

14. W. Palladin: Bildung der verschiedenen Atmungsenzyme in Abhängigkeit von dem Entwicklungsstadium der Pflanzen.

Mit Tafel VIII.

Eingegangen am 19. Februar 1906.

Meine letzte Arbeit¹⁾ zeigt, dass die von mir ausgearbeitete Abtötungsmethode durch niedrige Temperaturen bei der Untersuchung der Arbeit der Atmungsenzyme höherer Pflanzen äusserst wertvolle Resultate liefert. Die Eigentümlichkeit meiner Methode besteht darin, dass ich die erfrorenen Pflanzen unversehrt und nicht zerrieben in den Apparat bringe. Meine Versuche zeigen, dass nur unter dieser Bedingung eine grössere Menge Kohlensäure ausgeschieden wird, da jede Schädigung des anatomischen Baues und der zelligen Struktur der abgetöteten Pflanzen störend auf die Tätigkeit der Atmungsenzyme wirkt. Die Pflanzen wurden in dem V-förmigen Rohr bis zum vollkommenen Verschwinden der Kohlensäureausscheidung gelassen. In einer Reihe von Versuchen wurde ein Luftstrom durch den Apparat gezogen, in anderen Versuchen zuerst Wasserstoff verwendet, um zunächst die Kohlensäuremenge bei anaërober Atmung zu bestimmen. Nachdem dann die Ausscheidung von Kohlensäure aufgehört hatte, wurde der Wasserstoffstrom durch einen Luftstrom ersetzt, wonach meist von neuem eine starke Kohlensäureausscheidung infolge der Oxydationsprozesse begann, die dann ebenfalls allmählich aufhörte. Das Enzym der anaëroben Atmung bezeichnete ich in der vorhergehenden Arbeit mit dem Namen Karbonase. Das Enzym, welches nach Einführung von Sauerstoff den Beginn des Oxydationsprozesses bewirkt, will ich in vorliegender Arbeit vorläufig Oxydase nennen. Nach dem vollständigen Verschwinden der Kohlensäureausscheidung aus der Luft wurden die Pflanzen in einer Reibschale zerrieben, mit destilliertem Wasser übergossen und in einem ERLÉNMEYER'schen Kolben von 300 ccm Inhalt gebracht. Nach Hinzufügung einer 20 prozentigen Pyrogallollösung wurde der Kolben durch einen Kautschukpfropfen mit zwei gebogenen Glasröhren geschlossen und umgekehrt. Durch die eine Röhre wird Luft in den Kolben geleitet; die andere Röhre dient zum Austritt der Gase. Nach der Hinzufügung der Pyrogallollösung beginnt von neuem Kohlensäureausscheidung. Pyrogallol wurde von

1) W. PALLADIN, Diese Berichte 1905, S. 240.

BERTRAND¹⁾ und dann von CHODAT und BACH²⁾ zum Nachweis und quantitativer Bestimmung der Oxydationsenzyme verwendet. Indem ich mich der Theorie von CHODAT und BACH anschliesse, vermute ich, dass die durch Pyrogallol angeregte Kohlensäureausscheidung, ein Resultat der gemeinsamen Tätigkeit der Oxygenasen (höhere Hydroperoxyde) und der Peroxydase ist. Infolgedessen schliesse ich auf Grund der hierbei ausgeschiedenen Kohlensäure auf die Quantität der in den Pflanzen enthaltenen Oxygenase. Das Aufhören der Ausscheidung von Kohlensäure nach einer gewissen Zeit weist auf das Verschwinden der Oxygenase hin. Hiernach wurde 3 prozentige Wasserstoffsuperoxydlösung in den Kolben gegossen, worauf wiederum eine starke Kohlensäureentwicklung erfolgte.

Da nun nach der Theorie von CHODAT und BACH ein Teil der Peroxydase bereits zu ihrer gemeinsamen Arbeit mit der Oxygenase verbraucht worden war, zeigt die nach der Hinzufügung von H_2O_2 ausgeschiedene Kohlensäure die Menge der übriggebliebenen Peroxydase an. Die Summe der sowohl nach Hinzufügung von Pyrogallol als auch von H_2O_2 ausgeschiedenen Kohlensäuremenge gibt nun eine Vorstellung von der in den untersuchten Pflanzen enthaltenen Peroxydase.

Die Bestimmung der ausgeschiedenen Kohlensäure wurde in allen Fällen mit Hülfe der PETTENKOFER'schen Röhren ausgeführt³⁾.

Durch die V-förmige Röhre mit den erfrorenen Pflanzen wurde immer mit Toluoldämpfen gesättigte Luft gezogen, wodurch die Entwicklung von Bakterien vollkommen verhütet wurde.

Versuch I.

Die etiolierten Blätter von *Vicia Faba* wurden in vier Portionen geteilt. Zwei Portionen wurden unmittelbar in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt. Die anderen zwei Portionen wurden während zweier Tage im Dunkelraum auf einer 10 prozentigen Saccharose-lösung kultiviert und erst dann in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt. Temperatur 18°. (Vergl. Tabelle A und B auf nebenstehender Seite 99.)

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Fig. 1 dargestellt.

Wir sehen, dass in Übereinstimmung mit meinen früheren⁴⁾, auch von GODLEWSKI⁵⁾ bestätigten Untersuchungen die Einführung von

1) BERTRAND, Annales de chim. et de phys. 7. série, t. XII, 1897, S. 115.

2) CHODAT und BACH, Berichte der chem. Gesellsch. Bd. 36, 1903, S. 606. Archives des sciences physiques et naturelles. Genève, XVII, 1904, S. 477.

3) W. PFEFFER, Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen. I. Bd. 1885, S. 637.

4) W. PALLADIN, Revue générale de botanique. V, 1893, S. 449. VI, 1894, S. 201.

5) P. GODLEWSKI, Zur Kenntnis der intramolekularen Atmung der Pflanzen. (Anzeiger der Akad. der Wissensch. in Krakau. 1904, S. 115.)

A. Ohne Zuckernahrung (Lebende Blätter).

Dauer des Versuchs Stunden	1. Portion (3,8 g). Luftstrom			2. Portion (4,2 g). Wasserstoffstrom		
	Menge der CO ₂			Menge der CO ₂		
	in Milli- gramm	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g	in Milli- gramm	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g
3	7,6	200	66,6	3,6	86	28,7
3	4,8	126	42,0	2,0	48	16,0
15 ¹ / ₂	18,0	474	30,6	6,4	152	9,6
2	—	—	—	4,4	105	52,5
2 ¹ / ₂	—	—	—	22,0	520	24,2

B. Nach Zuckernahrung (Lebende Blätter).

Dauer des Versuchs Stunden	3. Portion (3,6 g). Luftstrom			4. Portion (3,7 g). Wasserstoffstrom		
	Menge der CO ₂			Menge der CO ₂		
	in Milli- gramm	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g	in Milli- gramm	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g
3	14,8	411	137,0	5,2	140	46,6
3	14,8	411	137,0	4,0	119	39,7
17	50,0	1388	81,6	20,0	540	31,8
7 ¹ / ₂	22,8	633	84,4	—	—	—
4 ¹ / ₂	—	—	—	6,4	173	38,4
3 ¹ / ₂	—	—	—	20,0	540	154,3

Zucker die Intensität der normalen wie auch der anaëroben Atmung stark erhöht. Ausserdem zeigt sich, dass nach längerem Verweilen der Blätter in einer Wasserstoffatmosphäre die Kohlensäureerzeugung fast vollständig aufhört. Wird Wasserstoff wieder durch Luft ersetzt, so steigert sich nicht nur die Kohlensäureausscheidung, sondern sie übersteigt sogar bedeutend die normale Kohlensäureausscheidung in der Luft. Eine ähnliche zeitweilige, die Norm um mehrere Mal übersteigende Verstärkung der Atmung habe ich¹⁾ schon bei der Alge *Chlorothecium saccharophilum* beobachtet.

1) W. PALLADIN, Centralblatt für Bakteriologie, II. Abteilung, XI, 1903, S. 146.

Versuch II.

Etiolierte Blätter von *Vicia Faba* wurden in vier Portionen geteilt. Zwei Portionen wurden unmittelbar erfroren, die anderen zwei Portionen wurden während drei Tagen im Dunkelraum auf einer 10prozentigen Saccharoselösung kultiviert und erst dann erfroren. Temperatur 19°.

A. Ohne Zuckernahrung (Erfrorene Blätter).

Dauer des Versuches Stunden	1. Portion (8,2 g) Luftstrom			2. Portion (8,8 g) Wasserstoffstrom		
	Menge der CO ₂			Menge der CO ₂		
	in mg	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g	in mg	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g
4	10,4	126	31,5	9,8	111	27,7
4	6,8	82	20,5	3,2	36	9,4
15	6,4	78	5,2	3,2	36	2,4
25	—	—	—	14,8	168	6,7
15	Spuren	—	—	6,8	77	5,1
	23,6	286	—	37,8	428	—

Die erfrorenen Blätter werden an der Luft bald schwarz. In einer Wasserstoffatmosphäre behielten die Blätter hingegen während der ganzen Versuchsdauer ihr grelles Gelb und begannen erst nach der Einführung von Sauerstoff sich schnell zu schwärzen.

B. Nach Zuckernahrung (Erfrorene Blätter).

Dauer des Versuches Stunden	3. Portion (8,2 g) Luftstrom			4. Portion (8,3 g) Wasserstoffstrom		
	Menge der CO ₂			Menge der CO ₂		
	in mg	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g	in mg	auf 100 g	in 1 Stunde auf 100 g
4	12,6	153	38,2	7,6	92	23,0
4	8,4	102	25,5	2,2	26	6,5
15	7,2	88	5,9	4,0	48	3,2
3	Spuren	—	—	13,6	163	54,3
6	—	—	—	7,6	92	15,3
15	—	—	—	4,4	53	3,5
47	28,2	343	—	39,4	474	—

Die Resultate dieses zweiten Teiles des Versuches sind auf Fig. 2 dargestellt.

Auf Grund dieses Versuches können wir folgende Schlüsse ziehen:

1. Wenn man nach dem Aufhören der Kohlensäureausscheidung in einer Wasserstoffatmosphäre Luft eintreten lässt, so beginnt von neuem eine starke Kohlensäurebildung. Die Summe der zuerst in Wasserstoff und dann an der Luft gebildeten Kohlensäure übersteigt beträchtlich die in parallelem Versuche an der Luft ausgeschiedene Kohlensäuremenge. Folglich wird durch die anaerobe Atmung das Material für die nachfolgenden Oxydationsprozesse vorbereitet.

2. Wider Erwarten scheiden die nach Zuckergabe abgetöteten etiolierten Blätter in einer Wasserstoffatmosphäre weniger Kohlensäure aus, als die nicht ernährten Blätter. Hieraus folgt, dass der in erfrorenen Blättern sich abspielende anaerobe Prozess der Kohlensäurebildung nichts mit der Alkoholgärung gemein hat. Diese Tatsache bietet einen neuen Stützpunkt für die Einführung einer besonderen Bezeichnung des Enzyms dieses anaeroben Prozesses der Karbonase. Ich will keineswegs die Möglichkeit der Alkoholbildung bei den höheren Pflanzen verneinen, glaube aber nur, dass sie eine Nebenrolle spielt und nicht als ein Fundamentalprozess bezeichnet werden kann.

3. Hingegen verstärkt die Einführung von Zucker die Oxydationsprozesse in erfrorenen Blättern.

Versuch III.

Etiolierte Blätter von *Vicia Faba* wurden in zwei Portionen geteilt. Eine Portion wurde unmittelbar erfroren. Die andere Portion wurde während sechs Tage in diffusem Lichte auf 10 pCt. Saccharose-lösung kultiviert und dann erfroren. Temperatur 18—19°. (Vergl. die Tabelle am Kopfe auf umstehender Seite 102.)

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Fig. 3 dargestellt. Sie sind folgende:

1. Mit Zucker und Licht ernährte etiolierte Blätter scheiden nach Erfrieren im sauerstofffreien Raume bedeutend weniger Kohlensäure aus, als erfrorene nicht ernährte, oder mit Zucker allein ernährte Blätter.

2. Nahrung mit Zucker und Licht verursacht eine gesteigerte Bildung von Oxygenase und Peroxydase.

Erfrorene Blätter.

Dauer des Versuchs Stunden	1. Portion (12,4 g) Ohne Zuckernahrung		Dauer des Versuchs Stunden	2. Portion (12,3 g) Nach Zucker- und Licht- nahrung	
	Menge der CO ₂			Menge der CO ₂	
	in mg	auf 100 g		in mg	auf 100 g
	Wasserstoffstrom			Wasserstoffstrom	
25	12,4	100	23	7,6	62
2 ¹ / ₂	0,0	—	2 ¹ / ₂	0,0	—
	Luftstrom			Luftstrom	
44	17,6	142	51	25,6	208
	Pyrogallol 20 ccm			Pyrogallol 40 ccm	
48	63,2	—	48	86,8	—
	Pyrogallol 10 ccm			Pyrogallol 10 ccm	
24	17,2	648	21	23,6	896
	H ₂ O ₂ 20 ccm			H ₂ O ₂ 20 ccm	
4 ¹ / ₂	22,8	—	2	37,2	—
20	13,6	293	25	17,6	445

Versuch IV.

Weizenkeime¹⁾ werden während zwei Stunden in Wasser gehalten. Dann 20 g Weizenkeime in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt. Temperatur 19°.

Lebende Weizenkeime.

Dauer des Versuchs	Menge der CO ₂	
	in mg	in einer Stunde
	Luftstrom	
1 ¹ / ₂ Stunden	23,8	15,9
	Wasserstoffstrom	
¹ / ₂ "	—	—
1 ¹ / ₂ "	20,0	13,3

Also scheiden lebende Weizenkeime in einer Wasserstoffatmosphäre weniger Kohlensäure aus als in der Luft.

$$\frac{J}{N} = \frac{13,3}{15,9} = 0,8.$$

1) Zu beziehen bei MAGGI, Zürich, Stadtmühle.

Versuch V.

Zwei Portionen je 10 g gequollener und dann erfrorener Weizenkeime. Temperatur 18°.

Erfrorene Weizenkeime.

Dauer des Versuchs	1. Luftstrom		2. Wasserstoffstrom	
	Menge der CO ₂		Menge der CO ₂	
	in mg	in 1 Stunde	in mg	in 1 Stunde
2 Stunden	21,2	10,6	16,8	8,4
4 "	23,2	5,8	16,0	4,0
15 "	56,0	3,7	28,6	2,0
52 "	27,8	0,5	45,6	0,8
24 "	Spuren	—	14,8	0,6
97 Stunden	128,2	—	121,8	—

Versuch VI.

Zwei Portionen je 15 g gequollener und dann erfrorener Weizenkeime. Temperatur 20—21°.

Erfrorene Weizenkeime.

Dauer des Versuchs	1. Luftstrom		2. Wasserstoffstrom	
	Menge der CO ₂		Menge der CO ₂	
	in mg	in 1 Stunde	in mg	in 1 Stunde
2 Stunden	17,6	8,8	22,6	11,3
2 "	14,4	7,2	15,6	7,8
2 "	14,0	7,0	12,8	6,4
3 "	14,8	4,9	14,4	4,8
15 "	38,4	2,6	40,4	2,7
9 "	16,4	1,8	20,0	2,2
20 "	15,2	0,8	19,6	1,0
19 "	7,6	0,4	8,4	0,4
72 Stunden	138,4	—	153,8	—

Auf Grund der beiden letzten Versuche folgt, dass erfrorene Weizenkeime wie an der Luft, so auch in sauerstofffreiem Raume gleiche Kohlensäuremengen ausscheiden.

Versuch VII.

Gequollene Weizenkeime wurden in zwei Portionen zu je 10 g geteilt. Eine Portion wurde erfroren. Beide Portionen wurden in einer Reibschale zerrieben und mit 40 ccm Pyrogallussäurelösung versetzt. Temperatur 18,5°.

1. Lebende Weizenkeime		2. Erfrorene Weizenkeime.	
Dauer des Versuches	Menge der CO ₂	Dauer des Versuches	Menge der CO ₂
22 Stunden	8,0 H ₂ O ₂ 10 ccm	23 Stunden	8,0 H ₂ O ₂ 10 ccm
1 „	48,0	4 „	62,0 H ₂ O ₂ 20 ccm
22 „	44,4 H ₂ O ₂ 20 ccm	5 „	38,8 H ₂ O ₂ 20 ccm
8 1/2 „	30,0 H ₂ O ₂ 20 ccm	39 „	41,6
39 „	22,0		
	144,4		142,4

Folglich sind die Weizenkeime sehr reich an Peroxydase, enthalten aber nur geringe Mengen von Oxygenase.

Versuch VIII.

Im Wasser gequollene Weizenkeime wurden in drei Portionen geteilt. Die dritte Portion wurde erfroren.

A. Lebende Weizenkeime.				B. Erfrorene Weizenkeime.			
Dauer des Versuches	1. Portion		2. Portion		Dauer des Versuches	3. Portion	
	Menge der CO ₂		Menge der CO ₂			Menge der CO ₂	
	in mg	mit 100 g	in mg	mit 100 g		in mg	mit 100 g
1 1/2 Stund.	Luftstrom 13,6 9,1		Wasserstoffstrom 11,2 7,5		3 1/2 Stund.	32,4	9,3
19 „			70,8	3,5	2 1/2 „	21,2	8,5
1 „			2,5	2,5			
2 „			Luftstrom 11,6 5,8				

Aus diesem Versuche folgt:

1. Man bemerkt keine gesteigerte Kohlensäureausscheidung von lebenden Weizenkeimen an der Luft nach langem Verweilen im

sauerstofffreien Raume. Diese Tatsache findet aller Wahrscheinlichkeit nach eine Erklärung im Mangel an Oxygenase.

2. Dieser Versuch zeigt ferner, wie stark die Atmungsenergie der durch niedrige Temperaturen abgetöteten Pflanzen ist. 10 g Weizenkeime schieden in einer Stunde folgende Mengen CO₂ aus:

- a) Lebende an der Luft 9,1 mg
- b) Lebende in Wasserstoff 7,5 „
- c) Erfrorene an der Luft 9,3 „

Da nun erfrorene Weizenkeime wie an der Luft, so auch in Wasserstoff die gleichen Mengen CO₂ ausscheiden, so folgt hieraus, dass erfrorene Keime in den ersten Stunden in einer Wasserstoffatmosphäre beträchtlich mehr CO₂ ausscheiden als lebende Keime. Hieraus folgt, dass die Tätigkeit der Atmungsenzyme im lebenden Organismus durch die Anforderungen des Organismus reguliert werden. Diese Regulierung hört mit dem Tode der Pflanze auf, und deshalb beginnen die Atmungsenzyme in den ersten Stunden nach dem Tode stärker zu arbeiten als beim Leben.

Versuch IX.

Am 13. November wurden 38 g der Blätter von *Plectogyne japonica* erfroren. Temperatur 17,5°.

	Wasserstoffstrom
24 Stunden	16,4 mg CO ₂
24 ^{1/2} „	Spuren
	Luftstrom
48 „	6,4 mg CO ₂

Die Resultate aller beschriebenen Versuche lassen sich in folgender, auf S. 106 wiedergegebener Tabelle zusammenstellen.

Zur grösseren Übersichtlichkeit sind auf Fig. 3 die Gesamtmengen der CO₂ in Milligramm dargestellt, die durch die Arbeit der Karbonase (H), der Oxydase (O), der Oxygenase nach Pyrogallolzusatz (PS) und endlich des Restes der durch die Oxygenase nicht verbrauchten Peroxydase (H₂O₂) nach Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd in erfrorenen Weizenkeimen (a), in etiolierten Bohnenblättern (b) und mit Zucker und Licht ernährten etiolierten Bohnenblättern (c) ausgeschieden werden.

Aus allen Versuchen ist ersichtlich, dass das Überwiegen des einen oder anderen Atmungsenzyms in Abhängigkeit von dem Entwicklungsstadium der Pflanze steht:

1. Die anaërobe Atmung herrscht in den embryonalen Organen vor und sinkt mit dem Übergang zum Stadium des aktiven Lebens. Es ist am schwächsten in Organen, die ihr Wachstum eingestellt haben.

Arbeit der verschiedenen Atmungsenzyme.

(Gesamtmenge der ausgeschiedenen Kohlensäure in Milligramm auf 100 g der Pflanzensubstanz.)

Pflanzen	Wasserstoff.	Luft.	Pyrogallol.	Pyrogallol + H ₂ O ₂	Summe von e + d Peroxydase
	a	b	c	d	e
Weizenkeime (Versuch VI)	1025	0	—	—	—
„ (Versuch V)	1282	0	—	—	—
„ (Versuch VII)	—	—	80	1424	1504
Etiolierte Blätter (Versuch II)	183	245	—	—	—
„ „ (Versuch III)	100	142	648	293	941
„ „ nach Zuckernahrung (Ver- such II)	166	308	—	—	—
Etiolierte Blätter nach Zucker- und Licht- nahrung (Versuch III).	62	208	896	445	1341
<i>Plectogyne japonica</i>	45	18	—	—	—

Dieser Schluss stimmt mit der Tatsache überein, dass nur die niederen Pflanzen, die gewissermassen ihr ganzes Leben im embryonalen Stadium bleiben, zu einer mehr oder weniger anaëroben Lebensweise befähigt sind.

2. Die Oxydase fehlt fast vollkommen in den embryonalen Organen. Sie tritt mit dem Übergange zum aktiven Leben auf, und ihre Menge vermindert sich in den Organen, die ihren Wuchs eingestellt haben.

3. Das Verhältnis der Kohlensäure der anaëroben Atmung zu der Kohlensäure der Sauerstoffatmung ($\frac{J}{N}$) ist in den untersuchten erfrorenen Pflanzen folgende:

I. Weizenkeime	$\frac{1281}{1281} = 1$
II. Etiolierte Bohnenblätter	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{183}{428} = 0,42 \\ \frac{100}{242} = 0,41 \end{array} \right.$
III. Etiolierte Bohnenblätter nach Zucker- nahrung (gelbe).	$\left\{ \frac{166}{474} = 0,33 \right.$
IV. Etiolierte Bohnenblätter nach Zucker- und Lichtnahrung (grüne)	$\left\{ \frac{62}{270} = 0,23 \right.$
V. Altes Blatt von <i>Plectogyne japonica</i>	$\frac{45}{63} = 0,71$

Folglich ist der Koeffizient $\frac{J}{N}$ in erfrorenen embryonalen Organen gleich 1, sinkt rasch mit dem Übergang zum Stadium des aktiven Lebens und steigt wieder in den Organen, die ihren Wuchs beendet haben.

4. Die Menge der Oxygenase ist in den embryonalen Organen minimal. Sie steigt mit dem Übergange zum Stadium des aktiven Lebens und sinkt in den Organen, die ihren Wuchs eingestellt haben.

Alle von mir ausgeführten Versuche beweisen, dass der als Atmung bezeichnete Gasumsatz eine der kompliziertesten Erscheinungen darstellt und als das Resultat aller durch die gemeinsame Arbeit mehrerer Enzyme bewirkten Vorgänge aufgefasst werden muss.

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Normale und anaërobe Atmung lebender etiolierter Blätter von *Vicia Faba*. *b* normale Atmung der nicht ernährten Blätter, *a* normale Atmung der mit Zucker ernährten Blätter, *d* anaërobe Atmung der nicht ernährten Blätter, *c* anaërobe Atmung der mit Zucker ernährten Blätter.
- * 2. Atmung nach der Zuckergabe erfrorener etiolierter Blätter von *Vicia Faba*. *ef* normale Atmung; *abcd* der erste Teil der Kurve (*ab*) anaërobe und der zweite Teil (*bcd*) der Kurve Oxydationsatmung.
- * 3. Arbeit der verschiedenen Atmungsenzyme. *a* Weizenkeime, *b* etiolierte Blätter, *c* mit Zucker und Licht ernährte etiolierte Blätter.

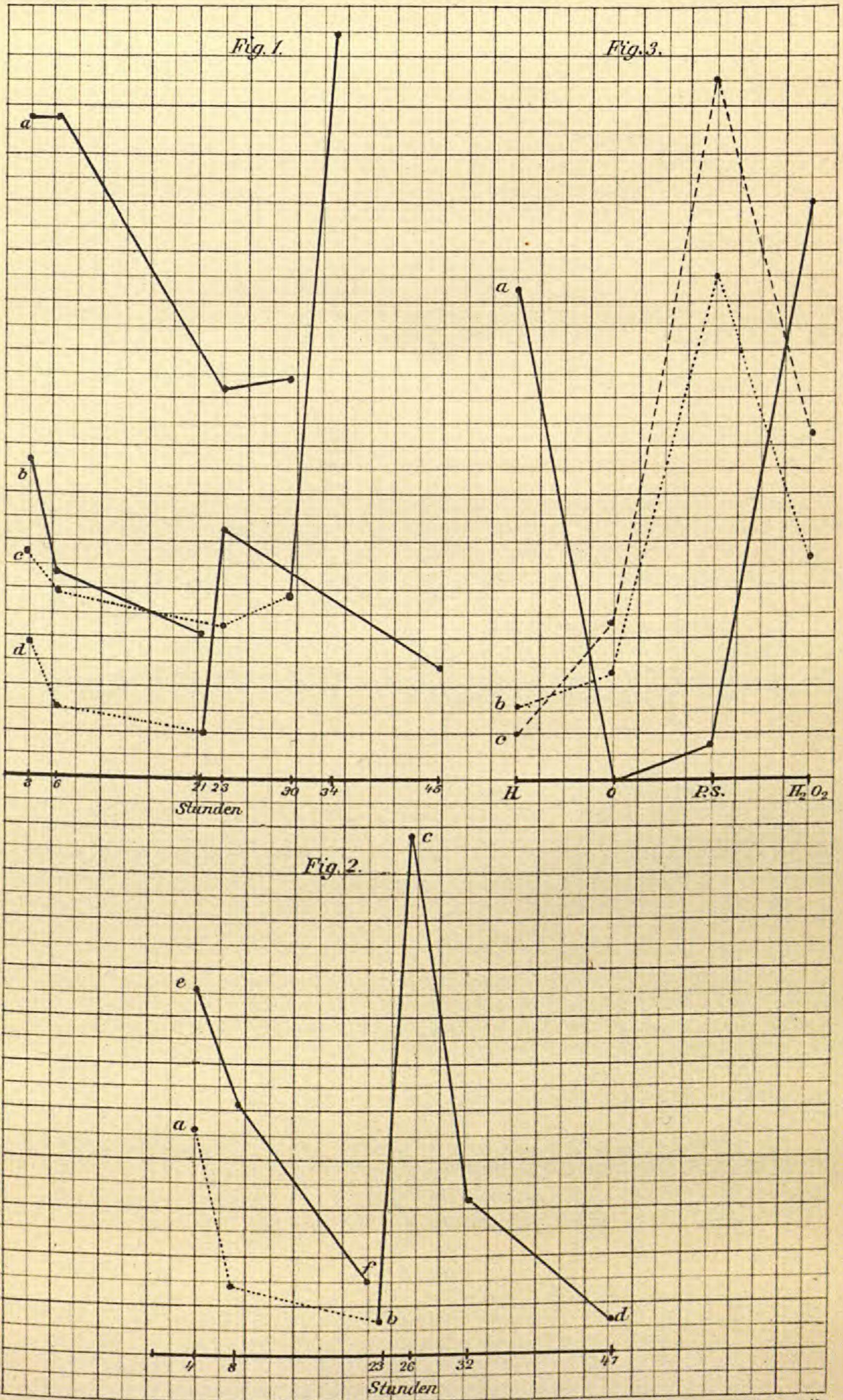
15. N. Gaidukov: Über Untersuchungen mit Hilfe des Ultramikroskopes nach Siedentopf.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 21. Januar 1906.

Mit Hilfe des Ultramikroskopes nach SIEDENTOPF und ZSIGMONDY wurden auf dem Gebiete der Physik und Chemie sehr wichtige Untersuchungen gemacht.¹⁾ Für botanische Untersuchungen ist diese

1) Vergl. H. SIEDENTOPF und R. ZSIGMONDY, Über Sichtbarmachung und Grössenbestimmung ultramikroskopischer Teilchen mit besonderer Anwendung auf Goldrubingläser (Ann. der Physik, Vierte Folge, Bd. 10, 1903). SIEDENTOPF, Ultramikroskopische Untersuchungen über Steinsalzfarbungen (Physik. Zeitschr. 6. Jahrg. 1905, Nr. 24). ZSIGMONDY, Zur Erkenntnis der Kolloide, Jena 1905. E. v. BEHRING,



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Palladin Wladimir Iwanowitsch

Artikel/Article: [Bildung der verschiedenen Atmungsenzyme in Abhängigkeit von dem Entwicklungsstadium der Pflanzen. 97-107](#)