

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 3.

Mars

1904.

- Sommaire:** 13. M. E. GODLEWSKI. Nouvelle contribution à l'étude de la respiration intramoléculaire des plantes.
14. MM. E. BANDROWSKI et AL. PROKOPECZKO. De l'action du benzol sur l'azoxybenzol en présence du chlorure d'aluminium.
15. M. HUGO ZAPAŁOWICZ. Remarques critiques sur la flore de la Galicie.
16. M. TAD. GARBOWSKI. Sur la transplantation blastomérique chez les oursins.
17. M. T. ESTREICHER. Détermination des chaleurs de vaporisation de l'oxygène et du bioxyde de soufre.
18. M. M. LIMANOWSKI. Sur la découverte d'un lambeau de recouvrement subtatique dans la région hauttatrique de Gładkie (monts Tatra).

Séance du lundi 7 Mars 1904.

PRÉSIDENCE DE M. E. GODLEWSKI.

13. M. E. GODLEWSKI m. t. **Dalszy przyczynek do znajomości oddychania śródcząsteczkowego roślin.** (*Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der intramolekularen Atmung der Pflanzen*). (*Nouvelle contribution à l'étude de la respiration intramoléculaire des plantes*).

Anschliessend an die vor drei Jahren von mir und Polzeniusz¹⁾ publizierte Arbeit, habe ich einige Versuche über die intramolekulare Atmung der Lupinensamen ausgeführt, deren Resultate nicht ohne Interesse sein dürften, umsomehr als auch der Umsatz der Eiweissstoffe während der intramolekularen Atmung untersucht wurde.

Da die Lupinensamen an Kohlenhydraten sehr arm, an Eiweissstoffen aber sehr reich sind, so war *a priori* zu erwarten, dass sie in reinem Wasser nur eine schwache intramolekulare Atmung äussern würden, dass aber die letztere bedeutend verstärkt werden würde, wenn man die Samen nicht in reines Wasser, sondern in eine vergärbare Zuckerlösung bringen würde. Aus diesem Grunde schienen die Lupinensamen ein günstiges Objekt für die Entschei-

¹⁾ Godlewski und Polzeniusz: „Über die intramolekulare Atmung von in Wasser gebrachten Samen und über die dabei stattfindende Alkoholbildung“. Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie. Avril, 1901.



dung der Frage zu bilden, welche Zuckerarten von den Samen am leichtesten aufgenommen und vergoren werden. Demnach habe ich bei meinen Versuchen drei Zuckerarten angewendet: Trauben-, Frucht- und Rohrzucker. Auch für das Studium des Eiweissumsatzes unter Sauerstoffabschluss bilden die Lupinensamen ein günstiges Objekt, da sie sehr reich an Eiweissstoffen sind und da bekanntlich der Umsatz derselben bei Luftzutritt bereits sehr eingehend studiert worden ist.

Die benutzten Apparate und die Art und Weise der Versuchsanstellung waren dieselben wie in unserer früheren Arbeit ¹⁾. 20 oder 25 Lupinensamen kamen mit 100 cc Wasser oder der entsprechenden Zuckerlösung in den Apparat, welcher zuvor samt der Lösung im Autoclaven sterilisiert wurde. Nach der Zusammenstellung wurde der Apparat mit einer Quecksilberluftpumpe evakuiert und sein Ableitungsröhrchen abgeschmolzen.

Da der auf diese Weise angestellte Versuch einerseits das Studium der Kohlensäure- und Alkoholbildung in den Samen, anderseits die Erforschung des Eiweissumsatzes, welcher in denselben gleichzeitig verlief, zum Gegenstand hatte, so werden wir die Untersuchungsergebnisse, welche sich auf diese beiden Prozesse beziehen, getrennt nach einander besprechen.

I.

Der Gang der intramolekularen Atmung und Alkoholbildung.

Untersuchungsmethode.

Um den Gang der Kohlensäurebildung bei der intramolekularen Atmung der Lupinensamen kennen zu lernen, wurde von Zeit zu Zeit das Quecksilberniveau in der Steigröhre des Apparates, der Barometerstand und die Temperatur abgelesen und daraus die entsprechenden Gasvolumina im Apparate berechnet. Der Versuch wurde jedesmal so lange fortgesetzt, bis das Gasvolumen im Apparate aufgehört hat zuzunehmen. Nach unseren früheren Versuchen war mit Sicherheit zu erwarten, dass das sich im Apparate ansammelnde Gas reine Kohlensäure war, um aber auch im vorliegenden Falle kein Zweifel darüber übrig zu lassen, wurde auch jetzt am Ende eines der Versuche das Gas in einen Eudiometer hinübergepumpt

¹⁾ I. c. S. 234.

und mit Kalilauge behandelt. Es verschwand bis auf ein kleines, unmessbares Bläschen, es war also in der Tat reine Kohlensäure.

Am Schlusse eines jeden Versuches wurde der Apparat geöffnet und die Lösung durch einen Trichter in einen Messkolben von 150 cc. gegossen, wobei die Samen am Trichter liegen blieben. Nun wurde der Kolben des Apparates einige Male rasch mit reinem Wasser nachgespült und das Waschwasser durch denselben Trichter in den Messkolben gegossen, so dass dadurch zugleich der an den Samen haftende Teil der Lösung in den Messkolben gespült wurde. Die Samen behielten nur denjenigen Teil der Lösung, welcher als Quellwasser innerhalb derselben enthalten war. Die Lösung in dem Messkolben wurde auf diese Weise mit dem Waschwasser bis auf die Marke angefüllt, stark geschüttelt und so für die Analyse fertig gestellt.

Abgemessene Portionen von 10 resp. 20 cc. dieser Lösung wurden zur Zuckerbestimmungen mit Fehlingscher Lösung nach der gravimetrischen Methode verwendet. War der Versuch mit Rohrzuckerlösung ausgeführt, so erfolgte die Zuckerbestimmung zunächst unmittelbar und dann nach dem Kochen mit verdünnter Salzsäure, um aus der Differenz zu ermitteln, inwieweit der Rohrzucker durch die Samen invertiert wurde.

Die Alkoholbestimmung wurde durch zweimalige Destillation von 100 cc. Lösung und durch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes des erhaltenen Destillates ausgeführt. Der Rückstand dieser Destillation hat für die Bestimmungen des Stickstoffs der aus den Samen durch die Lösungen ausgezogenen verschiedenen Stickstoffverbindungen gedient.

Sowohl die Zucker- wie die Alkoholbestimmung bedurfte einer kleinen Korrektur in Bezug auf den Teil der Lösung, welcher im Innern der Samen als Imbibitionsflüssigkeit blieb¹⁾. Zwecks dieser

¹⁾ Bei unseren früheren Versuchen war die Einführung dieser Korrektur überflüssig, weil wir dort für Alkohol- und Zuckerbestimmungen einen bestimmten Teil der Lösung direkt aus dem Apparate pipetiert haben und aus den entsprechenden Bestimmungen die Mengen des Alkohols resp. des Zuckers in der ganzen Lösung berechneten. Die Gesamtmenge der Lösung wurde aber dadurch ermittelt, dass man von dem Gewichte des Apparates mit Flüssigkeit und Samen das Gewicht des trockenen Apparates und der Trockensubstanz der Samen abzog. Demnach umfasste die auf diese Weise ermittelte Menge der Lösung auch denjenigen Teil derselben, welche in den gequollenen Samen enthalten war.

Korrektur wurden die Samen oberflächlich mit Fliesspapier abgetrocknet und sofort gewogen. Dieses frische Gewicht um das Trockengewicht der Samen vermindert, gab die Menge der Imbibitionsflüssigkeit. Die einzuführende Korrektur wurde unter der vielleicht nicht ganz strikten, aber jedenfalls annähernd zutreffenden Annahme berechnet, dass die Zusammensetzung der Imbibitionslösung der Samen dieselbe war wie die der Aussenlösung.

Zusammenstellung der Versuche.

Versuch I.

Am 13. August 1901 wurden 20 Lupinensamen, welche 2·882 gr wogen, und 100 cc Wasser in einen Apparat von 485 cc. Inhalt gebracht und der Apparat evakuiert.

Die Ablesungen der durch die intramolekulare Atmung der Samen gebildeten Kohlensäure sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

TABELLE I.

Tag der Ablesung	v' (abgelesenes Volumen)	b - b' - b'' (Druck in mm.)	t (Temperatur)	v (auf 0° und 760 mm. reduziertes Volumen)	V _w Kohlensäure in Wasser gelöst in E.	v Gesamt-Kohlensäure in cc.	Die von 1 gr. Samen in 24 Stunden gebil- dete Kohlensäure in cc.
15 August	389·49	0·6	24·0	0·28			
23 „	389·55	17·3	20·7	2·59	2·03	4·62	0·200
9 Oktober	390·26	71·5	16·5	34·65	9·03	43·52	0·303
18 „	390·16	72·0	18·0	34·68	8·83	43·51	0·000
22 „	390·15	72·1	17·8	34·75	8·88	43·63	0·000
2 Januar	390·16	73·7	17·5	35·38	9·16	44·54	0·000

v' abgelesenes Volumen.

b - b' - b'' Barometerstand — Quecksilbersäule in der Steigröhre 375 — Wasserdampfdruck.

Wir sehen, dass die Samen bereits Anfang Oktober, also nach 6 Wochen aufgehört haben, Kohlensäure zu bilden, und während

dreier weiteren Monaten kaum noch 1 cc. dieses Gases gebildet wurde.

Die ganze Menge des Wassers, in welchem die Samen verweilten, wurde zur Alkoholbestimmung benutzt. Nach zweimaliger Destillation erhielt man 50.02 gr des Destillates von 0.999736 sp. G., woraus sich die Menge des Alkohols zu 0.0849 gr berechnete.

Man erhielt also:

Kohlensäure	44.54 cc. =	0.0876 gr
Alkohol		0.0849 „
		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
		0.1725 gr

$$\text{CO}_2: \text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 100: 96.9$$

Versuch II.

Am 10. Jänner 1902 wurden zwei Apparate mit Lupinensamen zusammengestellt und evakuiert. Der eine Apparat enthielt 19 Stück Samen von 2.4392 gr und 100 cc. 2% Traubenzuckerlösung, der andere 20 Samen von 2.568 gr und 100 cc. destillierten Wassers.

Die Samen verweilten in den Apparaten bis zum 20. Oktober, also 9 Monate lang. Leider blieben nur die Samen in Glykoselösung während der ganzen Versuchszeit steril, im Apparate mit destilliertem Wasser blieb das letztere nur bis Mitte März, also während der ersten zwei Monate vollkommen klar, später wurde es durch Bakterienentwicklung trüb. Aus diesem Grunde hat man auch nur den steril gebliebenen Inhalt des Apparates mit Dextroselösung einer Analyse unterworfen.

Die Ablesungen der Gasvolumina in den Apparaten ergab folgendes:

Siehe Tabelle II, Seite 120.

Die Lösung aus dem Apparate mit Traubenzucker betrug nach dem Abwaschen des Apparates und der Samen 154.5 cc.

Aus 100 cc. dieser Lösung erhielt man nach zweimaliger Destillation 51.08 gr Destillat von 0.999184 sp. Gew., also von 0.424% Alkoholgehalt. Daraus berechnet sich für die ganze Lösung von 154.5 cc. 0.3346 gr Alkohol, dazu kommen 0.0098 gr in dem Imbibitionswasser der Samen, also zusammen 0.3444 gr Alkohol.

Demnach fand man:

TABELLE II.

Tag der Ablesung	Temperatur		v' cc.		b - b' - b'' mm.		v		CO ₂ gelöst cc.		V Gesamtkohlen- säure		CO ₂ pro 1 gr Samen in 24 Stun- den gebildet	
	Trauben- zucker	Wasser	Trauben- zucker	Wasser	Trauben- zucker	Wasser	Trauben- zucker	Wasser	Trauben- zucker	Wasser	Trauben- zucker	Wasser	CO ₂ Trauben- zucker	Wasser
16 Jänner	381.95	283.13	9.3	0.0	4.37	0.00	1.13	0.00	5.50	0.00	0.715	0.183	0.715	0.183
23 "	381.98	282.93	31.8	1.5	14.96	0.52	3.86	0.18	17.82	0.70	1.080	0.098	1.080	0.098
30 "	382.32	283.12	59.5	8.4	28.10	2.92	7.16	1.01	35.26	3.93	6.69	0.117	6.69	0.117
10 Februar	383.01	283.36	113.4	14.1	53.49	4.92	13.68	1.77	67.17	6.69	8.19	0.155	8.19	0.155
15 "	383.13	283.20	138.7	18.4	65.95	5.85	17.65	2.34	83.60	8.19	10.17	0.081	10.17	0.081
20 "	383.32	283.18	161.8	21.4	76.72	7.50	20.17	2.67	96.89	10.17	11.42	0.083	11.42	0.083
26 "	383.80	283.39	190.9	24.3	90.21	8.48	23.11	2.94	113.22	11.42	12.69	0.107	12.69	0.107
4 März	383.92	283.25	216.8	26.9	102.75	9.40	26.53	3.29	129.28	12.69	14.89	0.136	14.89	0.136
12 "	384.44	283.46	250.7	31.9	118.26	11.09	29.89	3.80	148.15	14.89	16.98	0.088	16.98	0.088
18 "	384.58	283.47	272.1	36.2	128.72	12.62	32.76	4.36	161.58	16.98	18.55	0.023	18.55	0.023
25 "	384.79	283.59	285.4	39.3	135.63	13.72	35.06	4.83	170.69	18.55	17.91	0.000	17.91	0.000
3 April	384.81	283.48	294.1	39.8	140.53	14.01	37.38	5.06	177.91	19.07	18.96	0.041	18.96	0.041
12 "	384.85	283.47	299.5	39.1	143.25	13.82	39.46	5.14	182.71	18.96	19.11	0.022	19.11	0.022
24 "	384.90	283.49	303.4	39.8	144.87	14.00	38.92	5.11	183.79	19.11	19.02	0.000	19.02	0.000
13 Juni	385.20	283.70	315.7	42.6	149.04	13.97	37.44	5.05	186.48	19.02	20.03	0.000	20.03	0.000
7 August	385.11	283.61	316.1	43.1	148.94	14.95	37.18	5.07	186.12	20.03	186.14	0.000	186.12	0.000
20 October	385.04	285.93	313.7	210.4	148.50	— ¹⁾	37.64	— ¹⁾	186.14	— ¹⁾	0.000	0.000	0.000	0.000

¹⁾ Wegen Trübwerden des Wassers durch Bakterienentwicklung hätte die Ablesung des Gasvolumens keine Bedeutung.

Alkohol	0·3444 gr
Kohlensäure 186·14 cc.	= 0·3660 „
	<u>0·7104 gr</u>

$$\text{CO}_2 : \text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 100 : 94\cdot0$$

Die Traubenzuckerbestimmung in der Lösung ergab:

20 cc. gaben 0·3737 Cu = 0·1079 Dextrose, also in 154·5 cc.	1·527 gr
dazu Dextrose in 2·943 gr Imbibitionswasser	<u>0·045 „</u>
	1·572 gr

Da die ursprüngliche Lösung am Anfange des Versuches 1·906 gr Dextrose enthielt, so wurde durch die Samen 1·906—1·572 = 0·334 gr Traubenzucker aus der Lösung vergoren. Da die Summe von Alkohol und Kohlensäure 0·7104 gr betrug, so sehen wir, dass nur ungefähr die Hälfte der Gärungsprodukte auf Kosten des hinzugefügten Traubenzuckers gebildet wurde, für die andere Hälfte dieser Produkte mussten aber die Kohlehydrate der Samen selbst (wahrscheinlich Lupeose und Paragalactan) das Material geliefert haben.

Versuch III.

Am 11. April hat man 3 Apparate mit je 25 Lupinensamen und 100 cc. nahezu 3% Zuckerlösungen zusammengestellt und evakuiert. Der eine dieser Apparate enthielt in der Lösung Traubenzucker, der zweite Rohr- und der dritte Fruchtzucker. Da es sich bei dem Versuche II herausstellte, dass die angewandten Lupinensamen ausserordentlich schwer quellbar waren, so dass erst nach etwa 6 Wochen alle Samen gequollen waren, so wurde bei diesem Versuche die Testa eines jeden Samens mit einer starken Nadel angestochen. Um dabei der Gefahr einer Infektion vorzubeugen, wurde die Nadel in der Flamme sterilisiert und die Operation in Sublimatlösung vorgenommen. Der Zweck dieser Operation war vollkommen erreicht, da innerhalb der ersten Woche des Versuches sämtliche Samen gequollen waren. Selbstverständlich wurden auch die Apparate samt den Lösungen in üblicher Weise im Autoclaven sterilisiert. Bei der Sterilisation eines jeden Apparates hat man nebenbei auch noch in einem kleinen mit Baumwollpfropfen geschlossenen Kölbchen eine abgemessene Menge derselben Lösung, welche im Apparate enthalten war, gehalten. Sie diente

zur nachträglichen Bestimmung des Zuckergehaltes der Lösung. Auf diese Weise hatte man auch eine Kontrolle darüber, ob der Rohrzucker bei der Sterilisation der Lösung nicht in namhafter Menge invertiert worden ist. Die Bestimmung ergab, dass die Lösung in dem Apparate mit Rohrzucker nach der Sterilisation 2·964 gr Rohr- und 0·06 gr Invertzucker enthält. Die Ablesungen der Gasvolumina ergaben folgende Resultate:

Siehe Tabelle III, Seite 123.

Die Tabelle enthält die Ablesungen der Kohlensäurebildung in dem Apparate mit Traubenzucker nur bis zum 5. Mai, da nur bis zu dieser Zeit die Lösung in diesem Apparate vollkommen klar blieb; am 16. Mai bemerkte ich schon eine leichte Trübung derselben, welche sich später vergrösserte, so dass der Apparat von der weiteren Beobachtung und Analyse wegen der auf diese Weise sich äussernden Infektion seines Versuchsmateriales ausgeschlossen werden musste.

Seit dem 3. Juni wurden keine Ablesungen mehr vorgenommen, da kein deutliches Sinken des Quecksilberniveaus mehr in den Steigröhren zu beobachten war.

Als ich am 2. Jänner die letzte Ablesung vor dem Öffnen des Apparates mit Rohrzucker zwecks Analyse seines Inhaltes vornehmen wollte, fand ich die Spitze seines Leitröhrchens abgebrochen und das Quecksilber in der Steigröhre an gleicher Höhe wie im äusseren Gefässe. Da man ein Tag vorher den Apparat noch in Ordnung gefunden hatte und die Lösung beim Öffnen des Apparates vollkommen klar war, so waren keine Zersetzungen des Versuchsmaterials infolge einer zufälligen Infektion zu befürchten, es bestand also kein Anlass, auf die Analyse des Versuchsmaterials zu verzichten. Es war dies ein wahrscheinlich durch Ungeschicklichkeit des Dieners verursachter Zufall, welcher insofern unangenehm war, als man die Ablesung des Gasvolumens am Schlusse des Versuches nicht vornehmen konnte; auch entsprach die letzte im Juni gemachte Ablesung wahrscheinlich noch nicht der ganzen während des Versuches ausgeschiedenen Kohlensäuremenge.

Die Ablesung der Kohlensäuremenge im Apparat mit Fruchtzucker des Januars stimmt vollständig mit der Ablesung vom 26. Mai überein, man kann demnach nicht zweifeln, dass seit dieser Zeit keine Kohlensäurebildung mehr hier stattfand und die an-

TABELLE III.

Tag der Ablesung	Temperatur	v' cc.			b—b'—b'' mm.			v cc.			CO ₂ in der Lösung			V Gesamt Kohlensäure cc.			CO ₂ pro 1 gr Samen in 24 Stunden in 24 Stunden den gebildet cc.			
		Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	Trauben-zucker	Frucht-zucker	Rohr-zucker	
13 April	13.4	384.83	273.27	285.28	187	8.7	2.0	9.00	2.98	0.71	3.18	1.18	0.27	12.18	4.16	0.98	—	—	—	
16 "	15.2	385.13	273.48	285.38	50.2	30.6	13.9	24.11	10.42	4.94	6.60	4.03	1.83	30.71	14.15	6.77	1.81	4.1007	0.469	
19 "	14.7	385.64	273.97	285.70	86.0	52.1	30.2	41.42	17.80	10.77	11.43	6.92	4.01	52.85	24.72	14.78	2.168	1.006	0.784	
21 "	15.7	385.81	274.03	285.76	109.9	63.7	41.5	52.75	21.70	14.74	14.18	8.21	5.35	66.93	29.91	20.09	2.555	0.762	0.780	
24 "	15.7	386.33	274.38	286.03	148.5	81.9	64.3	71.31	27.96	22.88	19.15	10.56	8.29	90.46	38.52	31.17	2.304	0.843	1.084	
28 "	19.0	386.95	274.85	286.37	223.2	128.2	100.3	106.95	43.62	35.60	26.85	15.43	12.07	133.80	59.05	47.67	3.182	1.507	1.212	
1 Mai	20.9	387.49	275.24	286.71	262.4	145.6	116.9	123.57	48.72	40.74	38.18	17.05	13.69	161.75	65.77	54.43	2.737	0.658	0.662	
5 "	22.1	388.22	275.87	287.23	326.5	187.0	157.1	154.33	62.79	54.89	37.32	21.40	17.98	191.64	84.19	72.87	2.195	1.355	1.354	
16 "	19.4	—	—	276.68	288.26	—	257.1	254.1	—	87.40	89.99	—	30.77	30.41	—	118.17	120.04	—	0.907	1.269
21 "	19.4	—	—	276.82	288.59	—	267.3	284.9	—	90.90	101.00	—	32.00	34.11	—	122.90	135.11	—	0.278	0.842
26 "	18.4	—	—	276.96	288.96	—	273.9	312.5	—	93.49	111.30	—	33.34	38.04	—	126.83	149.33	—	0.231	0.835
3 Juni	19.9	—	—	277.20	289.67	—	290.2	370.5	—	98.65	131.65	—	34.35	44.02	—	133.00	175.67	—	(?)	0.967
12 Jänner	19.0	—	—	277.10	—	—	274.0	—	—	93.40	—	—	32.99	—	—	126.39	—	—	0.000	—

gebliche Zunahme des Gasvolumens in der Ablesung vom 3. Juni offenbar auf einem Ablesungsfehler beruht. Die letzte Ablesung vom Jänner wurde mehrfach kontrolliert, ist also vollkommen sicher.

Bei der Analyse wurden die Lösungen mit Waschwasser auf je 150 cc. aufgefüllt. Die Alkoholbestimmungen in je 100 cc. vorgekommen ergaben folgendes:

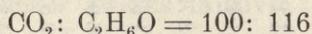
In Rohrzuckerlösung: Aus 100 cc. sammelte man nach zweifacher Destillation 44.898 gr des Destillates von S. G. 0.99883, also 0.58085% Alkoholgehalt, woraus sich für die ganze Lösung 0.3192 gr ergibt. Dazu in 4.286 Imbibitionswasser 0.0167 gr, also im ganzen 0.4079 gr Alkohol.

In Fruchtzuckerlösung: Destillat 46.623 gr von S. G. 0.999545, also 0.241% Alkoholgehalt, woraus sich für die ganze Lösung 0.1686 gr, für Imbibitionswasser (5.17 gr) 0.0087, also im ganzen 0.1773 gr Alkohol ergibt.

Demnach haben die Lupinensamen gebildet:

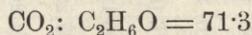
In Rohrzuckerlösung:

Kohlensäure (Ablesung von Juni) 176.67 cc. = 0.3454 gr ¹⁾	
Alkohol	0.4079 „
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 0.753 gr



In Fruchtzuckerlösung:

Kohlensäure ¹⁾ 126.39 cc. = 0.2485 gr	
Alkohol	0.1773 „
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 0.4258 gr



Die Zuckerbestimmungen (Mittelzahlen aus je zwei Bestimmungen) ergaben folgende für die ganze Menge der Lösung berechnete Zahlen.

Lösung mit Rohrzucker.

Die erhaltenen Kupfermengen wurde auf Invertzucker berechnet und die Korrektur für die Zuckermengen in der Imbibitionsflüssigkeit der Samen angebracht:

¹⁾ Möglicherweise war diese Kohlensäuremenge am Schlusse des Versuches etwas grösser.

Die Lösung unmittelbar mit Fehlingscher Flüssigkeit gekocht	2·708 gr
Die Lösung nach dem Kochen mit Salzsäure mit Fehlingscher Flüssigkeit gekocht	2·668 gr

Die Lösung enthielt also am Schlusse des Versuches kein Rohrzucker mehr. Am Anfange enthielt die Lösung 2·894 gr Rohrzucker und 0·06 gr. Invertzucker, was zusammen einer Menge von $3·046 + 0·06 = 3·106$ gr Invertzucker entspricht.

Die Samen haben also $3·106 - 2·708 = 0·398$ gr Invertzucker vergoren. Da sie aber 0·4079 gr Alkohol und 0·3454 gr Kohlensäure, also 0·7533 gr Gärungsprodukte gebildet haben, so stammte nur ungefähr die Hälfte dieser Produkte aus der Zuckerlösung, die andere Hälfte wurde aus den Kohlenhydraten der Lupinensamen selbst gebildet.

Lösung mit Fruchtzucker.

Der Fruchtzucker aus dem erhaltenen Kupfer berechnet (Korrektur für die Imbibitionsflüssigkeit miteinbegriffen) 3·098 gr. Die ursprüngliche Lösung enthielt 3·08 gr. Es fand also keine Zuckerabnahme statt ¹⁾.

Aus diesem Resultate konnte man schliessen, dass Fruchtzucker überhaupt nicht von den Lupinensamen aufgenommen wurde und dass in dem Apparate mit Fruchtzucker die Alkohol- und Kohlen-

¹⁾ Da dieses Resultat ziemlich sonderbar erscheinen muss, so mögen hier die analytischen Daten angegeben werden.

Lösung am Anfange des Versuches: 50 cc. auf 150 cc. verdünnt.

25 cc. dieser Lösung mit Fehlings Lösung gekocht, gaben	0·4363 Cu = 0·2563 Fruktose
" " " " " " " " " "	0·4375 Cu = 0·2571 "
	<u>im Durchschnitt 0·2567 Fruktose</u>

woraus 50 cc. der unverdünnten Lösung 1·54 gr, also für 100 cc. der Lösung im Apparate am Anfange des Versuches 3·08 gr ergeben.

Lösung am Ende des Versuches.

Die ganze Lösung aus dem Apparate mit Waschwasser auf 150 cc. verdünnt.

10 cc. mit Fehlings Lösung gekocht gab	0·3405 gr Cu = 0·1954 Fruktose
" " " " " " " " " "	0·3430 gr Cu = 0·1968 "
	<u>im Durchschnitt 0·196 Fruktose,</u>

also in 150 cc. 2·941 gr

in 5·17 gr Imbibitionsflüssigkeit in den Samen 0·157 "

zusammen 3·098 gr

säurebildung ausschliesslich auf Kosten der Kohlehydrate der Samen selbst vor sich ging. Gegen eine solche Annahme spricht aber der Umstand, dass diese Samen in Fruchtzuckerlösung bedeutend mehr Kohlensäure entwickelt und Alkohol gebildet haben als in reinem Wasser. Diese Erscheinung durch reine Reizwirkung des Fruchtzuckers erklären zu wollen, möchte ich nicht wagen, wahrscheinlicher erscheint die Annahme, dass der Fruchtzucker selbst teilweise von den Samen vergoren wurde, dass aber später durch Inversion der Kohlehydrate der Samen eine gewisse Menge von Glykosen gebildet wurde, welche namentlich nach dem Tode der Samen aus denselben in die Lösung diffundierten. Wäre diese Interpretation richtig, so müsste die Zuckerlösung im Apparate am Ende des Versuches nicht aus reiner Fruktose bestehen, sondern es müssten ihr noch andere Glykosen beigemischt sein. Da die Kohlehydrate der Lupinensamen hauptsächlich aus Lupeose und Paragalactan bestehen, welche durch Inversion vorwiegend rechtsdrehende Glykosen, wie Galaktose und Arabinose liefern, so musste sich die Anwesenheit dieser Glykosen in der Lösung durch Verminderung der linksdrehenden Eigenschaft derselben kundgeben. Das war nun wirklich der Fall.

Die Linksdrehung der Lösung betrug in einem 20 cm langen Rohre — 3·04, da nun 150 cc. Lösung nach der Analyse 2·941 gr, also 1·9606% Fruchtzucker enthielt, so berechnet sich daraus $\alpha^D = -77\cdot5^\circ$, während dieselbe für reinen Fruchtzucker $\alpha^D = -93^\circ$ beträgt. Da der von mir für den Versuch benutzte Fruchtzucker syrupförmig, also möglicher Weise bereits verunreinigt war, so habe ich sein spezifisches Drehungsvermögen noch besonders bestimmt.

Eine Lösung dieses Fruchtzuckers, welche nach der gravimetrischen Bestimmung mit Fehlingscher Flüssigkeit 6·06% Fruktose enthielt, zeigt in einem Rohr von 20 cm eine Drehung von — 10·83°. Daraus berechnet sich $\alpha^D = -89\cdot4^\circ$. Es fand also eine deutliche Verminderung von α^D statt.

Schlussfolgerungen.

Überblicken wir die Zahlen aus allen drei Versuchen, so ist aus denselben folgendes zu entnehmen:

Die Zahlen zeigen zunächst, dass die Lupinensamen in reines Wasser gebracht eine nur sehr schwache intramolekulare Atmung

im luftleeren Raume entwickeln, während eine künstliche Ernährung dieser Samen mit verschiedenen Zuckerarten diese intramolekulare Atmung in sehr hohem Grade steigert.

So haben die Lupinensamen pro 1 gr Trockensubstanz im ganzen gebildet:

TABELLE IV.

	Kohlensäure		Alkohol in gr
	in cc	in gr	
in Wasser Versuch I	16·87	0·0332	0·0322
„ „ Versuch II	8·14	0·0160	—
in Traubenzuckerlösung 2 ⁰ / ₁₀ Versuch II . .	83·30	0·1638	0·1541
in Traubenzuckerlösung 3 ⁰ / ₁₀ Versuch III .	61·42 ¹⁾	0·1207 ¹⁾	—
in Fruchtzuckerlösung 3 ⁰ / ₁₀ Versuch III . .	40·51	0·07965	0·0568
in Rohrzuckerlösung 3 ⁰ / ₁₀ Versuch III . . .	56·30	0·1107	0·1307

Diese Zahlen sind schlagend, sie zeigen, dass dem Lupinensamen ebenso wie dem Erbsensamen die Fähigkeit zur intramolekularen Atmung im hohem Grade zukommt, es fehlt ihnen nur an geeignetem Materiale, welches intramolekular veratmet werden könnte. Wird ihnen dieses Material geliefert, so äussert sich ihre intramolekulare Atmung nur wenig schwächer als bei den Erbsensamen.

Verschiedene Zuckerarten sind für die intramolekulare Atmung der Lupinensamen als Material keineswegs gleichwertig. Von den drei benutzten Zuckerarten bildet das beste Atmungsmaterial Traubenzucker, ein viel weniger geeignetes Fruchtzucker; Rohrzucker wird als solcher für die intramolekulare Atmung wahrscheinlich überhaupt nicht verwertet, er wird aber von den Lupinensamen ebenso leicht invertiert wie von den Erbsensamen. Auch fanden wir nach dem Schlusse des Versuches III keinen Rohrzucker in der Lösung mehr, derselbe war gänzlich invertiert. Der Gang der Kohlensäurebildung im Versuche III entspricht vollkommen dem eben gesagten. Vom Anfänge des Versuches an war

¹⁾ Bevor die Lösung trüb zu werden anfing.

die Kohlensäurebildung in dem Apparate mit Traubenzucker bedeutend stärker als in den beiden anderen. In den drei ersten Wochen des Versuches, in denen nicht die mindeste Trübung der Lösung im Apparate mit Traubenzucker zu bemerken war, haben die Lupinensamen in der Traubenzuckerlösung mehr als doppelt so viel Kohlensäure gebildet als in der Frucht- und der Rohrzuckerlösung. Sehr charakteristisch sind die Unterschiede in dem Gange der Kohlensäurebildung in der Frucht- und Rohrzuckerlösung. Es ist einleuchtend, dass dieser Gang in der Rohrzuckerlösung auf das innigste mit der fortschreitenden Inversion desselben zusammenhängen muss. Dementsprechend überwog die Kohlensäurebildung in der Fruchtzuckerlösung in der ersten Woche ganz bedeutend diejenige in der Rohrzuckerlösung, in der zweiten und dritten Woche war sie in beiden Lösungen nahezu gleich. in der vierten und später war sie aber in der Rohrzuckerlösung bedeutend stärker. Auch die Dauer der Kohlensäurebildung bis zu ihrem Aufhören hing davon ab, in welcher Lösung die Samen verweilten. Im Versuche II, welcher am 16. Jänner anfang, dauerte die Kohlensäurebildung im Wasser bis zum 3. April, also 11 Wochen, in der Dextroselösung war sie am 24. April, also nach 14 Wochen, noch nicht beendet. Im Versuche III, welcher am 13. April begann, dauerte die Kohlensäurebildung in der Fruchtzuckerlösung bis zum 26. Mai, also nur 6 Wochen, in der Sacharoselösung wurde sie am 3. Juni, also nach 7 Wochen, noch nicht gänzlich abgeschlossen. Der grosse Unterschied in der Dauer der Kohlensäurebildung zwischen dem Versuche II und III ist eigentlich nur ein scheinbarer, er beruht darauf, dass die Testen der Samen bei dem Versuche III angestochen waren, bei dem Versuche II aber nicht, infolge dessen war die Quellung der Samen in dem Versuche III innerhalb der ersten paar Tage beendet, wogegen in dem Versuche II die Quellung ausserordentlich langsam und ungleichmässig erfolgte, so dass sie kaum nach 6 Wochen beendet war. Es ist demnach einleuchtend, dass im Versuche III alle Samen nahezu gleichzeitig angefangen und aufgehört haben, Kohlensäure zu bilden, im Versuche II aber haben die zuerst gequollenen zu atmen angefangen und aufgehört als die härteren, später gequollenen, und wenn diese letzten erst etwa 6 Wochen nach der Zusammenstellung des Apparates Kohlensäure zu bilden begonnen haben, so darf auch der Umstand nicht befremden, dass 10 Wochen nach dem

Anfange des Versuches die Kohlensäurebildung noch nicht abgeschlossen war. Auch ist aus dem gesagten leicht verständlich, dass die pro 1 gr und 24 Stunden für Kohlensäurebildung berechneten Zahlen im Versuche II bedeutend kleiner ausgefallen sind als im Versuche III. Massgebend für die Energie der intramolekularen Atmung sind eigentlich nur die Zahlen des Versuches III, denn nur in diesem Versuche haben alle Samen gleichzeitig und gleichmässig geatmet, so dass die Berechnung einer Mittelzahl für 1 gr Samen wirklich berechtigt war.

Was die chemische Natur der intramolekularen Atmung der Lupinensamen anbetrifft, so zeigen die Alkoholbestimmungen, dass dieser physiologische Prozess auch hier ebenso wie bei Erbsensamen oder Rübenwurzeln¹⁾ mit der alkoholischen Gärung identisch ist oder wenigstens der Hauptsache nach auf derselben beruht. Etwas abweichend schien sich die intramolekulare Atmung der Lupinensamen in Fruktoselösung zu verhalten. Die Alkoholmenge war hier bedeutend kleiner gefunden, als nach der Gleichung der Alkoholgärung aus der ausgeschiedenen Kohlensäuremenge zu erwarten war (71 Alkohol auf 100 Kohlensäure). Da aber nur ein einziger Versuch vorliegt, so ist ein zufälliger Fehler in der Bestimmung des Alkohols nicht ausgeschlossen, wenn auch wenig wahrscheinlich. Möglich ist auch, dass hier eine teilweise Esterifikation des gebildeten Alkohols vorlag, um so mehr, als die Flüssigkeit nach der Öffnung des Apparates im ersten Momente ganz eigentümlich nach Terpentin und bald darauf nach Obst roch. Diese Beobachtung, dass unter gewissen Bedingungen (hier in der Fruchtzuckerlösung) das Verhältnis von CO_2 : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ bei intramolekularer Atmung mancher Samen breiter als normal wird, steht übrigens nicht vereinzelt da, dasselbe hat unlängst Nabokich²⁾ an Erbsensamen, welche in einer verdünnten Milchsäurelösung verweilten, sowie an in Wasser oder Glykoselösung liegenden Ricinusamen beobachtet.

Soweit ich Nabokich aus seiner vorläufigen Mitteilung nicht missverstanden habe, ist er der Meinung, dass das Verhältnis

¹⁾ Stoklassa, Jelinek und Wittek, „Der anaerobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gärung“. Separatabdruck aus „Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie“ Band III, Heft 11, 1903.

²⁾ Nabokich, „Über die intramolekulare Atmung der höheren Pflanzen“, vorläuf. Mitt. Berichte der deut. bot. Gesellsch. 1903, B. XXI, S. 467.

$\frac{\text{CO}_2}{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}}$ dann breiter als normal wird, wenn nicht Kohlenhydrate, sondern organische Säuren verarbeitet werden.

Ich will nun die Möglichkeit einer Verarbeitung der organischen Säuren bei der intramolekularen Atmung und sogar der Alkoholbildung aus denselben nicht bestreiten, bewiesen scheint mir aber diese Verarbeitung durch die Versuche Nabokichs noch nicht zu sein. Ich möchte nämlich darauf hinweisen, dass das Breiterwerden des Verhältnisses $\text{CO}_2 : \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ auch durch Esterifikation des gebildeten Alkohols verursacht werden konnte, wobei natürlich auch eine Abnahme der Acidität des umgebenden Mediums erfolgen musste.

Ein weiteres interessantes Ergebnis unserer Versuche liegt in der Beobachtung, dass die Abnahme des Traubenzuckers oder des aus der Inversion des Rohrzuckers stammenden Invertzuckers in der Lösung, in welcher die Lupinensamen verweilten, kaum der Hälfte der gefundenen Produkte der intramolekularen Atmung der Lupinensamen entspricht, ja bei dem Versuche mit Fruchtzucker hat die Lösung am Zuckergehalt gar nicht abgenommen.

Aus dieser Beobachtung folgt, dass wenigstens die Hälfte der von den in den Zuckerlösungen liegenden Lupinensamen gebildeten Kohlensäure und des Alkohols auf Kosten der Reservekohlenhydrate der Samen selbst entstanden sein musste. Zieht man sie von der Menge des aus der Lösung verschwundenen Zuckers ab, so findet man, wieviel von diesen Produkten auf die eigenen Kohlehydrate der Samen entfällt. Die Rechnung ergibt dann, dass 1 gr Samen aus den eigenen Kohlehydraten folgende Mengen Kohlensäure + Alkohol gebildet hat:

im Wasser, Versuch I.	0.0654
in Traubenzuckerlösung Versuch II.	0.3179—0.1495 0.1684
„ Rohrzuckerlösung Versuch III.	0.2414—0.1092 0.1322
„ Fruchtzuckerlösung Versuch III.	0.1364—0.0000 0.1364

Wir sehen, dass die Lupinensamen, welche in Zuckerlösungen verweilten, wenigstens doppelt so viel von ihren eigenen Kohlehydraten in Alkohol und Kohlensäure verarbeitet haben als diejenigen, welche in reinem Wasser gelegen hatten.

Aus diesem Resultate ist zu folgern, dass die durch Zuckerernährung verstärkte intramolekulare Atmung eines Lupinensamens

ihm seine eigenen Kohlenhydrate zugänglicher macht, und zwar wahrscheinlich dadurch, dass sie die Bildung der invertierenden Enzyme vermittelt. Daraus folgt weiter, dass die durch intramolekulare Atmung frei werdende Energie auch bei den Phanerogamen für manche physiologische Prozesse in sichtbarer Weise verwendet wird.

Für diese Verwertung der Energie der intramolekularen Atmung bei den Lupinensamen haben wir noch ein anderes Beispiel in unseren Versuchen beobachtet, nämlich die Keimung einzelner Samen in Zuckerlösungen.

Bekanntlich hat schon Nabokich¹⁾ an verschiedenen Objekten, wie Keimlingen von *Zea*, *Pisum*, *Helianthus* etc. nachgewiesen, dass ein gewisses Wachstum der höheren Pflanzen in sauerstofffreiem Raume möglich ist, namentlich dann, wenn man sie mit Zucker ernährt; eine Keimung der Samen ohne Sauerstoff wurde aber, so viel ich weiss, bisher nicht beobachtet.

Auch in unseren zahlreichen Versuchen mit *Pisum* haben wir nie eine deutliche Keimung in einem sauerstofffreien Raume beobachtet, auch dann nicht, wenn die Samen in Zuckerlösung verweilten.

Nun ergab sich bei den vorliegenden Versuchen mit Lupinensamen, dass in reinem Wasser keine Spur der Keimung an irgend einem Samen zu beobachten war, das Gleiche betrifft auch die Samen, welche in Fruchtzuckerlösung verweilten. Aber schon in der Rohrzuckerlösung ist von 25 für den Versuch III benutzten Samen einer zur Keimung gelangt und von Samen, welche bei demselben Versuche in Traubenzuckerlösung lagen, haben 9 gekeimt; auch im Versuche II keimten von 19 Samen 4 in Dextroselösung. Das Wachstum der aus der Testa hervorgetretenen Wurzeln war eine sehr träge, doch erlangten sie endlich eine Länge von etwa 3 bis 6 mm.

Es ist charakteristisch, dass diejenige Zuckerart, welche am besten von den Lupinensamen vergoren wurde, auch am leichtesten die Samen zur Keimung brachte. Es kann also wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diese Keimung unter Sauerstoffabschluss auf das innigste mit der sich auf Kosten des dargebotenen Zuckers

¹⁾ Nabokich, „Wie die Fähigkeit der höheren Pflanzen zum anaëroben Wachstum zu beweisen und zu demonstrieren ist? Berichte der deut. bot. Gesell. 1901, Band XIX, S. 222.

abspielenden intramolekularen Atmung zusammenhing. Auch bei den Versuchen von Nabokich ist anzunehmen, dass das von ihm in einem sauerstofffreien Medium beobachtete Wachstum verschiedener Pflanzenteile nur dadurch möglich wurde, dass die Zuckerlösung, in welcher diese Pflanzenteile lagen, ihnen ein geeignetes und reichliches Material für intramolekulare Atmung bot.

Es mögen noch in diesem Abschnitte einige Worte der sowohl in methodischer, als sachlicher Hinsicht verdienstvollen Arbeit Polowcows¹⁾ gewidmet werden. Für unsere Frage kommt diese Arbeit ganz besonders insofern in Betracht, als Polowcow den Einfluss der Zuckerlösungen auf die Atmung der Samen, und zwar auch der Lupinensamen bei Luftzutritt studiert hat. Die musterhaft unter allen Kautelen der Asepsis ausgeführten Versuche ergaben, dass die Zuckerfütterung der Samen in ihren ersten Keimungsstadien nicht nur ihre Atmungsenergie bedeutend gesteigert, sondern auch das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ abgeändert hat. Es zeigte sich nämlich, dass die mit Zucker gefütterten Lupinensamen in ihren ersten Keimungstagen bedeutend mehr Kohlensäure ausgeschieden, als Sauerstoff aufgenommen hatten, während bei den Samen, welche auf rein mineralischer Lösung lagen, eher das Gegenteil zu beobachten war.

Das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ erreichte bei den ersten = 2 oder = 3, während es bei den letzten immer < 1 war.

Ähnlich verhielten sich auch die Mais-, Erbsen- und Weizensamen, aber mit dem wichtigen Unterschiede, dass das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ bei ihnen am Anfange des Versuches auch dann > 1 war, wenn die Samen kein Zucker bekamen, sondern auf reiner Knopscher Lösung lagen.

Es ist einleuchtend, dass Polowcow es hier überall mit der intramolekularen Atmung, welche neben der normalen stattfand, zu tun hatte. Bei den an Kohlehydraten armen Lupinensamen äusserte sich diese intramolekulare Atmung nur in dem Falle, wenn sie mit Zucker gefüttert wurden, bei den stärkereichen Erbsen-,

¹⁾ Половцовъ „Исслѣдованія надъ дыханіемъ растений“ Ser. Abd. am „Записки императорской академіи наукъ VIII Ser. B. XII 1901.

Weizen- und Maissamen auch beim Liegen in rein mineralischer Lösung.

Die Ursache, dass sich die intramolekulare Atmung in den Połowcow'schen Versuchen äussern musste, lag schon in diesem Umstande, dass seine Samen bis zur Hälfte in die Lösungen tauchten, so dass nur die Hälfte ihrer Oberfläche mit Luft in Berührung kam. Wer sich nur einmal mit Samenkontrolle befasst hat, weiss, wie empfindlich die Samen gegen jede zu grosse Nässe des Keimbettes sind, offenbar, weil diese Nässe ihnen den Luftzutritt erschwert. Die halb eingetauchten Samen in Połowcows Versuchen hatten ohne Zweifel einen nicht ausreichenden Luftzutritt. Auch ich habe bereits vor 20 Jahren konstatiert (wie das auch Połowcow zitiert), dass bei den zuvor im Wasser vorgequollenen Erbsensamen das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ am Anfange der Keimung > 1 ist. Diese Erscheinung habe ich schon damals als intramolekulare Atmung gedeutet und ich muss auch jetzt an dieser Deutung festhalten. Es ist mir nicht klar geworden, warum Połowcow diese Deutung als unrichtig erklärt und die Meinung ausspricht, dass die hohen 2 bis 3, 5 erreichenden Atmungskoeffizienten $\left(\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}\right)$, welche er und ich am Anfange der Keimung mancher Samen gefunden haben, mit der intramolekularen Atmung nichts gemein haben ¹⁾. Diese Äusserung befremdet um so mehr, als Połowcow selbst in seinen Versuchen 30, 31 und 32, S. 55 nachgewiesen hat, dass die Erbsen- und Maissamen mit Zuckerlösung benetzt unter Luftzutritt Alkohol bilden, was ja nach der Definition, welche Połowcow für die intramolekulare Atmung selbst gibt, das Hauptkriterium dieses Prozesses bildet. Die Definition Połowcows lautet nämlich ²⁾: „Die intramolekulare Atmung stellt einen selbständigen Prozess dar, welcher hauptsächlich aus der alkoholischen Gärung besteht, sowohl an der Luft wie im sauerstofffreiem Raume normal in der Zelle vor sich geht

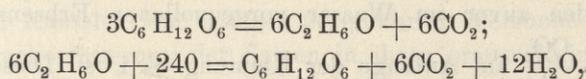
¹⁾ I. c., S. 35 sagt der Verfasser „Очевидно что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ явленіемъ ничего общаго съ интрамолекулярнымъ дыханіемъ не имѣющаго“.

²⁾ I. c. S. 64. Интрамолекулярное дыханіе представляетъ собой самостоятельный процессъ состоящій главнымъ образомъ изъ спиртового броженія нормально идущаго въ клѣткѣ какъ въ воздухѣ такъ и въ бескислородной средѣ, и доставляющаго въ общій газовый обмѣнъ лишь большую или мѣньшую часть углекислоты.

und einen grösseren oder kleineren Teil Kohlensäure bei dem allgemeinen Gasaustausch liefert“.

Dass diese Definition vollständig auf den von Połowcow und von mir am Anfange der Keimung mancher Samen beobachteten Gasaustausch, bei welchem $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} < 1$ und Alkohol gebildet wird, passt, scheint mir einleuchtend zu sein.

Wenn ich schon die interessante Arbeit Połowcows bespreche, so will ich noch bemerken, dass mir seine Einwände gegen meine Auffassung des Zusammenhanges zwischen der normalen und intramolekularen Atmung auf einem Missverständnis zu beruhen scheinen. Połowcow macht mir wegen der Aufstellung des Schemas:



welches den vermutlichen Atmungsverlauf bei den Weizenkeimpflanzen veranschaulichen soll, den Einwurf der Einseitigkeit, indem er ganz richtig betont, dass der Gasaustausch bei der Pflanzenatmung auf einer ganzen Reihe sehr verschiedener Prozesse und nicht nur auf Alkoholgärung und nachfolgender Oxydation desselben beruht.

Der Einwurf der Einseitigkeit wäre vollkommen berechtigt, wenn ich durch Aufstellung meines Schemas irgend etwas mehr als eine Versinnlichung des denkbaren Zusammenhanges zwischen der normalen und der intramolekularen Atmung des keimenden Weizens angestrebt hätte. Das war aber nicht der Fall. Das von mir aufgestellte Schema passt auf den Gasaustausch des keimenden Weizens, bei welchem das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ nach meinen Versuchen = 1 und das Verhältnis $\frac{\text{I}}{\text{N}}$ nach den Versuchen Chudiakows = 0.5 ist, ganz so wie das Wortmannsche Schema wieder für den Gasaustausch bei der Keimung der Erbse und Puffbohne passt, bei welchem sowohl das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ wie auch das Verhältnis $\frac{\text{I}}{\text{N}} = 1$ ist (nach Versuchen von Wortmann und von mir).

Es war also nicht meine Absicht, wie das Połowcow anzunehmen scheint, das Wortmannsche Schema zu korrigieren, ich wollte nur ein Schema für die Veranschaulichung eines vermutlichen Zusam-

menhanges zwischen der intramolekularen und normalen Atmung für diejenigen Fälle aufstellen, bei welchen $\frac{I}{N} = 1$ ist (Erbsen, Puffbohne). Mein Hauptzweck war, darauf hinzuweisen, dass auch in den Fällen, wo als Atmungsmaterial Kohlenhydrate dienen, und wo $\frac{CO_2}{O_2} = 1$ ist, der Verlauf der chemischen Atmungsprozesse nicht überall der gleiche ist.

Die aufgestellten Schemata sollen nur veranschaulichen, wie man sich diese Differenzen in dem Verlaufe des Atmungsprozesses bei den betreffenden Objekten denken kann.

Polowcow hebt hervor, dass mein Schema den häufigsten Fall, wo $\frac{CO_2}{O_2} > 1$, durchaus nicht erklärt. Das bezweckt es aber auch nicht, denn es ist nur für den Fall konstruiert, wo $\frac{CO_2}{O_2} = 1$ ist.

Einige Fälle des Atmungsprozesses, wo $\frac{CO_2}{O_2} < 1$, habe ich in meiner Arbeit vom Jahre 1882 ausführlich zu erklären gesucht. Es fiel mir auch nie ein, die Fälle, wo $\frac{CO_2}{O_2} > 1$, immer auf das Übergewicht der Alkoholbildung über die Oxydation desselben zurückzuführen, sonst müsste ich ja meine eigenen von Polowcow zitierten Versuche über die Atmung der reifenden Ölsamen ignorieren.

Dass ich mich vor jeder unberechtigten Verallgemeinerung und Einseitigkeit sorgfältig gehütet habe, beweisen folgende Worte S. 271: „Aus allen diesen Betrachtungen geht zur Genüge hervor, dass die chemischen Prozesse, welche sich bei der Sauerstoffatmung abspielen, nicht auf ein gemeinsames Schema zurückgeführt werden können, sondern dass ihr Verlauf je nach dem Atmungsmaterial und nach der Natur der bei diesen Prozessen mitwirkenden Enzyme ein verschiedener sein muss. Unseren derzeitigen Kenntnissen nach wäre es möglich, zwei Typen des Atmungsverlaufes zu unterscheiden: Die Atmung unter Mitwirkung der alkoholischen Gärung im Falle, dass das Atmungsmaterial aus Glykosen oder aus zu Glykosen sich hydrolisierenden Kohlehydraten besteht, und in allen übrigen Fällen die Atmung, welche auf einer mehr unmittelbaren Oxydation des Atmungsmaterials beruht. Es ist

nicht unmöglich, dass oft in demselben Objekte, sogar in derselben Zelle die Atmung gleichzeitig nach diesen beiden Typen verläuft, d. h. dass sie teils auf einer unmittelbaren Oxydation des unvergärbaren Materials, teils auf der Mitwirkung der alkoholischen Gärung beruht“.

Zu dieser meiner Äusserung möchte ich noch hinzufügen, dass ich mir die Atmung in allen diesen Fällen, wo $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ bedeutend < 1 , als hauptsächlich nach dem zweiten Typus verlaufend denke, d. h. ohne Beteiligung der alkoholischen Gärung, was selbstverständlich nicht stört, dass, wenn ein auf diese Weise atmendes Objekt reichlich mit vergärbarem Zucker versehen wird, die Alkoholgärung mit ins Spiel kommt, dann wird aber auch das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ geändert und nähert sich der Zahl 1.

Gegen meine Äusserung, dass „die intramolekulare Atmung im Sinne der alkoholischen Gärung unter normalen Bedingungen aller Wahrscheinlichkeit nach das erste Stadium der normalen Atmung in allen denjenigen Fällen bildet, wo sich dieselbe auf Kosten der hydrolysierbaren Kohlehydrate vollzieht“, hat neulich Takahashi Einwände erhoben¹⁾. Er gibt zu, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen normaler und intramolekularer Atmung besteht, aber nur insofern, als beide durch chemische Energie des lebendigen Protoplasmas verursacht werden „When this“ (chemical energy) „is transferred upon the inbedded molecules of sugar a certain lability is produced in them which leads to direct combustion when free oxygen is absent“. Auch ich war früher dieser Meinung und habe mich seiner Zeit gegen die bezüglichen Ansichten Pfeffers und Wortmanns ausgesprochen²⁾. Wenn ich nun in meiner letzten gemeinsam mit Polzeniusz publizierten Abhandlung diesen Ansichten mit gewissen Modifikationen beigetreten bin, so geschah dies in Berücksichtigung einer ganzen Reihe von Beobachtungen verschiedener Forscher, aus denen hervorgeht, dass die Alkoholbildung nicht eine sporadische bei einzelnen Pflanzengruppen sich äussernde, sondern eine ausserordentlich verbreitete, auch unter normalen Bedin-

¹⁾ Takahashi, „On the Alkohol Produktion in Phanerogams“, Bulletin of the College of Agriculture. Tokyo, Imperial University Japan 1902. Vol. V, S. 245.

²⁾ Jahrbücher für wiss. Bot. B. XIII.

gungen sich vielfach kundgebende Erscheinung im Pflanzenleben ist, dass ihr demnach eine tiefere Bedeutung zukommen muss. Da nun unsere Versuche nachgewiesen haben, dass diese Alkoholbildung nicht etwa eine Nebenerscheinung der intramolekularen Atmung ist, sondern das Wesen derselben bildet, so ist man berechtigt, die Erscheinungen der Hefegärung und der intramolekularen Atmung der höheren Pflanzen auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen. Nun haben die über die Hefegärung ausgeführten Arbeiten von Gillay und Aberson¹⁾, Chudiakow²⁾, Iwanowsky³⁾ u. a. mit Sicherheit nachgewiesen, dass diese Gärung durchaus nicht an Sauerstoffabschluss gebunden ist, dass sie dagegen auch dann vor sich geht, wenn die Hefezellen möglichst reich mit Sauerstoff versehen sind. Durch diesen Nachweis wird die Ansicht, dass die chemische Energie des lebendigen Protoplasmas, je nachdem, ob der freie Sauerstoff anwesend ist oder nicht, zur direkten Verbrennung oder zur Vergärung des in der Zelle vorhandenen Zuckers führt, widerlegt. Wenn auch bei dem reichsten Sauerstoffzutritt Gärung und Atmung auf Kosten des Zuckers gleichzeitig nebeneinander vor sich gehen, so liegt die Voraussetzung nahe, dass die Gärung eine Vorstufe der Atmung bildet.

Als Argument gegen eine solche Voraussetzung führt Takahashi an, dass eine Spaltung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol dessen Oxydation in der Zelle nicht erleichtern, sondern im Gegenteil erschweren müsste, da Zucker bekanntlich leichter als Alkohol im Organismus oxydiert wird.

Soweit sich dieses Argument auf fertig gebildeten Alkohol bezieht, ist es unzweifelhaft richtig; die Sache kann sich aber ganz anders verhalten, wenn es sich um den Alkohol im Momente seiner Bildung handelt. Vergleicht man die Struktur irgend einer gärungsfähigen Glykose mit der des Alkohols, so erkennt man sofort, dass die Spaltung der Glykose in Alkohol und Kohlensäure keine so einfache wie andere durch hydrolytische Enzyme verursachte Spal-

¹⁾ Giltay und Aberson, Jahrb. f. wiss. Bot. B. XXVI, 1894, S. 543—586.

²⁾ Chudiakow, Untersuchungen über die alkoholische Gärung. Landwirtschaftliche Jahrbücher, B. XXIII, 1894, S. 391—534.

³⁾ Iwanowsky, Исследованія надъ спиртовымъ броженіемъ. Санктпетербургъ 1894 und deutsch in *Mélanges biologiques*, T. XIII, 509—531. Iwanowsky und Obrascow, Ueber die Wirkung des Sauerstoffes auf die Gärung verschiedener Hefearten. *Centralblatt für Bakteriologie*, B. VII, 1901, S. 305—312.

tungen sein kann, dass sie aber eine sehr tiefgreifende ist und mit verschiedenen Umlagerungen der Atomgruppen verbunden ist. Es ist demnach wohl begreiflich und annehmbar, dass die betreffenden Atomgruppen während dieser Umlagerungen viel leichter vom Sauerstoffe oxydiert oder für die Bildung neuer Verbindungen verwertet werden können als fertig gebildeter Alkohol oder auch als intakte Glykose.

Ich denke mir also den Zusammenhang der intramolekularen mit der normalen Atmung in der Weise, dass durch Zymasewirkung der Zusammenhang zwischen den Atomgruppen der Glykosemoleküle erschüttert wird, indem in denselben bestimmte Umlagerungen der Atomgruppen, welche zur Alkohol- und Kohlensäurebildung führen, eintreten. Bevor aber noch diese Atomgruppen zum Alkohol zusammentreffen, werden sie teils durch Sauerstoffwirkung oxydiert, teils zur Bildung von neuen Baustoffen bei dem Wachstum der Zelle verwertet.

Da nach den Untersuchungen Stoklassas die Zymase in den Pflanzen- und sogar Tiergeweben ausserordentlich verbreitet zu sein scheint, so liegt die Annahme nahe, dass sie überall dort, wo sich Alkohol bei der intramolekularen Atmung bildet, vorzusetzen ist und dass sie eben zu dem Zwecke, um die Glykose für die Atmung und für den Stoffwechsel zugänglicher zu machen, in den Pflanzen entstanden ist. In den allermeisten Fällen ist die Menge dieser Zymase nicht gross und ihre Arbeit beschränkt sich auf die Verursachung solcher Umlagerungen der Atomgruppen in den Glykosemolekülen, welche sie der Sauerstoffwirkung und dem Stoffumsatz zugänglicher macht. So lange also diese Zymasewirkung nur soviel Zuckermoleküle angreift, dass die in Umlagerung begriffenen Atomgruppen derselben sofort durch Sauerstoffwirkung oxydiert oder zur Bildung neuer Baustoffe für das Wachstum der Zellen verwertet werden, erscheint in der Zelle kein Alkohol, er erscheint aber sofort, sobald dieses Verhältnis zu Gunsten der Zymasewirkung verändert wird. Diese Veränderung kann entweder durch eine verstärkte Zymasewirkung oder durch eine geschwächte Oxydation der in Umlagerung begriffenen Atomgruppen zustande kommen; beides führt dazu, dass die betreffenden Atomgruppen wirklich zum Alkohol zusammentreffen und dass derselbe in dem atmenden Pflanzenteile zum Vorschein kommt. Ein gesteigerter Effekt der Zymasewirkung kann entweder in einer grösseren Menge der

wirkenden Zymase oder in günstigeren Bedingungen ihrer Wirkung seinen Grund haben. Verschiedene Pflanzen sind nicht gleich zur Zymaseproduktion befähigt, darnach regelt sich auch ihre Fähigkeit zur intramolekularen Atmung. Die Hefe produziert so grosse Zymasemengen, dass sie reichlich mit Glykose versehen, auch bei der stärksten normalen Atmung noch Alkohol sehr ausgiebig bildet. Andere Pflanzen, sogar die stark gärungsfähigen Mucorarten, produzieren nur dann Alkohol, wenn ihre normale Atmung infolge eines mehr oder weniger erschwerten Luftzutrittes geschwächt wird, da die Menge der durch Zymasewirkung in Zersetzung begriffenen Zuckermoleküle nicht gross genug ist, um bei reichlichem Luftzutritt nicht verbrannt werden zu können. Der Partialdruck des Sauerstoffs, bei welchem sich die intramolekulare Atmung bereits kund gibt, d. h. bei welchem die zymatische Zuckerspaltung über die Oxydation der in Umlagerung begriffenen Atomgruppen der Zuckermoleküle Oberhand nimmt, ist bei verschiedenen Objekten sehr verschieden, das hängt einerseits von dem Zymase- und Zuckergehalt des betreffenden Objektes, anderseits von den sonstigen die Verwertung der Glykosemoleküle zum Wachstum der Zelle beeinflussenden Ernährungsverhältnisse derselben ab.

Beachtenswert sind in dieser Hinsicht die Versuche Iwanowsky's¹⁾ über die Hefe. Auch dann wenn man in Berücksichtigung der Kritik Richters²⁾ nur diejenigen von diesen Versuchen, in welchen der Zucker nicht gänzlich verbraucht wurde, als massgebend anerkennt, geht aus denselben deutlich hervor, dass das Verhältnis $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$, also auch das Verhältnis der Gärung zur normalen Atmung ganz bedeutend von der Zusammensetzung der Lösung abhängt. Trotz der kritischen Bedenken, welche Richter gegen Iwanowsky geltend macht, ist es wohl denkbar, dass bei einer gewissen Zusammensetzung der Lösung, vorausgesetzt dass die Bedingungen für die normale Atmung und für das Wachstum der Hefe sehr günstig sind, die Entwicklung der Hefe auch bei Vorhandensein einer geringen Zuckermenge ohne Gärung vor sich ginge.

¹⁾ Iwanowsky l. c.

²⁾ Andreas Richter, Kritische Bemerkungen zur Theorie der Gärung, I. Centralblatt für Bakteriologie, B. VIII, 1902, S. 787 und Observations critiques sur la théorie de la fermentation, II. Centralblatt für Bakter. B. X, 1903, S. 438.

Andererseits geht aber Iwanowsky entschieden zu weit, wenn er die alkoholische Gärung als einen pathologischen Fall der Hefernährung, welche durch eine anormale Zusammensetzung der Lösung verursacht wird, betrachtet. Mit dem Begriffe einer pathologischen Erscheinung verbinden wir ja immer eine gewisse Benachteiligung des betreffenden Organismus, wogegen in zuckerhaltiger Lösung gärungserregende Hefe sich ganz vortrefflich und gesund entwickelt.

Für eine Beeinflussung des Verhältnisses $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$, also für ein Auftreten der intramolekularen Atmung neben der normalen infolge eines starken Zuckergehaltes der Nährlösung bei den höheren Pflanzen bieten die oben von uns besprochenen Untersuchungen Polowcow ein treffliches Beispiel.

Es ist längst bekannt, dass die Hefezellen aus der alkoholischen Gärung Energie für ihr Wachstum schöpfen können. Die von mir beobachtete Keimung der Lupinensamen in Dextroselösung im luftleeren Raume und das von Nabokich in Zuckerlösungen unter Luftabschluss beobachtete Wachstum verschiedener Pflanzenteile beweisen, dass auch in dieser Hinsicht kein prinzipieller, sondern nur ein quantitativer Unterschied zwischen der intramolekularen Atmung der höheren Pflanzen und der alkoholischen Hefegärung besteht.

Dass auch dann, wenn die intramolekulare Atmung bei einem gewissen Luftzutritt neben der normalen vor sich geht, die von ihr gelieferte Energie für das Wachstum verwertet wird, beweist eine bei Gelegenheit einer anderen Arbeit von Dr. Kosiński in meinem Laboratorium gemachte Beobachtung, dass nämlich sterilisierte Erbsensamen, welche in kleinen Kölbchen gänzlich in Zuckerlösung getaucht gehalten wurden, nicht nur gekeimt, sondern sogar mehrere Centimeter lange Wurzeln gebildet haben, wogegen die parallel in reinem Wasser gehaltenen Samen kaum eine kleine Spur der Keimung zeigten.

Sowohl die in Wasser als in Zuckerlösungen liegenden Samen waren dem Sauerstoffzutritte nicht gänzlich entzogen, da die Flüssigkeit mit Luft in Berührung stand, die normale Atmung konnte also stattfinden, jedoch nur in sehr beschränktem Masse. Wurde aber die intramolekulare Atmung durch Ernährung mit Zucker verstärkt, so reichte die gesamte durch beide Atmungen frei werdende Energie nicht nur für die Keimung der Samen, sondern auch zu einem namhaften Wachstum der Wurzeln der Keimpflanzen aus.

II.

Der Umsatz der Stickstoffverbindungen in der Pflanze beim Sauerstoffabschluss.

Literaturübersicht. Die Frage, wie sich die Stickstoffverbindungen in einer lebendigen Zelle verhalten, wenn dieser letzten der Sauerstoffzutritt entzogen wird und die Zelle nur intramolekular atmen kann, ist noch wenig erforscht und die Versuche, welche von einigen Autoren über diese Frage angestellt worden sind, sehen nicht einwandfrei aus. Der Hauptmangel aller dieser Versuche liegt darin, dass die Mitwirkung von Mikroorganismen nicht ausgeschlossen wurde, so dass wir nicht sicher sein können, in wie weit die beobachteten Zersetzungen der Stickstoffverbindungen der anaëroben Lebenstätigkeit der Versuchspflanze selbst und in wie weit sie der Mitwirkung der Mikroorganismen zuzuschreiben sind.

Die ersten Untersuchungen über die uns interessierende Frage verdanken wir meines Wissens Palladin, welcher im Jahre 1888 zwei Arbeiten¹⁾ bald nach einander darüber publiziert hat.

Als Objekt dienten ihm 10- bis 14-tägige teils etiolierte, meistens grüne Weizenpflanzen, welche aus der Erde herausgenommen 2 bis 6 Tage in einem sauerstofffreien Raume gehalten und am Anfange und am Ende des Versuches analysiert wurden. In der ersten Arbeit wurde nur die Eiweissstickstoffabnahme, in der zweiten aber auch die Asparaginstickstoffzunahme ermittelt. Ausserdem wurde bei einigen Versuchen sowohl aus den Pflänzchen, welche im Dunkeln an der Luft, wie aus solchen, welche in einem sauerstofffreien Raume einige Tagen gehalten wurden. Asparagin, Tyrosin und Leucin in Kristallform isoliert.

Palladin kommt in diesen seinen Arbeiten zu dem Schlusse, dass die Eiweisszersetzung nicht nur unter Luftzutritt, sondern auch ohne Sauerstoff in der Pflanze möglich ist, dass aber das Asparagin, während es an der Luft das einzige stickstoffhaltige Zersetzungsprodukt derselben bildet, bei dem Eiweissumsatz unter Sauer-

¹⁾ Über Eiweisszersetzung in den Pflanzen bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft B. VI, S. 205 und 296.

stoffabschluss ganz in den Hintergrund tritt, indem es hier nur in minimaler Menge entsteht, die Hauptprodukte der Zersetzung aber Tyrosin und Leucin sind.

Gegen die Stichhaltigkeit der Palladinschen Versuche macht Clausen¹⁾ mit Recht den Einwand geltend, dass der kürzeste Versuch Palladins 2 Tage dauerte, während er die Lebensfähigkeit der Pflänzchen nur nach 23-stündigem Verweilen im Wasserstoffe geprüft hat; es ist also wohl möglich, dass die Pflänzchen am zweiten Versuchstage wenigstens teilweise abgestorben waren und faulten, so dass die konstatierten Eiweisszersetzungserscheinungen wenigstens teilweise den Fäulnis- und nicht den Lebenserscheinungen der Pflänzchen zugeschrieben werden können. Clausen selbst machte Versuche mit 7-tägigen Lupinenkeimlingen, indem er immer eine Portion derselben sofort analysiert, eine andere erst dann, nachdem sie 24 Stunden lang in reinem Wasserstoffgase verweilt haben. Durch besondere Versuche überzeugt er sich, dass die Pflänzchen nach 24-stündigem Verweilen im Wasserstoffgase lebensfähig blieben. In zwei Versuchen verwendete er noch eine dritte Portion von Keimlingen, welche er 24 Stunden an der Luft hielt und erst dann analysiert hat. Die Versuchsergebnisse Clausens stimmen insofern mit den Palladinschen nicht überein, als Clausen zu finden glaubt, dass auch in Bezug auf Asparaginbildung kein wesentlicher Unterschied zwischen der Eiweisszersetzung an der Luft und unter Sauerstoffabschluss besteht. Seinen ersten Schluss formuliert nämlich Clausen folgendermassen: „Die Eiweissstoffe des Protoplasmas der Pflanzenzellen zerfallen, wie es bekannt ist, wenn dieselben sich mit Sauerstoff in Berührung befinden, in Säureamide und Amidosäuren. Unsere Versuche haben gezeigt, dass ein solcher Zerfall ebenfalls eintritt, wenn die Pflanzen im sauerstofffreien Raum verweilen“.

Nun zeigen aber Clausens Zahlen, wie derselbe selbst hervorhebt, in Bezug auf das Verhältnis, in welchem Säureamide (Asparagin) und Amidosäuren bei der Eiweisszersetzung unter Sauerstoffabschluss entstehen, so grosse Verschiedenheit untereinander, dass ein bestimmter Schluss darüber, ob wesentliche Unterschiede in der Art und Weise der Eiweisszersetzung an der Luft und ohne Sauer-

¹⁾ Clausen, „Beiträge zur Kenntnis der Atmung der Gewebe“. Landw. Jahrb. Band XIX 1890, S. 915.

stoff bestehen oder nicht, aus denselben nicht zu ziehen ist. Die Versuche I und IV stimmen z. B. mit den Palladinschen Resultaten überein, die Versuche II und VI widersprechen denselben.

Diese Unterschiede mögen teilweise, wie es Clausen vermutet, in der Ungleichheit der Temperatur während der verschiedenen Versuche bedingt werden, es ist aber nicht ausgeschlossen, dass sie teilweise auch in den individuellen Verschiedenheiten des benutzten Materials ihren Grund hatten. Der Versuch hat nur 24 Stunden gedauert, die Eiweisszersetzung während dieser verhältnismässig kurzen Zeit konnte kein grosser sein, so dass die zufälligen Verschiedenheiten des Ausgangsmaterials nicht ohne Einfluss auf das Endresultat sein dürften. Andererseits kann man auch bei diesen Versuchen trotz ihrer kurzen Dauer die Mitwirkung der Mikroorganismen nicht ausschliessen.

Der Umstand, dass die Keimlinge nach dem Versuche noch lebensfähig blieben, darf nicht als entscheidend gelten, um so mehr, als Clausen selbst bemerkt, dass „eine Hemmung der Lebenstätigkeit schon nach der eintägigen Entziehung des Sauerstoffs bemerkbar ist, so dass sogar die Pflanzen eine Zeitdauer von ca. 3 Tagen bedürfen, um diese zu überwinden“¹⁾.

Wenn, wie das neulich Połowcow²⁾ und Nabokich³⁾ gezeigt haben, die Untersuchungsergebnisse der normalen Atmung von gesunden, an der Luft wachsenden Keimpflanzen in hohem Grade von den sich an denselben ansiedelnden Mikroorganismen beeinflusst werden, in wie weit schwerer muss diese Beeinflussung bei allen Versuchen, welche in einem sauerstofffreien Raume vorgenommen werden, ins Gewicht fallen, wo die Pflanze durch Sauerstoffmangel geschwächt viel leichter der Invasion der Bakterien erliegt.

Aus diesem Grunde sollten sämtliche mit der intramolekularen Atmung zusammenhängenden physiologischen Prozesse und also auch die Eiweisszersetzung bei Luftabschluss nur unter den Bedingungen der vollkommenen Asepsis untersucht werden.

Auch die letzte mir bekannte Arbeit über die uns interessie-

¹⁾ l. c. S. 921.

²⁾ Połowcow l. c. S. 14—16,

³⁾ Nabokich, „Über den Einfluss der Sterilisation der Samen auf die Atmung“. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft B. XXI, S. 279—286.

rende Frage, nämlich die Arbeit Ziegenbeins¹⁾ genügt dieser Forderung nicht und liefert überhaupt zu dieser Frage wenig Neues.

Auch Ziegenbein arbeitete mit sechstägigen Keimpflanzen von *Lupinus luteus*, auch er hat keine anderen Massregeln für die Ausschliessung der störenden Wirkung der Mikroorganismen getroffen, als die, dass er ebenso wie Clausen die Versuchsdauer auf 24 Stunden begrenzte.

Die Methode war im wesentlichen dieselbe, wie bei Clausen, d. h. die sechstägigen Keimpflanzen wurden teils sofort, teils nach einem 24-stündigen Verweilen im Wasserstoffgase analysiert.

Nur hat Ziegenbein mit grösster Sorgfalt auf den vollständigen Ausschluss des Sauerstoffes bei seinen Versuchen geachtet. In zwei Versuchen wurden auch parallele Portionen der Keimlinge in 24 Stunden in der Luft gehalten und analysiert. Bei der Analyse bestimmte Ziegenbein leider nur den Gesamt- und Eiweissstickstoff, so dass seine Versuche die Frage, ob die Richtung der Eiweisszersetzung durch Sauerstoffabschluss verändert wird oder nicht, gar nicht berühren. Der einzige seiner Schlüsse, welcher ein grösseres Interesse bieten konnte, dass nämlich der Eiweisszerfall bei Sauerstoffabwesenheit mit derselben Geschwindigkeit wie bei Luftzutritt erfolgt, ist nicht hinreichend begründet, da er sich nur auf zwei Versuche stützt, von denen der eine noch ein ziemlich deutliches Übergewicht der Eiweisszersetzung in der Luft aufweist.

Aus dieser Übersicht der Arbeiten über die Zersetzung der Eiweissstoffe in den lebenden Pflanzen bei Luftabschluss sehen wir, dass der Hauptmangel derselben darin lag, dass die Möglichkeit der Zersetzungen durch Bakterienwirkung in keiner dieser Arbeiten ausgeschlossen wurde.

Da ich nun aus meinen Versuchen über die intramolekulare Atmung der Lupinensamen ein vollkommen steriles Material zur Verfügung hatte, so habe ich es dazu benutzt, um zur Lösung der eben besprochenen Frage einen Beitrag zu liefern.

Eigene Untersuchungen. Methode. Meine Untersuchungen über die Eiweisszersetzung in der lebenden Pflanzenzelle unter Luftabschluss differierten von den bisherigen, welche eben bespro-

¹⁾ Ziegenbein: „Untersuchungen über den Stoffwechsel und Atmung keimender Kartoffelknollen sowie anderer Pflanzen“. Jahrbücher für wissen. Botanik 1893. Band 25, S. 564—572.

chen wurden, in drei Punkten: 1. dass das Untersuchungsmaterial während der ganzen Versuchszeit vollkommen steril blieb, 2. dass als Ausgangsmaterial nicht Keimlinge, sondern trockene Samen benutzt wurden, so dass dieselben auch ihren Quellungsprozess durchgemacht haben, 3. dass die Zeit, während welcher die Untersuchungsobjekte ohne Luftzutritt gehalten wurden, eine sehr lange war, namentlich dass man den ganzen Eiweisszersetzungprozess, welchen die Objekte bis zu ihrem Tode durch Erstickung unter Sauerstoffabschluss selbständig durchzumachen im Stande waren, zur Beobachtung bekam.

Der Punkt 2 ist insofern von Bedeutung, als bei den früheren an den Keimpflanzen ausgeführten Versuchen die Zersetzung der Eiweissstoffe in der Luft eingeleitet und unter Luftabschluss fortgesetzt wurde, bei meinen Versuchen dagegen fand auch schon die Einleitung des Eiweisszerfalls ohne Sauerstoffzutritt statt.

Das Bild des Eiweissumsatzes stellte sich natürlich aus der Vergleichung der Zusammensetzung des Samenmaterials vor und nach dem Versuche heraus. Der Gang der Analyse war derselbe wie bei meinen Versuchen über Eiweissbildung¹⁾. Die zerkleinerte Substanz wurde nämlich bei einer Temperatur von 50—60° im Wasserbade mit einer abgemessenen Wassermenge (in der Regel 200 oder 250 cc.) 5 bis 6 Stunden lang in einem Kjeldahlschen Kolben digeriert, die etwa durch Verdampfung verlorene Wassermenge auf der Waage ersetzt, die Flüssigkeit abfiltriert und in zwei abgemessene Portionen für Stickstoffbestimmungen geteilt. In einer Portion bestimmte man den Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe durch Fällung mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ und in dem Filtrate den gesamten Nichteiweissstickstoff.

Eine zweite Portion wurde mit Schwefelsäure angesäuert, mit Phosphorwolframsäure gefällt, der Niederschlag nach etwa 16 Stunden abfiltriert, mit $2\frac{1}{2}\%$ Schwefelsäure ausgewaschen, samt dem Filter in einen Kjeldahlschen Kolben von 500 cc. Inhalt gebracht, in Wasser aufgeschlemmt und mit MgO zwecks der Bestimmung des fertigen Ammoniaks einer Destillation unterworfen. Der nach dieser Destillation in dem Kolben zurückgebliebene Rückstand wurde mit Schwefelsäure stark angesäuert, durch Abdampfen eingengt,

¹⁾ Godlewski, „Zur Kenntnis der Eiweissbildung in den Pflanzen“. Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie 1903, S. 313.

mit konzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz eines Tropfens Quecksilber verbrannt und darin der Stickstoff bestimmt.

Diese auf die ganze Menge der Lösung umgerechnete Stickstoffmenge, vermindert um die Menge des Eiweissstickstoffs der Lösung (bestimmt in der ersten Portion) gab die Menge des Stickstoffs der Peptone und organischen Basen an.

Das von Schwefelsäure saure Filtrat wurde zwecks Inversion des Asparagins drei Stunden lang in einem Erlenmeyerschen Kolben mit Rückflusskühler gekocht, mit Natronlauge annähernd neutralisiert und das aus Asparagin abgespaltene Ammoniak mit MgO abdestilliert. Durch Verdoppelung des so gefundenen Ammoniakstickstoffs erhielt man die Menge des Aminosäureamidenstickstoffs (Asparagin).

Der Rückstand von dieser Destillation wurde wieder mit Schwefelsäure stark angesäuert, eingeengt, mit konzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz eines Tropfens Quecksilber verbrannt und der Stickstoff darin bestimmt. Diese Stickstoffmenge um die Hälfte des Asparaginstickstoffs vermindert, entsprach dem Stickstoff der Aminosäuren und anderen nicht proteinartigen und durch Phosphorwolframsäure nicht fällbaren Stickstoffverbindungen.

Von einer besonderen Bestimmung des mit N_2O_3 abspaltbaren Aminosäurestickstoff habe ich Abstand genommen, da die zuckerhaltigen Lösungen bei dieser Behandlung zu sehr schäumten.

Der unlösliche Rückstand der Samen wurde samt dem restierenden Teil des Auszuges verbrannt und Stickstoff darin bestimmt. Nachdem man von der gefundenen Menge desselben diejenige, welche auf den dem unlöslichen Rückstände anhaftenden Teil des Auszuges entfiel, abzog, erhielt man den Stickstoff der unlöslichen Eiweissstoffe der Samen.

Bei diesem eben geschilderten Analysengange mussten zwei kleine Korrekturen an den erhaltenen Zahlen angebracht werden. Blinde Bestimmungen zeigten, dass 10 cc. $Ca(OH)_2$, welche jedesmal für die Eiweissbestimmung benutzt wurden, mit dem Filter allein verbrannt mit Natronlauge ein Destillat gaben, welches 0.37 cc $\frac{1}{10}$ Normalsäure neutralisierte. Bei der Bestimmung der löslichen Eiweissstoffe hat man also immer von der Menge der durch das entsprechende Destillat neutralisierten $\frac{1}{10}$ Normalsäure jedesmal 0.37 cc in Abzug gebracht.

Auch zeigte mir eine Verbrennung eines Filters mit 10 cc der

für die Fällung benutzten Phosphorwolframsäurelösung, dass das betreffende Destillat mit Natronlauge 0·9 cc $\frac{1}{10}$ Normalsäure neutralisiert. Ich habe deshalb für jede Fällung genau 10 cc. dieser Phosphorwolframsäurelösung gebraucht und bei der Verbrennung des Filtrates bei der Bestimmung des Stickstoffs der Aminosäuren und sonstigen Verbindungen wieder 0·9 cc von der Menge des durch das Destillat neutralisierten Menge $\frac{1}{10}$ Normalsäure abgezogen.

Da die Lupinensamen am Ende des Versuches immer bereits lange tot waren, so war a priori zu erwarten, dass ihre löslichen Verbindungen zum grössten Teil in die umgebende Zuckerlösung diffundiert sind und dass sie also dort zu suchen waren. Um sämtliche in der Lösung und in den Samen sich befindende Stickstoffverbindungen zu bestimmen, konnte man einen doppelten Weg einschlagen: entweder die Samen zerreiben und sie samt der gesamten Lösung auf die eben geschilderte Weise digerieren und analysieren, oder aber die Lösung und die Samen getrennt der Analyse unterwerfen.

Da ein Teil der Lösung bei jedem Versuche für die Bestimmung des Zuckers verwendet wurde, so war damit der erste Weg ausgeschlossen und man musste sich zu einer getrennten Analyse der Lösung und der Samen wenden.

Für die Bestimmung der Stickstoffverbindungen in der Lösung, in welcher die Samen während des Versuches verweilten, verwendete man denjenigen Anteil desselben, von welchem der Alkohol abdestilliert wurde¹⁾. Der Rückstand von der Destillation, zu welcher man 100 cc der ursprünglichen Lösung (also $\frac{2}{3}$ der Gesamtlösung) benutzte, wurde wieder auf 100 cc aufgefüllt und, wie oben beschrieben, portionsweise für die Analyse verwendet. Die Samen selbst wurden im Exsiccator über Schwefelsäure getrocknet, nach dem Abwiegen und nach leichtem Anfeuchten zerrieben, auf die beschriebene Weise mit Wasser digeriert und besonders analysiert.

Ergebnisse.

Analyse des Ausgangsmaterials:

1·6809 gr Lupinensamenmehl gaben 0·1058 gr N, also 6·30%.

2·0778 gr Lupinensamenmehl mit 250 cc Wasser digeriert und auf verschiedene Stickstoffverbindungen untersucht, ergab folgendes:

¹⁾ Bei einem Versuche überzeugte ich mich durch eine besondere Prüfung, dass das Destillat kein Ammoniak enthielt.

TABELLE V.

Stickstoff der ungelösten Eiweiss- stoffe	0·08898 gr also	4·277%	} 5·533%
Stickstoff der gelösten Eiweiss- stoffe	0·02615 " "	1·257 "	
Stickstoff der Peptone und orga- nischen Basen	0·00818 " "	0·393 "	
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00440 " "	0·211 "	
Stickstoff der Aminosäuren und anderen Verbindungen . . .	0·00410 " "	<u>0·197 "</u>	
		6·335%	

Analyse des Materials aus dem Versuche II mit 19 Samen =
2·4338 gr in 2% Traubenzuckerlösung:

TABELLE VI.

	In der Lösung	In den Samen	Zusammen	In % des ur- sprünglichen Samen- materials
Stickstoff der ungelösten Eiweiss- stoffe	—	0·08113	0·08113	3·327
Stickstoff der gelösten Eiweiss- stoffe	0·00720	0·00736	0·01456	0·597
Stickstoff des fertigen Ammo- niaks	0·00409	—	0·00409	0·168
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00692	0·00280	0·00972	0·399
Stickstoff der Aminosäuren org. Basen etc.	0·04758	0·00248	0·05066	2·053
	<u>0·06579</u>	<u>0·09377</u>	<u>0·15956</u>	<u>6·544</u>

Analyse des Materials aus dem Versuche III 25 Samen = 3·407 gr
in 3% Fruchtzuckerlösung:

TABELLE VII.

	In der Lösung	In den Samen	Zusammen	In % des ursprünglichen Samenmaterials
Stickstoff der ungelösten Eiweissstoffe	—	0·13835	0·13835	4·060
Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe	0·00475	0·00592	0·01067	0·313
Stickstoff der Peptone und organ. Basen	0·01605	0·00164	0·01769	0·519
Stickstoff des fertigen Ammoniaks	0·00441	—	0·00441	0·132
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00924	0·00450	0·01374	0·395
Stickstoff der Aminosäuren und anderen Verbindungen . . .	0·04956	0·00279	0·05235	1·536
	0·08401	0·15320	0·23721	6·955

Analyse des Materials aus dem III Versuche 25 Samen = 3·405 gr in 3% Rohrzuckerlösung:

TABELLE VIII.

	In der Lösung gr	In den Samen gr	Zusammen	In % des ursprünglichen Samenmaterials
Stickstoff der ungelösten Eiweissstoffe	—	0·11890	0·11890	3·492
Stickstoff der gelösten Eiweissstoffe	0·00483	0·01904	0·02387	0·701
Stickstoff der Peptone und organ. Basen	0·01435	0·00235	0·01670	0·490
Stickstoff des fertigen Ammoniaks	0·00420	—	0·00420	0·123
Stickstoff der Aminosäureamide	0·00924	0·00392	0·01316	0·386
Stickstoff der Aminosäuren und anderen Verbindungen . . .	0·05134	0·00294	0·05428	1·591
	0·08386	0·14715	0·23101	6·783

3*

Aus den Zahlen dieser Analysen sehen wir, dass auch unter Luftabschluss, also bei der intramolekularen Atmung die Eiweissstoffe eine weitgehende Zersetzung erleiden, dass aber diese Zersetzung von der, welche an der Luft bei normaler Atmung verläuft, sehr bedeutend abweicht. Asparagin, welches das Hauptprodukt der Zersetzung der Eiweissstoffe bei normaler Atmung bildet, tritt hier ganz in den Hintergrund, dagegen besteht die überwiegende Menge der Eiweisszersetzungsprodukte bei der intramolekularen Atmung aus Aminosäuren. Ammoniak ist auch hier in minimaler Menge zu finden. Nach aussen entweicht während der intramolekularen Atmung weder Ammoniak noch freier Stickstoff, da kein Stickstoffverlust während der ganzen Versuchszeit zu konstatieren war. In allen drei Analysen hat man im Gegenteil etwas mehr Stickstoff gefunden, als sich für das ursprüngliche Samenmaterial aus der Analyse des Samenmehls berechnete. Dieses Plus betrug 3·3% für den Versuch II in Traubenzuckerlösung, 9·8% und 8·8% für den Versuch III in Frucht- und Rohrzuckerlösung.

Dieses Resultat war etwas befremdend und bedarf einer Aufklärung. Man konnte zunächst an eine Verunreinigung der benutzten Zuckerarten mit Stickstoffsubstanzen denken.

Der grösste angebliche Überschuss an Stickstoff ergab sich in in dem Versuche III im Apparate mit Fruchtzuckerlösung.

Der Fruchtzucker, welcher zu dem Versuch diente, hatte eine Sirupform und war von Merk bezogen. Es war angezeigt, ihn auf etwaige Verunreinigung mit Stickstoffsubstanzen zu prüfen.

6·44 gr dieses Sirups, welche 4·02 gr Fruchtzucker enthielten mit Schwefelsäure verbrannt, gaben 0·56 mgr Stickstoff, woraus sich für 3·08 gr Zucker, welche in der Lösung des Apparates enthalten waren, 0·43 mgr Stickstoff berechnen. Diese Verunreinigung war also ohne jede Bedeutung.

Auf analytische Fehler konnte der angebliche Überschuss des gefundenen Stickstoffs nicht bezogen werden, dazu war er zu gross. Da der Gesamtstickstoff der Lösungen immer in zwei Portionen derselben aus der Summierung der Einzelbestimmungen ermittelt wurde (mit einer einzigen Ausnahme, wo eine Bestimmung durch Zufall verloren ging) und die grösste beobachtete Differenz zwischen beiden Bestimmungen 1·96 mgr betrug, so ist der Fehler in der Bestimmung des Gesamtstickstoffs im schlimmsten Falle auf 4 bis 5 mgr anzuschlagen.

Der angeblich gefundene Überschuss betrug aber 5·3 mgr (Apparat mit Traubenzuckerlösung), 22·4 mgr (Apparat mit Fruchtzucker) und 15·3 mgr (Apparat mit Rohrzucker). Die beiden letzten Zahlen übersteigen um ein Bedeutendes die möglichen Fehlerquellen. An eine tatsächliche Zunahme des gebundenen Stickstoffs in dem analysierten Versuchsmaterial ist selbstverständlich nicht zu denken, da ja dasselbe mit keiner Stickstoffquelle, nicht einmal mit dem freien Luftstickstoff während der Dauer des Versuches in Berührung kam, folglich kann das gefundene Plus in dem analysierten Versuchsmaterial im Verhältnisse zu der Stickstoffmenge, welche sich für dieses Material aus der Analyse der ursprünglichen Samen berechnete, nur in einer gewissen Ungleichheit des Samenmaterials selbst gesucht werden. Bei den Lupinensamen ist eine solche Ungleichheit schon a priori aus diesem Grunde wahrscheinlich, weil die Testa sehr dick ist und einen bedeutenden Prozentsatz des ganzen Samengewichtes ausmacht. Die Testa ist aber an Stickstoffbestandteilen sehr arm, das entschälte Samenkorn dagegen sehr reich.

Es ist demnach einleuchtend, dass je nach dem Gewichtsverhältnisse des Samenkorns zu seiner ganzen Testa, der ganze Samen bald einen grösseren, bald einen kleineren Stickstoffgehalt aufweisen muss. A priori ist zu erwarten, dass bei kleineren Samen die Testa einen bedeutenderen Bruchteil ihres Gewichtes bildet als bei den grösseren und dass infolgedessen die grössten Samen auch die stickstoffreichsten sein müssen.

Dementsprechend fand ich, dass 10 Samen, welche 1·355 gr wogen, 0·0869 gr enthielten, also 6·41% Stickstoff, 10 andere, deren Gewicht nur 1·1235 gr betrug, enthielten 0·0647 gr, also nur 5·76% Stickstoff.

Für die Versuche wurden die grössten Samen ausgesucht, es ist also erklärbar, dass sie an Stickstoff etwas reicher waren als die analysierte Durchschnittsprobe.

Da also anzunehmen ist, dass die für die Versuche benutzten Samen nicht überall den gleichen und der analysierten Durchschnittsprobe entsprechenden Stickstoffgehalt hatten, so werden wir die beste Übersicht über die erlangten Resultate bekommen, wenn wir die oben zusammengestellten Zahlen auf das Prozent des in jedem Versuche gefundenen Gesamtstickstoffs umrechnen. Die so berechneten Zahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

TABELLE IX.

Pro 100 des Gesamtsickstoffs wurde gefunden:

	Ursprüng- liche Samen	Versuchsmaterial aus dem Apparate		
		mit Trauben- zucker	mit Frucht- zucker	mit Rohr- zucker
Stickstoff der Eiweissstoffe . . .	87.35	59.96	62.87	61.85
„ des Ammoniaks . . .	0.00	2.57	1.90	1.81
„ der Amidosäureamide .	3.34	6.10	5.68	5.69
„ der Peptone und organ. Basen	6.20	} 31.37	7.46	7.23
„ der Aminosäuren und sonstigen Verbindungen	3.11		22.09	23.46

Aus dieser Tabelle ist zunächst zu entnehmen, dass in allen drei Versuchen ungefähr 30% der in den Samen vorhandenen Eiweissstoffe einer Zersetzung bei der intramolekularen Atmung anheimgefallen sind. Genau berechnet sich diese Menge für den Versuch in Traubenzuckerlösung auf 31.35%, für den Versuch in Fruchtzuckerlösung auf 28.03% und endlich für den Versuch in Rohrzuckerlösung auf 29.24%. Dürfte man diesen ganz geringen Differenzen irgend ein Gewicht beilegen, so liesse sich schliessen, dass die stärkste Eiweisszersetzung in Lupinensamen in denjenigen Zuckerlösungen vorstatten ging, in welchen auch die intramolekulare Atmung dieser Samen am intensivsten verlief. Indessen sind diese Differenzen zu klein, um einen solchen Schluss zu gestatten, viel eher dürfte der Schluss berechtigt sein, dass die Intensität der durch die Lupinensamen entwickelten alkoholischen Gärung, wenn überhaupt, so nur in einem sehr geringen Grade die Grösse ihrer Eiweisszersetzung beeinflusst.

Was nun die quantitativen Verhältnisse betrifft, in welchen unter Sauerstoffabschluss verschiedene Produkte der Eiweisszersetzung in den Lupinensamen entstehen, so will ich zur Veranschaulichung der erlangten Resultate noch eine Tabelle zusammenstellen, in welcher die Stickstoffmengen einzelner Zersetzungsprodukte in

Prozenten des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe angegeben sind. Bei der Berechnung der Zahlen dieser Tabelle wurde vorausgesetzt, dass die nichtproteinartigen Stickstoffverbindungen der Lupinensamen keine Änderung während des Versuches erfahren haben. Man hat also bei diesen Berechnungen von den Mengen einzelner Stickstoffformen, welche man im Versuchsmateriale fand, die Mengen der entsprechenden Stickstoffformen in den ursprünglichen Samen abgezogen und erst diese Differenzen als durch Eiweisszer- setzung gebildet betrachtet und in die Tabelle aufgenommen.

Wenn wir also z. B. pro 100 des Gesamtstickstoffs im Versuchs- materiale aus Rohrzuckerlösung 5·69% und in den ursprünglichen Samen 3·34% in der Form von Asparagin fanden, so betrachteten wir nur $5·69 - 3·34 = 2·35\%$ als Stickstoff dieses Asparagins, welches durch Eiweisszer- setzung gebildet wurde. Diese 2·35% Aspa- raginstickstoff stammte aber aus 25·54% der zersetzten Eiweiss- stoffe, folglich sind pro 100 der zersetzten Eiweissstoffe nur 9·2% in die Asparaginform übergegangen.

Auf diese Weise wurden folgende Zahlen berechnet:

TABELLE X.

Aus 100 Stickstoffteilen der zersetzten Eiweissstoffe entstanden:

	Versuchs- samen in Trauben- zuckerlösung	Versuchs- samen in Frucht- zuckerlösung	Versuchs- samen in Rohr- zuckerlösung
Stickstoff des fertigen Ammoniaks	9·50	7·76	7·09
„ der Aminosäureamide . .	10·01	9·56	9·20
„ der Peptone und organ. Basen	} 81·59	5·15	4·04
„ der Aminosäuren u. sons- tigen Verbindungen . .		77·54	79·68

Die Zahlen dieser Tabelle zeigen noch viel deutlicher als die- jenigen der Tabellen VI, VII, VIII und IX den bedeutenden Unterschied, welcher in Bezug auf die Produkte der Eiweisszer- setzung in der Pflanzenzelle besteht je nach dem dieselbe dem Luftzutritt ausgesetzt oder ihm entzogen ist. Während im ersten

Falle, wie aus zahlreichen Untersuchungen längst bekannt ist, das Asparagin das Hauptprodukt der Zersetzung bildet, so dass der Stickstoff desselben etwa 60—80% des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe ausmacht, tritt diese Verbindung im letzten Falle nur ganz spärlich unter den Eiweisszersetzungsprodukten auf. In der Tat sehen wir aus der Tabelle X, dass kaum 9 bis 10% Stickstoff der zersetzten Eiweissstoffe die Form von Asparagin annimmt. Auch die organischen Basen sind nur in ganz geringen Quantitäten unter den Zersetzungsprodukten der Eiweissstoffe bei Sauerstoffausschluss vorhanden. Dagegen bestehen die Hauptprodukte dieser Eiweisszersetzung aus Aminosäuren und vielleicht noch anderen nicht näher bestimmten Verbindungen. Etwa 77 bis 80% Stickstoff der unter Luftabschluss in Lupinensamen zersetzten Eiweissstoffe wird in dieser Form vorgefunden.

Man könnte gegen die Stichhaltigkeit unserer Resultate vielleicht einwenden wollen, dass ihnen Analysen eines bereits durch Erstickung abgestorbenen Materials zu Grunde liegen, dass also in solchen Analysen auch gewisse möglicherweise stattfindende postmortale Änderungen der Stickstoffverbindungen mit in Kauf genommen werden mussten. Wenn auch ein solcher Einwand eine gewisse Berechtigung zu haben scheint, so ist doch zu bemerken, dass irgend eine wesentliche Beeinflussung der erlangten Resultate seitens solcher postmortalen Änderungen höchst unwahrscheinlich ist. An Fäulnis ist ja selbstverständlich wegen des vollkommenen Sterilbleibens des Versuchsmaterials hier nicht zu denken, man könnte also nur gewisse rein chemische, infolge der Aufeinanderwirkung verschiedener Produkte der intramolekularen Atmung und der Eiweisszersetzung sich abspielende Prozesse voraussetzen¹⁾.

Nun ist aber kaum anzunehmen, dass derartige Prozesse irgend etwas Wesentliches in dem endgültigen Versuchsergebnisse abzuändern vermöchten. Wollte man z. B. annehmen, dass das Asparagin deshalb so spärlich gefunden wurde, weil es postmortal durch etwa vorhandene organische Samen invertiert wurde, so ist darauf zu erwidern, dass man dann eine entsprechend grössere Ammoniak-

¹⁾ Dass ich die Analyse des Versuchsmaterials erst nach dem ganzen Aufhören der Gasausscheidung, also nach dem Tode des Samens unternommen habe, das hatte seinen Grund darin, dass ich die ganze Eiweisszersetzung, zu welcher das benutzte Material unter Luftabschluss fähig war, zum Ausdruck bringen wollte.

menge in dem Versuchsmateriale finden müsste. Nun hat man aber in diesem Materiale durchaus nicht mehr Ammoniak gefunden, als man gewöhnlich dann findet, wenn die Eiweisszersetzung in der Luft verläuft und mit der Bildung von grossen Asparaginsmengen verbunden ist. Wollte man sogar behaupten, dass das ganze im Versuchsmateriale gefundene Ammoniak aus der postmortalen Inversion des Asparagins stamme, (was kaum anzunehmen ist), so würde auch damit in unseren Resultaten, dass nämlich die Aminosäuren das Hauptprodukt der Eiweisszersetzung während der intramolekularen Atmung bildet und Asparagin nur spärlich dabei entsteht, nichts Wesentliches geändert.

Für die Gesetzmässigkeit und Richtigkeit unserer Resultate bietet ganz besonders die grosse Übereinstimmung der bei allen drei Versuchen gewonnenen Zahlen eine hinreichende Garantie.

Wir sehen nämlich aus der Tabelle X, dass die Verhältnisse, in welchen einzelne Formen der Eiweisszersetzungsprodukte untereinander stehen, in allen drei Versuchen dieselben sind. Auch das Prozent der Eiweissstoffe, welche der Zersetzung anheimfielen, ist überall fast gleich.

Sollten gewisse Nebenumstände, wie postmortale Zersetzungen bei der Erlangung unserer Resultate mitgewirkt haben, so hätte schwerlich eine so grosse Übereinstimmung derselben erzielt werden können.

Ich finde mich verpflichtet deutlich zu betonen, dass meine Resultate mit den Schlüssen, welche Palladin aus der zweiten seiner oben besprochenen Arbeiten zog, sich eigentlich fast vollkommen decken.

Ogleich also die Versuche Palladins in methodischer Hinsicht, wie wir gesehen haben, durchaus nicht einwandfrei waren und namentlich wegen der Möglichkeit einer Mitwirkung der Fäulnis wenig stichhaltig zu sein schienen, so sind doch die Schlüsse, welche Palladin aus ihnen gezogen hat¹⁾, im allgemeinen richtig. Palladin war also der erste, welcher erkannt hat, dass der Stickstoffumsatz bei der Zersetzung der Eiweissstoffe in der Pflanze unter Sauerstoffabschluss anders als bei Luftzutritt verläuft.

¹⁾ Unrichtig ist jedenfalls der Schluss Palladins, dass bei der Eiweisszersetzung in Gegenwart des atmosphärischen Sauerstoffs beim Weizen das Asparagin fast das einzige stickstoffhaltige Produkt der Eiweisszersetzung ist. In der That tritt nur etwa 50—60% des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe beim Weizen in der Form von Asparagin auf.

Wenn wir nun die Frage aufwerfen, wie dieser Unterschied in der Richtung der Eiweisszersetzung bei und ohne Sauerstoffzutritt zu erklären ist, so scheint mir der Schlüssel zur Lösung dieser Frage durch die Schulzesche Auffassung der Asparaginbildung in der Pflanze gegeben zu sein. Bekanntlich nimmt Schulze an, dass das Asparagin, wenn überhaupt, so nur in ganz kleiner Quantität, als ein unmittelbares Produkt der Eiweisszersetzung sich in der Pflanze bildet und die grossen Mengen Asparagin, welche man so oft, namentlich in den Keimpflanzen der Leguminosen begegnet, nicht als unmittelbare Zersetzungsprodukte der Eiweissstoffe, sondern als Vorstufen ihrer Regeneration zu betrachten sind.

Dieser Auffassung nach wird also wenigstens die Hauptmenge des Asparagins erst synthetisch aus den Zersetzungsprodukten der Eiweissstoffe gebildet. Die Eiweisszersetzung selbst beruht nach Schulze in der Pflanzenzelle ganz ähnlich wie im Verdauungskanale der Tiere auf der spaltenden hydrolitischen Wirkung gewisser proteolitischen Enzyme. Die Existenz solcher proteolytischen Enzyme in den keimenden Samen ist auch experimentell nachgewiesen worden. Auch die Produkte dieser Eiweiss-hydrolysierenden Enzymwirkung sind in der Pflanzenzelle dieselben, wie sie für tryptische Verdauung nachgewiesen wurden: es sind also vor allem Aminosäuren und Hexonbasen.

Das Asparagin entsteht erst nachträglich aus denselben synthetisch als erste Stufe der Eiweissregeneration.

Wenn wir nun unsere Versuchsergebnisse auf Grund dieser Schulzeschen Anschauung deuten wollen, so müssen wir annehmen, dass bei den höheren Pflanzen nur die eigentlichen enzymatischen Zersetzungserscheinungen der Eiweissstoffe unter Luftabschluss zustande kommen können, dass dagegen für die synthetischen Prozesse der Eiweissregeneration, also auch für Asparaginbildung auf Kosten anderer Eiweisszersetzungsprodukte der Luftzutritt, also die Mitwirkung der normalen Atmung unumgänglich notwendig ist.

Dementsprechend fanden wir in den unter Luftabschluss intramolekular atmenden Lupinensamen nur eine ganz geringe, aus der enzymatischen Eiweisspaltung stammende Asparaginmenge neben sehr bedeutenden Mengen von Aminosäuren. Ein ähnliches Verhalten fand Frau Balicka¹⁾ in den allerersten Keimungsstadien

¹⁾ Balicka: „Recherches sur la décomposition et la régénération des corps

der Lupinensamen an der Luft. Während aber dieser Spaltungsprozess an der Luft bald durch einen Regenerationsprozess, bei welchem Asparagin auf Kosten der primären Spaltungsprodukte sich reichlich bildet, gefolgt und begleitet wird, bleibt dieser letzte Prozess bei Luftabschluss gänzlich aus.

Ist diese eben entwickelte Anschauung auf das Verhalten des Eiweissumsatzes bei normaler und bei intramolekularer Atmung der Pflanzenteile richtig, so haben wir ein Mittel in der Hand, um den Dissimilationsprozess der Eiweissstoffe in der Pflanzenzelle getrennt von den Prozessen, welche sich bei ihrer Synthese abspielen, zur Beobachtung zu bringen. Aus diesem Grunde verdient der Eiweissumsatz in den Pflanzenteilen, denen der Sauerstoffzutritt entzogen wird, einer grösseren Aufmerksamkeit seitens der Physiologen, als sie ihm bis jetzt geschenkt worden ist.

Zum Schluss mögen noch die wichtigsten Ergebnisse dieser kleinen Arbeit kurz zusammengestellt werden.

1. Die Lupinensamen in reines Wasser unter Sauerstoffabschluss gebracht entwickeln nur eine sehr schwache intramolekulare Atmung, dagegen wird diese Atmung ziemlich stark, wenn den Samen eine geeignete Zuckerart geboten wird. Diese intramolekulare Atmung dauert 6 bis 8 Wochen.

2. Die intramolekulare Atmung der Lupinensamen in Zuckerlösungen beruht auf der alkoholischen Gärung.

3. Traubenzucker wird von den Lupinensamen viel leichter als Fruchtzucker vergoren, Rohrzucker wird von ihnen invertiert und erst dann vergoren, er ist deshalb leichter als Fruchtzucker, aber schwerer als Traubenzucker den Lupinensamen zugänglich.

4. Die intramolekulare Atmung, welche sich in den Lupinensamen auf Kosten der ihnen dargebotenen Zuckerarten entwickelt, erleichtert die Hydrolisierung der Reservekohlehydrate der Lupinensamen und ihre Verwendung zur intramolekularen Atmung, so dass die Lupinensamen, welche in Zuckerlösungen verweilen, mehr von ihren eigenen Kohlehydraten vergären, als wenn sie in reinem Wasser liegen.

5. In Fruchtzuckerlösung und weniger leicht auch in Rohrzuckerlösung vermögen Lupinensamen auch ohne Sauerstoffzutritt

albuminoïdes dans les plantes. Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie“ 1903, S. 19.

teilweise zu keimen. Die Wurzelchen der so gekeimten Samen erreichen eine Länge von 3 bis 6 mm, worauf sie langsam absterben.

6. Während der intramolekularen Atmung der Lupinensamen in Zuckerlösungen erliegt auch ein bedeutender Teil ihrer Eiweissstoffe tiefgreifenden Zersetzungen.

7. Bis die Lupinensamen in sauerstofffreien Zuckerlösungen aus Mangel an Sauerstoff durch Erstickung absterben (was sich durch das Aufhören der Kohlensäurebildung kund gibt), werden ungefähr 30% (28 - 31%) ihrer Eiweissstoffe zersetzt.

8. Der Stickstoff der zersetzten Eiweissstoffe (über 75%) tritt ganz vorwiegend in der Form von Aminosäuren auf. Asparagin tritt dabei in ganz zurücktretender Menge auf, ihr Stickstoff macht kaum 9 bis 10% des Gesamtstickstoffs der zersetzten Eiweissstoffe aus.

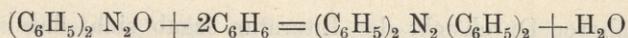
Auch die organischen Basen werden nicht reichlicher als Asparagin gebildet. Dieses Resultat stimmt mit demjenigen überein, welches Palladin für junge Weizenpflanzen erhalten hat.

9. Das Resultat 8 mit der Schulzeschen Theorie der Asparaginbildung in der Pflanze in Zusammenhang gebracht, lässt schliessen, dass ohne Sauerstoffzutritt nur Dissimilationsprozesse der Eiweissstoffe, nicht aber eine synthetische Asparaginbildung als Anfang der Eiweissregeneration bei den höheren Pflanzen möglich sind.

10. Der Eiweissumsatz ohne Sauerstoffzutritt verdient bei den höheren Pflanzen eben aus diesem Grunde näher erforscht zu werden, weil bei ihm Dissimilation getrennt von den syntetischen Prozessen zum Vorschein zu kommen scheint.

14. MM. E. BANDROWSKI m. c. et AL. PROKOPECZKO. O działaniu benzolu na azoksybenzol w obecności chlorku glinowego. (*Über die Einwirkung von Benzol auf Azoxybenzol in Gegenwart von Aluminiumchlorid*). (De l'action du benzol sur l'azoxybenzol en présence du chlorure d'aluminium).

Die Untersuchung wurde in der Hoffnung unternommen, dass die Reaktion zwischen Azoxybenzol und Benzol unter der Einwirkung von Aluminiumchlorid gemäss der Gleichung:



verlaufen wird. Somit konnte als Reaktionsprodukt das bis nun unbekannte Tetraphenylhydrazin erhalten und die Richtigkeit der bis nun angenommenen Struktur der Azoxygruppe dargetan werden.

Die Ergebnisse der Untersuchung gaben jedoch auf diese Fragen keine Antwort, da obige Reaktion nicht bewirkt werden konnte; weder unter Einwirkung von Zinkchlorid noch anderer neutraler Kondensationsmittel konnte Azoxybenzol in die Reaktion einbezogen werden; nur das Aluminiumchlorid verursacht eine energische Umwandlung, welche jedoch in einer ganz anderen Richtung verläuft.

Zu einer Lösung von je 2 gr. Azoxybenzol in 10 gr. Benzol werden 7 gr. von gut gepulvertem Aluminiumchlorid hinzugegeben. Die Lösung wird dunkelrot und erwärmt sich stark, so dass dieselbe gekühlt werden musste; nach vollzogener Einwirkung, lässt man das offene Kölbchen einige Stunden an der Luft, schüttet dann Wasser hinein und bläst das Benzol in einem Dampfströme ab. Der Rückstand wird einige Male mit Wasser ausgekocht, filtriert, getrocknet und in einem Extraktor mit Ligroin ausgelaut; nach einstündigem Extrahieren laufen die Laugen fast farblos ab; weiteres Laugen, das einige Stunden in Anspruch nimmt, wird in einem zweiten Extraktor vorgenommen. In der Extraktionshülse bleibt zuletzt eine schwarzbraune Masse, der durch Benzol ein schwarzbrauner amorpher Körper entzogen werden konnte.

In den ersten Laugen setzt sich nach dem Erkalten reichlich ein gelber kristallinischer Körper ab. Derselbe wurde abfiltriert und einige Male aus Weingeist umkristallisiert, wobei kleine Mengen eines in Weingeist fast vollständig unlöslichen Körpers abgeschieden werden. Der umkristallisierte Körper stellt gelbe gut kristallisierte Blättchen dar, welche bei 151° schmelzen, fast ohne Zersetzung destilliert werden können und von Weingeist und Ather schwer, von Benzol leicht gelöst werden.

Die Analyse ergab:

Formel $\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_2$ verlangt

C = 83.38, 83.20

C = 83.87

H = 5.64, 5.64

H = 5.42

N = 10.50, 10.62

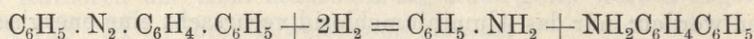
N = 10.70

Mol. g. 263.4

Mol. g. 258.

Bei näherer Durchsicht der Literatur ergab sich, dass derselbe Körper von P. Griess¹⁾ auf einem anderen Wege, das ist durch Einwirkung von Kaliumferrocyanid auf eine wässrige Lösung von Diazobenzolnitrat erhalten und von Locher als Benzolazodiphenil erkannt wurde.

Die Identität beider Körper wurde in folgender Weise bewiesen: Locher²⁾ fand, dass der Griess'sche Körper bei der Behandlung mit Zinnchlorür in salzsaurer Lösung gemäss der Gleichung:



in Aminobenzol und Paraminodiphenyl vom Schmpkt. 48° umgewandelt wird. Dieselben Verbindungen entstehen auch aus unserem Produkt durch Einwirkung von Zinkstaub auf eine alkoholisch salzsaurer Lösung; das Paraminodiphenyl wurde aus der Lösung als schwer lösliches Sulfat $\text{C}_{24}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{SO}_4$ (C = 66·06, H = 5·94, N = 6·63 $\text{SO}_4 = 23·14$ statt C = 66·05, H = 5·50, N = 6·42, $\text{SO}_4 = 21·99$) gefällt und aus wässriger ammoniakalischer Lösung als freie Base vom Schmpkt. 48° auskristallisiert.

Der Körper $\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_2$ wird in einer alkoholisch-ammoniakalischen Lösung durch Zinkstaub beim Erwärmen leicht zu einem Hydrazoderivat reduziert. Nach der Entfärbung wurde die Lösung zur Hälfte abgedampft, der Rest in ein gleiches Volumen Wasser filtriert und durch Kochen unter Zugabe einer zur Lösung nötigen Menge Weingeist gelöst. Beim Erkalten kristallisiert das Hydrazoderivat in farblosen fadenartigen Kriställchen. Dieselben schmelzen bei 122° (Locher²⁾ gibt den Schmelzpunkt zu 127° an), lösen sich sehr leicht in Weingeist, Äther und Benzol, dagegen wenig in Ligroin.

Es konnte auch das Diacetylderivat dargestellt werden, doch wurden dabei entgegen den Angaben von Locher zwei isomere Diacetylprodukte erhalten, und zwar in folgender Weise: Der Hydrokörper wird in einer zur Lösung bei gewöhnlicher Temperatur nötigen Menge Acetanhydrid gelöst. Die anfangs klare Lösung trübt sich mit der Zeit und erstarrt zuletzt vollständig. Das ausgeschiedene Produkt wird abgesogen, getrocknet und aus Weingeist umkristallisiert. Vorerst scheiden sich prachtvolle Blättchen vom Schmpkt. 217° aus, aus der eingeengten Mutterlauge werden dann nach dem

¹⁾ Ber. 9, 132.

²⁾ Ber. 21, 912.

Einengen nadelartige viel niedriger schmelzende Kristalle abgesetzt. Durch wiederholte Kristallisationen konnten zuletzt zwei Körper mit Leichtigkeit rein erhalten werden. Der erste blättrig kristallinische in Weingeist sehr schwer lösliche schmolz bei 217°, der zweite dagegen kristallisierte in weissen Nadeln, löste sich viel leichter in Weingeist und schmolz bei 176°. Die Körper enthalten:

Schmpkt. 217°

C = 76·82

H = 6·25

N = 9·05

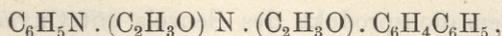
Schmpkt. 176°

C = 76·78

H = 6·40

N = 8·40.

Beide haben demnach dieselbe Zusammensetzung eines Diacetylderivates:



welches C = 76·74, H = 5·81, N = 8·14 verlangt.

Diese gänzlich unerwartete Isomerie wird weiter untersucht.

Das zweite in Ligroin schwer, in Weingeist fast unlösliche Einwirkungsprodukt des Azoxybenzols auf Benzol bei Gegenwart von Aluminiumchlorid bildet das Diphenyl-Azodiphenyl $(\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_4\text{N})_2$, welches von Zimmerman¹⁾ in gewöhnlicher Weise aus p-Nitrodiphenyl erhalten wurde. Es bildet prächtige seidenglänzende, gelbrote Kristallblättchen, schmilzt bei 250°, ist unlöslich in Weingeist und Äther, schwer löslich in Benzol.

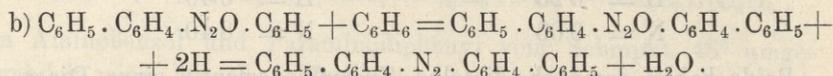
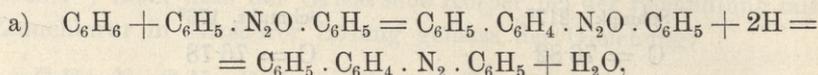
Neben den oben genannten zwei Körpern entstehen bei der Einwirkung von Aluminiumchlorid auf die benzolische Lösung des Azoxybenzols noch andere Produkte, darunter das eine prächtig rot gefärbt, das andere schwarzbraun und amorph. Ersteres konnte nicht in reinem Zustande abgeschieden werden, das zweite lud seiner Eigenschaften wegen zur näheren Bearbeitung nicht ein.

Azoxybenzol reagiert unter denselben Bedingungen auch mit anderen Kohlenwasserstoffen: mit Toluol z. B. konnte das Benzyl-

¹⁾ Ber. 13, 1962.

azotolyl $C_6H_5 \cdot N_2 \cdot C_6H_4 \cdot C_6H_4(CH_3)$ vom Schmpkt. 137^o und sein Hydrazoderivat vom Schmpkt. 102^o, ebenso wie das entsprechende Ditolyl-azo-ditolyl $CH_3 \cdot C_6H_4 \cdot C_6H_4 \cdot N_2 \cdot C_6H_4 \cdot C_6H_4 \cdot CH_3$ vom Schmpkt. 260^o erhalten werden.

Der Reaktionsgang scheint in folgenden Phasen seine Erklärung zu finden:



Es wurde weiter untersucht, ob vielleicht das Phenylazodiphenyl nicht ein Kondensationsprodukt des Benzols mit Oxyazobenzol ist, das unter Einwirkung von Aluminiumchlorid aus Azoxybenzol entstehen könnte. Das diesbezügliche Experiment verlief jedoch resultatlos.

15. M. HUGO ZAPALOWICZ m. c. *Uwagi krytyczne nad roślinnością Galicyi. (Remarques critiques sur la flore de la Galicie).*

L'auteur, qui depuis quelques mois s'occupe de la révision de l'herbier de la Commission physiographique de l'Académie, et est parvenu au Trisetum des Graminées multiflores, résume dans le présent travail les résultats de ses recherches.

Une série des variétés et formes nouvelles et deux nouvelles espèces prouvent que la flore de la Galicie, comme celle de la Pologne en général, garde son originalité vis-à-vis de sa voisine, la flore allemande.

Voilà la description des variétés et espèces nouvelles, comme de quelques formes plus importantes.

[Abréviations:

Plan.: planities (toute la Galicie jusqu'aux pieds des Carpathes).

Mont.: regio montana.

Subalp.: regio subalpina.

Alp.: regio alpina (jusqu'à 2263 m. dans les montagnes de Tatra, qui forment le plus haut groupe des Carpathes)].

Cystopteris Huteri Hausmann. Planta nostra glaucescens; apice longe acuminato, saepe declinato; forma valde constans. Caeterum frondibus oblongis, bipinnatis, pinnulis inferioribus pinnatifidis vel pinnatipartitis, superioribus incisodentatis lobatisve, praecipue margine segmentorum glanduloso pilosis. Frondibus 4·5 ctm longis et 2·5 ctm latis, stipitibus 2·5 ctm longis; rarius frondibus ad 14 ctm longis, 7 ctm latis et stipitibus 16 ctm longis.

Mont.-Subalp.

Phleum alpinum L., ubique in for. commutatam Gaud.: arista nuda margine scabra 2—3 mm longa, valvam aequans, vel paulo longior aut brevior.

var. elongata m. Culmus ad 65 ctm altus, spica cylindrica 3·5—4 ctm longa, arista nuda margine scabra 2—3 mm longa, valvam plus minusve aequans.

Mont.-Alp.

Agrostis alba L.

var. pauciflora m., culmo subrigido arcuato, 1 m alto; foliis elongatis ad 40 ctm longis, 3—3·5 mm latis, vix scabriusculis; panícula patentissima, pauciflora, ramulis capilliformibus, fere glabris; floribus albovirentibus.

Mont.

A. canina L.

var. breviaristata m., culmo tenui erecto, foliis omnibus setaceo convolutis, valvis viridiflavescens vix colore violaceo subfusus; palea inferiore trinervia, breve bidentata, nervis viridibus; nervo dorsali sub medio in aristam abeunti, arista geniculata palea brevior.

Plan.

A. rupestris All.

var. subscabra m., ramulis paniculae subscabris, planta minor, pro parte pygmaea. Occurrit ramulis nonnullis tantum pilis rigidis instructis.

Alp.

Calamagrostis Kotulae m. (n. sp.). Rhizoma repens, densum caespitem culmorum foliorumque nutriens. Culmis strictis, ad 80 ctm altis, levissimis, superne obscure violaceis; ramulis paniculae scabris vel scabriusculis, violaceis; foliis linearibus, longe acuminatis, rigidis, fere pungentibus, margine scabris, partim convolutis, obscure viridibus; vaginis glabris, nonnullis sub ligula tenuissime barbatis, pro parte violaceis; ligula 2—3 mm longa, vaginarum inferiorum

brevissima truncata; panicula densiflora, post anthesin anguste contracta, valvis (in statu maturitatis) fulvis; spiculis 3—4.5 mm, plerumque 4 mm longis; valvis lanceolatis, acuminatis, dorso glabris vel scabriusculis, paleas 1 mm superantibus; valvae inaequales, superior inferiore 0.5 mm brevior; palea inferior pilos coronae plus minusve aequans, quinquenervia, nervis prominentibus, profunde dentato-mucronulata, margine pellucido membranaceo, praeterea fulva, in duobus tertiis aristata; arista valida, recta vel vix arcuata et aut brevis emarginaturas attingens vel paulo longior sed nunquam dentes superans, aut minima rudimentarisve et sub microscopio ut apiculum tantum apparens; palea superior oblongo lanceolata, fere $\frac{2}{3}$ inferioris aequans; rudimentum secundi floris brevissimum. Exceptis raris barbulis vaginarum tota planta glaberrima.

In magnis turfosis Galiciae occidentalis et Oraviae hungaricae, prope Piekielnik, a B. Kotula lecta et ad *C. lanceolatam* Roth relata.

Species valde memorabilis, in sectionem *Calamagridis*, intra *C. lanceolatam* Roth et *C. villosam* Mutel, ponenda.

Amico defuncto, Boleslao Kotula, profesori gymnasiali in oppido Przemyśl, illustri auctori Florae Przemyślensis et Distributionis plantarum vasculosarum in montibus Tatricis, dedicatum.

Mont.

C. villosa Mutel (C. Halleriana P. B.). Ubique in forma carpatica: subglabrata, arista recta capilliformi sub medio dorsi inserta, palea brevior.

var. *Krupae* m. Debilior, agrostiformis, 50—70 ctm alta, panicula 6—10 plerumque 8 ctm longa, pauciflora, contracta; floribus 3—4 mm longis rufescentibus, muticis; culmo foliisque laete viridibus; foliis 3—4 mm latis, margine scabris, supra pilis valde dispersis tecta; vaginis inferioribus culmoque sub et in panicula scabriusculis vel fere glabris, ramulis scabris; vaginis sub ligula tenuissime barbatis; ligula vaginarum superiorum ovalis 3 mm longa remote denticulata, inferiorum brevis truncata; palea inferior pellucido membranacea, apice acute dentata vel mucronulata, palea superiore plus quam duplo longior, pilis coronae brevior. Forma valde constans.

Non var. *mutica* Torges. A var. *gracilimente* A. et G. floribus muticis etc. optime differt.

Mont.

C. arundinacea Roth.

var. *subbiflora* Torges; spiculis pro parte bifloris, floribus ambobus perfectis.

Alp.

Avena elatior L.

var. *carpatica* m. Culmi rigidiores, 0.80—1 m alti, basi subgeniculati, saepe inferne cum vaginis violacei; spiculae majores, valva superior 10—11 mm longa, floribus paulo major vel vix brevior; paleae glabrae; valvae et paleae compactiores violaceo tinctae; arista maxima ad 18 mm longa.

Subalp.

A. pubescens Huds.

var. *alpina* Gaud. (var. *glabra* Fr.). Forma *carpatica*: planta glabra, spiculae biflorae, cum rudimento tertii floris, axis floris rudimentaris in parte media glabrescens et plerumque tantum scaber, valva inferior partim subtrinervia, superior 16 mm longa. Planta ad 1 m. alta.

Subalp.

var. *minor* m., culmis tenuioribus sed strictis, superne cum ramulis plerumque rubro violaceis; spiculis bifloris cum rudimento tertii floris, minoribus, valvis superioribus 11 mm longis; valva inferiore partim subtrinervia. Planta glabra vel fere glabra, rarius glaucescens.

Plan.

A. pratensis L. Rara; occurrit in duabus varietatibus:

a) *scabra* m. Culmi superne, vaginae et folia utrinque ac margine scabra, praeterea vaginae atque folia culmea superne hispidula, folia 3—4 mm lata inferiora plicata; rachis et rami scabri; panícula contracta, ad 18 ctm longa, rami inferiores gemini, longiores (1.5 ctm) duas spiculas gerentes; spiculae albovirentes vix violaceo subfusae, 20—22 mm longae, ambae valvae trinerviae, dorso scabrae; axis florum toto latere dense et longe pilosus. Ad 1 m altitudinis.

b) *glabrata* m. Culmi vaginaeque leves, folia omnia breviter plicata margine scabra; panícula 6—10 ctm longa spiciformis, rami inferiores gemini, omnes unam spiculam gerentes, rami inferiores spiculis breviores, superiores brevissimi; spiculae minores 15—18 mm longae, albovirentes violaceo subfusae; ambae paleae trinerviae, dorso vix scabrae vel fere glabrae; axis florum in parte inferiore glabrescens, scaber; rachis et ramuli scabriusculi vel subglabri. Planta

50—60 ctm alta. Forma memorabilis et quasi transitoria ad *A. alpinam* Smith. Var. *subdecurrens* Borbás spiculis magnis etc. differt.

Plan.

A. alpina Smith. Forma carpatica: culmo vaginisque glabris, rarius vaginis scabriusculis, foliis glabris margine scabris; culmo superne et nonnullis vaginis foliisque plerumque violaceis; panicula spiciformi, spiculis 12—17 mm longis violaceo fusco pictis, palea profundius dentata, rarius ad medium fissa; axi florum in parte inferiore glabrescente scabro; ambae valvae trinerviae dorso scabriusculae vel fere glabrae; rachis et rami scabriusculi vel subglabri.

Alp.

A. planiculmis Schrad. Forma glabrescens: ramis inferioribus plerumque geminis, axi florum in parte inferiore semper glabrescente scabro.

Alp.

a) *czywezynensis* m., omnibus vaginis teretibus et cum culmo levibus; foliis tantum margine scabris; culmo superne et in panicula scabro cum ramulis violaceo, etiam vaginis foliisque partim violaceis; palea inferiore apice profunde dentata vel dorso ad medium fissa, dentibus, id est nervis lateralibus in mucronulum aristiformem rectum, tenuem circa 1 mm longum abeuntibus — (quod caeterum etiam in aliis graminibus montanae ac alpinae regionis plus minusve saepe observatur); axis florum in parte inferiore glabrescens scaber.

Alp.

b) *hispidula* m. Culmus inferne et praecipue vaginae ac folia margine retrorsum manifeste scabra; folia viridia elongata, stolonum ad 60 ctm longa, 3—4 mm lata, supremum folium culmeum ad 5 ctm longum; culmus superne rachis et ramuli setoso hispiduli vel fere hispidi; valvae in nervis atque palea inferior cum arista setoso scabrae; axis florum in parte inferiore glabrescens scaber. Ad 1·10 m altitudinis.

Plan.

c) *glauca* Preissmann (?) Folia elongata, margine scabra, glauca; culmus levis, vaginae glabrae vel scabriusculae; rachis glabra aut ad nodos hispidula, ramuli scabri; valvae dorso cum arista scabriusculae, palea inferior scabriusculo punctata; axis florum in parte inferiore glabrescens scaber. Caeterum ut in var. b). Ad 1·25 m altitudinis.

Plan.

Quant au *Trisetum* l'auteur démontre, que la vieille *Avena carpatica* Host n'est qu'une variété alpine du *T. flavescens* P. Beauv., comme la var. *variegata* Gaud. de la même espèce forme une variété d'une région des montagnes ordinairement inférieure (subalpine) — et que au contraire le *T. alpestre* P. Beauv. est une espèce bien remarquable et différenciée.

Trisetum flavescens P. Beauv.

var. *Paczoskii* m., culmis vaginis foliisque glaucescentibus. Occurrit in duabus formis:

1) for. *scabriuscula*; paleae inferiores florum superiorum latere *scabriusculae*, in flore inferiore fere *glabrae* (dentibus brevissimis *punctatae*); spiculae *viridiflavescentes*;

2) for. *subpilosa*; paleae inferiores *subpilosae*, spiculae magis *flavescentes*.

Plan.

T. Tarnowskii m. (n. sp.). Rhizoma repens, 3—7 culmos et stolones agens; culmi leves, tenues sed rigidi, 45—70 ctm alti, ex basi subgeniculata erecti, inferne partim violacei; folia infima ac stolonum — deficientia (specimina evidenter locis valde siccis lecta); vaginae inferiores retrorsum pilosae, superiores glabrae; folia culmea plana rigida, 5—9 ctm longa et 5—7 mm lata, rarius in specimenibus humilioribus folium supremum 3.5 ctm longum, 2.5 mm latum, omnia folia valde remota, culmo adpressa, supremum saepe basin paniculae attingens, utrinque glabra vel superne pilis valde dispersis tecta; folia margine et vaginae margine non connato scabra atque pilis subrigidis brevibus longisve ciliata; ligula brevissima denticulata aut rudimentaris; culmus, vaginae ac folia glauca; panicula 8—12 ctm longa, contracta vel subpatens, saepe flexuosa et apice nutans, ad basin nonnunquam foliolo fulcrante ad 4 mm longo membranaceo violaceo, vel rudimentari instructa; rami subverticillati, longiores 3—8 spiculas gerentes, rachis levis, ramuli fere glabri vel *scabriusculi*; spiculae triflorae cum rudimento quarti floris, rarius 2 vel 4 floriae; valva superior trinervia, nervi prominentes laterales plus minusve dimidiam valvam aequantes, valva ab duobus tertiis sensim angustata vel sub apice acuminata, dorso levis versus apicem *scabriuscula*, 6—7 mm longa, spiculis 7—8 mm longis paulo brevior; valva inferior uninervia 4—5 mm longa; rarius spicula tantum 6, valva superior 5 et inferior 3 mm longae; palea inferior plerumque 5 mm longa, dorso *scabriuscula*, latere punctis dense

obsita, quae sub microscopio ut dentes brevissimi apparent, apice profunde bidentata, dentes in mucronulum abeuntes; paleae floris superioris fere aequilongae, in floribus inferioribus palea inferior alteram vix 1 mm superans; arista supra medium dorsi, in floribus superioribus e duobus tertiis egrediens, ad 7 mm longa geniculata scabra, in parte inferiore virescens, paulo vel vix contorta, in parte superiore violacea; ovarium glabrum, antherae fusco flavae; pili axis florum longissimi densi albosericei, in callo flores coronae instar cingentes (ut in *Calamgrostide villosa*), florem inferiorem dimidium aequantes, in floribus superioribus duas tertias attingentes, vel paulo longiores, pili in apice rudimenti quarti floris spiculam subaequant; articuli axis unam tertiam floris aequantes; valvae virides colore violaceo aureoque subfusae vel plus minusve pictae, margine membranaceo albo; palea inferior similem in modum colorata, palea superior pellucido membranacea alba; spiculae subvariegatae longis pilis sericeis pulchre nitentes.

Stirps optima et valde memorabilis, in montanis Bucovinae: monte Dadul (1527 m. alto) prope Kirlibaba a Herbich (in herb. Rehmani) et monte Pietrile Domnei (Piatra Domnei) prope Rareu a Rehman lecta et *T. flavescens* subjuncta. Calcarea incolere videtur.

Excellentissimo Comiti Stanislao Tarnowski, Doctori philosophiae, Professori Universitatis Jagellonicae, Praesidenti Academiae Litterarum Cracoviae etc., etc., honoris causa.

A *T. distichophyllo* P. Beauv. et *T. argenteo* Roem. et Schult. manifeste differt: culmo vaginis foliisque glaucis, foliis multo latioribus remotis rigidis ac culmo adpressis, valvis inaequalibus, valva inferiore uninervia, foliolo fulcrante etc.

Trisetaria brevifolia Baumg. est sec. Fuss (*Fl. Transsilvaniae* 1866, p. 728) et sec. Simonkai (*Enumeratio* 1886, p. 575) synonymus *T. distichophylli*. Sec. Simonkai (l. c.) *T. distichophyllum* et *T. argenteum* sunt species in Transsilvania dubiae; sec. Richter (*Plantae Europae* 1890) incolunt ambae species Alpes Europae centralis et sec. Syn. Asch. et Graeb. provenit *T. distichophyllum* in Carpatis Transsilvaniae meridionalis.

T. rigidum M. B. (Boiss. *Fl. orient.* 1884, t. V, p. 538), quod habet etiam folia glauca, differt a nostra stirpe: foliis lanceolatis longe acuminatis patentibus in parte inferiore culmorum approximatis, paniculae ramis strictis, spiculis 2—3 floris, valvis flavidis, pilis axis flosculos superiores aequantibus etc.

M. a Bieberstein (Fl. Taur. Cauc. 1808, t. I, p. 77) attribuit praeterea suae Avenae rigidae antheras violaceas et suae Avenae sesquitergiae (jam a Ledebour in Fl. Ross. 1853, t. IV p. 417 cum A. rigida conjunctae) spiculas magnitudinis Avenae elatioris — sed Boissier (l. c.) T. rigidum valde T. distichophyllo affine esse dicit.

Sec. Boissier habitat T. rigidum rupes alpinas Tauri Ciliciei, Armeniae versus fontes Araxis, Caucasi omnis (6—8500'), Persiae borealis etc.

T. laconicum Boiss. (Fl. orient., t. V, p. 537), incola montis Malevo Laconiae, proxima T. flavescenti, differt: spiculis stramineis, foliis vaginisque hirtis etc.

Mont.

T. alpestre P. Beauv.

a) aurea m. Spiculae et pars inferior aristarum pulchre aureo flavae.

Subalp.

b) tatrensis m. Dense caespitosa, omnia folia plana 1—2 mm lata, folia caespitis ad 20 ctm longa fere longitudinis culmi; folia vaginae et culmus cum rachi et ramulis pilosa; spiculae albovirentes aureo pictae.

Subalp.

16. M. TAD. GARBOWSKI. **O transplantacyi blastomer u jeżowców.** (*Über Blastomerentransplantation bei Seeigeln*). (*Sur la transplantation blastomérique chez les oursins*). (Note préliminaire). Mémoire présenté par M. K. Kostanecki m. t.

In der vorliegenden, vorläufigen Mitteilung soll in aller Kürze über die Lösung eines schwierigen experimentellen Problems berichtet werden, welches bis jetzt von niemandem gelöst, einerseits einen neuen, tiefen Einblick in die Natur des Untersuchungsobjektes gestattet, andererseits einmal als möglich erwiesen, bei der Auffindung weiterer Wege für morphogenetische Analyse methodologisch und heuristisch viel zu leisten verspricht.

Das Problem.

Um in das Wesen des Furchungsprozesses und das Verständnis des morphogenetischen Geschehens überhaupt experimentell einzudringen, wurden Versuche in vierfacher Richtung angestellt.

Erstens trachtete man danach, auf die Gestalt des sich entwickelnden Keimes modifizierend einzuwirken, um aus der Art der Reaktion die Natur der für die Gestaltung bestimmenden Faktoren herauszulesen. Zweitens versuchte man durch Verlagerung der einzelnen Formelemente, der Blastomeren, ihre Fähigkeiten und Zusammenhänge aufzudecken. Drittens versuchte man durch Verstümmeln des Furchungsmateriales bis zum entwicklungsfähigen Minimum, die Rolle, Vertretbarkeit oder Unentbehrlichkeit einzelner Bestandteile festzustellen. Viertens hat man endlich den umgekehrten Weg eingeschlagen und verfolgte die Entwicklung künstlich verschmolzener Eier oder Larven. In allen diesen Richtungen wurde Hervorragendes geleistet und höchst wichtige Aufschlüsse über die Individualität der Furchungskugeln und über den Grad der Determinierung des Furchungsverlaufes erlangt.

Um aber über die Selbständigkeit und Variationsbreite der Blastomeren, die Sphäre ihrer gegenseitigen Beeinflussung, die Qualität ihrer immanenten Veranlagung, ihre homogene oder heterogene Prospektivität, das Wesen der Furchungsbilder, ihre physiologische Bedeutung u. dgl. sicher urteilen und entscheiden zu können, müsste man über die Vorteile, die sich aus den Bestrebungen jeder einzelnen von jenen vier Richtungen einzeln ergeben, zu gleicher Zeit und bei einem und demselben Versuchsobjekte verfügen.

Das Problem, welches den Verfasser seit langer Zeit beschäftigte, lautete somit dahin: in einem einfachen physiologisch-morphogenetischen Experimente die Bedingungen aller in jener vierfachen Richtung angestellten Versuche zu vereinigen.

Von der Möglichkeit eines derartigen Experimentes haben den Verfasser vor allem die recht seltenen und nur ausnahmsweise gelingenden Versuche mit verschmolzenen Tierkeimen überzeugt; dafür schien auch das in der Natur nicht fehlende Verschmelzen geweblicher, vielzelliger Organismen, wie der Spongien- und Medusenlarven (*Mitrocoma*), der Placulæaden (*Trichoplax*), der Heterocyemiden u. a. zu sprechen. Allerdings war das Resultat bei den Verschmelzungsversuchen meistens wenig instruktiv. Echinodermenblastulae, die bereits vor einem Dezennium von Driesch, sodann von Morgan und Loeb zur Verschmelzung gebracht wurden, gestalteten sich gewöhnlich zu verwachsenen Zwillingen, indem sie zwei gesonderte Darmeinstülpungen, Skelette u. s. w. anlegten und

nur manchmal sich zu einfachen Bildungen nachträglich umdifferenzierten. Wo regelmässige Larven von doppelter Grösse in dem Versuchsmaterial gefunden wurden, konnte ihre Entstehungsweise nur auf Grund ihrer Grösse und der doppelten Zellenzahl in den Organen wohl vermutet, nicht aber direkt beobachtet werden. In neuester Zeit (1902) hat Lillie auf Eier von Trochophoratiären mit Chlorkalium und mit Calciumbichlorid eingewirkt, wobei sie amoeboid wurden und plasmodienartige Verbindungen eingingen. Aus solchen Eiern entwickeln sich sehr auffallende, teratogene Larven, die indessen sowohl bei KCl- als auch bei CaCl₂-Lösungen Einzelbildungen bleiben. Verschmelzung von Blastularlarven hat man als „embryonale Transplantation“ bezeichnet; nicht mit vollem Rechte.

Eine echte Blastomeren-Transplantation würde die Bedingungen des gesuchten morphogenetischen Experimentes erfüllen. Es ist nötig, eine gewisse Zahl von Blastomeren eines Tierkeimes mit einer Anzahl von Zellen aus einem anderen sich furchenden Ei zusammenzuführen und sich gemeinsam entwickeln zu lassen. Während die Versuche mit zusammengewachsenen Stücken von Froschlarven, Anneliden oder Schmetterlingspuppen nichts anderes erweisen als die angeborene Fähigkeit tierischer Gewebe zusammenzuwachsen, liesse sich hier, zumal an so günstigen, durchsichtigen Objekten wie es die Echinideneier sind, der ganze Weg der Entwicklung beobachten, das Verhalten jedes Blastomers feststellen, die gegenseitige Anpassung eines heterogenen Furchungsmaterials Schritt für Schritt verfolgen.

So führte den Verfasser das Problem wie von selbst auf Versuche mit jungen Seeigelkeimen.

Das Experiment.

Die Aufgabe gliedert sich in drei Teile, von denen ein jeder dem Experimentator andere Schwierigkeiten entgegenstellt und die Anwendung einer besonderen Methode nötig macht.

a) Erstens müssen entsprechend junge Furchungsstadien in geeignete Fragmente zerlegt werden, ohne deren Entwicklungsfähigkeit ernstlich zu gefährden.

b) Zweitens müssen die Bruchstücke bald nach der Operation eng und genügend fest an einander gelegt werden, um an selbst-

ständiger Individualentwicklung behindert zu sein, ohne indessen unter dem Drucke wesentlich zu leiden.

c) Drittens müssen sich die zusammengekitteten Stücke genügend von einander unterscheiden, damit der Beobachter in der Lage sei, ihre Bezirke und die ihrer Derivate mit Sicherheit auseinanderzuhalten.

Die passenden Methoden wurden an Eiern von vier Seeigelarten gesucht und modifiziert, *Psammechinus miliaris* und *microtuberculatus*, *Paracentrotus lividus* und *Sphaerechinus granularis*; an dem ersteren in der Bretagne, im Laboratoire Lacaze-Duthiers in Roscoff, an den übrigen vornehmlich an der Neapler Station. Nur mit *Psammechinus miliaris*, der in Roscoff stets in grosser Menge zu haben ist und sich auch in Aquarien vorzüglich hält, ist das Experiment gelungen.

a) Der erste Teil der Aufgabe — die Fragmentierung — kann in verschiedener Weise erledigt werden. Das präziseste, aber auch mühevollste und in Anbetracht der geringen Anzahl von Versuchsobjekten, die auf einmal aufgearbeitet werden können, unbequemste Verfahren besteht in dem direkten Zerschneiden der Keime mit dem Messer. Die Messer hat sich der Verf. aus feinen Stahlnadeln unter stärkerer Lupenvergrösserung auf einem Stein geschliffen. Da der zu schneidende Gegenstand bloss 0.1 mm im Durchmesser beträgt, kann das Schneideinstrument im Rücken nicht mehr als 0.005—0.015 mm stark sein, bei einer Breite der Klinge von etwa 0.15 mm; die Länge betrug ca. 1 mm. Mit dieser Seziernadel lässt sich ohne Schwierigkeit unter mittelstarken Objektiven auch ohne Inversionsprisma operieren. Die Arbeit wird leichter, wenn man die Keime durch Süßwasserzusatz etwas quellen lässt. Das Deckglas mit Paraffin zu beschicken, damit die Eier an der Unterlage besser haften, wie Miss Stevens bei ähnlicher Gelegenheit verfährt, erwies sich eher hinderlich als nützlich.

Weit leichter erhält man Bruchstücke durch Zerschütteln grosser Mengen von Keimen in wenig Wasser. Ein Nachteil liegt darin, dass viele Keime erst nach sehr starkem Schütteln zerfallen, was das Furchungsmaterial offenbar empfindlich schädigen muss. Dies gilt vor allem von *Psammechinus miliaris*. So war es nötig, pulverisierte Deckglassplitter zuzusetzen, um die Wirkung auf mechanischem Wege zu beschleunigen.

Auch die Methode Lœbs, die Keime aus ihren Membranen in einem hypotonischen Medium durch Quellung bruchsackartig aus-

treten zu lassen und im geeigneten Momente zu zerteilen, wäre anwendbar, zumal sie auch an die manuelle Fertigkeit geringere Ansprüche stellt als das gewöhnliche Schneiden, doch bleibt sie in manchen Fällen erfolglos, wie insbesondere bei *Psam. miliaris*.

Die Herbst'sche Methode der Eieraufzucht in kalkfreiem Seewasser kommt hier leider nicht in Betracht, da sie zur völligen Auflockerung des Blastomeregefüges führt, was keineswegs erwünscht ist.

b) Der zweite Teil der Aufgabe bietet die meisten Schwierigkeiten und konnte an tyrrhenischen Arten überhaupt nicht gelöst werden. Endlich liess sich das Ziel unter Verwendung zufällig vorhandener Gerätschaften am bretonischen *Psammechinus* erreichen. Die zur Verschmelzung bestimmten Objekte wurden, mit einander vermengt, am Boden sehr langer, senkrecht montierter Glasbüretten Mohl'scher Art zu einem Klümpchen abgesetzt und einige Zeit dem Drucke der hohen Wassersäule in der Bürette, der noch durch einen stempelartig eingetriebenen Stöpsel verstärkt wurde, unterworfen, sodann der Inhalt durch Aufdrehen des unten befindlichen, geradachsigen Ablaufhahnes vom Geissler'schen Typus mit feinem Lumen in ein flaches Uhrschälchen gebracht behufs sofortiger Auffindung und Isolierung der wenigen etwa vorhandenen Doppelstücke.

Mitunter gelingt die Connascenz, wenn man die Objekte in einem konisch zulaufenden Probiergläschen kleinster Sorte einfach mit dem Glaskopfe einer Stecknadel zusammenpresst, worauf der Inhalt rasch mittels Pipette herausgespült werden muss.

c) Die Lösung des dritten Teiles der Aufgabe war leicht gefunden, und zwar auf Grund früherer Erfahrungen des Verfassers mit Vitalfärbung. Die zusammengekoppelten Fragmente müssen verschieden gefärbt sein, um sich bequem und während der ganzen Entwicklungsdauer vom Beobachter auseinanderhalten zu lassen. Es wurde zunächst zu zwei recht auffallend tingierenden Anilinderivaten gegriffen, dem Methylenblau und dem Toluidinoxidationsprodukte — Neutralrot. Während aber der letztere Farbstoff von sämtlichen darauf hin geprüften Eiern gierig aufgenommen und bestens vertragen wird, so dass nicht einmal die Dauer des Furchungsprozesses verändert wird und die tiefroten Plutei ebenso rasch wachsen und ebenso gut in den Aquarien leben wie die ungefärbten, scheint beim Methylenblau die Wirkung nicht nur von der Qualität der einzelnen beigemengten Farbstoffe abzuhängen, sondern

je nach der Art des Tieres und den Umständen verschieden zu sein. Die Entwicklung von *Paracentrotus* und *Psamm. miliaris* erschien in Roscoff selbst bei kaum bläulich gefärbten Lösungen ausserordentlich verlangsamt und früh sistiert. Deshalb scheint es geraten zu sein, von blauen Farbstoffen, wenn dieselben nicht von vorzüglicher Qualität sind, lieber ganz abzusehen, die Färbung mit einem anderen Farbstoffe ausser dem Neutralrot überhaupt zu unterlassen und die Connascenz roter Elemente mit natürlichen hyalinen zu versuchen. Bei betreffenden Doppelstücken heben sich die Farben rot und gelblichhyalin von einander prächtig ab und bieten Bilder, die ob ihrer Auffälligkeit und Originalität im Laboratoire zu Roscoff viel Aufsehen erregten.

Ansonst kann noch das Phenylensafranin (Vesuvium) als dasjenige Präparat genannt werden, welches nach dem Neutralrot am wenigsten störend einwirkt.

Entwicklung zu künstlichen Individuen.

Das Experiment gelang bei *Psammechinus* mit durchschlagendem und vielseitigstem Erfolge. Zwar ist auch bei ihm die Stückzahl der Verklebungen im Verhältnis zu dem bearbeiteten Materiale überaus gering und von den isolierten Exemplaren liessen sich nur die wenigsten bis zum Stadium des ausgewachsenen Pluteus verfolgen, wovon der Grund vornehmlich darin zu suchen wäre, dass die Objekte während der mikroskopischen Untersuchung viel zu leiden haben; doch war das gewonnene Beobachtungsmaterial genügend, um einen allgemeinen Überblick zu gewähren, und die Art der Furchung recht variabel, um in verschiedenster Richtung über die Entwicklungsbahn der Blastomeren Aufschlüsse zu erteilen.

Ohne in eine detaillierte Beschreibung der beobachteten Fälle einzutreten, die erst in der ausführlichen Publikation gegeben werden kann, mögen an dieser Stelle lediglich die allgemeinen, für die Entwicklung künstlicher Individuen charakteristischen Tatsachen Erwähnung finden, wobei auch der normale Furchungsverlauf des *Psamm. miliaris* mit wenigen Worten gestreift werden muss.

Die Furchung verläuft bei dieser Form nach demselben Typus, wie er bereits von Selenka für die Art *microtuberculatus* und andere Gattungen der Seeigel angegeben wurde. Auch hier zerfällt das Ei durch zwei meridionale Teilungen in 4 gleichgrosse Zellen

de Störungen erleiden. Abgesehen von der Formverzerrung und Verlagerung der Furchungskugeln, die sich in den meisten Fällen zur Zeit der Connascenz zu Morula-artigen Gebilden zusammenschliessen, wobei auch deutlich die Tendenz zutage tritt, sich zu getrennten Teilstücken abzurunden, hat die Verkoppelung in nahezu sämtlichen Fällen zur Folge, dass nicht nur die für die betreffenden Stadien normale Blastomerenzahl in weitesten Grenzen vergrössert wird, sondern dass auch verschiedenaltige Zellen und — was dasselbe ist — von verschiedenster Grösse neben einander zu liegen kommen. Nach diesen zwei hauptsächlichsten Quellen der Mannigfaltigkeit lassen sich die beobachteten Entwicklungsläufe gruppieren und vergleichen.

Als Beispiel für das Überschreiten der normalen Blastomerenzahl diene ein ausserordentlich dem Normalverhalten genähertes Doppelstadium von 37 Zellen (Fig. 2). Die ursprünglichen Verhältnisse waren hier zur Zeit, wo die Skizze entworfen wurde, so wenig verändert, dass es möglich ist, das 26-zellige Fragment als zu einem normalen 32 zelligen Keime gehörig zu erkennen. Indem der 5 zellige — gegen die 8-Zahl im Normalen — derangierte Mikromerenpol es erlaubt, das Gebilde richtig zu orientieren, werden in den grösseren Zellen, wie ein Vergleich der Figuren lehrt, mit Sicherheit die horizontalen Kränze wiedererkannt. Die roten Blastomeren (in den Figuren dunkel) lassen eine Signifikation, die ihre ursprüngliche Lage im mütterlichen Keime andeuten würde, nicht zu, zweifellos aber stammen sie von einem annähernd gleichaltrigen Stadium ab und lassen es unschwer erraten, dass die Zelle α im Begriffe ist, in dem zusammengesetzten Individuum die im Normalen neben der Zelle d^{12} liegende Zelle a^{112} im mittleren Kranze zu vertreten, dass ihre Schwesterzelle β und die Zelle γ sich an der Schliessung des unteren, die Mikromerenrosette umgebenden Kranzes beteiligen werden u. s. w. Besonderes Interesse erweckt auch der Umstand, dass in dem angeführten Falle durch die unaufhaltsam vor sich gehenden Teilungsprozesse die Schwesterzellen δ und ξ durch die Zelle a^{112} , die ihrerseits vor dem Blastomer α weichen musste, von einander getrennt wurden, was zur Folge hatte, dass in späteren, vielzelligen Stadien, ausserhalb der roten Teilzone, eine rote Blastomeregruppe in das farblose Feld inselartig eingimpft erschien, wobei sie die eine Zelle ξ zum Ausgangspunkt gehabt hat.

Von den höchst bemerkenswerten und bedeutungsvollen Einzel-

heiten, die in der definitiven Arbeit angegeben werden sollen, sei in diesem Zusammenhange erwähnt, dass es mitunter Teilstücke von 3 und mehreren zertrümmerten Keimen sind, die sich zu einer neuen Individualität zusammenschliessen und dass auch darin eine neue Quelle der Mannigfaltigkeit in der definitiven Blastomerenzahl gegeben erscheint.

Zuweilen sind es ganz winzige Gruppen von 3 und 4 Zellen, die in das Blastomerenmaterial voluminöser Bruchstücke eingesprengt werden und nachher ihren Entwicklungsgang dem einheitlichen Furchungsplane anzupassen suchen.

Geraten Fragmente von verschiedenartigen Entwicklungsstadien an einander, dann weicht das Neugebilde durch die Unregelmässigkeiten der äusseren Form von normalen Keimen noch stärker ab und das typische Furchungsbild, welches bei normaler Geschehensweise trotz der bedeutenden Mannigfaltigkeit, die sich von der achten Generation angefangen in der Zellspaltung beobachten lässt, aber stets auf äquatorial orientierte Zellkränze zurückzuführen ist, wird vollständig verwischt. Ein Unterschied von mehreren Generationen im Alter zusammengefügtter Blastomeren schliesst denn auch die Entstehung eines regelmässigen Ganzen nicht aus. Es wird hierbei daran erinnert, dass auch bei den Versuchen Morgans mit Verschmelzung ganzer Blastulakeime zweifellos verschiedenartige Individuen zu Doppelgebilden zusammentraten.

Was die Mittel und Wege anbelangt, wie unter den heterogenen Bausteinen der zusammengesetzten Individuen ein Ausgleich im Sinne einer harmonischen gemeinsamen Individualentwicklung zustande kommt, sind verschiedene morphogenetische Vorgänge zu unterscheiden.

Am wichtigsten und sehr auffallend ist darunter die oft weitgehende Beeinflussung des Rythmus der Zellteilungen. Es treten bei der Auslösung mitotischer Prozesse offenbare Störungen ein, die wohl teilweise auf individuelle Schädigung einzelner Blastomeren zurückzuführen sind, jedoch in erster Linie als Folge der Beeinflussung der Zellindividuen durch die Umgebung und ihrer veränderten Lage in Beziehung zum Ganzen aufgefasst werden dürfen. Man findet einzelne Zellen, die längere Zeit untätig verharren, während in dem benachbarten Areal Zellspaltungen unaufhaltsam vor sich gehen. Dadurch wird bei derartiger Furchung das besonders für Echiniden charakteristische Gesetz von Zur Strassens

von der zeitlichen Teilungs-Konkordanz schwesterlicher oder nahe verwandter Zellen ausser Geltung gebracht. Besonders instruktiv ist das Beispiel zweier Zellen — wie b^{11} und b^{12} in Fig. 1 —, die durch äquatoriale Teilung die Zone, der sie angehören, in zwei neue Kränze (mit den Zellen b^{111} , b^{121} ... und b^{112} , b^{122} ...) zu gliedern haben. Es kann nämlich geschehen, dass die eine Zelle sich in der angegebenen Weise teilt, während die andere — z. B. die Zelle b^{12} — untätig bleibt, worauf in dem oberen Kranze die ausgebliebene Zelle b^{121} durch eine Tochterzelle von b^{111} vertreten wird, so dass unter Umständen in einer sonst regelmässig gestellten Vierergruppe ein Unterschied von 2 Generationen unter den sie zusammensetzenden Zellen bestehen kann. Daraus ergibt es sich ferner,

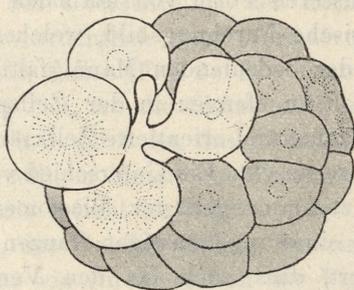


Fig. 3.

dass die für die Tierart charakteristische Furchungskonstante der Blastomeren nicht eingehalten, und zwar nicht erreicht oder überschritten wird.

Über ähnliche Abweichungen hat der Verfasser vor kurzem auch bei parthenogenetisch sich entwickelnden Asteridenkeimen berichtet.

Es sind des weiteren Veränderungen und regulatorische Prozesse zu beachten, die auf Umformung und Verlagerung der Blastomeren beruhen. Die Zellen werden je nach Bedarf verlängert oder zugerundet, zwingen sich unter anderen durch, in das Innere einer Morula geratende Blastomeren bahnen sich den Weg zur Oberfläche, es werden Lücken in klaffenden Wänden der Keime ausgefüllt u. dgl. mehr.

Kranke oder irgendwie nicht verwendbare Zellen werden ausgeschieden. Fig 3 zeigt einen aus roten und blauen Zellen zusammengesetzten Keim von einer Seite, wo die letzteren infolge durchgrei-

fender, innerer Störungen in ihrer Teilung gehemmt waren und durch Plasmabrücken gegenseitig in Verbindung blieben. Alle diese Zellen wurden bald nachher durch die heranrückenden roten Zellen aus dem sphärischen Verbände verdrängt und ausgeschieden. Dies pflegt auch mit abgestorbenen Zellen der Fall zu sein, obschon diese Regulation nur selten gelingt und früh abgestorbene Blastomeren häufiger eine dauernde Unregelmässigkeit in der Furchung des Keimes veranlassen, so dass das Stadium einer entwickelungsfähigen Larve nicht erreicht wird. Es können übrigens noch in späteren Furchungsstadien scheinbar gesunde Zellen zur Abtrennung gelangen, wie dies z. B. am vegetativen Pol des Keimes Fig. 5 zu sehen ist. Es dürfte sich dabei wahrscheinlich um angestammte Generationen von Zellen handeln, die im Plane des einheitlichen Ganzen inzwischen durch Deszendenten benachbarter, verschiedenaltiger Blastomeren ersetzt worden sind.

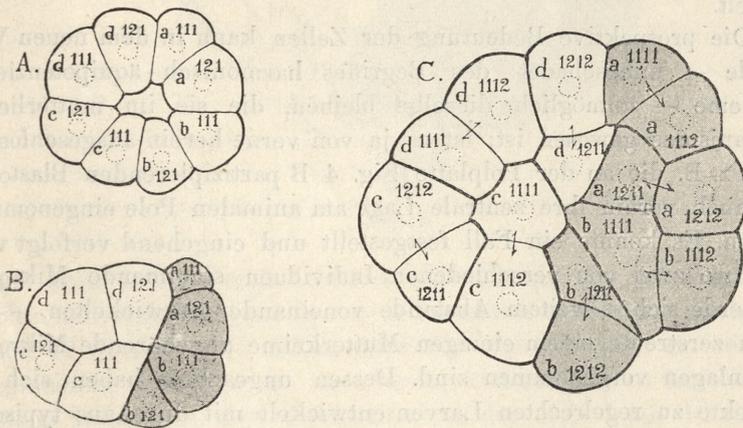


Fig. 4.

Nicht weniger bemerkenswert ist der Ausgleich durch Heranwachsen der Zellen zu einer den Dimensionen des Ganzen proportionalen Grösse, wie dies Fig. 4 illustriert. An der Bildung der oberen, animalen Polplatte, die im Normalen aus einem Kranze von 8 bilateral symmetrisch gelegenen Zellen besteht (Fig. 4 A), beteiligen sich in Fig. 4 B zur Hälfte rote, zur Hälfte blaue Elemente. Aus dem bedeutenden Unterschiede in der Grösse zu schliessen, gehörten die roten Zellen zu einem älteren Keime oder wenigstens zu anderen Kränzen eines gleichaltrigen Keimes, so dass sie trotz ihrer

Zahl nur etwa einen Drittel der Platte ergänzen. Nachdem nun die Zahl der Zellen in der Platte durch Teilungen, die bei typischer Furchung einer siebenten Generation von Zellen den Ursprung geben, sich verdoppelt hat, kann man bemerken, dass der Grössenunterschied zwischen dem roten und blauen Plattenteile bereits wesentlich geringer geworden ist (Fig. 4 C.). Bald nachher war der eingeleitete Ausgleich vollständig durchgeführt.

Die Folge davon ist, dass das ursprüngliche Verhältnis der verschiedenfarbigen Gebiete zu einander im Laufe der Entwicklung starken Änderungen unterworfen ist und dass oft die Ausbreitung des einen durch die stärkere Entwicklungsenergie in dem anderen behindert wird.

In zusammengesetzten Individuen geht somit eine umfassende Regulationsarbeit vor sich, welche hauptsächlich auf Umarbeitung und Umdeterminierung der beteiligten Blastomeren abzielt.

Die prospektive Bedeutung der Zellen kann in dem neuen Verbands — unbeschadet des Begriffes harmonisch-äquipotenzieller Systeme — unmöglich dieselbe bleiben, die sie im mütterlichen Organismus gewesen ist; ist es ja von vorne herein ausgeschlossen, dass z. B. die an der Polplatte Fig. 4 B partizipierenden Blastomeren auch vorhin ihre zentrale Lage am animalen Pole eingenommen hätten. Es konnte ein Fall festgestellt und eingehend verfolgt werden, wo zwei von verschiedenen Individuen stammende Mikromerenherde sich in weitem Abstände voneinander entwickelten, — als auch zerstreute, einem einzigen Mutterkeime angehörende Mikromerenanlagen vorgekommen sind. Dessen ungeachtet haben sich die Objekte zu regelrechten Larven entwickelt mit durchaus typischer Darneinstülpung und normalen Mesenchymverhältnissen. Tatsächlich also wird die Rolle der Blastomeren in mannigfaltigster Weise vertauscht. Zellen, die im mütterlichen Keime belassen, in die Darneinstülpung mit einbezogen wären, haben unter zufällig geschaffenen, neuen Bedingungen die animale Hemisphäre aufzubauen. Hautzellen werden zu verdauenden Darmzellen. Mesenchym entsteht auch dann, wenn keine Mikromeren unter den Blastomeren vorhanden waren.

Die Regulationsprozesse, bei denen primäre und sekundäre Charaktere eng und mannigfaltig ineinandergreifen, führen schrittweise zu einer normal sphärischen Gestalt des Keimes (vgl. Fig. 2 und

5) und ermöglichen die Ausbildung typischer Plutei. Fast ausnahmslos erfordert aber die Embryogenese mehr Zeit als bei normalem Geschehen. Ein der Fig. 5 entsprechendes Stadium wird sonst nach etwa 7 Stunden 10—20 Minuten, von der Befruchtung an gerechnet, erreicht, während dasselbe im vorliegenden Falle erst nach ca. 10 Stunden skizziert wurde. Während bei der typischen Furchung

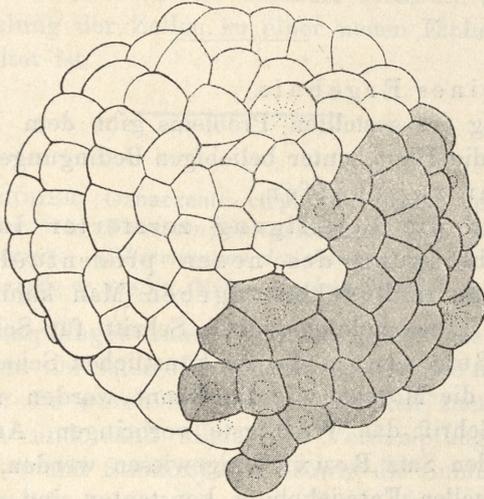


Fig. 5.

nach etwa 7 Stunden sich eine leichte Einsenkung des vegetativen Poles und eine Einziehung der Mikromeren bemerkbar macht und nach 12 Stunden die ersten Blastulae die Eihüllen zu verlassen beginnen¹⁾, schlüpfen die zusammengeklebten Larven unverhältnismässig später aus. Der Unterschied in der Zeit kann 10 Stunden und mehr betragen. Dieser Mehraufwand an Zeit ist leicht durch die Störungen der experimentellen Manipulation und die nötig werdende morphologisch-funktionelle Anpassung erklärlich.

Der Unterschied in der Farbe wird im Laufe der Entwicklung immer schwächer, indem sich die Farbstoffmenge auf eine immer wachsende Zahl von Zellen zu verteilen hat, doch ist sie

¹⁾ Es kann nicht unerwähnt bleiben, dass Selenka für *Psamm. miliaris* vom Mittelmeer 16 Stunden für die Entwicklung von der Befruchtung bis zur Ausschlüpfung der Larve angibt. Dies stimmt auffallender Weise mit den Verhältnissen bei bretonischen Keimen nicht überein.

noch am Pluteus nachzuweisen, wo die blassrosarote Färbung der Epithelien, beziehungsweise der Mesenchymelemente das endgiltige Schicksal des betreffenden Fragmentes noch deutlich erkennen lässt. Bei der Konservierung geht der Farbenton leider verloren.

Als ein vorzügliches Konservierungsmittel für Echinodermenlarven sind die beiden saueren Fixierungsflüssigkeiten M. C. Dehüyzens (1903) „A“ und „B“ warm zu empfehlen.

Allgemeines Ergebnis.

Die Lösung des gestellten Problems gibt dem Experimentator ein Mittel in die Hand, unter beliebigen Bedingungen neue Individualitäten zu schaffen.

Man kann die Beteiligung zerstörter Individuen an der Hervorbringung des neuen prozentuell und mathematisch genau in Brüchen angeben. Man kann das Gebahren der einzelnen Entwicklungszentren Schritt für Schritt verfolgen.

Über die Bedeutung, die der künstlichen Schaffung von Individualität für die Morphogenie zuerkannt werden muss, wird die ausführliche Schrift das Wichtigste vorbringen. An dieser Stelle mag nur an den Satz Rouxs hingewiesen werden, dass die Produkte individueller Entwicklung konstanter sind als die Art ihrer Herstellung. Das Experiment hat uns aufs neue die unerschöpfliche Plastizität des Furchungsmaterials oder — mit des Verfassers „Morphogenetischen Studien“ zu sprechen — die grosse „Variationsbreite“ der Blastomeren vor Augen geführt und es verhilft uns zu einer präziseren Auffassung derselben. Der Grad, in welchem von atypischen Ausgangsstücken aus ein typisch gestaltetes Produkt erreicht wird, findet seinen Ausdruck in der Resultante, die sich aus der Kontroverse zwischen den inneren Zuständen der Zellen als Aktionszentren gesonderter Individuen und dem nötig werdenden, ausgleichenden Zusammenschluss zu einer neuen Einheit ergibt. Auch hier zeigt es sich — wie bei Verfassers Asteridenstudien — dass die Ursache, warum ein Blastomer einen gewissen Entwicklungsweg einschlägt, für dasselbe zu einer äusserlich zwingenden (determinierenden) Bedingung wird, während dieselbe Ursache zu den inneren Bedingungen des ganzen Keimes gehört. Auch hier ist die Variationsbreite der Zellen die ursächliche Grundbedingung für ein dauerfähiges, besser gesagt, entwickelungsfähiges Zusammenspiel

derselben in dem Ganzen. Auch hier gestaltet sich das Zusammen-
sein selbstständiger, sogar heterogener Aktionszentren zu einem
bestimmt gerichteten Regulationsprozesse. Und der normale
Ausgang der Embryogenese zeigt, dass durch die spezifische,
allgemeine Polarität, die in der spezifischen Beschaffenheit
des aus getrennten Zellen bestehenden Furchungsmaterials gegeben
ist, die absolute Polarität etabliert wird, die bei der definitiven
Entwicklung der Zellen zu einer neuen Einheit determinierend
eingeschaltet ist.

17. M. T. ESTREICHER. *Oznaczenie ciepła parowania tlenu i dwutlenku siarki. (Über die Verdampfungswärme von Sauerstoff und Schwefeldioxyd). (Détermination des chaleurs de vaporisation de l'oxygène et du bioxyde de soufre)*. Mémoire présenté par M. A. Witkowski m. t.

I. Die Verdampfungswärmen der verflüssigten Gase waren bis unlängst unter dem normalen atmosphärischen Drucke nur in wenigen Fällen bekannt: Es waren bloss Favre, welcher zuerst gemeinsam mit Silbermann und dann allein die Verdampfungswärmen von Schwefeldioxyd¹⁾ und Stickoxydul²⁾ sowie die Sublimationswärme von Kohlendioxyd²⁾ bestimmte, sowie Regnault, welcher die Verdampfungswärmen von Schwefeldioxyd, Methyläther, Chlormethyl, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Kohlendioxyd mass; leider sind die Versuchsdaten dieser Bestimmungen in den Wirren der Jahre 1870 und 1871 verloren gegangen, bis auf die Zahlen, welche sich auf die beiden letzten Substanzen beziehen, und deshalb sind von Regnault nur die Versuchsergebnisse mit Ammoniak und Kohlendioxyd veröffentlicht worden³⁾.

In der darauf folgenden Zeit verdanken wir eingehende Untersuchungen über die Verdampfungswärmen verflüssigter Gase Cailletet und Mathias⁴⁾, Mathias⁵⁾ sowie Chappuis⁶⁾. Die von Cailletet und

¹⁾ Favre, C. R., **39**, 729, 1854; Favre et Silbermann, Ann. Chim. Phys., [3] **37**, 470, 1853; Favre, ibid., [5], **1**, 225, 1874.

²⁾ Favre, ibidem.

³⁾ Ann. Chim. Phys., [4], **24**, 375, 1871.

⁴⁾ C. R. **104**, 1567, 1887.

⁵⁾ C. R. **106**, 1146; 1888; **109**, 470, 1889; Ann. Ch. Ph., [6], **21**, 69, 1890.

⁶⁾ C. R. **104**, 897, 1887; **106**, 1007, 1888; Ann. Ch. Ph. [6], **15**, 498, 1888.

Mathias mittels der Clapeyronschen Formel berechnete Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds wie auch die von Mathias bestimmten Verdampfungswärmen von Schwefeldioxyd, Kohlendioxyd und Stickoxydul und von Chappuis von Schwefeldioxyd, Chlormethyl, Kohlendioxyd und Cyan beziehen sich aber sämtlich auf höhere Temperaturen als die Siedetemperatur, bezw. auf höhere Drucke als den atmosphärischen. Die niedrigste Temperatur, bei welcher diese Konstante für Schwefeldioxyd gemessen wurde, ist die von Chappuis angewendete Temperatur von 0° ; die dabei erhaltene Zahl — 91·7 Kalorien — stimmt mit der von Cailletet und Mathias mittels der Clapeyronschen Formel berechneten Zahl — 91·2 Kalorien — ziemlich gut überein. Mathias hat darauf mit Hilfe einer anderen Methode als der von Chappuis angewendete dieselbe Konstante bei den Temperaturen $5\cdot74^{\circ}$, $9\cdot44^{\circ}$, $10\cdot225^{\circ}$, $10\cdot50^{\circ}$, $10\cdot445^{\circ}$, $12\cdot23^{\circ}$ und $19\cdot95^{\circ}$ experimentell bestimmt; ausserdem hat er die mittels der Clapeyronschen Formel berechneten Zahlen mit Hilfe einer empirischen Formel ausgedrückt, in welcher aber der Koeffizient der zweiten Potenz bereits so klein ist, dass dieses Glied vernachlässigt und die Formel als linear angesehen werden kann, wenigstens im Intervall von 0° bis $+40^{\circ}$, auf welchem Gebiete der durch Vernachlässigen des Ausdruckes mit der zweiten Potenz verursachte Fehler noch innerhalb der Versuchsfehlergrenzen sich befindet.

Berechnet man mittels dieser Formel die Verdampfungswärme für die Siedetemperatur des Schwefeldioxyds, d. i. für die Temperatur — $10\cdot1^{\circ}$, dann erhält man 95·72 Kalorien. Extrapoliert man die experimentell von demselben Forscher bestimmten Daten, und zwar unter Weglassung der beiden höchsten Temperaturen, welche nach Mathias' Anschauung zweifelhaft sind, dann erhält man für — $10\cdot1^{\circ}$ 96·19 Kalorien; für 0° findet man 91·87 Kalorien, was mit der von Chappuis unmittelbar gefundenen Zahl 91·7 in gutem Einklang steht.

Die hier aus den Versuchen von Mathias abgeleiteten Zahlen für die Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds bei Siedetemperatur sind jedoch bedeutend höher als die von Favre in seiner letzten Arbeit ¹⁾ angegebenen; dieser letztere Forscher gibt als Endergebnis seiner Bestimmungen 88·2 Kalorien an, während er in der ersten Abhandlung den beträchtlich höheren Wert von 94·56 Kal.

¹⁾ Ann. Chim. Phys. [5], 1, 225, 1874.

anführt, was aber noch insofern fehlerhaft ist, als nämlich in dieser Wärmemenge diejenige mit inbegriffen ist, welche zum Erwärmen des Schwefeldioxyddampfes auf die Kalorimetertemperatur erforderlich ist. Nach Anbringung einer entsprechenden Korrektion erniedrigte sich die Verdampfungswärme bedeutend, und zwar auf den oben angeführten Wert.

II. Dieser Unterschied der Verdampfungswärmen des Schwefeldioxyds, wie sie einerseits von Mathias und von Chappuis, andererseits von Favre angegeben worden sind, liess es wünschenswert erscheinen, diese Konstante nochmals zu bestimmen, was umso mehr angezeigt war, als die von mir beabsichtigte Bestimmungsweise der Verdampfungswärmen der verflüssigten Gase zu jener Zeit noch nicht zu diesem Zwecke angewendet wurde; es erschien also ratsam, die Methode an einem leicht zugänglichen und leicht zu handhabenden Gase zu prüfen, dessen Verdampfungswärme wenigstens annähernd bekannt war, und zu diesem Zwecke eignete sich Schwefeldioxyd sehr gut.

Das Gas wurde aus Natriumsulfit gewonnen, dessen konzentrierte Lösung sich in einem geräumigen Kolben befand; der Kolben konnte mittels eines Bunsenbrenners nötigenfalls erwärmt werden, und besass einen doppelt durchbohrten Kautschukstopfen; durch die eine Bohrung ging die Röhre eines Tropftrichters durch, in der anderen befand sich eine Gasableitungsröhre. Aus dem Trichter liess man konzentrierte Schwefelsäure in die Lösung eintropfen, wodurch ein stetiger und ruhiger Strom von Schwefeldioxyd erhalten wurde. Das Gas liess man zuerst durch eine umgekehrt eingeschaltete leere Waschflasche streichen, dann durch eine solche mit Natriumsulfitlösung; hierauf passierte das Gas durch ein *U*-Rohr mit Glasperlen, welches ebenfalls Natriumsulfitlösung enthielt, dann durch ein *U*-Rohr mit Glasperlen und konzentrierter Schwefelsäure; schliesslich gelangte es durch eine Waschflasche mit konzentrierter Schwefelsäure in eine Kühlschlange aus Glas, welche sich in einem Kühlgefäss befand. Die Kühlschlange war in dem Gefässe aufrecht aufgestellt und verliess dasselbe durch einen Tubus im Boden; ihr Ende ragte einige Centimeter aus dem Tubus hervor und es war auf dasselbe ein doppelt durchbohrter Stopfen aufgesetzt, in dessen anderer Bohrung eine Gasableitungsröhre sich befand. Dieser Stopfen steckte in der Mündung eines Vakuumgefässes von ca. 100 cm³ Inhalt;

die Gasableitungsröhre stand mit einigen Waschflaschen in Verbindung, die mit Natriumsulfit- oder Ätznatron-Lösung beschickt waren.

Wurde nun das Kühlgefäß mit einer Kältemischung aus gestossenem Eis und kristallisiertem Calciumchlorid gefüllt, dann kühlte sich das in der Spirale enthaltene Gas ab bis weit unter die Verflüssigungstemperatur: es verflüssigte sich also und tropfte stetig in das mit der Kühlschlange in Verbindung stehende Vakuumgefäß. Das nicht kondensierte Gas, bezw. die mit Schwefeldioxyd beladene Luft, welche sich etwa im Apparate befand, besonders am Anfange des Experimentes, entwich durch die Gasableitungsröhre in die Waschflaschen, wo es von der darin enthaltenen Lösung absorbiert wurde. In kurzer Zeit sammelte sich genug flüssigen Schwefeldioxyds im Vakuumgefäß an, um damit eine Bestimmung ausführen zu können.

Die Bestimmungsmethode bestand darin, dass man eine in der Flüssigkeit untergebrachte Platinspirale mittels eines elektrischen Stromes erwärmte, mittels eines Silbervoltameters die Elektrizitätsmenge mass, welche durch die Spirale in einem bestimmten Zeitabschnitt durchging, und gleichzeitig die Spannung an den beiden Enden der Platinspirale bestimmte; aus diesen Zahlen konnte die in der Spirale entwickelte Wärmemenge abgeleitet werden; diese Wärmemenge wurde zur Verdampfung eines Teiles des verflüssigten Gases verbraucht, und die verdampfte Menge konnte leicht aus dem Volum des erhaltenen Gases berechnet werden.

Den dabei gebrauchten Apparat stellt Fig. 1 dar. Das Vakuumgefäß *a*, welches vorher in dem eben beschriebenen Apparate mit flüssigem Schwefeldioxyd gefüllt wurde, wurde in ein anderes, geräumigeres Gefäß *b* hineingestellt, welches ein passendes Kühlmittel enthielt, z. B. ein Eis-Salz-Gemisch von der Temperatur von etwa -10° . Auf diese Weise wurde das Verdampfen der Flüssigkeit unter Einfluss der äusseren Wärme sehr herabgedrückt, und die Menge des unter solchen Umständen entwickelten Gases betrug pro Minute nur etwa 20 cm^3 . Das Vakuumgefäß *a* war mittels eines Kautschukstopfens verschlossen, welcher drei Bohrungen besass: zwei davon enthielten die beiden Elektroden *c'* *c''*, die dritte aber die Gasableitungsröhre. Die Elektroden bestanden aus dünnen Glasröhren, welche unten durch eine Platinspirale verbunden waren; diese letztere war in die Röhrenenden mittels Emailglas einge-

schmolzen; die Verbindung zwischen der Platinspirale und den kupfernen Leitungsdrähten (von 0.5 mm Stärke) bildete je ein Tropfen Quecksilber. Der Widerstand der Spirale betrug in der Versuchstemperatur ungefähr 1 Ohm.

Durch die Gasableitungsröhre strich das verdampfende Schwefeldioxyd durch ein U-Rohr *d* mit Glasperlen, welches mit einer ge-

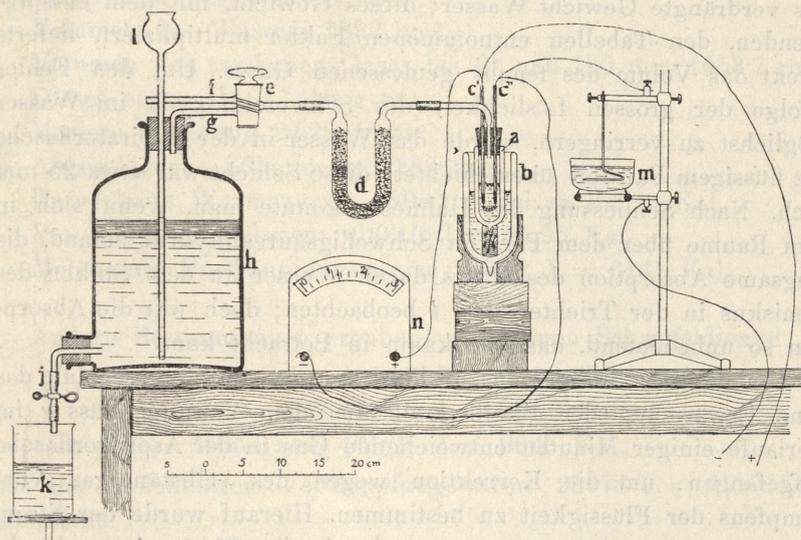


Fig. 1.

sättigten Lösung von Schwefeldioxyd in Wasser beschickt war; hier nahm das Gas Feuchtigkeit auf und gelangte schliesslich durch den Zweiweghahn *e* entweder in die Aspiratorflasche *h* durch Vermittelung des Schenkels *g*, oder aber mittels des Schenkels *f* in eine Reihe von Waschflaschen, die mit entsprechenden Absorptionsmitteln gefüllt waren, so dass das entweichende Gas den Beobachter nicht belästigen konnte.

Die Aspiratorflasche *h* war oben mittels eines doppelt durchbohrten Kautschukstopfens verschlossen, welcher zur Aufnahme des Schenkels *g* des Hahnes *e* sowie der bis an den Boden der Flasche reichenden Röhre des Kugeltrichters *l* diente. Unten besass die Flasche einen Tubus am Boden, durch welchen mit Hilfe des Quetschhahns *j* Wasser aus der Flasche in das untergestellte Becherglas *k* abgelassen werden konnte. Wurde der Hahn *e* so umgestellt, dass das aus dem Vakuumgefässe *a* entweichende Gas in die Flasche

h hineindrang, dann hob sich der Flüssigkeitsmeniskus in der Trichterröhre *l*, derselbe konnte aber durch Lüften des Quetschhahnes *j* und Ablassen von Wasser auf die Höhe des Flüssigkeitsniveaus in der Flasche gebracht werden. Auf diese Weise war es möglich, das Gas unter normalem Atmosphärendruck in der Flasche aufzufangen; die dabei in dem Becherglase *k* angesammelte Wassermenge ergab das verdrängte Gewicht Wasser; dieses Gewicht, mit dem entsprechenden, den Tabellen entnommenen Faktor multipliziert, lieferte direkt das Volum des feucht gemessenen Gases. Um den Fehler infolge der grossen Löslichkeit des Schwefeldioxyds im Wasser möglichst zu verringern, wurde das Wasser in der Aspiratorflasche mit flüssigem Paraffin überschichtet; diese Schicht war etwa 25 mm hoch. Nach Schliessung des Hahnes *e* konnte man, wenn sich in dem Raume über dem Paraffin Schwefligsäureanhydrid befand, die langsame Absorption des Gases durch Wasser an dem Sinken des Meniskus in der Trichterröhre *l* beobachten; doch war die Absorption so unbedeutend, dass sie kaum in Betracht kam.

Um die Bestimmung auszuführen, wurde zuerst einige Male das ohne Erwärmung der Platinspirale aus dem Vakuumgefäss *a* in Verlaufe einiger Minuten entweichende Gas in der Aspiratorflasche aufgefangen, um die Korrektion wegen des selbständigen Verdampfens der Flüssigkeit zu bestimmen. Hierauf wurde der Strom von vier Akkumulatorenelementen durch die Platinspirale durchgelassen, wobei man den Stand des Voltmeters *n* von Minute zu Minute notierte; das Voltmeter war ein Präzisionsvoltmeter von Siemens und Halske mit einem Messbereich von 0 bis 3 Volts, welche vorher durch Vergleichen mit Normalelementen von Weston kontrolliert wurde. Gleichzeitig setzte sich in dem Silbervoltmeter *m* Silber ab. Nach fünf Minuten wurde der Strom unterbrochen und die Korrektion wegen des selbständigen Verdampfens nochmals bestimmt. Die durch das Gas verdrängten Wassermengen wurden gewogen, das Silber im Voltmeter ausgespült, getrocknet und gewogen. Seine Menge, dividiert durch 0.001118, ergab die Coulombmenge, welche die Spirale durchströmt hatte. Diese Zahl, mit der abgelesenen Voltzahl multipliziert, lieferte direkt die in der Platinspirale entwickelte Wärmemenge in Joulen; wurde diese durch die Masse des verdampften Schwefeldioxyds dividiert, dann wurde die Verdampfungswärme pro 1 Gramm Flüssigkeit erhalten. Es mögen hier die Versuchsdaten eines Experiments als Beispiel folgen:

Versuch vom 26 Juli 1902.

Barometer (reduziert auf 0°) 742·5 mm.

In 5 Minuten verdrängte Wassermenge 1990 g.

Korrektion —102 g.

Differenz 1888 g Wasser.

Temperatur des Wassers 22·6°.

Volumen des Wassers 1892 cm³.

Volumen des trockenen Gases bei 0° und 760 mm 1653·7 cm³.

Dieses entspricht 47316 g SO₂.

Mittlere Spannung 2·529 Volts.

Abschiedene Silbermenge 0·8369 g.

Entwickelte Wärmemenge 1893·13 Joul. = 453·98 Kal.

Pro 1 Gramm Substanz 400·10 J. = 95·95 Kal.

Molekulare Verdampfungswärme 25607 J. = 6141 Kal.

Andere Bestimmungen ergaben pro Gramm Schwefeldioxyd

401·95 J. = 96·39 Kal.

und 401·43 J. = 96·26 Kal.

im Mittel also **401·2 J. = 96·2 Kal.**,

was der molekularen Verdampfungswärme 25674 J. = 6157 Kal. entspricht.

Die auf diese Weise erhaltene mittlere Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds, 96·2 Kal., weicht zwar von der von Favre angegebenen (88·2 Kal.) beträchtlich ab, deckt sich aber vollkommen mit der von Mathias auf Grund seiner Versuche extrapolierten Wärme 96·19, und weicht von der mittels der von demselben Forscher aufgestellten empirischen Formel berechneten 95·72 Kalorien nicht einmal um eine halbe Kalorie ab.

III. Dieser günstige Erfolg liess die Bestimmung der Verdampfungswärme der anderen Gase, vor allem der permanenten Gase wünschenswert erscheinen, und das erste Gas, welches ich in dieser Beziehung zu untersuchen unternahm, war Sauerstoff.

Dieses Gas wurde aus reinem Kaliumchlorat durch Erhitzen gewonnen; das Salz wurde in einer Retorte aus schwer schmelzbarem Glas zersetzt, darauf passierte der Sauerstoff zuerst eine ca. 30 cm lange Glasröhre, welche mit Glaswolle gefüllt war; diese Röhre diente zum Zurückhalten des Kaliumchlorid- und -chloratstaubes.

Das auf diese Weise filtrierte Gas ging dann durch ein *U*-Rohr mit Glasperlen und starker Kalilösung in ein anderes *U*-Rohr, welches mit Kaliumhydroxydstücken gefüllt war. Das Gas besass nach Durchgang durch die Reinigungsapparate keinen Geruch, enthielt also keine Chlorverbindungen mehr. Es wurde in zwei Gasometer von je ca. 32 Liter Fassungsraum geleitet, wo es unter einem kleinen Überdruck aufbewahrt wurde, bis es verflüssigt wurde, was in der Regel am nachfolgenden Tage geschah.

Die Verflüssigung fand in dem auf Fig. 2 abgebildeten Apparate statt. Die Gasometer *k* (von denen nur das eine in der Figur abgebildet wurde), waren mittels dreier *U*-Röhren mit dem Verflüssigungsapparate verbunden: das *U*-Rohr *i* enthielt Glasperlen und starke Kalilauge, *h* enthielt Kaliumhydroxydstücke, endlich *g* enthielt Glasperlen mit Phosphorpenoxyd. Das auf diese Weise zweimal gereinigte Gas gelangte durch den Hahn *f* in das etwa 30 cm³ fassende Gefäss *c*, welches oben mit einer Röhre mit dem Hahne *e* versehen war. Dieses Gefäss war in einem Vakuumgefäss *d* untergebracht, welches mit flüssiger Luft gefüllt werden konnte. Eine Abzweigung zwischen dem Hahne *f* und dem Gefässe *c* führte durch die Röhre *m* (welche mit Schafwolle umwickelt war) in das Vakuumgefäss *a*, welches seinerseits in einem grösseren Vakuumgefässe *b* sich befand. Das Gefäss *a* stand noch mit dem Quecksilbervakuummeter *l* und dem Hahne *n* in Verbindung.

Um flüssigen Sauerstoff im Gefässe *a* zu erhalten, wurde auf folgende Weise verfahren: zuerst wurden alle Hähne geöffnet, sowohl am Gasometer wie am Verflüssigungsapparate, so dass das Gas ungehindert durch den ganzen Apparat strömte und durch die beiden Hähne *e* und *n* nach Aussen entwich; darauf wurden die beiden letzteren Hähne geschlossen, und man liess das Gas durch das Quecksilber im Vakuummeter *l* paar Augenblicke entweichen, um auch die Luft aus dem Manometerrohr zu entfernen. Sodann wurde der Zugang des Sauerstoffs abgeschnitten, sei es durch Schliessen des Hahnes *f*, sei es durch Zudrehen des Gasometerhahnes oder eines der Hahnstopfen an den *U*-Röhren, und das nunmehr mit flüssiger Luft gefüllte Vakuumgefäss *d* von unten auf das Gefäss *c* hinaufgeschoben. Sogleich kühlte sich das Gas in diesem letzteren Gefässe soweit ab, dass es im Buge des Zuleitungsröhrchens verflüssigt wurde und das Vakuummeter *l* ungefähr auf die Höhe von 35 bis 40 cm stieg. Auf diese Weise konnte man den Apparat prüfen, ob

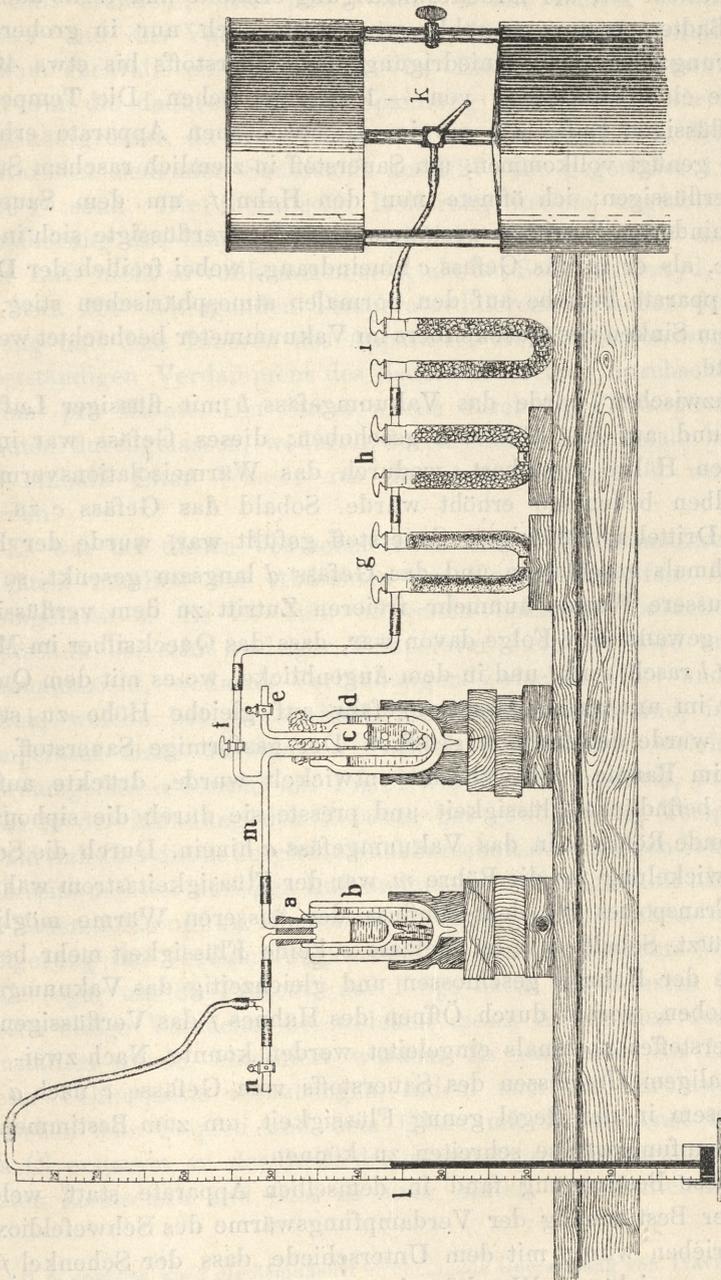


Fig. 2.

er luftdicht ist; die Druckerniedrigung erlaubte anderseits auch auf die Badtemperatur zu schliessen, wenn auch nur in grober Annäherung: der Druckerniedrigung des Sauerstoffs bis etwa 40 cm würde eine Temperatur von -188° entsprechen. Die Temperatur der flüssigen Luft, wie sie im Hampsonschen Apparate erhalten wird, genügt vollkommen, um Sauerstoff in ziemlich raschem Strome zu verflüssigen; ich öffnete nun den Hahn *f*, um dem Sauerstoff ungehinderten Zutritt zu gestatten. Derselbe verflüssigte sich in dem Masse, als er in das Gefäss *c* hineindrang, wobei freilich der Druck im Apparate beinahe auf den normalen atmosphärischen stieg, was an dem Sinken des Quecksilbers im Vakuummeter beobachtet werden konnte.

Inzwischen wurde das Vakuumgefäss *b* mit flüssiger Luft gefüllt und auf das Gefäss *a* geschoben; dieses Gefäss war in der unteren Hälfte versilbert, wodurch das Wärmeisoliationsvermögen desselben bedeutend erhöht wurde. Sobald das Gefäss *c* zu etwa zwei Drittel mit flüssigem Sauerstoff gefüllt war, wurde der Hahn *f* nochmals geschlossen und das Gefäss *d* langsam gesenkt, so dass die äussere Wärme nunmehr freieren Zutritt zu dem verflüssigten Gase gewann. Die Folge davon war, dass das Quecksilber im Manometer *l* rasch sank, und in dem Augenblicke, wo es mit dem Quecksilber im unteren Gefässe ungefähr auf gleiche Höhe zu stehen kam, wurde der Hahn *n* geöffnet. Der gasförmige Sauerstoff, welcher im Raume *c* fortwährend entwickelt wurde, drückte auf die unten befindliche Flüssigkeit und presste sie durch die siphonartig wirkende Röhre *m* in das Vakuumgefäss *a* hinein. Durch die Schafwollewickelung um die Röhre *m* war der Flüssigkeitsstrom während des Transportes vor dem Einfluss der äusseren Wärme möglichst geschützt. Sobald sich im Gefässe *c* keine Flüssigkeit mehr befand wurde der Hahn *n* geschlossen und gleichzeitig das Vakuumgefäss *d* gehoben, worauf durch Öffnen des Hahnes *f* das Verflüssigen des Wasserstoffes nochmals eingeleitet werden konnte. Nach zwei- oder dreimaligem Umgiessen des Sauerstoffs vom Gefässe *c* nach *a* war in diesem in der Regel genug Flüssigkeit, um zum Bestimmen der Verdampfungswärme schreiten zu können.

Diese Bestimmung fand in demselben Apparate statt, welcher bei der Bestimmung der Verdampfungswärme des Schwefeldioxyds beschrieben wurde mit dem Unterschiede, dass der Schenkel *f* des Hahnes *e* nicht mit Waschflaschen verbunden war, sondern frei in

die Luft mündete; dass das *U*-Rohr *d* mit reinem destillierten Wasser und das Vakuumgefäß *b* mit flüssiger Luft gefüllt war. Es kam ebenfalls ein Strom von vier Elementen zur Anwendung, doch war die dadurch erzielte Spannung kleiner und die Stromintensität grösser, da der Widerstand der Platinspirale in der Temperatur des siedenden Sauerstoffs auf 0.27 Ohm gegenüber 1.02 bei -10.1° sank. Die thermische Isolierung konnte ungeachtet der Versilberung des inneren Vakuumgefäßes und des Bades aus flüssiger Luft nicht so vollkommen sein, als bei Schwefeldioxyd, wegen der etwa 200° betragenden Temperaturdifferenz zwischen der Umgebung und dem Inneren des Apparates; die Korrektur wegen des selbstständigen Verdampfens des Sauerstoffs betrug durchschnittlich 80 cm^3 pro Minute. Der Strom wurde durch die Platinspirale drei Minuten durchgelassen, wodurch durchschnittlich ungefähr bis zwei und einhalb Liter Wasser aus der Aspiratorflasche *h* verdrängt wurden.

Es war bei diesen Versuchen noch eine Vorsichtsmassregel zu beachten, nämlich das Abdichten des Kautschukstopfens im Vakuumgefäß *a*. Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, dass Kautschuk bei sehr niedriger Temperatur steinhart wird und sich zusammenzieht, wodurch Verbindungen zwischen Glas und Kautschuk, welche bei gewöhnlicher Temperatur dicht sind, in tiefer Temperatur Gase durchlassen¹⁾. Auch der Stopfen, welcher das Vakuumgefäß *a* sowohl auf Fig. 1 wie Fig. 2 verschloss, sass luftdicht in der Mündung des Gefäßes bei gewöhnlicher Temperatur, sobald sich aber dieses durch die Nachbarschaft des flüssigen Sauerstoffs einerseits und der flüssigen Luft anderseits stark abgekühlt hatte, fing der Sauerstoffdampf an, rings um den Stopfen zu entweichen, was eine Steigerung der Verdampfungswärme um mehrere Prozente (in einem Falle sogar um 30 Prozent) zur Folge hatte. Es mussten infolgedessen einige Versuche, bei welchen dieses Ausströmen des Gases konstatiert wurde, eliminiert werden. Es war aber ein Leichtes, dieser Fehlerquelle vorzubeugen, indem man die Berührungslinie zwischen dem Stopfen und dem Glase mit Maschinenöl bestrich; das Öl erstarrte an der Stelle der unmittelbaren Berührung mit dem kalten Kautschuk und Glas zu einer harten, harzähnlichen Masse,

¹⁾ S. darüber auch die demnächst erscheinende Übersetzung von Travers' Study of Gases (Braunschweig, Vieweg, 1904, Seite 20).

welche gegen die Oberfläche zu in eine weichere, plastischere Konsistenz übergang, bis das Öl endlich an der Oberfläche des Überzuges seine gewöhnliche Dickflüssigkeit beinahe vollständig wieder erreichte. Wegen dieses Verhaltens des Öls als Dichtungsmittel war kein Ausströmen des Gases mehr zu befürchten, und es haben tatsächlich die nach der Anwendung dieser Massregel angestellten Versuche sehr gut übereinstimmende Resultate ergeben.

Folgendes sind die sich auf einen der Versuche beziehenden Zahlen:

Versuch vom 22. Februar 1904.

Barometer (reduziert auf 0°) 735·1 mm.

In 3 Minuten verdrängte Wassermenge 2475 g.

Korrektion —240 g.

Differenz 2235 g Wasser.

Temperatur des Wassers 16·4°.

Volumen des Wassers 2237·4 cm³.

Volumen des trockenen Gases bei 0° und 760 mm 1997·0 cm³.

Dieses entspricht 2·8547 g Sauerstoff.

Mittlere Spannung 1·205 Volts.

Abgeschiedene Silbermenge 0·6430 g.

Entwickelte Wärmemenge 693·04 Joul. = 166·20 Kal.

Pro 1 Gramm Sauerstoff 242·77 J. = 58·22 Kal.

Molekulare Verdampfungswärme 7768·7 J. = 1863·0 Kal.

Andere Versuche ergaben pro Gramm Sauerstoff

243·16 J. = 58·31 Kal.

238·67 J. = 57·23 Kal.

242·85 J. = 58·24 Kal.

im Mittel 241·9 J. = 58·0 Kal.

was der molekularen Verdampfungswärme

7740 J. = 1856 Kal.

entspricht.

IV. In neuester Zeit wurde auf ganz analoge Weise die Verdampfungswärme von Sauerstoff bestimmt, und zwar von Shearer, welcher seine Arbeit darüber im letzten Dezemberhefte des Physical

Review publizierte ¹⁾. Seine Methode war von der oben beschriebenen nur insofern abweichend, als er statt eines Silbervoltameters ein Ampèremeter zur Anwendung brachte und dass er das Volumen des verdampften Sauerstoffs mittels einer Gasuhr mass. Seine Untersuchungen beziehen sich auf die beiden Komponenten der Luft sowie auf die Luft als solche ²⁾. Die Verdampfungswärme der Luft wurde bereits vor vier Jahren von Behn bestimmt ³⁾; auch Dewar ⁴⁾ und d'Arsonval ⁵⁾ bestimmten diese Konstante, doch waren die Resultate keineswegs übereinstimmend. Nach Dewar, welcher das Ergebnis seiner Versuche in 1895 veröffentlichte, war die Verdampfungswärme der Luft ungefähr gleich der Schmelzwärme des Wassers, also etwa 80 Kal. Nach d'Arsonval, welcher keine Angaben über die Bestimmungsmethode macht, sollte die Verdampfungswärme ca. 65 Kalorien betragen; nach Behn schliesslich ist sie 50·8 Kal. Die von dem letzteren angewendete Methode beruht darauf, dass man in flüssige Luft ein gewogenes Metallstück von bekannter Temperatur einträgt und die Menge der verdampften Luft misst: er bediente sich dabei eines Aluminiumzylinders, während Dewar, welcher sich einer ähnlichen Methode bediente, seine Bestimmung auf der Kenntnis der spezifischen Wärme des Quecksilbers basierte. Diese Methode hat aber den Nachteil, dass flüssige Luft, wenn sie mit einem verhältnismässig heissem Metallstück in Berührung kommt, in stürmisches Sieden gerät ⁶⁾, welches einige Minuten dauert; dabei können Flüssigkeitstropfen in die Höhe geschleudert werden (und sie werden es auch gewiss), wo sie dann in Berührung mit den wärmeren Gefässwänden oberhalb des Flüssigkeitsniveaus verdampfen, was eine Verkleinerung der Verdampfungswärme hinter sich zieht. Da ausserdem die Bezeichnung „flüssige Luft“ ziemlich unbestimmt ist, kann eine sich darauf beziehende Konstante nur dann von Bedeutung sein, wenn man die Zusammensetzung dieser Luft kennt. Leider wurde von Behn keine Analyse der Luft gemacht, und da auch keine Temperaturmessung stattfand, so kann man die von ihm angegebene Zahl 50·8 Kal. in keiner Richtung deuten. Die von Behn als

¹⁾ Phys. Rev. **XVII**, 469, 1903.

²⁾ Ibid. **XV**, 188, 1902.

³⁾ Drud. Ann. [4], **1**, 270, 1900.

⁴⁾ Chem. News **71**, 192, 1895.

⁵⁾ C. R., **133**, 983, 1901.

⁶⁾ Behn l. c., S. 271.

Schätzung, aber ohne Motivierung, angenommene Zusammensetzung der flüssigen Luft, der er sich bediente, und zwar 93% O₂ und 7% N₂, scheint nicht sehr wahrscheinlich zu sein, da Luft nicht so leicht Stickstoff verliert; würde man annehmen, dass ihr Siedepunkt etwa —188° betrug, was einer Zusammensetzung von ungefähr 40 Prozent Sauerstoff mit 60 Prozent Stickstoff entsprechen würde¹⁾, dann würde die Verdampfungswärme 54 Kal. betragen. Von Shearer sind schliesslich in seiner ersten Abhandlung die Zahlen für Luft von verschiedener Zusammensetzung angegeben worden, und zwar von 44.02 Kal. für Luft mit 21.8 Prozent Sauerstoff bis 51.7 Kal. für Luft mit 72 Prozent Sauerstoff. Diese Zahlen würden mit der von Behn angegebenen ziemlich gut übereinstimmen, doch fanden sie keine Bestätigung bei den weiteren Untersuchungen von Shearer, da er für reinen Sauerstoff 61 Kalorien und für reinen Stickstoff 49.73 Kal. fand. Wie man sieht, nähert sich der von Shearer angegebene Wert für die Verdampfungswärme des Sauerstoffs der in dieser Arbeit angegebenen Zahl; die Verdampfungswärme des Stickstoffs stimmt auch gut mit der von Fischer und Alt¹⁾ zu 48.9 Kal. berechneten Zahl überein; infolgedessen kann die Verdampfungswärme der Luft nicht kleiner sein als die der beiden Komponenten, sondern sie muss dazwischen liegen.

Um diese Ungewissheit in Bezug auf die Verdampfungswärme der Luft zu klären, werde ich mich bemühen, demnächst die Verdampfungswärmen von Stickstoff und von Luft von verschiedener Zusammensetzung sowie von anderen Gasen nach der oben beschriebenen Methode zu bestimmen.

¹⁾ Baly, Phil. Mag., 49, 519—520, 1900.

¹⁾ Sitz.-Ber. d. math.-phys. Klasse d. kgl. bayr. Akad. der Wiss., München, 32, 148, 1902.

Krakau, I. Chemisches Institut der Jagellonischen Universität.

18. M. M. LIMANOWSKI. Odkrycie płatu dolnotatrzańskiego w rejonie Czerwonych Wierchów na Gładkiem. (*Sur la découverte d'un lambeau de recouvrement subtatrique dans la région hauttatrique de Gładkie (monts Tatra)*). Mémoire présenté par M. J. Niedźwiecki m. t.

Sur le versant nord des Tatra, les terrains permo-mésozoïques apparaissent, comme on le sait, sous la forme de deux zones à faciès différents, parallèles les unes aux autres. Le faciès subtatrique comprend des marnes tachetées néocomiennes, des dolomies et calcaires (Aptien et en partie Albien), qui sont absents dans la zone méridionale, hauttatrique: ici le crétacé supérieur repose transgressivement sur les calcaires titoniens à *Ellipsactinia*. A un seul endroit uniquement, au Gładkie (1787), le prof. Uhlig¹⁾ découvrit dans cette zone du néocomien.

Nous avons réussi à déterminer que ce néocomien n'appartient pas à la faciès hauttatrique.

En descendant le versant de Gładkie du côté méridional, nous voyons successivement les terrains suivants:

- a* — marnes tachetées néocomiennes avec ammonites (cîme de Gładkie),
- b* — calcaire tacheté,
- c* — calcaire rougeâtre (7 m.) Titonien?
- d* — calcaire à Hornstein (6·5 m.),
- e* — calcaire à entroques, à Hornstein et à hématite (3 m),
- f* — calcaire rouge à entroques, calcaire subtatrique de Brama Kantaka et Czerwona skalka (Lias supérieur),
- g* — calcaire clair à Hornstein (2·5 m.),
- h* — marnes tachetées (14 m.),
- i* — calcaire à Hornstein (7 m.),
- j* — marnes tachetées (5·5 m.) (Lias inférieur),
- k* — calcaire à *Thecosmilia* et *Terebratula gregaria* (12 m.) (Rhétien),
- l* — schistes rouges (5·5 m.) (Keuper),
- m* — dolomie de Muschelkalk (environ 8 m.),

¹⁾ V. Uhlig. Geologie des Tatragebirges I. Wien 1897, p. 31, 32, 33, 41, carte géolog. et pl. I a, fig. 1.

- n* — granite (3·30 m.),
- o* — crétacique supérieur (14 m.) avec déformations mécaniques. Brèches tectoniques,
- p* — calcaire jurassique (9 m.),
- q* — schistes rouges, intercalation de schistes verts, écrasés fortement (1·5 m.) (Keuper hauttatarique de Tomanowa),
- r* — crétacique supérieur, brèches avec calcaire jurassique (2·5 m.),
- s* — calcaire jurassique (0·5 m.),
- t* — crétacique supérieur, plissé, altéré, avec déformations mécaniques (7·70 m.),
- u* — calcaire jurassique (13 m.),
- v* — crétacique supérieur, du cirque de Pisana.

Les terrains (*a—m*) ci-dessus mentionnés, démontrent que nous avons à faire à un lambeau de recouvrement subtatique, échappé à l'érosion et à la dénudation. Il repose sur du granite (*n*), donc l'îlot cristallin de l'Uplaziańskie, s'étend plus au loin vers le couchant et se trouve au Gładkie justement recouvert par le lambeau mentionné. En effet, lorsque nous avançons vers l'occident nous remarquons que le granite de l'Uplaziańskie passe au granite de Gładkie (*n*). Comme celui-ci repose directement sur du crétacé supérieur, il ne peut former un Aufbruch, comme le croit M. Uhlig¹⁾.

Ce granite est donc chevauché (de même que le granite du Małoczańniak et Kondracka-Liliowe) et compose le noyau d'un pli couché, ou mieux encore, d'une énorme digitation d'une nappe de recouvrement hauttatarique.

Cette digitation dans son mouvement vers le nord formait par sa partie renversée des lames de charriage (*p, q, s, t*). Ce sont les masses de calcaires enfoncés sous le granite dans le crétacé supérieur. Une partie du matériel formant ces lames de charriage fut aussi le substratum sur lequel la digitation glissa. Ce substratum était formé dans la région de Tomanowa par du triassique et grésténien, dans la région de Uplaziańskie par du jurassique et dans la région de Gładkie par du crétacé supérieur.

Le crétacé dans lequel ces lames sont embloquées trahit de fortes déformations mécaniques.

¹⁾ Uhlig Geologie des Tatragebirges III, 1899, pl. I a fig. 1 et fig. 36 p. 71.

La découverte du lambeau de Gładkie parmi les calcaires de Czerwony Wierchy sert de nouveau point d'appui aux aperçus si féconds de M. Lugeon, à savoir que les Tatra sont de grands plis couchés poussés vers le Nord¹⁾.

¹⁾ M. Lugeon. Analogie entre les Carpathes et les Alpes (C. R. A. des sciences Paris 17 novembre 1902). — M. Lugeon. Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des klipptes des Carpathes. Lausanne 1903.

Laboratoire géologique du Musée de Chałubiński à Zakopane.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcją

Członka delegowanego Wydziału matem.-przyr., Dra Leona Marchlewskiego.

Kraków, 1904. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

21 Kwietnia 1904.



La détermination de l'altitude par les méthodes de
 l'altimétrie barométrique est du moment qu'on dispose
 de la table de M. Fagnon à savoir que les hauteurs sont les mêmes que
 celles indiquées dans le tableau ci-dessous.

Le tableau ci-dessous est le résultat de nos
 observations faites à l'altitude de 1000 mètres.

Le tableau ci-dessous est le résultat de nos
 observations faites à l'altitude de 1000 mètres.

Le tableau ci-dessous est le résultat de nos
 observations faites à l'altitude de 1000 mètres.

Le tableau ci-dessous est le résultat de nos
 observations faites à l'altitude de 1000 mètres.

