

Mittheilungen.

I. N. J. C. Müller: Kommen die Röntgenstrahlen im Sonnenstrahl für die Pflanze zur Wirkung?¹⁾

Mit Lichtdrucktafel XVII.

Eingegangen am 10. August 1896.

I. Durchstrahlung.

Für die Pflanzenphysiologie ist jedenfalls diese Frage von Belang: Kommen die Röntgenstrahlen im Sonnenstrahl vor? Da die Röntgenstrahlen durch Glas, Holz, Carton wenig geschwächt hindurchgehen, so sind die Methoden für die Untersuchung leicht zusammenzustellen. In einem mit grösster Genauigkeit verdunkelten Raum wurden in dem früher beschriebenen Durchleuchtungsapparat²⁾ für zwei Sorten Carton die Zahl der Lagen bestimmt, welche das Licht für das Auge vollständig auslöschen. Der eine „Zeichencarton“ erreicht dies mit acht bis neun Lagen, der andere „Carton“ erreicht es mit drei bis vier Lagen. Der erstere wird für die photographische Wirkung, der zweite für das Studium der heliotropischen Wirkung angewendet. Da die photographisch wirksamen Sonnenstrahlen in viel dünnerer Cartonlage absorbiert werden, wie die Lichtstrahlen, welche das Auge afficiren (man vergleiche alle photographischen Aufnahmen in dem beigegebenen Lichtdruck, Taf. XVII), so ist der Nachweis der Röntgenstrahlen an sich auf diesem Wege nicht möglich für die Voraussetzung, dass sie nur in geringer Intensität im Sonnenstrahl zur Wirkung kommen. Substanzen, welche dunkle Strahlen in Fluorescenzlicht umzusetzen vermögen, sind Chininsalze, Aesculin, Baryum-Platin-Cyanür, Chlorophyll. Das Chlorophyll kommt in den nachfolgenden Versuchen in der Form von Abschnitten lebender Pflanzenblätter (*Ampelopsis*, *Quercus*, *Sparganium*)

1) Litteratur: ALFRED SCHÖBER, Ein Versuch mit Röntgenstrahlen. Diese Berichte 1896, Heft 3, S. 108,

2) Botan. Untersuchungen des Verfassers. WINTER, Heidelberg. Bd. I, S. 301, Fig. 56, S. 324.

Kommen die Röntgenstrahlen im Sonnenstrahl für die Pflanze zur Wirkung? (67)

zur Anwendung. Die Chemicalien wurden im gelösten Zustande in Zeichencarton aufgesaugt, so dass dieser im trockenen Zustand enthielt auf einen Quadratcentimeter für Aesculin 0,022 g, Chinin. muriat. 0,038 g Chinin. sulfuric. 0,044 g; Baryum-Platin-Cyanür 0,024 g.

In einen und denselben grossen photographischen Copirrahmen werden diese Differenzcombinationen eingelegt und mit Chlor- oder Bromsilberpapier gedeckt:

- I. Carton Silberpapier.
- II. „ Stanniol, Silberpapier.
- III. „ Aesculinpapier, Stanniol, Silberpapier.
- IV. „ Chinin. muriat.-Papier, Stanniol, Silberpapier.
- V. „ Chinin. sulfuric.-Papier, Stanniol, Silberpapier.
- VI. „ Baryum-Platin-Cyanürpapier, Stanniol, Silberpapier.
- VII. „ Pflanzenblatt, Silberpapier.
- VIII. „ Aesculinpapier, Pflanzenblatt, Silberpapier.
- IX. „ Chinin. muriat.-Papier, Pflanzenblatt, Silberpapier.
- X. „ Chinin. sulfuric.-Papier, Pflanzenblatt, Silberpapier.
- XI. „ Baryum-Platin-Cyanürpapier, Pflanzenblatt, Silberpapier.

Die 11 Combinationen bilden zwei Hauptdifferenzen: Stanniol auf allen Vorlagen und Pflanzenblatt auf denselben Vorlagen, welche der Strahl durchheilen muss, ehe er zur Wirkung auf dem Silberpapier gelangt.

In den nachfolgenden Versuchen sind nur veränderlich die Cartonvorlagen und die Dauer der Exponirung. Die Versuche wurden an wenigen klaren Juni- und Julitagen ausgeführt. Die Dauer der Strahlung ohne Wolken notirt, die Dauer der Bewölkung der Sonnenscheibe nicht in Rechnung gestellt.

Der misslungene Versuch III (siehe die Lichtdrucktafel) möge in den Vordergrund gehoben sein, um die Methode zu erläutern. Die Cartonvorlage besteht aus acht Blatt. Das sehr empfindliche Bromsilberpapier wurde angewandt. Die Fluorescenzpapiere sind angefeuchtet und zwischen die Gesammtheit der Vorlagen und das Silberpapier ist zum Schutze dieses vor der Nässe eine Glasplatte eingeschaltet. In der Pressung im Copirrahmen ist eine Störung eingetreten, so dass Seitenlicht zur Wirkung kam, welches ausgeschlossen sein muss, wenn der Versuch Beweiskraft haben soll. Die Differenzcombinationen I bis III und VII und VIII zeigen das Silberpapier vollständig geschwärzt. Die Combination VI (rechts oben) zeigt noch den Abdruck des Fluorescenzpapieres; V, IX und X zeigen die Vorlage des Fluores-

cenz-Papieres und die aufgelegten Stanniol- und Pflanzenblattstreifen (140 Minuten Exponirung). Um zu zeigen, dass der Versuch fehlerhaft sei, wurden die Differenzen: Aesculinpapier—Stanniol, Aesculinpapier—Pflanzenblatt, sowie Baryumplatin-Cyanür—Stanniol und Pflanzenblatt mit der Cartonvorlage, fünf Blatt, im Versuch IV exponirt, 120 Minuten. Die Wirkung ist gleich Null (siehe Lichtdrucktafel Versuch IV). Im Versuch V wurde die Vorlage auf zwei und drei Blatt herabgemindert. Der Lichtdruck zeigt im oberen Streifen, dass die einfache Cartonscala in der dritten Treppenstufe die photographische Wirkung aufhebt. Die drei mit zwei Cartonblättern belegten Differenzen lassen das Fluorescenzzpapier noch erkennen, in der mit drei Cartonblatt versehenen Differenz (links unten) ist die Wirkung absolut gleich Null. Damit ist der Nachweis geliefert, dass jener Versuch III (Bromsilberpapier) fehlerhaft war.

Versuch I (siehe Lichtdrucktafel). Die Scala oben ergibt die Wirkung Null mit der dritten bis vierten Stufe. Alle elf Differenzcombinationen zeigen die Wirkung Null mit acht Blatt Cartonvorlage und 210 Minuten der Expositionsdauer auf Chlorsilberpapier. Der gleiche Erfolg ist im Versuch II auf demselben Silberpapier mit 300 Minuten Expositionsdauer zu verzeichnen.

Der Versuch VI (siehe Lichtdrucktafel) bestätigt, mit 180 Minuten Expositionsdauer, für Chlorsilberpapier, dass das Pflanzenblatt (*Ampelopsis*) in der ersten Lage schon alle photographischen Strahlen auslöscht, gegenüber der Cartonscala, welche, dieselbe Zeit exponirt, noch Wirkung in der dritten Stufe zeigt.

Die Exponirung der vier Fluorescenzzpapiere in Scalen, verglichen mit der reinen Cartonscala, Versuch VII (siehe Lichtdrucktafel), ergibt dasselbe negative Resultat. Die photographische Wirkung erlischt bei allen nahezu mit derselben Treppe.

Für das Auge am durchschlagendsten sind drei Versuche VIII, IX und X, deren Zweck war, zu entscheiden, ob nicht jene Cartonscala an sich unpassend gewählt sei, insofern die Abtonung zu wenig fein sei. Der Versuch VIII zeigt eine über alle Differenzcombinationen gehende Cartonscala (Zeichencarton, welcher, wie oben gesagt, mit acht Stufen das Licht für das Auge auslöscht). In dieser wird die photographische Wirkung vollständig aufgehoben mit der dritten Treppe (man beachte den oberen nicht belegten Streifen im Lichtdruck Versuch VIII). Ueber den Treppen dieser Scala liegen zehn Differenzcombinationen, wovon fünf mit Blattstreifen von *Sparanium ramosum* zusammengestellt sind. Die Wirkung ist in allen in der zweiten Stufe der Scalenvorlage gleich Null (Expositionsdauer 85 Minuten).

Die beiden Versuche IX und X (siehe Lichtdrucktafel), IX mit 70, X mit 95 Minuten, begegnen jenem Einwurf der groben Abstufung. Hier ist die Vorlage eine Scala von blau liniirtem Conceptpapier,

Kommen die Röntgenstrahlen im Sonnenstrahl für die Pflanze zur Wirkung? (69)

welches, wie der obere frei gelassene Streifen zeigt, erst mit der fünften Stufe das photographisch wirksame Licht vollständig absorbiert. In den 10 Differenzcombinationen wird deutlich mit der zweiten Stufe Wirkung erkannt. Die combinirten Belagstreifen aber zeigen alle in der zweiten Stufe die Wirkung gleich Null und damit in Bezug auf Röntgen- oder (X-)Strahlen die Wirkung gleich Null.

II. Heliotropismus.

Das Keimbett für die sehr lichtempfindliche Gartenkresse ist ein 2 *cm* breiter und 15 *cm* langer Glasstreifen, welcher mit Filtrirpapier umwickelt an die Längskante einer 6 *cm* breiten, 15 *cm* langen Glasplatte angebunden wird. Die Glasplatte wird an zwei Fäden, welche mit einem Holzstäbchen in Verbindung stehen, so in's Loth gehängt, dass die Längskante im Horizont liegt. Nachdem das Filtrirpapier mit Wasser benetzt ist, wird die Kresse in eine Längslinie ausgesät. Vor der Exponirung werden diese Glasträger mit lose aufliegenden, nassen Zeichencartons umgeben, um die Pflänzchen während der Dauer von drei bis vier Stunden im dunstgesättigten Raum zu erhalten. Die Aufzucht erfordert drei bis vier Tage und wurde in einem Thermostaten-treibhaus mit REICHERT'schem Thermoregulator bewerkstelligt¹⁾. Der Raum des Treibhauses ist mit nasser Holzpappe so belegt, dass diffuses Tageslicht nur von oben einfallen kann.

Die Pflänzchen wachsen, wenn auch nicht absolut im Loth, so doch auch nicht heliotropisch gekrümmt. Drei Differenzversuche kommen in Betracht. Es mussten dazu etwa 30 Culturen in Betrieb gestellt werden. Vor jedem Versuch werden die Culturplatten auf einem Zeichenbrett so aufgestellt, dass die Lage der Keimachsen auf eine Coordinatentafel, welche hinter der Colonne fest aufgestellt ist, mit dem Kathetometer-Fernrohr einvisirt werden kann. Die Abweichung von den Loth-Orthogonalen in der Coordinatenplatte wird für 6 bis 10 Pflänzchen in Coordinatenpapier eingezeichnet, sodann erfolgt die Exponirung und nach drei bis fünf Stunden die Verzeichnung der Endlage.

I. Differenzversuch. Statt des Heliostatenspiegels wurde die ganze Fensteröffnung für diesen, 28 *cm* im Quadrat, mit fünf Zeichencartons lichtdicht geschlossen. Der Versuchsraum ist absolut finster. Das belegte Fenster lässt einen matt röthlich-weißen Dämmer hindurch. Die Sonne liegt auf dem Fenster von 1 Uhr bis 7 Uhr 30 Minuten Nachmittags (am 28. Juni). Vor die Culturen wird eine Glasscheibe gestellt. Der Versuch beginnt um 1 Uhr 45 Minuten. Nach

1) Mündener Forstliche Hefte, I. Beiheft, WEISE. SPRINGER, Berlin 1895, Taf. 2.

drei Stunden ist die positive Krümmung kaum merklich. Es werden nun zwei Cartonlagen abgetragen, so dass nur noch drei Lagen zur Wirkung kommen. Um 7 Uhr ergiebt die Kathetometerablesung Krümmungen im positiv-heliotropischen Sinne von 2,5, 1,5, 0,90, 3,2, 1,3, 0,85, 4,3, 1,6, 3,0, 2,0, 1,7, 3,2, 4,5, 2,3, 3,5. Diese in Millimetern für die Verschiebung der Insertion der Cotyledonen aus der Anfangslage gemessen. Die Messung für die Länge der Keimachse ergiebt 19,5, 20,7, 22, 23,5, 25, 22,5, 27,3, 23,6, 26, 20, 23, 25, 29,5 24,5 25.

Hieraus berechnet sich die Verschiebung der Spitze im Durchschnitt zu 2,42 *mm* auf die Durchschnittslänge von 23,8 *mm*. Ein Ausschlag, welcher vollständig genügt, um die positiv heliotropische Wirkung der gewählten Lichtintensität zu beweisen.

II. und III. Differenzversuch. An einem ganz wolkenlosen Nachmittag (Juli) wurde dasselbe Heliostatenfenster mit einem Cartonladen verschlossen, welcher auf einer Seite vier Cartonblätter trägt, die das Licht für das Auge soeben auslöschen. Die andere Hälfte ist mit vier Stanniollagen bedeckt. Das Fenster lässt unter dieser Anordnung nicht die geringste Spur von Licht für das Auge hindurch. Der Versuch beginnt mit zwei Kressensaaten der oben beschriebenen Art um 1 Uhr 35 Minuten und endet um 6 Uhr 40 Minuten Nachmittags. Die Ablesungen ergaben für die Pflänzchen im positiven und negativen Sinne:

Stannielseite.

Ablenkung in <i>mm</i>	+ 1,9	0	- 0,5	- 1,3	- 0,7
Länge der Stämmchen <i>mm</i> . . .	21,0	23,0	25,0	18,0	21,0
Ablenkung in <i>mm</i>	+ 1,2	0	- 1,5	0	+ 0,5
Länge der Stämmchen <i>mm</i> . . .	20,0	22,5	20,0	21,0	23,0

Cartonseite.

Ablenkung in <i>mm</i>	+ 0,5	+ 0,9	0	- 1,3	3,0
Länge der Stämmchen <i>mm</i> . . .	21,0	23,0	20,0	23,5	29,24
Ablenkung in <i>mm</i>	- 2,0	- 1,9	- 1,5	0	
Länge der Stämmchen <i>mm</i> . . .	27,0	26,5	22,0	21,5	

Der Mittelwerth der Stammlängen für die Stannielseite beträgt 21,4. 1,2 ist der positive Ausschlag als Mittelwerth von drei Pflänzchen, für drei andere ist der negative Ausschlag 0,9. Diese Ausschläge rechne ich als Torsionsverschiebungen des Zuwachses ohne heliotropische Krümmung. Für die Cartonseite ist der Mittelwerth der Stammlänge 24,13 *mm*. Der positive Ausschlag ist im Mittel 1,4, der negative 1,7, also fast vollständiges Gleichgewicht und jedenfalls Torsionsverschiebung des Zuwachses. Im Ganzen ergiebt sich die Wirkung für dunkle Strahlen gleich Null.

Der Schluss lautet also: weder mit Hülfe der photo-

Kommen die Röntgenstrahlen im Sonnenstrahl für die Pflanze zur Wirkung? (71)

graphischen Reagentien, noch mit Hülfe der lichtempfindlichen heliotropischen Gartenkresse lassen sich Röntgenstrahlen im Strahlenbüschel der Sonne nachweisen.

Erklärung der Lichtdrucktafel.

Das photographische Original zu dieser Tafel besitzt das Format 52:56. Die Reduction auf den vorliegenden Lichtdruck ist somit nahezu ein Viertel.

Versuch I. Die Scala am Scheitel der Reihe von Silberpapieren zeigt die Wirkung gleich Null mit der dritten bis vierten Treppe. In den elf Differenzen besteht die gemeinsame Unterlage aus acht Cartonblättern aus demselben Carton wie in der Scala. Die Wirkung ist in allen Differenzen gleich Null. Die Dauer der Exponirung war 210 Minuten.

Versuch II. Die gleiche Anordnung wie vorher, die gleiche Wirkung. Die Dauer der Exponirung 300 Minuten.

Versuch III. Dieselben Differenzen, dieselbe Unterlage auf Bromsilber. Hier zeigen die sechs oberen je in zwei Reihen zu drei liegenden Plättchen vollständige Schwärzung. Die fünf unteren zeigen die Abdrücke der aufgelegten Fluorescenzpapiere, sowie der Stanniol- und Blattstreifen. Dauer der Exponirung 140 Minuten. Der Versuch ist nicht beweiskräftig für die Gegenwart der X-Strahlen. Zur Controle dienen die nachfolgenden Versuche.

Versuch IV. Die Scala ergibt Auslöschung der photographischen Strahlen in der dritten Treppe. Unterlegt wurde mit fünf Bogen (statt wie früher acht) Zeichencarton: Aesculinpapier, Stanniol; Aesculinpapier, Pflanzenblatt; Platinbaryum-Cyanür, Stanniol und Platinbaryum-Cyanür, Pflanzenblatt. Die Wirkung ist in allen Differenzen gleich Null. Die Dauer der Exponirung ist 120 Minuten.

Versuch V. Hier wurde die Zahl der unterlegten Zeichencartons auf zwei herabgemindert für die Differenzen:

Aesculinpapier, Stanniol, die Platte links oben.

Aesculinpapier, Pflanzenblatt, die Platte rechts oben

Baryumplatin-Cyanür, Pflanzenblatt, die Platte rechts unten.

In diesen ist das Fluorescenzzpapier als weisse Fläche abgedrückt. Die Wirkung in Bezug auf X-Strahlen ist gleich Null.

Drei Zeichencartons sind angewandt für die Differenz: Baryumplatin-Cyanür, Stanniol, die Platte links unten. Die Wirkung ist hier absolut gleich Null. Die Dauer der Exponirung 100 Minuten.

Versuch VI. Der obere Streif ist die Scala aus Zeichencarton. Die Wirkung geht bis zur dritten Treppenstufe. Der untere Streif eine Scala aus dem Blatt von *Ampelopsis quinquefolia*. Die Wirkung ist schon in der zweiten Stufe gleich Null. Die Dauer der Exponirung 180 Minuten.

Versuch VII. Vier Scalen von demselben Zeichencarton gleich lange exponirt (40 Minuten). Der oberste Streifen ist aus reinem Papier zusammengestellt. Der zweite besteht aus Aesculinpapier, der dritte salzsaurem Chinin, der vierte schwefelsaurem Chinin, der fünfte Baryumplatin-Cyanür. Die Wirkung ist in allen nahezu gleich bis zur zweiten Stufe.

Versuch VIII—X. Den drei Versuchen liegen zwei combinirte Papierscalen zu Grunde. Die eine Scala, welche mit der fünften Treppenstufe kein photographisches Licht hindurch lässt, kam in den Versuchen IX und X, die andere,

welche in der dritten Treppenstufe ebenso wirkt, im Versuch VIII zur Anwendung. In allen drei Versuchen kommt dieselbe Anzahl von Differenzen der Durchstrahlung zur Wirkung.

Versuch IX. Der mit I bezeichnete Querstreifen zeigt photographische Wirkung bis zur dritten Treppenstufe (in der Stufe 4 ist die Wirkung gleich Null). Dieser Streif entspricht dem unbedeckten Theil der Scala aus weissem Conceptpapier, welches blau liniirt ist. Auf der Scala liegt eine einfache Lage Zeichencarton, auf welchem zehn combinirte Streifen Zeichencarton liegen: II. Stanniolstreifen, III. Aesculincarton und Stanniolstreifen, IV. Chinin. muriat. und Stanniolstreifen, V. Chinin. sulfuric. und Stanniolstreifen, VI. Baryumplatin-Cyanür und Stanniolstreifen, VII. Blattstreifen von *Ampelopsis quinquefolia*, VIII. Aesculin- und Ampelopsisstreifen, IX. Chinin. muriat.- und Ampelopsisstreifen, X. Chinin. sulfuric. und Ampelopsisstreifen, XI. Baryumplatin-Cyanür- und Ampelopsisstreifen. (Exponirung 70 Minuten.)

Versuch X. Dieselbe Zusammenstellung wie vorher. Statt *Ampelopsis* sind Streifen aus dem Blatte von *Sparganium ramosum* gewählt. (Exponirung 95 Minuten.)

Versuch VIII. Dieselbe Anordnung wie vorher. Statt des Conceptpapieres, welches unbelegt mit der fünften Treppenstufe (Versuch IX und X) das photographische Licht auslöscht, liegt hier die Scala von Zeichencarton zu Grunde, welche dieselbe Wirkung mit der dritten Treppenstufe erreicht. *Sparganium*-Blattstreifen liegen in denselben Combinationen wie im Versuch X. Der frei gelassene oberste Querstreifen ist nicht nummerirt. Es entsprechen daher die Nummern I—X in diesem den Nummern II—XI im Versuch IX. (Exponirung 85 Minuten.)

2. L. Geisenheyner: Eine eigenartige Monstrosität von *Polypodium vulgare* L.

Mit Holzschnitt.

Eingegangen am 8. October 1896.

Der weit verbreitete Farn *Polypodium vulgare*, die einzige europäische Art der so überaus artenreichen Gattung, interessirt den Farnfreund durch seine grosse Vielgestaltigkeit. Diese tritt aber nur an verhältnissmässig wenig Localitäten in die Erscheinung, während die Pflanze sonst eine im Grossen und Ganzen übereinstimmende Ausbildung zeigt. Dass das Nahegebiet zu den Gegenden gehört, in denen *Polypodium vulgare* ganz ausserordentlich formenreich vorkommt, wurde mir erst vor wenigen Jahren bekannt, als gegen Ende der achtziger Jahre die Schüler der Tertia diesen Farn zur Besprechung mitbrachten. Unter den gesammelten Stücken befanden sich nämlich

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Müller N.I.C.

Artikel/Article: [Kommen die Röntgenstrahlen im Sonnenstrahl für die Pflanze zur Wirkung? 1066-1072](#)