

bei den Lichtversuchen möglicherweise psychische Affecte und Stimmungen eine Rolle spielen. Man könnte wohl daran denken, dass ein Thier, welches plötzlich in absolute Dunkelheit versetzt wird, in einen geängstigten («deprimirten») Zustand geräth, welcher einen Nachlass der trophischen Innervation des Gehirnes zur Folge hätte. — Gegen diese Deutung spricht nun allerdings sehr entschieden, dass, wie Moleschott bei seinen zahlreichen Versuchen an Fröschen festgestellt zu haben scheint, die Ausscheidung der Kohlensäure der Stärke des Tageslichtes annähernd proportional ist.

(Physiologisches Laboratorium in Bonn.)

Ueber den Einfluss des Auges auf den thierischen Stoffwechsel.

Von

Dr. Otto von Platen.

Der Erste, welcher sich mit dem Einflusse des Lichtes auf die Respiration beschäftigte und zu bestimmten Resultaten gelangte, war Jacob Moleschott. Das Ergebniss fasst er in folgenden beiden Sätzen zusammen.

1. Frösche scheiden, bei gleichen oder wenig verschiedenen Wärmegraden, im Licht für gleiche Einheiten des Körpergewichts und der Zeit, $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{4}$ mehr Kohlensäure aus, als im Dunkeln.
2. Je grösser die Lichtstärke ist, um so mehr Kohlensäure wird ausgehaucht.

Wenn nun trotzdem diese Entdeckung kein grösseres Aufsehen machte und zu weiteren Untersuchungen in derselben Richtung führte, so muss dies sehr auffällig erscheinen. Vielleicht liegt diess daran, dass man, wie oben Prof. Pflüger gezeigt hat, die Versuchsergebnisse Moleschott's nicht für hinreichend begründet anzusehen berechtigt war.

Die Werthe der Kohlensäure, welche Moleschott erhielt, schwanken für Hell und Dunkel in dem Verhältniss von 100:109 bis 118, sind also im Durchschnitt 114.

Weitere Untersuchungen stellten zwei Italiener, Selmi und Piacentini, mit Hunden über denselben Gegenstand an. Letztere wurden in Kasten gebracht, welche durch helle oder dunkle Gläser abgeschlossen werden konnten. Ihre Resultate in Betreff der Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure im Dunkeln und im Hellen verhalten sich wie 82,07:100.

Endlich erschien im Anfang dieses Jahres über denselben Gegenstand eine kurze Arbeit, welche ebenfalls nur die Thatsache constatirt, in weitere Schlüsse aber nicht eingeht, von Dr. Pott. Der grössere Theil der Arbeit beschäftigt sich mit vergleichenden Untersuchungen über Kohlensäureausscheidung bei verschiedenen Thierspecies. Dann geht der Verfasser am Schlusse der Arbeit kurz zur Betrachtung der Einwirkung des Lichtes auf die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure über. Er experimentirt an einer Maus nach derselben Methode, wie die Italiener. Nur sind die Versuche mir nicht ganz ohne Bedenken erschienen. Denn dieselben sind nicht unter den gleichen Bedingungen angestellt, sondern die Nachtstunden sind zur Messung des Werthes der Kohlensäure, welchen die Dunkelheit ergiebt, benutzt, für die Beleuchtung dagegen mit hellem Licht Tagesstunden. So bleibt es zweifelhaft, ob nicht zur Herabsetzung des Werthes der Kohlensäure im ersten Fall noch andere Faktoren mitgewirkt haben. Auch sind nicht grössere Versuchsreihen gemacht; für das Helle sowohl, als für die Dunkelheit sind nur in zwei Versuchen jedesmal die Kohlensäurewerthe bestimmt: dieselben ergeben ein Verhältniss von 3,873:3,142. Weiter aber dehnt sich diese Untersuchung, sowie auch die der Italiener, auf die Vergleichung der Wirkungen farbigen Lichtes zu denen des weissen Lichtes aus. Sind nun schon die ersten Versuche interessant, so muss man in Wahrheit über die Resultate erstaunen, welche in der letztern Beziehung erhalten worden sind. Während weisses Licht in einer gewissen Zeit das Thier zur Production von 100 Theilen Kohlensäure veranlasst, steigt dieser Werth für das blaue Licht auf 122,63; für das grüne auf 128,52; für das gelbe auf 174,79; dagegen ist die Wirkung des violetten und des rothen Lichtes geringer, als die des weissen. Die Zahlen sind für das erstere 86,89, für das letztere 93,38. Also gewisse Theile des

Spectrums wirken mächtiger erregend auf das Thier, als der Complex der Farbentöne, und z. B. das gelbe Licht sehr viel mächtiger. Alles merkwürdige Erscheinungen, einer genauen Begründung sicher bedürftig!

Die Versuche der Italiener stellen dieselbe Reihenfolge in der Wirkung der einzelnen Farben auf, wenn auch die Unterschiede nicht so grell sind. Sie ergeben für violette Licht 87,73; für rothes 92; für blaues 103,77; für grünes 106,03; für gelbes 126,03 im Vergleich zum weissen Licht gleich 100.

Die Untersuchungen nun, welche zu der vorliegenden Arbeit angestellt wurden, beschäftigten sich zunächst nur mit der Betrachtung des Einflusses von Hell und Dunkel auf den Stoffwechsel. Dazu wurden Kaninchen verwendet, welche durch Bedecken der Augen bald mit weissen, bald mit schwarzen Gläsern unter die erforderlichen Bedingungen versetzt wurden. Es wurden stets an einem Thiere mehrere Versuche nach beiden Richtungen hin abwechselnd angestellt, und bald mit hellen, bald mit dunklen Gläsern der Anfang gemacht.

Nachdem das Thier tracheotomirt war und einige Zeit ausgeruht hatte, wurde es mit dem Respirationsapparat von Roehrig-Zuntz in Verbindung gesetzt. Derselbe besteht in einem äquilibrirten, in Quecksilber schwimmenden Cylinder, welcher mit Sauerstoff gefüllt ist. Um den Sauerstoff rein zu erhalten, die Kohlensäureansammlung zu verhindern, sind zwischen Thier und Cylinder zwei durch Kalilauge geschlossene Ventile angebracht. Das eine gestattet dem Luftstrom nur die Bewegung nach dem Thiere zu, ist ein inspiratorisches; das andere gestattet nur die Bewegung nach dem Gasometer zu, ist ein expiratorisches. So kann der Sauerstoff leicht inspirirt werden, während die expirirte Luft, indem sie durch die Kalilauge in Blasen treten muss, ihre Kohlensäure vollständig abgibt. Der Cylinder muss mit jedem Athemzuge sich tiefer in das Quecksilber senken und stets mit der atmosphärischen Luft im Gleichgewicht sein, wie dies die Beachtung des Quecksilberstands innerhalb und ausserhalb des Cylinders leicht ergiebt. Die gebrauchte Sauerstoffmenge liest man dann ab und berechnet sie nach Cubikcentimetern unter Berücksichtigung der Barometerhöhe, der Temperatur und der Tension des Wasserdampfes.

In diesen Versuchen nun sollte der Einfluss des Lichtes auf die Retina untersucht werden. Es kam also darauf an, die Augen

des Versuchsthieres bald vom Licht abzuschliessen, bald dem Licht auszusetzen. Dabei sollte das Thier aber unter denselben Bedingungen und an demselben Ort verbleiben. Es wurden daher hölzerne Ringe vor die Augen geklebt, in welchen Fenstergläser eingesetzt waren. Vor die Gläser konnte man einen undurchsichtigen Deckel aufschrauben und so das Licht abschliessen. Die Ringe wurden mit Pflaster überall sorgfältig vor die Augen angeklebt, so dass kein Licht nebenher einfallen konnte. Ebenso wurden die Augenlider durch Heftpflaster fixirt.

Die Bestimmung der Kohlensäure geschah bei den Serien I, III, IV, V durch den Geissler'schen Apparat. Er giebt den Werth der Kohlensäure nach dem Gewichte an; man träufelt in die bei der Athmung verwendete Kalilauge verdünnte Schwefelsäure ein und bestimmt den Gewichtsverlust, welcher der entwichenen Kohlensäure entspricht.

Weniger zeitraubend und zugleich genauer erschien aber die Messung des Volums der in der Kalilauge enthaltenen Kohlensäure mittelst der Auspumpung durch die Pflüger'sche Gaspumpe. Auch hier wurde die Kohlensäure aus der Kalilauge durch Schwefelsäure ausgetrieben. Weil letztere jedoch das Wasser so sehr zurückhielt, dass die darin enthaltene Kohlensäure sich langsam entwickelte, wurde die dreibasische Phosphorsäure für denselben Zweck in Anspruch genommen. In der That gelang es, mit ihr die Kohlensäure in sehr kurzer Zeit vollständig zu entwickeln. Das entwichene Gas wurde durch den Trockenraum geleitet, zwei Röhren, welche mit Schwefelsäure getränkten Bimstein enthalten. Sie dürfen niemals bis zu ihrem Ende sich erwärmen, zum Zeichen, dass der zugleich mit der Kohlensäure einströmende Wasserdampf schon vorher absorptionsfähige Schwefelsäure angetroffen hat.

So gelangt die Kohlensäure wasserfrei in die Barometerleere, aus welcher sie in calibrierte, mit Quecksilber gefüllte Röhren getrieben wird. Man liest den Theilstrich der Röhre, welche dem Quecksilberniveau entspricht, durch ein Fernrohr ab, absorbirt, um etwaige Luft auszuschliessen, die Kohlensäure durch Kalilauge und liest abermals ab. Die Differenz ergiebt unter Berücksichtigung des jedesmaligen Barometerstandes, der Temperatur und der Tension des Wasserdampfes, die Menge der entwickelten Kohlensäure. Die in dieser Arbeit vorkommenden Gasvolumina sind sämmtlich reducirt auf 760 Mm. Quecksilberdruck und eine Temperatur von 0° C.

Bei jedem Versuch ist das Verhältniss der Kohlensäureausscheidung zur Sauerstoffaufnahme angegeben, sowie die Reduction beider Werthe auf 1 Minute beigefügt.

Serie I.

Einem weissen Kaninchen von 1500 Gramm Gewicht wurde die Tracheotomie gemacht. Nachdem es 45 Minuten geruht hatte, wurde es an den Roehrig-Zuntz'schen Respirationsapparat gebracht. Der Barometerstand betrug 760,0 Mm. Quecksilber bei einer Temperatur von 18,3° C. Das Wetter war klar.

Versuch I im Dunkeln.

Derselbe dauerte 31 Minuten. Das Thier athmete während des Versuchs langsam und gleichmässig.

Es stellte sich heraus:

die Kohlensäureausscheidung	394,68 Ccm.
die Sauerstoffaufnahme . . .	413,91 »
der Quotient beider	0,95 »

Der Werth pro Minute war:

für Kohlensäure	12,73 »
für Sauerstoff	13,35 »

Versuch II. im Hellen.

Von den Augen wurden die Deckel entfernt, und das Thier eine halbe Stunde sich selbst überlassen. Dann begann der Versuch und dauerte die gleiche Zeit.

Es betrug:

die Kohlensäureausscheidung	663,46 Ccm.
die Sauerstoffaufnahme . . .	611,19 »
der Quotient also	1,08 »

Der Werth pro Minute war:

für Kohlensäure	21,39 »
für Sauerstoff	19,71 »

Versuch III im Dunkeln.

Sobald der vorige Versuch vollendet war, wurden die Deckel wieder vor die Augen des Thieres geschraubt, und nach Ablauf einer halben Stunde, während welcher es sich der Dunkelheit accommodiren sollte, begann der neue Versuch. Er dauerte gleichfalls 31 Minuten und ergab:

als Kohlensäureausscheidung	543,57 Ccm.
als Sauerstoffaufnahme . . .	565,99 »
als Quotienten	0,96 »

Der Werth pro Minute war :

für Kohlensäure 17,53 Ccm.
für Sauerstoff 18,26 »

Versuch IV im Hellen.

Dasselbe Verfahren wurde eingeschlagen wie beim zweiten Versuch, jedoch hier dauerte er nur 28 Minuten.

Es wurde erhalten :

die Kohlensäureausscheidung 338,69 Ccm.
die Sauerstoffaufnahme . . . 532,00 »
der Quotient 0,63 »

Der Werth pro Minute betrug :

für Kohlensäure 12,09 »
für Sauerstoff 19,00 »

Diese Versuche fielen zwischen 3 bis 6 Uhr Nachmittags.

Im Folgenden sind die einzelnen Werthe dieser Serie zusammengestellt, und aus ihnen die Mittelwerthe gezogen.

	Hell.		Dunkel.	
	Sauerstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Kohlensäure.
	II. 19,71	21,39	I. 13,35	12,73
	IV. 19,00	12,09	III. 18,26	17,53
Mittel	19,355	16,745	15,805	15,13
	Quotient		Quotient	
	0,86		0,95.	

Serie II.

Zum Versuch wurde ein weisses Kaninchen von 1500 Gramm Gewicht verwendet. Uebrigens waren die Vorkehrungen die gleichen, wie sie bei der vorhergehenden Serie beschrieben wurden. Der Barometerstand betrug 756,5 Mm. bei einer Temperatur von 19,8° C. Der Himmel war leicht bewölkt.

Versuch I im Dunkeln.

Derselbe dauerte 26 Minuten 5 Secunden. Die Zahl der Athemzüge, anfangs etwas vermehrt, sank bald zwischen 70 und 80 pro Minute, welche Frequenz dann während der ganzen Versuchsreihe ständig blieb.

Kohlensäureausscheidung . . 342,049 Ccm.
Sauerstoffaufnahme 469,29 »
der Quotient beider 0,72 »

Pro Minute wurde verbraucht :

an Kohlensäure 13,11 »
an Sauerstoff 17,91 »

Versuch II im Hellen.

Wie es schon in der ersten Serie geschah und auch bei den spätern Versuchen gehandhabt wurde, so wurde auch hier vom Ende des vorigen Versuches ab eine halbe Stunde gewartet, damit das Thier sich vollständig an die Helligkeit, wie in andern Versuchsn an die Dunkelheit, gewöhnen konnte. Der Versuch dauerte 24 Minuten 10 Secunden.

Kohlensäureausscheidung	356,755 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	656,13 »
Quotient beider	0,54 »
Pro Minute wurden verbraucht:	
an Kohlensäure	14,76 »
an Sauerstoff	27,15 »

Versuch III im Dunkeln.

Dauerten 27 Minuten 5 Secunden:

Kohlensäureausscheidung	367,530 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	483,970 »
Quotient beider	0,75 »
Pro Minute wurden verbraucht:	
an Kohlensäure	13,57 »
an Sauerstoff	17,87 »

Versuch IV im Hellen.

Dauerte 27 Minuten 30 Secunden:

Kohlensäureausscheidung	370,534 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	616,594 »
Quotient beider	0,61 »
Pro Minute wurden verbraucht:	
an Kohlensäure	13,47 »
an Sauerstoff	22,42 »

Versuch V im Dunkeln.

Dauerte 26 Minuten:

Kohlensäureausscheidung	340,920 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	468,649 »
Quotient beider	0,72 »
Pro Minute wurden verbraucht:	
an Kohlensäure	13,11 »
an Sauerstoff	18,02 »

Die Versuche fielen in die Zeit von 1 Uhr bis 6 Uhr 45 Min. Nachmittags. Die Bestimmung der Kohlensäure geschah mittelst der Gaspumpe.

Uebersicht der Versuche von Serie II :

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Kohlensäure.
II. 27,15	14,76	I. 17,91	13,11
IV. 22,42	13,47	III. 17,87	13,57
—	—	V. 18,02	13,11
<hr/> Mittel 24,79	<hr/> 14,12	<hr/> 17,96	<hr/> 13,26

Als Quotient ergibt sich

0,57 | 0,73.

Obwohl in diesem Versuche die Beleuchtung nicht gerade günstig war, ist dennoch ein Uebergewicht der Werthe, sowohl für den Sauerstoff, als für die Kohlensäure, an beiden Versuchen im Hellen bemerkbar.

Serie III.

Ein kleines schwarzes Kaninchen von 1000 Gramm Gewicht wurde verwendet. Der Barometerstand betrug 760 Mm. Quecksilber bei einer Temperatur von 19° C. Das Wetter war klar. Jeder Versuch dauerte 25 Minuten. Die Athmung des Thieres war eine ruhige, an Frequenz von 60 Zügen in der Minute bei allen Versuchen.

Versuch I im Dunkeln.

Derselbe ergab:

als Kohlensäureausscheidung . 198,55 Ccm.

als Sauerstoffaufnahme 311,433 »

als Quotient beider 0,63 »

Der Werth pro Minute war:

für Kohlensäure 7,94 »

für Sauerstoff 12,45 »

Versuch II im Hellen.

Es fand sich:

als Kohlensäureausscheidung . 217,37 Ccm.

als Sauerstoffaufnahme 346,99 »

als Quotient beider 0,547 »

Der Werth pro Minute war:

für Kohlensäure 8,96 »

für Sauerstoff 15,88 »

Versuch III im Hellen.

Als Kohlensäureausscheidung . 218,14 Ccm.

als Sauerstoffaufnahme 370,54 »

als Quotient beider 0,588 »

Der Werth pro Minute war:

für Kohlensäure 8,82 Ccm.
für Sauerstoff 14,82 »

Versuch IV im Dunkeln.

Es wurde erhalten:

als Kohlensäureausscheidung . . 195,869 Ccm.
als Sauerstoffaufnahme 344,222 »
als Quotient beider 0,569 »

Der Werth pro Minute war:

für Kohlensäure 7,83 »
für Sauerstoff 13,77 »

Die Versuche dauerten von 12 Uhr bis 5 Uhr Nachmittags.

Uebersicht der Resultate von Serie III:

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Kohlensäure.
II. 15,88	8,69	I. 12,45	7,94
III. 14,82	8,72	IV. 13,77	7,83
<u>Mittel 15,35</u>	<u>8,70</u>	<u>13,11</u>	<u>7,885</u>

Die Quotienten sind:

0,56 | 0,6.

Serie IV.

Sie wurde angestellt mit einem grauen Kaninchen von 1620 Gramm Gewicht. Der Barometerstand betrug 757,7 Mm. Quecksilber bei einer Temperatur von 20,5° C. Das Wetter war klar. Die Athemzüge des Thieres geschahen gleichmässig mit einer Frequenz von 80 in der Minute.

Jeder Versuch dauerte 28 Minuten.

Versuch I im Hellen.

als Kohlensäureausscheidung . . 238 Ccm.
als Sauerstoffaufnahme 556,556 »
als Quotient beider 0,427 »

Die Werthe für die Minute waren:

für Kohlensäure 10,35 »
für Sauerstoff 27,14 »

Versuch II im Dunkeln.

Es wurden erhalten:

als Kohlensäureausscheidung . . 150 Ccm.
als Sauerstoffaufnahme 480,99 »
als Quotient beider 0,38 »

Die Werthe für die Minute waren:

für Kohlensäure 6,52 Ccm.
für Sauerstoff 20,91 »

Versuch III im Hellen.

Kohlensäureausscheidung . . . 236 Ccm.
Sauerstoffaufnahme 528,64 »
Quotient beider 0,44 »

Die Werthe für die Minute waren:

für Kohlensäure 10,26 »
für Sauerstoff 22,98 »

Versuch IV im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung . . . 169 Ccm.
Sauerstoffaufnahme 449,51 »
Quotient beider 0,37 »

Die Werthe für die Minute waren:

für Kohlensäure 7,34 »
für Sauerstoff 19,54 »

Die Versuche dauerten von 3¹/₂ Uhr bis 6¹/₂ Uhr Nachmittags.

Uebersicht der Resultate von Serie IV:

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Kohlensäure.
I. 24,19	10,35	II. 20,91	6,32
III. 22,95	10,26	IV. 19,54	7,34
Mittel 23,58	10,30	20,22	6,93

Die Quotienten sind:

0,43 | 0,34.

Serie V.

Die Versuche wurden angestellt mit einem kleinen grauen Kaminchen von 1000 Gramm Gewicht. Der Barometerstand betrug 767,5 Mm. Quecksilber bei einer Temperatur von 19,5° C. Das Wetter war klar. Die Athemzüge des Thieres gingen sehr ruhig und langsam vor sich, mit einer Frequenz von 60 in der Minute.

Versuch I im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung . . . 121 Ccm.
Sauerstoffaufnahme 302,554 »
Quotient beider 0,39 »

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure 4,84 »
für Sauerstoff 12,10 »

Versuch II im Hellen.

Kohlensäureausscheidung	. 150	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	. . . 360,079	»
Quotient beider	. . . . . 0,416	»
Die Werthe für die Minute sind:		
für Kohlensäure	. . . . . 6,0	»
für Sauerstoff	. . . . . 14,40	»

Versuch III im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung	. 123	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	. . . 355,847	»
Quotient beider	. . . . . 0,34	»
Die Werthe für die Minute sind:		
für Kohlensäure	. . . . . 4,92	»
für Sauerstoff	. . . . . 14,23	»

Versuch IV im Hellen.

Kohlensäureausscheidung	. 133	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	. . . 356,981	»
Quotient beider	. . . . . 0,34	»
Die Werthe für die Minute sind:		
für Kohlensäure	. . . . . 5,32	»
für Sauerstoff	. . . . . 14,27	»

Versuch V im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung	. 116	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	. . . 315,630	»
Quotient beider	. . . . . 0,36	»
Die Werthe für die Minute sind:		
für Kohlensäure	. . . . . 4,64	»
für Sauerstoff	. . . . . 12,62	»

Die Versuche fielen in die Tageszeit von 2¹/₂ Uhr bis 6¹/₂ Uhr Nachmittags. Jeder Versuch hatte 25 Minuten gedauert.

Uebersicht der Resultate von Serie V:

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure
II. 14,40	6,0	I. 12,10	4,84
IV. 14,27	5,32	III. 14,23	4,92
		V. 12,62	4,64
<hr/> Mittel 14,33	<hr/> 5,66	<hr/> 12,98	<hr/> 4,80

Hieraus berechnen sich die Quotienten:

0,39.

0,37.

Serie VI.

Zu den Versuchen wurde ein kleines graues Kaninchen von 1130 Gramm Gewicht verwendet. Der Barometerstand betrug 757,6 Mm. Quecksilber bei einer Temperatur von 19° C. Die Luft war klar. Das Thier athmete während der Versuche langsam und gleichmässig. Die Kohlensäurebestimmungen sind von jetzt ab sämmtlich mit der Gaspumpe gemacht.

Versuch I im Hellen.

Er ergab:

als Kohlensäureausscheidung . . .	365,245 Ccm.
als Sauerstoffaufnahme	386,302 »
als Quotient beider	0,94 »

Die Werthe pro Minute sind:

für Kohlensäure	14,05 »
für Sauerstoff	14,86 »

Versuch II im Dunkeln.

Es fand sich:

als Kohlensäureausscheidung . . .	317,875 Ccm.
als Sauerstoffaufnahme	324,572 »
als Quotient beider	0,97 »

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure	12,22 »
für Sauerstoff	12,48 »

Versuch III im Hellen.

Kohlensäureausscheidung . . .	377,210 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	418,936 »
Quotient beider	0,90 »

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure	14,50 »
für Sauerstoff	16,11 »

Versuch IV im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung . . .	332,836 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	372,905 »
Quotient beider	0,89 »

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure	12,80 »
für Sauerstoff	14,34 »

Diese Versuche dauerten von 2 Uhr bis 5¹/₂ Uhr Nachmittags. Jeder Versuch hatte 26 Minuten gebraucht.

Uebersicht der Resultate von Serie VI.

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure
I. 14,86	14,05	II. 12,48	12,22
III. 16,11	14,50	IV. 14,34	12,80
Mittel 15,48	14,27	13,41	12,51

Hieraus ergeben sich als Quotienten:

Hell.	Dunkel.
0,92	0,93

Serie VII.

Zu den folgenden Versuchen wurde ein graues Kaninchen von 1200 Gramm Gewicht genommen. Der Barometerstand betrug 759,6 Mm. Quecksilber bei einer Temperatur von 18,8° C. Das Wetter war klar. Die Athmung des Thieres erfolgte ruhig; jedoch erschienen die Excursionen, beobachtet an den Oscillationen des Quecksilbers im Respirationscyliner, nicht so ergiebig, wie sonst. Jeder Versuch dauerte 25 Minuten. Die Zeit der Versuche fiel zwischen 3 Uhr bis 6 $\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags.

Versuch I im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung	336,520 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	351,993 »
Quotient beider	0,95 »

Die Werthe pro Minute sind:

für Kohlensäure	13,46 »
für Sauerstoff	14,08 »

Versuch II im Hellen.

Kohlensäureausscheidung	460,105 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	340,947 »
Quotient beider	1,35 »

Die Werthe pro Minute sind:

für Kohlensäure	18,40 »
für Sauerstoff	13,64 »

Versuch III im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung	316,340 Ccm.
Sauerstoffaufnahme	335,181 »
Quotient beider	0,94 »

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure	12,65 »
für Sauerstoff	13,40 »

Versuch IV im Hellen.

Um zu sehen, welche Wirkung einträte, wenn das Thier aus dem Dunkel in's Helle gelangte, wurden die Deckel erst beim Beginne des Versuches im Hellen abgenommen: so wurde ein schneller Uebergang aus dem Dunkeln in das Helle herbeigeführt. Nach den folgenden Zahlen scheint es aber, als ob die Wirkung auf den Stoffwechsel nicht schnell ansteigt: es scheint, als müssten die Reize, welche die Retina erregen, längere Zeit wirken, um die Erhöhung der Kohlensäureausscheidung und der Sauerstoffaufnahme hervorzubringen. Hierzu möchte auch folgende Beobachtung passen, welche während der Versuche im Hellen oft von mir gemacht wurde: dass nämlich der Sauerstoffverbrauch im Verlaufe des Versuches an Grösse zuzunehmen schien.

Bei diesem Versuche nun wurde erhalten:

als Kohlensäureausscheidung	302,93	Ccm.
als Sauerstoffaufnahme	335,312	»
als Quotient beider	0,90	»

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure	12,11	»
für Sauerstoff	13,41	»

Uebersicht der Resultate von Serie VII:

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure
II. 13,64	18,40	I. 14,08	13,46
IV. 13,41	12,11	III. 13,40	12,65
Mittel 13,52	15,25	13,74	13,05

Die Quotienten berechnen sich hierfür als

$$1,12 \quad | \quad 0,95.$$

Diese Versuchsreihe giebt vielleicht weniger als die übrigen, ein sicheres und genügendes Resultat. Im Sauerstoffverbrauch zeigt sich der erste Versuch, welcher im Dunkeln stattfand, grösser, als man erwarten könnte. Jedoch wenn man die Sauerstoffwerthe der Reihe nach betrachtet und namentlich auch die der beiden dunkeln Versuche gegeneinander hält, so scheint von vornherein der Sauerstoffverbrauch in einem ziemlich starken Sinken begriffen zu sein, abhängig wohl von andern Bedingungen. Auffallend sind auch die Kohlensäurewerthe. Zwar ist ja die Durchschnittszahl, welche sich aus den Versuchen im Hellen ergibt, grösser, als die der Versuche im Dunkeln. Aber die Schwankungen des Kohlensäurewerthes sind eigenthümlich. Zwischen zwei niedrigere Werthe, wie sie aus Versuchen im Dunkeln erhalten wurden, schiebt sich bei einem Versuch im Hellen ein Werth, welcher die ersteren um ein Drittel fast

übertrifft: also ein plötzliches colossales Ansteigen der Kohlensäureproduction, weit auch die Sauerstoffaufnahme übertreffend. Im Uebrigen zeigt sich auch für die Kohlensäure ein Abfallen während der Versuchsreihe.

Serie VIII.

Zum Versuche wurde ein kleines schwarzes Kaninchen von 1000 Gramm Gewicht benutzt. Der Barometerstand betrug 756 Mm. Quecksilber bei einer Temperatur von $19,2^{\circ}$ C. Das Wetter war anfangs klar. An der Athmung des Thieres liess sich während der Versuche keine Abweichung bemerken. Jeder Versuch dauerte 25 Minuten. Die Tageszeit, in welche die Versuche fielen, lag zwischen $10\frac{1}{2}$ Uhr Morgens bis $7\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags.

Versuch I im Hellen.

Er ergab:

als Kohlensäureausscheidung	360,70	Ccm.
als Sauerstoffaufnahme	371,503	»
als Quotienten beider	0,97	»

Die Werthe pro Minute sind:

für Kohlensäure	14,43	»
für Sauerstoff	14,86	»

Versuch II im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung	361,065	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	392,983	»
Quotient beider	0,92	»

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure	14,44	»
für Sauerstoff	15,72	»

Versuch III im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung	345,25	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	368,045	»
Quotient beider	0,93	»

Die Werthe für die Minute sind:

für Kohlensäure	13,81	»
für Sauerstoff	14,72	»

Versuch IV im Hellen.

Während dieses Versuches war der Himmel stark bewölkt, die Beleuchtung schlecht. Es wurde erhalten:

als Kohlensäureausscheidung	337,945	Ccm.
als Sauerstoffaufnahme	370,747	»
als Quotient beider	0,91	»

Die Werthe pro Minute waren:

für Kohlensäure	13,52	»
für Sauerstoff	14,83	»

Schon während des ganzen letzten Versuches erschien das Thier sehr matt: es vermochte den Kopf nicht aufrecht zu erhalten, vielmehr auch als man denselben in die Höhe hob, liess es ihn wieder auf den Tisch herabsinken. Daher wurde beschlossen, vom Versuche Abstand zu nehmen. Als bald aber, nachdem das Thier entfesselt und auf den Boden gesetzt war, erholte es sich; es richtete den Kopf auf und versuchte sich fortzubewegen. Unter diesen Umständen erschien wiederum eine Fortsetzung des Versuches thunlich, zumal da auch der Himmel klarer geworden war. Jetzt wurde das Thier nicht gefesselt mit dem Respirationsapparat in Verbindung gesetzt und verharrte dort auch während der Versuche ruhig. Seine Gesundheit erschien während der folgenden Versuche nicht wieder alterirt.

Versuch V im Hellen.

Kohlensäureausscheidung	352,445	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	392,643	»
Quotient beider	0,89	»
Die Werthe pro Minute sind:		
für Kohlensäure	14,09	»
für Sauerstoff	15,70	»

Versuch VI im Dunkeln.

Er ergab:		
als Kohlensäureausscheidung	289,39	Ccm.
als Sauerstoffaufnahme	310,522	»
als Quotienten beider	0,93	»
Die Werthe für die Minute sind:		
für Kohlensäure	11,57	»
für Sauerstoff	12,42	»

Versuch VII im Hellen.

Kohlensäureausscheidung	304,565	Ccm.
Sauerstoffaufnahme	329,631	»
Quotient beider	0,92	»
Die Werthe pro Minute sind:		
für Kohlensäure	12,18	»
für Sauerstoff	13,18	»

Versuch VIII im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung	256,525	Ccm.
-----------------------------------	---------	------

Sauerstoffaufnahme 298,542 Ccm.

Quotient beider 0,82 »

Die Werthe pro Minute sind:

für Kohlensäure 10,26 »

für Sauerstoff 11,94 »

Versuch IX im Hellen.

Kohlensäureausscheidung 259,596 Ccm.

Sauerstoffaufnahme 318,414 »

Quotient beider 0,81 »

Die Werthe pro Minute sind:

für Kohlensäure 10,38 »

für Sauerstoff 12,74 »

Versuch X im Dunkeln.

Kohlensäureausscheidung 256,890 Ccm.

Sauerstoffaufnahme 284,893 »

Quotient beider 0,90 »

Die Werthe pro Minute sind:

für Kohlensäure 10,27 »

für Sauerstoff 11,39 »

Uebersicht der Versuche von Serie VIII:

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff	Kohlensäure	Sauerstoff	Kohlensäure
I. 14,86	14,43	II. 15,72	14,44
IV. 14,83	13,52	III. 14,72	13,81
V. 15,70	14,09	VI. 12,42	11,57
VII. 13,18	12,18	VII. 11,94	10,26
IX. 12,74	10,38	X. 11,39	10,27
Mittel 14,26	12,92	13,24	12,07

Hieraus berechnen sich als Quotienten:

0,90

0,91.

Die ersten Versuche dieser Serie geben kein gutes Resultat. In Versuch II sind die Werthe der Kohlensäure und des Sauerstoffs zu gross, ohne dass sich dafür eine Erklärung geben liesse. Die geringeren Werthe beim Versuch IV möchten sich eher aus den oben angeführten Thatsachen erklären lassen. Dagegen scharf markirt sich der Einfluss des Lichtes der Dunkelheit gegenüber in den letzten sechs Versuchen, von der Zeit ab, nachdem das Thier sich erholt hat. Man sieht hier die Werthe für den Sauerstoff sowohl, als auch für die Kohlensäure in einem continuirlichen Abfallen begriffen; jeder Werth im Hellen ist kleiner als der vorhergehende im Hellen;

ebenso ist es auch im Dunkeln. Würde man die Werthe nach der Reihenfolge der Versuche graphisch darstellen, so würde man auch eine abfallende Linie erhalten: jedoch sobald ein heller Werth einem dunkeln folgt, hat man eine Erhebung: der Abfall bewegt sich in beträchtlichen Zacken nach Unten. Während in der Zeit vor diesen letzten 6 Versuchen der Stoffwechsel im Thier ein lebhafter war, tritt jetzt ein Abfallen des Stoffwechsels, ein Ausgleichen ein, nachdem das Thier durch die Entfesselung und die Erholung in andere Bedingungen versetzt ist. Dieses continuirliche Absinken erfolgt am stärksten in der Dunkelheit: sobald ein heller Versuch dazwischen eingeleitet wird, erfolgt sofort eine lebhafte Einwirkung. Das Abfallen des Stoffwechsels ist dann verhindert, ja der Stoffwechsel wird wieder vermehrt trotz der grossen Neigung zum Abfallen.

Aus der Gesamtzahl der mitgetheilten Versuche geht hervor, dass unter dem Einfluss des Lichtes durch die Erregung der Retina Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme, also der Gas- und Stoffwechsel des Thieres eine erhebliche Steigerung erfahren. Abweichungen findet man ja hie und da allerdings. Jedoch glaube ich, dass diese vereinzelt Fälle gegenüber der grossen, weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle, welche eine Steigerung deutlich angeben, die aufgestellte Behauptung nicht zu erschüttern vermögen. Für einen Theil der abweichenden Resultate ist bei den einzelnen Versuchen eine Erklärung aufgezeichnet: für einen andern Theil ist sie nicht anzugeben. Aber wie mannigfache innere und äussere Einflüsse, welche ein Steigen des Stoffwechsels oder ein Fallen desselben bedingen, mögen sich dennoch geltend machen, ohne dass sie zu unserer Kenntniss gelangen! Das scheint mir aber sicher, dass wenn man ein Thier unter möglichst gleiche innere und äussere Bedingungen versetzt, das Licht fast ausnahmslos eine Steigerung des Stoffwechsels gegenüber der Dunkelheit hervorrufen wird.

Eine zweite Frage ist dann noch zu beantworten, für wie gross die Steigerung des Stoffwechsels durch das Licht anzusehen ist? Zu diesem Zwecke sind die Durchschnittszahlen der einzelnen Serien im Folgenden zusammengestellt, und aus ihrer Summe die betreffenden Verhältnisszahlen für den Sauerstoff und für die Kohlensäure zwischen Hell und Dunkel berechnet:

Hell.		Dunkel.	
Sauerstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Kohlensäure.
I. 19,355	16,745	15,805	15,13
II. 24,79	14,12	17,96	13,26
III. 15,35	8,70	13,11	7,885
IV. 23,58	10,30	20,22	6,93
V. 14,33	5,66	12,98	4,80
VI. 15,48	14,27	13,41	12,51
VII. 13,52	15,25	13,74	13,05
VIII. 14,26	12,92	13,24	12,07
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
140,665	97,965	120,465	85,635

Hieraus ergibt sich, dass sich die Sauerstoffwerthe für Hell und Dunkel verhalten, wie 116 : 100;

dass sich die Kohlensäurewerthe für Hell und Dunkel verhalten, wie 114 : 100.

Hierbei ist jedenfalls noch besonders in Anschlag zu bringen, dass das Bonner physiologische Laboratorium rings von hohen Gebäuden umgeben ist und also eine geringe Helligkeit selbst bei ganz unbewölktem Himmel besitzt. Ausserdem befinden sich die Versuchsthiere selbstverständlich bei dem viele Stunden andauernden Versuche in einem geschwächten Zustande. Mit besonderer Sorgfalt wurde stets darauf geachtet, dass die Thiere, während ihre Augen in Dunkelheit waren, nicht etwa schliefen.