand in cm der Skale	Zuwachs für 1 Min.	
		ab- gelesen	ver- bessert			in cm der Skale	in Mikron
948	—	10,42	—				
1008	15,3°	6,40	—	20	4,01	0,20	4,0
19	—	4,29	—	11	2,11	0,19	3,8
28	16,0°	2,03	—	9	2,26	0,25	5,0
34	—	-0,32	—	6	1,71	0,28	5,6
41	—	+1,60	—	7	1,92	0,28	5,6
42	Temperaturwechsel						
44	—	12,10	—				
45	—	12,57	—	1	0,47	0,47	9,4
46	—	13,08	—	1	0,51	0,51	10,2
47	—	13,60	—	1	0,52	0,52	10,4
48	—	14,25	—	1	0,65	0,65	13,0
49	—	14,99	—	1	0,74	0,74	14,8
50	—	15,43	—	1	0,44	0,44	8,8
51	38,3°	16,12	—	1	0,69	0,69	13,8
52	—	16,52	—	1	0,40	0,40	8,0
53	—	16,94	—	1	0,42	0,42	8,2
54	—	17,31	—	1	0,37	0,37	7,4
55	—	17,60	—	1	0,29	0,29	5,8
				2	0,42	0,21	4,2

u. s. f.

die graphische Darstellung ergibt die in Abb. 2 dargestellte Kurve. Alle Aufzeichnungen der Tabelle wurden während des Versuches gemacht, so daß bei Abschluß desselben das Ergebnis fertig vorlag.

Die Methode hat den Nachteil, daß sie während des ganzen Versuches die Arbeitskraft des Beobachters in Anspruch nimmt.

Bei meinen bisherigen Untersuchungen zeigten die einzelnen Individuen des Liniengemisches, wie es das von einer Samen-

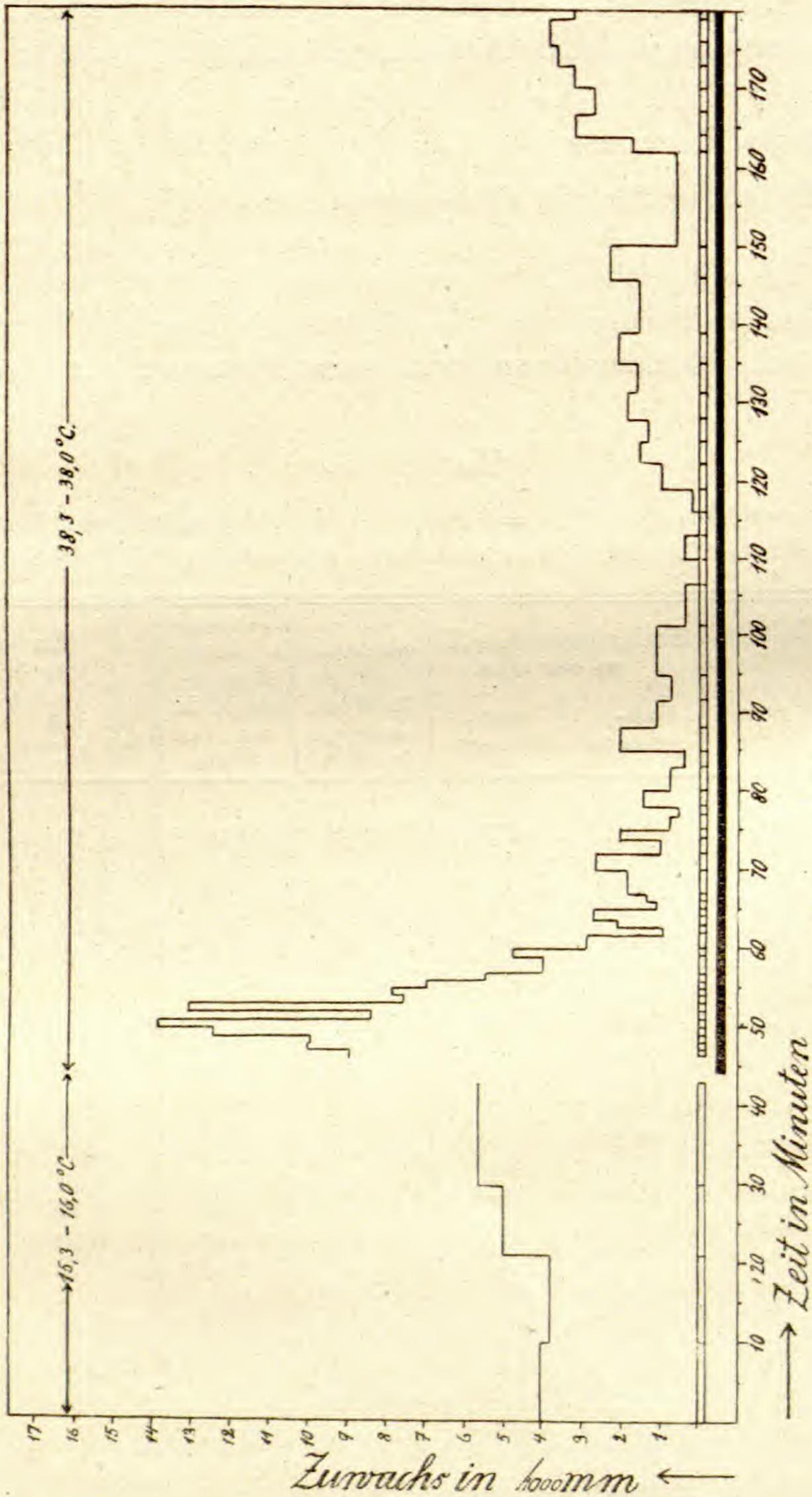


Abb. 2.

handlung bezogene Material von *Lupinus angustifolius* L. wohl vorstellte, so große Abweichungen in der Art ihrer Reaktion auf äußere Einflüsse, daß ein brauchbarer Mittelwert erst nach

Ausführung einer großen Anzahl von Einzelbeobachtungen erhalten werden konnte. Hierdurch ist ein großer Zeitaufwand bedingt. Voraussichtlich wird man in solchen Fällen bedeutend rascher zum Ziel kommen, wenn man von vornherein mit erblich einheitlichem Material (reinen Linien) arbeitet.

Naumburg a. S., Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt,  
17. Oktober 1920.

---

## 7. K. Linsbauer: Über die kalkfreien Cystolithen der Acanthaceen.

(Mit 9 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 30. Oktober 1920.)

---

Unter den in der Literatur erwähnten Fällen des Vorkommens kalkfreier Cystolithen<sup>1)</sup> beanspruchen die von MOLISCH entdeckten Cystolithen im internodialen Marke von Acanthaceen besonderes Interesse. Während es sich nämlich in den meisten der beschriebenen Fälle um typische „Kalk-Cystolithen“ handelt, die nur aus pathologischen Gründen der Inkrustation entbehren oder bei denen der Kalkmangel auf einer Entkalkung mit zunehmendem Alter der Lithocysten zurückzuführen ist, gelten die erwähnten Acanthaceen als von vornherein kalkfrei und könnten in dieser Hinsicht den „Harz-Cystolithen“ (Resinocysten [SCHOENNET-ZALEWSKI, FELLERER]) der Begoniaceen und den „Schleim-Cystolithen“ der Urticacee *Girardinia palmata* (SCHORN) an die Seite gestellt werden.

Die in Rede stehenden Acanthaceen-Cystolithen wurden wohl schon von RICHTER gesehen, da er ausdrücklich von „verholzten“ Cystolithen im Marke von *Ruellia picta* u. a. spricht und gerade

---

1) Vgl. die Zusammenstellung der Literatur über kalkfreie Cystolithen bei RADLKOEFER (1890, S. 115 ff.). Angaben über das Schwinden der Kalkinkrustation bei *Ficus*-Arten finden sich ferner bei HABERLANDT (l. c., S. 496) und RENNER (l. c., S. 188); ich selbst fand ein solches Vorkommen kalkfreier und dabei rudimentärer Cystolithen bei einem Exemplar von *Ficus venosa* im hiesigen Gewächshause. Auf den eigenartigen Fall des Schwindens der Kalkinkrustation in den Cystolithen der Santalaceen-Gattung *Champereia* (CHAREYRE) wird später zurückzukommen sein.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Seeliger Rudolf

Artikel/Article: [Ein Spiegelauxanometer für Keimwurzeln. 36-41](#)