

2. Kurt Stern: Über polare elektronastische Erscheinungen.

(2. Mitteilung.)

(Eingegangen am 14. September 1920.)

Versuche mit *Mimosa*.

A. Die Blattgelenke. Die Elektroden werden an je einem Punkte des Blattstieles zweier benachbarter Blätter angelegt, meist an der Ansatzstelle der Blattfiedern (Abb. 4a). Durch Variierung der Länge der zwischen + und — Pol befindlichen Gewebestrecke wird der Widerstand und damit die bei gleicher angelegter Spannung ihm umgekehrt proportionale Stromstärke variiert und dadurch die je nach dem Erregbarkeitszustande der Pflanze verschiedene zum Reizerfolg erforderliche oder gewünschte Stromstärke hergestellt. Mangels technischer Hilfsmittel konnte letztere leider nicht gemessen werden, so daß bei den beschriebenen Versuchen nur die verwendete Spannung angegeben ist. Führt die Reizung des Blattgelenkes zu einem sichtbaren Erfolg, so sinkt der eine oder beide Blattstiele und unterbricht dadurch, daß er sich vom Elektrodenfaden löst, den Strom. In den folgenden Versuchsprotokollen bedeutet Blp. = Blattpaar; +, —, beide, 0 Zuckung am +, — Pol, an beiden Polen gleichzeitig oder an keinem; m. g. = mechanisch gereizt.

Gleichstrom 40 Volt.

M. Spegazini

Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Blp.	+	+, nachher —	beide	+	—	0	+	+
2. „	+	+	+	+	+	+	+	+
3. „	+	+	+	beide	+	+	+	+
4. „	—	+, nachher —	0	+	+	+	+	+

M. pudica

Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Blp.	—	—	—	—	—	m. g.	—	—
2. „	—	—, nachh. +	+, nachh. —	—	—	—	—	—
3. „	—	—	—	—	—	—, nachh. +	—	—
4. „	—	—	—	—	—	—	m. g.	—

Bei allen Versuchen wurde bald das obere, bald das untere Blatt eines Blattpaares mit demselben Pol verbunden, ohne daß

irgend ein Einfluß hiervon auf den Reizerfolg festgestellt werden konnte. Es ergibt sich also, unabhängig davon, ob der Strom aufsteigende oder absteigende Richtung hat (acropetale oder basipetale), eine deutliche polare Wirkung des elektrischen Stromes bei dieser Versuchsanordnung und zwar für *M. Sp.* eine + Polarität, für *M. pud.* eine — Polarität; denn in je 32 Versuchen senkt sich bei *M. Speg.* in 24 nur das Blatt am + Pol, bei *M. pud.* in 26 nur das Blatt am — Pol. Die Versuche, in denen beide Blätter, sei es gleichzeitig, sei es nacheinander, sich senken, lassen sich verschieden auffassen. I. Es tritt direkter Reizerfolg sowohl an Anode wie an Kathode auf, sei es gleichzeitig, sei es, daß die Reaktionszeit an einem Pol länger ist als am anderen. II. Es findet Reizleitung vom gereizten zum ungereizten Pol statt, in den Fällen scheinbar gleichzeitiger Senkung müßte dann allerdings eine unwahrscheinlich große Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes angenommen werden. III. Die Isolierung des Topfes, der auf einer trockenen Stein-, Glas- oder Paraffinplatte stand, ist ungenügend; auch nach Unterbrechung des Stromes durch Sinken eines Blattes fließt noch ein Strom mit Erdleitung und bewirkt Reizung. Diese Auffassung kommt ebenfalls wesentlich nur für die Fälle in Betracht, in denen das zweite Blatt merklich später als das erste sich senkt. Zweifellos kommen alle 3 möglichen Fälle auch wirklich vor, welche Möglichkeit jedoch im Einzelfalle verwirklicht ist, läßt sich nur durch eine spezielle Untersuchung entscheiden. Als sehr auffälliges und den früheren Untersuchungen gegenüber neues Resultat ergibt sich: Die Art der Polarität kann bei nahe verwandten Arten unter möglichst gleich gewählten elektrischen und sonstigen Bedingungen verschieden sein. Dies Resultat verliert freilich viel von seiner Merkwürdigkeit, wenn man bedenkt, daß bereits RITTER an demselben Exemplar von *M. pud.* bei Blättern verschiedenen Alters eine verschiedene Polarität feststellen konnte, eine Beobachtung, die auch Befunde von BOSE und in gewissen, später beschriebenen Fällen von mir bestätigen. Bei den geschilderten Versuchen, die im Juni in Tübingen an etwa 3 Monate alten Mimosen mit etwa 10 entfalteten Blättern vorgenommen wurden, trat ein Einfluß des Blattalters auf die Art der Polarität freilich nicht zutage. Als ich entsprechende Versuche im August in München vornahm, fand ich jedoch bei *M. pud.* eine verhältnismäßig stärkere Reizwirkung des

+ Pols als in Tübingen. Bis jetzt ist mir eine auch nur annähernd vollständige Aufklärung der Abhängigkeit der Art der Polarität, (+ oder — Polarität oder Apolarität) von äußeren und inneren Bedingungen noch nicht geglückt; es scheinen mir aber sehr labile Verhältnisse vorzuliegen.

Gleichstrom 250 Volt.

Bei dieser Spannung zeigt sich nun bei *M. pud.* eine Umstimmung. Es senkt sich nunmehr das Blatt am + Pol, und das am — Pol bleibt in seiner Ruhelage, während ja bei niedriger Spannung das umgekehrte Verhältnis herrscht. Speziell bei sehr reizbaren Exemplaren und hoher Temperatur erhält man bei Verwendung benachbarter Blätter in der Regel Zuckungen beider Blätter, ein Verhalten, für dessen Auffassung natürlich a priori die für die Auffassung der Zuckungen an beiden Polen bei 40 Volt entwickelten Möglichkeiten in Betracht zu ziehen sind. Ich erhielt eine viel ausgesprochenere Polarität, wenn ich die Elektroden paarweise an Blatt 1 und 4, 2 und 5 etc. anlegte.

M. Sp.

Versuch:	1.	2.	3.	4.
1. u. 4. Bl.	+	+	beide	+
2. u. 5. „	+	+	+	+
3. u. 6. „	+	+	beide	+
4. u. 7. „	+	+	+	beide

M. Sp.

Versuch:	1.	2.	3.
1. u. 2. Bl.	beide	beide	+
3. u. 4. „	„	„	beide
5. u. 6. „	„	„	+
7. u. 8. „	„	„	beide

M. pud.

Versuch:	1.	2.	3.	4.
1. u. 4. Bl.	+	+	beide	+
2. u. 5. „	+	beide	+	+
3. u. 6. „	+	+	+	+
4. u. 7. „	+	+	+	+

M. pud.

Versuch:	1.	2.	3.
1. u. 2. Bl.	+	beide	+
3. u. 4. „	beide	„	+
5. u. 6. „	„	+	beide
7. u. 8. „	„	beide	„

Bei *M. Sp.* tritt also keine Umstimmung auf, sondern wie bei niedrigen wirkt hier auch bei hohen Spannungen der + Pol stärker als der — Pol.

Entsprechende Resultate ergab die Reizung mit Kondensatoren-entladung. Bei niedriger und mittlerer Spannung (bis ca. 40 V.) war freilich meist bei den kleinen Kapazitäten die Reizung zu schwach, um zu sichtbaren Reaktionen zu führen. Ich führe deshalb nur einige Versuche mit 250 V. an.

0,001 Mf.	<i>M. Speg.</i>					
Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. u. 2. Bl.	0	+	0	+	+	+
3. u. 4. „	+	+	+	+	+	+
5. u. 6. „	+	+	+	+	+	+
0,01 Mf.	<i>M. Speg.</i>			<i>M. pud.</i>		
Versuch:	1.	2.	3.	1.	2.	3.
1. u. 6. Bl.	+	+	+	+	+	+
2. u. 7. „	+	+	+	+	+	+
3. u. 8. „	+	+	+	+	+	0
4. u. 9. „	+	+	+	+	+	+
5. u. 10. „	+	+	+	+	0	+
0,5 Mf.	<i>M. Speg.</i>		<i>M. pud.</i>			
Versuch:	1.	2.		1.	2.	3.
1. u. 2. Bl.	beide	beide		+	+	+
3. u. 4. „	+	+		beide	+	+
5. u. 6. „	+	+		+	+	beide
7. u. 8. „	+	+		+	+	„

Es zeigt sich also, wie zu erwarten, auch bei diesen Kondensatorentladungen von 250 V. eine ausgeprägte + Polarität.

B. Die Blättchengelenke. Bei diesen Versuchen wurden die Elektroden an die Enden oder an die Mitten der Mittelrippe zweier Blattfiedern eines Blattes angelegt. (Abb. 4 b). Bei schlecht reizbarem Zustande geben niedrige und mittlere Spannungen (bis 40 V.) oft gar keine Reaktion, da infolge des hohen Widerstandes, den die Cuticula dem Strom bietet, dieser die zur Auslösung einer Reaktion erforderliche Stärke nicht erreicht. Ich half mir dadurch, daß ich an 2 symmetrischen Stellen der beiden Fiedern je ein Blättchen abschnitt und die Elektroden an die Schnittflächen anlegte. Im Gegensatz zu den Reaktionen der Blattgelenke bieten die Reaktionen der Blättchengelenke bei dieser Versuchsanordnung meist ohne weiteres die Möglichkeit, entscheiden zu können, ob eine an beiden Polen auftretende Reaktion auf Reizleitung vom direkt gereizten Pol zum anderen Pol beruht oder auf direkter Reizung beider Pole; denn in letzterem Falle schreitet die Reaktion an beiden Polen von der Fiederspitze bzw. -mitte zur -basis fort und ergreift oft nur einige Blättchenpaare, während die zwischen den gereizten Paaren liegenden Blättchen ihre normale Ruhelage beibehalten, im ersteren Falle verläuft die Reaktion an der indirekt gereizten Fieder von der Basis zur Stelle, wo die Elektrode anliegt.

Sehr klare Resultate erhielt ich mit *M. pud.* Ganz in Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Blattgelenke zeigt sich, daß jedenfalls bei der gewählten Versuchsanordnung auch die Blättchengelenke bei mittlerer Spannung (ca. 40 V.) am — Pol reagieren, während am + Pol keine oder eine merklich schwächere Reaktion auftritt, während bei hohen Spannungen (250 V.) am + Pol Reaktion, am — Pol keine oder merklich schwächere Reaktion statthat.

M. pud. 40 V. (Blp. = Blättchenpaare.)

Versuch:	1.	2.	3.
1. Bl.	— alle Blp., + 0	— alle Blp. bis auf letztes, + 0	— alle, + 0
2. „	— „ „ + 0	— „ „ „ „ „ + 0	— „ + 0
3. „	— „ „ + 0	— „ „ + 0	— 3, + 0
4. „	— „ „ + 0	— „ „ + 0	+ 0
5. „	— „ „ + 0	— „ „ + 0	+ 0

Dies sind 3 ganz typisch verlaufene Versuche; die Reaktionszeit ist recht variabel; sie schwankt zwischen einer ohne Registrierung unmeßbar kurzen Zeit bis zu einigen Sekunden. Während der Strom geschlossen bleibt, öffnen sich die Blättchen wieder und haben nach etwa 10 Minuten in der Regel ihre Ruhelage wieder erreicht. Wird nun der Strom geöffnet, so tritt bei schwächerer Reizung keine Öffnungszuckung ein, dies war z. B. bei den 3 oben angeführten Versuchen der Fall. Bei stärkerer Reizung tritt hingegen nunmehr am bei der Schließung ungereizten oder schwächer gereiztem, also in unserem Falle am + Pol Reizreaktion ein, indem mehr oder weniger Blättchenpaare daselbst zucken. Es ist nach den Erfahrungen der tierischen Elektrophysiologie wahrscheinlich, daß diese Öffnungszuckung auf eine Reizung durch den beim Öffnen des Stromes entstehenden Polarisationsstrom zurückzuführen ist, der natürlich die umgekehrte Richtung hat als der ursprüngliche polarisierende Strom. Leider konnte ich bis jetzt aus technischen Gründen diesen Polarisationsstrom noch nicht nachweisen und BOSE, der wie RITTER diese Öffnungszuckungen beobachtet hat, hat irgend welche Erklärung für sie nicht versucht, wie bei ihm überhaupt die Verbindung des Beobachteten mit den Ergebnissen der Elektrochemie nirgends angestrebt ist. Außer der typischen Reaktion, wie sie die 3 angeführten Versuche belegen tritt nun eine Komplizierung oft noch dadurch auf, daß an der Blattfieder, an der der + Pol anliegt von der Basis, also von Fiedergelenk aus, eine Reizreaktion stattfindet. Ferner schließen sich bei den Versuchen, bei denen die Elektroden nicht an den Fiederenden, sondern an irgendeiner Stelle des Fiederstieles, z. B. an seiner

Mitte anliegen, oft nicht nur die Blättchen, die von der Elektrode aus nach innen, also innerhalb des Stromkreises liegen, sondern auch solche, die nach außen von der Elektrode liegen. Es ist dies eine Erscheinung, die in das Gebiet der „elektrotonischen“ in der Sprache der tierischen Physiologie gehört und erst in einer späteren Mitteilung genauer besprochen und erklärt werden soll. Ich führe nur noch einige Versuche an, in denen man das eben Gesagte demonstriert findet.

M. pud. 40 V. Elektroden Fiedermittle. Sz. = Schließungs-,
Öz. = Öffnungszuckung.

1. Bl. Sz. — 4 Blp.; + 0 Blp.
Öz. — 0 „ + 5 „
2. Bl. Sz. — 6 Blp.; + 1 Blp. an Basis, ferner nach einigen sec.
alle Blättchen von der Elektrode nach außen.
Öz. — 0 Blp.; + alle nach innen, 2 Blp. nach außen.
3. Bl. Sz. — alle bis auf 1 Blp. an Basis; + 1 Blp. an Basis.
Öz. — 0; + alle bis Basis.
4. Bl. Sz. — alle bis auf ein Blp. an Basis; + 0.
Öz. — 0; + 3 Blp. nach innen, 2 nach außen.
5. Bl. Sz. — 2 Blp.; + 0 Blp.
Öz. — 0 „ + 0 „
6. Bl. Sz. — 0 „ + alle gleichzeitig.
Öz. — 0 „ ; + 0.

Der letzte Versuch scheint ganz aus dem Rahmen zu fallen, aber derartige der Aufklärung noch bedürftige Fälle kommen eben nicht selten vor. Ja, bei *M. Speg.* sind bis jetzt meine Versuchsergebnisse mit mittleren Spannungen so wechselnd gewesen, indem sich mir bald eine +, bald eine — Polarität zeigte, daß ich zurzeit auf die Darstellung meiner diesbezüglichen Versuche verzichte.

Bei hohen Spannungen (250 V.) zeigte sich wie bei den Blattgelenken auch bei den Blättchengelenken ein Vorwiegen der + Polarität.

M. Speg. 250 V. Elektroden an Fiederspitzen.

Versuch 1:		Versuch 2:	
1. Bl.	+ alle; — $\frac{1}{2}$ der Blp. von Spitze an	+	alle; — alle von Basis bis Spitze
2. „	+ „ — alle	+	„ — $\frac{1}{2}$ von Spitze bis Mitte
3. „	+ „ — $\frac{1}{2}$ der Blp. von Spitze an	+	„ — $\frac{1}{2}$ von Spitze bis Mitte
4. „	+ „ — $\frac{1}{2}$ der Blp. von Spitze an	+	$\frac{3}{4}$ von Spitze an — alle von Spitze bis Basis
5. „	+ „ — $\frac{1}{2}$ der Blp. von Spitze an	+	alle; — 4 Blp. von Spitze
6. „		+	„ — 0

Außer dem Vorhandensein einer + Polarität sieht man hier deutlich, daß meist auch an der Kathode Reizung auftritt, jedoch beträchtlich schwächere. Die Tatsache, daß die Reaktion von der Kathode ausgeht und meist nur einen Teil der Blättchenpaare an der Fiederspitze ergreift, während nach der Basis zu alles unverändert bleibt, beweist, daß es sich hier nicht um Reizwirkung von der Anode aus handelt, während dies allerdings auch vorkommt, z. B. am - Pol von Bl. 1. des 2. Versuches. Noch schärfer ausgesprochen als bei Verwendung hochgespannten Gleichstromes zeigt sich die + Polarität bei Verwendung kleiner Kondensatorentladungen mit 250 V.

M. Speg. Elektroden an Fiederspitzen.

	0,001 Mf.	0,01 Mf.	0,5 Mf.
1. Bl.	+ alle; — alle von Basis	+ alle; — 2 Blp.	+ alle; — 5 Blp.
2. „	+ „ — 0	+ „ — 0 „	+ „ — 4 „
3. „	+ „ — 0	+ „ — 3 „	+ „ — 4 „
4. „	+ „ — 0	+ „ — 0 „	+ „ — 3 „
5. „	+ „ — 0	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „

M. pud. Elektroden an Fiederspitzen.

	0,001 Mf.	0,01 Mf.	0,5 Mf.
1. Bl.	+ alle; — 0 Blp.	+ alle; — 0 Blp.	+ alle; — 0 Blp.
2. „	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „	+ „ — 2 „
3. „	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „	+ „ — 3 „
4. „	+ „ — 0 „	+ „ — 0 „	+ „ — 2 „
5. „	+ „ — 0 „	+ „ — 3 „	+ „ — 0 „

Die Stärke der Reaktion richtet sich selbstverständlich *ceteris paribus* nach der von den Außen- und Innenbedingungen abhängigen Empfindlichkeit. Bei sehr hoher Empfindlichkeit erhält man sowohl bei 0,5 Mf. wie bei Gleichstrom mit 250 V. Schließen sämtlicher Blättchen am + wie am - Pol, übrigens ist dann auch die Unterscheidung, was elektrischer Reizung und was mechanischer Reizung, bedingt durch die elektrische Reaktion einiger Blättchen, zuzuschreiben ist sehr schwierig. Ich brauche auch wohl nicht besonders zu betonen, daß die in allen angeführten Versuchen niedergelegten Beobachtungen nicht der Ausdruck dessen sind, was unter allen Umständen bei gegebenen elektrischen Bedingungen eintritt und eintreten muß, sondern daß vielmehr das Resultat in höchstem Maße auch vom Reizbarkeitszustande des Versuchsobjekts abhängig ist. So tritt z. B. bei geringer Reizbarkeit eine Reaktion erst bei hoher Spannung ein, die bei hoher Reizbarkeit bereits bei

mittlerer Spannung eintritt und eine Reaktion, die bei hoher Reizbarkeit mit einer hohen Spannung z. B. +Polarität ergibt, mag bei herabgesetzter Reizbarkeit oder einer sonstigen tonischen Veränderung mit derselben Spannung — Polarität ergeben. Von besonderem Einfluß auf die Art der Reaktion sind, um spezieller zu werden, Alter und vorangegangene Reizung. Während letztere in einer späteren Mitteilung in ihrer Wirkung geschildert wird, soll hier schon einiges über den Einfluß des Alters mitgeteilt werden.

RITTER fand an seinen Mimosen bei den jungen Blättchengelenken eine — Polarität, je älter die Blättchen wurden umso unausgesprochener wurde die Polarität, um sich schließlich bei den ältesten umzukehren. Bei diesen reizte also die + Elektrode stärker als die — Elektrode. An den 3—4 Monate alten Mimosen, mit denen ich arbeitete, konnte ich zwar einen entsprechenden Einfluß des Alters nicht feststellen. Wohl dagegen beobachtete ich einen solchen Anfang Mai an erst einige Wochen alten Pflänzchen. Ich will einige Versuche anführen.

Versuch I. *M. pud.* 0,001 Mf. 250 V. Elektroden an Fiederenden.

Jüngstes hellgrünes Blatt. Sz.: + Pol alle Bl. von Basis nach Spitze; — Pol die Blättchen von $\frac{1}{3}$ der Fiederlänge von Spitze an bis Spitze. Öz.: + 0; — alle Bl. von $\frac{1}{3}$ der Fiederlänge von Spitze an bis Basis.

Nächstälteres Blatt, dunkelgrün. — Pol 6 Blp.; + Pol 2 Blp. An beiden Polen Reaktion von Spitze nach Basis.

Nächstälteres Blatt, dunkelgrün. — Pol 4 Blp.; + Pol 4 Blp., basipetal an beiden Fiedern.

Nächstälteres Blatt, dunkelgrün. — Pol alle Blp.; + $\frac{1}{3}$ der Fiederlänge. basipetal an beiden Fiedern.

Versuch II. *M. pud.* 0,01 Mf. 250 V.

Jüngstes entfaltetes hellgrünes Blatt. + Pol alle Blp., acropetal; — Pol die Blättchen von $\frac{1}{3}$ der Fiederlänge von Spitze an, acropetal.

Nächstälteres dunkelgrünes Blatt. — Pol alle Blp., basipetal; + Pol $\frac{2}{3}$ der Blp. basipetal; ebenso an den 3 nächsten Blättern.

An einem Seitensproß unten ein hellgrünes junges Blatt. Sz.: + Pol alle (acropetal); — Pol von der Mitte der Fieder an die Blp. bis Spitze. Öz.: + 0, — Pol Blp. von Fiedermitte nach Basis.

Entsprechend verliefen Versuche mit Gleichstrom 250 V. Alle Blp. am + und — Pol schlossen sich, aber an den jungen hellgrünen

am + Pol schneller als am — Pol und acropetal, während bei den älteren dunkelgrünen der — Pol stärker als der + Pol reizt und die Reaktion basipetal verläuft.

Es ergibt sich also, daß bei diesen beobachteten jungen Mimosen eine Umstimmung der Blätter mit dem Alter stattfindet, derart, daß dieselben, solange noch jung und hellgrün, + Polarität zeigen und nach einem Indifferenzstadium mit zunehmenden Alter — Polarität annehmen; die einzelnen Phasen dieses Prozesses treten mehr oder weniger deutlich auf. Mit der Veränderung der Polarität geht eine Veränderung der Reaktionsrichtung vor sich. Bei + Polarität ist die Reaktion acropetal, bei — Polarität basipetal gerichtet. Daß es sich bei der acropetalen Richtung nicht um eine Reizübertragung von einem direkt zu einem indirekt gereizten Pole handelt, sondern um eine Erscheinung sui generis, geht ohne weiteres daraus hervor, daß in diesen Fällen am — Pol ein Zusammenklappen der Blättchen erst in der Mitte oder an einem noch weiter nach der Spitze der Blattfieder zu gelegenen Punkte beginnt und zur Spitze fortschreitet, während die Blättchen nach der Basis zu völlig unbewegt bleiben und erst bei der Öffnung des Stromes reagieren. Nicht unerwähnt lassen will ich daß ich auch bei Versuchen mit solchen jungen Mimosen bei + Polarität Fälle mit basipetaler Reaktion gefunden habe, wie sie ja bei den älteren Mimosen die Regel ist. Leider wurde die Übergangsreaktion zwischen dem Typ der jungen und älteren Mimosen noch nicht beobachtet¹⁾.

Entsprechende Erscheinungen wie an den Blatt- und Fiederblättchengelenken wurden auch an den Blattfiedergelenken beobachtet. Zusammenfassend läßt sich also sagen: Die Gelenke der Mimose zeigen polare elektronastische Erscheinungen. Die Art der Polarität (Anoden- oder Kathodenreizung oder Anoden- und Kathodenreizung) ist abhängig von äußeren und inneren Bedingungen, wie Höhe der angelegten Spannung, Alter, Erregbarkeitszustand und Spezies.

Polare Erscheinungen bei Elektrotaxis und Elektrotropismus sind bereits bekannt. Ihr Auftreten bei elektronastischen Erscheinungen, ferner die analogen Erscheinungen an tierischen Nerven und Muskeln (PFLÜGERSches Gesetz etc.) zeigt, daß wir es hier mit einer für die Wirkung des elektrischen Stromes auf

1) Es ist dies umso bedauerlicher, als ja nach den früheren Versuchsergebnissen die umgekehrte Polarität bei den dunkelgrünen Blättern zu erwarten gewesen wäre.

die lebende Substanz charakteristischen Erscheinung zu tun haben, deren Zurückführung auf bekannte physikalisch-chemische Erscheinungen eine der wichtigsten Aufgaben der Elektro-physiologie ist.

Die mitgeteilten Untersuchungen wurden in den botanischen Instituten der Univ. Tübingen und München ausgeführt, deren Direktoren, den Professoren RUHLAND und V. GOEBEL, ich auch an dieser Stelle für ihr Interesse und ihre Unterstützung bestens danke.

3. Friedrich Oehlkers: Zur reizphysiologischen Analyse der postfloralen Krümmungen des Blütenstiels von *Tropaeolum majus*.

(Zweite Mitteilung.)

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 19. Oktober 1920.)

Die Versuche des Sommers 1920 sollten einige in meiner ersten Mitteilung¹⁾ noch bestehende Lücken der Einsicht in die postfloralen Krümmungsbewegungen des Blütenstiels von *Tropaeolum majus* beseitigen. Hiervon sei folgendes mitgeteilt.

Zur Prüfung der Frage der Epinastie wurde die früher angegebene Versuchsanordnung befolgt. Die in empfängnisfähigem Zustande von Freilandpflanzen abgeschnittenen Blüten wurden in Gläsern mit feuchtem Sphagnum ins Dunkelzimmer gestellt und bestäubt. Etwa 24 Stunden nach der Verdunkelung und 14 bis 16 Stunden nach der Bestäubung wurden sie an der Achse eines intermittierenden Klinostaten²⁾ befestigt, derart, daß die Medianebene der Stiele parallel zur Achse und horizontal zu liegen kam; es wurden nur ausgesuchte Blütenstiele verwandt, an denen makroskopisch keine Torsion nachweisbar war. Der Klinostat wurde so eingestellt, daß seine Achse alle 12 Minuten eine Drehung von 180° ausführte. Auf diese Weise wurden die beiden antagonistischen

1) Diese Berichte, Bd. 38, 1920, S. 79 ff.

2) Es wurde das von FITTING angegebene Modell benutzt: Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang; Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 41, 1905, S. 233 ff.

ZOBODAT - 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): Stern Kurt

Artikel/Article: [Über polare elektronastische Erscheinungen 11-20](#)