

ZEITSCHRIFT

FÜR

B I O L O G I E

VON

W. KÜHNE,

UND

C. VOIT,

o. o. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG,

o. o. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN.

NEUE FOLGE: ERSTER BAND.

DER GANZEN REIHE: NEUNZEHNTER BAND.



MÜNCHEN UND LEIPZIG 1883.  
DRUCK UND VERLAG VON H. OLDENBURG,

## I n h a l t.

	Seite
Zur Kenntniss der Appereptionsdauer zusammengesetzter Gesichtskor- stellungen. Von Dr. Robert Tigerstedt und stud. med. Jacob Bergqvist. (Mit Tafel I) . . . . .	4
Ueber den Werth der Weizenkleie für die Ernährung des Menschen. Von Dr. Max Rubner . . . . .	45
Die Messung der Schwächung des Schalles bei dessen Durchgang durch Theile des lebenden Menschen. Von Karl Vierordt . . . . .	101
Messungen über die Tiefe des Schlafes. Von O. Mönninghoff und F. Piesbergen. (Mit Tafel II) . . . . .	114
Einige Versuche über die Zeit, welche erforderlich ist, Fleisch und Milch in ihren verschiedenen Zubereitungen zu verdauen. Von Ernst Jessen. (Mit Tafel III) . . . . .	129
Ueber Besonderheiten der Gaudinablagerung bei Fischen. Von A. Ewald und G. Fr. W. Krulenberg . . . . .	134
Ueber die nächsten Spaltungsproducte der Eiweisskörper. Von W. Kühne und Dr. R. H. Chittenden . . . . .	159
Ueber Hämihämose im Harn. Von W. Kühne . . . . .	209
Die Gase des Verdauungsschlauches der Pflanzenfresser. Von Professor Dr. Tappeiner . . . . .	298
Versuche über den Raumsinn der Haut nach der Methode der richtigen und falschen Fälle. Von Dr. W. Gamberer . . . . .	279
Einfluss des Bronchialm auf den Stoffwechsel. Von Dr. B. Schultze . Die Vertretungswerte der hauptsächlichsten organischen Nahrungsstoffe im Thierkörper. Von Dr. Max Rubner . . . . .	301
Versuche über die relative Resorption der Mittelsalze im menschlichen Magen. Von Dr. W. Jaworski. (Mit Tafel IV) . . . . .	312
Fieber die Anecheidung des Harnstoffs und der anorganischen Salze unter dem Einfluss künstlich erhöhter Temperatur. Von Dr. G. F. A. Koch . . . . .	397
Enthalten die Knochen Keratin? Von Dr. Herbert E. Smith . . . . .	447
	459

IV	
Inhalt	
	Seite
Spectralanalytische Messungen der Sauerstoffzehrung der Gewebe in gesunden und kranken Zuständen. Von Adolph Denig . . . . .	493
Die Verbindung der Nervenscheiden mit dem Sarkolemm. Von W. Kühne. (Mit Tafel V) . . . . .	501
Ueber den Einfluss der Körpergrösse auf Stoff- und Kraftwechsel. Von Dr. Max Rubner . . . . .	536
Zweiter Beitrag zur Frage der Entwicklung elementaren Stickstoffs im Tierkörper. Von Dr. Max Gruber . . . . .	563
Zur Färbung der Chloride im Hindeharn nach Volhard. Von Dr. Max Gruber . . . . .	569

### An unsere Leser!

Als die Zeitschrift für Biologie vor 18 Jahren ins Leben trat, waren es hauptsächlich die von zweien der damaligen Herausgeber begonnenen Untersuchungen über den thierischen Stoffwechsel, welche dem neuen Unternehmen die Richtung gaben. Nach dem vorläufigen Abschlusse dieser Arbeiten verfolgten deren Urheber, Berrf und Neigungen entsprechend, der Eine besonders die Aufgabe der Ernährungphysiologie, der Andere die Anwendung der auf diesem Gebiete gewonnenen Erfahrungen für die Hygiene und so kam es, dass im weiteren Verfolge der zwar von einem gemeinsamen Ausgangspunkte hervorgegangenen Arbeiten die Wege dennoch immer weiter auseinanderführten und dass es zuletzt nöthig wurde, Abhandlungen zu verschiedenartigen Inhaltes in enger räumlicher Verbindung dem gleichen Leserkreise darzubieten. Andererseits machte sich für die junge Experimentalwissenschaft der Hygiene das Bedürfniss nach einem eigenen Organ geltend, worin dieser dem Stamme der Physiologie entwachsene Zweig zeigen konnte, dass er sich aus eigener Kraft weiter zu entwickeln vermöge.

Hierdurch und durch die Ansicht, der Zeitschrift für Biologie die Theilnahme der physiologischen Fachgenossen durch eine Fortführung mehr im Sinne ihres ursprünglichen Programms am besten zu erhalten, kam der Entschluss zur Reife, dieselbe von jetzt an nur den physiologischen Aufgaben zu widmen, unter Ausschluss aller Anwendungen der Physiologie, auch in der Hygiene, und

mit dem Borstensaum. *aa* Aussekerne. *SS* Sohlenkerne. *S'* kappenartig eingesenkter Kern. *HH* Höfe um die Sohlenkerne, im Absterben entstehend. *G* Granulosa der Sohle.

Fig. 2. Silber-Goldbild. Vergr. S. 507.

Fig. 3. Normales Endgeweih als Silberstihonette mit Borstensaum.

Fig. 4. Endgeweih mit verpilbertem Borstensaum auf hellem Grunde. Der Sublemmalteil ist nicht gefärbt. Man sieht die Granulosa und die Sohlenkerne z. Th. durch die Geweihäste schimmern. Aus dem Unterschenkel, 22 Tage nach Resektion des *N. ischiadicus*.

Fig. 5. 47 Tage nach der Nervenresektion. Zerklüftetes Endgeweih und insel-förmige Geweihreste. Die Borsten des Saumes z. Th. haarartig.

Fig. 6. 71 Tage nach der Resektion. Roccailleförmig ohne Inseln.

Fig. 7. Derselben. Nervenringel im Profil.

Fig. 8. Hypolemmale Faser aus einem typischen Stangeugeweih vom Frosch, innerhalb der Silberstihonette zu erkennen, mit einer Endknospe. Die Stihonette vom Borstensaum umrahmt.

## Ueber den Einfluss der Körpergrösse auf Stoff- und Kraftwechsel.

Von

Dr. Max Rubner.

(Aus dem physiologischen Institut zu München.)

Man hat durch eingehende Studien die mannigfaltigsten Einwirkungen auf die Grösse des Stoffverbrauchs im Tierkörper kennen gelernt, dagegen ist eine derselben in ihrer Wirksamkeit vielfach misskannt und in ihrer Ausdehnung bis jetzt nicht näher studirt worden. Es ist diese: die Grösse eines Thieres. Manche Beobachtungen weisen darauf hin, dass kleine Thiere relativ mehr an Nahrungsstoff brauchen als grosse, so z. B. die Versuche von Ghossat<sup>1)</sup> an hungernden Thieren. Er fand, dass letztere um so eher der Entziehung der Kost zum Opfer fallen, je kleiner sie sind. Auch aus den Versuchen von Regnault und Reiset<sup>2)</sup> sowie aus denen von Reiset<sup>3)</sup> kann man, wie wir später noch erörtern wollen, die nämlichen Schlüsse ziehen. In gleichem Sinne sind auch die Beobachtungen, welche Voit<sup>4)</sup> über die Nahrungszufuhr grosser und kleiner Thiere machte, zu deuten.

Wie die Grösse des Thieres auf den Stoffverbrauch überhaupt, so soll sie auch auf die Qualität der Zersetzung einwirken. Wie Voit durch Zusammenstellungen über den Verbrauch von Eiweiss und Fett im Hungerzustande gezeigt hat, verbrauchen kleine Thiere relativ mehr Eiweiss und nur wenig mehr Fett als grosse.

Kann man es auch nach allen diesen Angaben für sicher gestellt erachten, dass der Körpergrösse ein bestimmender Einfluss auf die Grösse des Stoffverbrauchs zukommt, so kann man nicht im Entferntesten ein quantitatives Urtheil über diese Wirkung

<sup>1)</sup> Ghossat, Mém. prés. par div. savants à l'Acad. royal des sciences, de l'Institut de France t. 8 p. 438.

<sup>2)</sup> Regnault und Reiset, Ann. de chim. et phys. t. 26 p. 209 ff.

<sup>3)</sup> Reiset ebenda t. 69 p. 129.

<sup>4)</sup> Voit in Hermann's Handb. Bd. 6 S. 88.

füllen. Dies ist aber von grosser Bedeutung, weil man über die Verschiedenartigkeit des Stoffwechsels bei verschiedenen Thierarten, sowie über den Einfluss, welchen das Alter eines Thieres auf den Stoffwechsel übt, ohne vorherige Kenntniss des Einflusses der Körpergrösse, zu keinem Schluss kommen kann. Ich habe nun neue Versuche in dieser Richtung angestellt<sup>1)</sup>, über welche ich in Folgendem Mittheilung machen werde.

### 1. Absolute und relative Grösse des Kraftwechsels grosser und kleiner Thiere.

Ehe wir nun an die Mittheilung neuer Versuche gehen, wird es zweckmässig sein, das Material, welches bisher über die Frage, ob von kleinen Thieren relativ mehr an Stoffen verbraucht wird, als von grossen, etwas näher ins Auge zu fassen. Unter den ausgedehnten Versuchen, welche Regnault und Reiset<sup>2)</sup>, sowie Reiset allein über den O-Verbrauch von Thieren angestellt haben, finden sich viele, welche in dieser Hinsicht verwertbar sind.

Ich habe nach den Zahlen der genannten Autoren folgende kleine Tabelle entworfen, welche den O-Consumm verschiedener Thiere enthält und zwar sind die Angaben nach dem Körpergewicht der Thiere absteigend geordnet.

Thierart	Gewicht in Kilo	pro Kilo und 1 Stunde in c.c.	Thierart	Gewicht in Kilo	pro Kilo und 1 Stunde in c.c.
Männl. Kalb . . . . .	115	0,481	Kaninchen . . . . .	3,43	0,735
" . . . . .	115	0,428	Murmeltier . . . . .	1,55	1,198
Schaf . . . . .	70	0,464	Huhn . . . . .	1,51	0,846
" . . . . .	66	0,490	Euterich . . . . .	1,52	1,352
Hammel . . . . .	65	0,400	Kreuzschnabel . . . . .	0,028	10,974
Pater . . . . .	62	0,702	Grünfink . . . . .	0,025	13,000
Rind . . . . .	5,59	0,902	" . . . . .	0,025	9,742
Gans . . . . .	4,60	0,677	Sperling . . . . .	0,022	9,555
Kaninchen . . . . .	3,58	0,763			

Man erkennt bei Durchsicht der Tabelle, dass eine Aenderung in der Grösse der Oxydation mit

1) Ich habe die Hauptresultate bereits mitgetheilt. Vergl. Zeitschrift für

Biol. Bd. 19 S. 389.

2) u. u. O.

fallendem Körpergewicht eintritt; freilich ist aber diese Erscheinung keine regelmässige, und zwar wie es scheint deshalb, weil in den genannten Versuchen nicht allein die Körpergrösse, sondern noch andere Factoren auf die Oxydation einwirkten. Die Angaben beziehen sich nämlich auf Thiere, welche sich unter ganz verschiedenen Ernährungsverhältnissen befanden; theils hatten dieselben unmittelbar vor dem Versuche Futter aufgenommen, theils befanden sie sich im Zustande der Inanition. Wenn von ihnen nur ebensoviel aufgenommen worden wäre, als dem Bedürfniss entspricht, so hätte dies keinen Einfluss; über die Grösse der Nahrungsaufnahme ist aber nichts bekannt. Ich habe gezeigt, dass man bei der Frage, ob die Nahrungszufuhr den Stoffverbrauch im Thierkörper steigere, auseinanderhalten muss zwischen eben hinreichender Zufuhr und übermässiger. Dem Bedarfe entsprechende Zufuhr steigert die Gesamttzersetzung nicht, hingegen beträchtlich die übermässige. Die Mittheilung dieses Passus wurde in meiner Arbeit über die Vertheilungswärme cursorisch gehalten, durch in der Anmerkung eine ausführlichere Besprechung in Aussicht gestellt. Trotzdem ich nun in einem nach Art einer vorläufigen Mittheilung gehaltenen Absatz nicht gehalten sein kann, die darüber vorhandene Literatur zu berücksichtigen, gebe ich hier nachträglich auf Wunsch an, dass Dr. v. Hösslin, ausgehend von Berechnungen der Wärmebildung in den älteren Respirationversuchen von Pettenkofer und Voit, an welche er dann weitere Folgerungen über die Gesetze des Stoffwechsels im Allgemeinen und des Eisweisses im Besonderen anschloss, schon vor mir gefunden hat, dass die Nahrungszufuhr nur einen relativ geringen Einfluss auf die Wärmebildung habe und dass aus diesen Versuchen kein Unterschied in Bezug auf die Beeinflussung der Wärmebildung bei Eisweiss und den übrigen Nährstoffen hervorgehe, dass also jedenfalls kein wesentlicher Unterschied in dieser Beziehung den einzelnen Nährstoffen zukomme, wenn auch eine Entscheidung darüber, ob die einzelnen Stoffe sich wirklich ganz genau äquivalent ihren Verbrennungswerten vertreten, sich in diesen Versuchen nicht finden lassen. Ausserdem ist von den Thieren Regnault's nicht bekannt, ob sie sich ruhig verhielten oder nicht: dann mag es sich wohl ebenso oft um Thiere gehandelt haben, welche nicht

ausgewachsen waren, um junge, wachsende. Vor allem aber ist zu bedenken, dass hier Thiere der verschiedensten Art verglichen werden; es darf aber nach unseren Kenntnissen eine verschiedene Intensität der Oxydation bei verschiedenen Arten wohl angenommen werden. Alle die genannten Bedingungen mögen neben der Körpergröße in den einzelnen Fällen eingewirkt haben. Es wäre sonst ja schwer verständlich, warum zwischen einem männlichen Kalbe von 115 Kilo Körpergewicht und einem nur 65 Kilo schweren Hammel kaum ein Unterschied in der relativen Oxydation besteht, oder warum ein 6 Kilo schwerer Puter ebenso viel an O wie ein 3,43 Kilo schweres Kaninchen verbrannt, oder ein Huhn von 1,5 Kilo sogar weniger verzehrt als ein Hund von 5,59 Kilo Gewicht.

Aber alle diese Unregelmässigkeiten können die eine Schlussfolgerung nicht hinfällig machen, dass in der That kleine Thiere im Allgemeinen relativ mehr O verzehren als Grosse.

Indem ich nun der zum Vorwurf genommenen Frage näher treten wollte, habe ich versucht, allen jenen Bedingungen Genüge zu leisten, welche eine exacte Lösung herbeizuführen im Stande waren. Zunächst war es klar, dass die Frage nur für eine bestimmte Thierart zu lösen war; denn vor allem musste die Einwirkung eines spezifischen Unterschieds der Oxydation, wie er durch Vergleichung verschiedener Thierarten unvermeidlich ist, ausgeschlossen werden. Es wurde weiters Sorge getragen, dass nur ausgewachsene Thiere zur Verwendung kamen, da auch zwischen jungen und alten Thieren, soviel bis jetzt klar liegt, eine Verschiedenheit der Intensität der Verbrennung besteht. Endlich aber waren die auf die zu untersuchenden Thiere selbst einwirkenden Bedingungen möglichst gleichartig zu halten <sup>1)</sup>.

Was nun die Wahl des Versuchstieres anlangt, so schien der Hund am zweckmässigsten hierzu zu sein, weil hier die Möglichkeit vorlag, bedeutende Grössendifferenzen in ihrer Einwirkung zu studiren; diese Wahl bot ausserdem noch die Annehmlichkeit, dass der Hund ein für derartige Untersuchungen recht brauchbares Object darstellt. Alle Hunde befanden sich in dem Zustande der

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Biol. Bd. 19 S. 322 bis 323.

Intention. Zur Bestimmung der Grösse ihres Gesamtstoffwechsels wurde ihr Erweiss- und Fettverbrauch nach Methoden, die von mir bereits anderwärts angegeben worden sind, bestimmt <sup>2)</sup>.

Der Gesamtstoffwechsel wird nach Massgabe des calorischen Werthes der verbrennenden Verbindungen bestimmt. 1 g in den Excreten auftretenden N entspricht 25,64 Cal. <sup>3)</sup>; 1 g zersetztes Fett 9,686 Cal. <sup>4)</sup>. Man könnte gegen dieses Vorgehen, der Summirung aller im Körper verbrauchten Stoffe nach ihrem Wärmewerthe, den Einwand erheben, dass ja nicht alle Stoffe beliebig durch andere ersetzbar seien, z. B. nicht eine bestimmte Menge von Erweiss, welche selbst nach Zufuhr abundanter Kohlehydratmengen verbraucht wird, und dass also von einer Summirung der calorischen Werthe erst nach Abzug jener Erweissmenge die Rede sein könne <sup>5)</sup>. Wir haben aber einersseits Grund anzunehmen, dass jene Erweissmenge in einem für unsere Betrachtungen constant zu nennenden Verhältnisse bei verschiedenen Thieren verbrannt wird und ausserdem ist zu bedenken, dass die in diesem Falle höchst geringe Menge von Erweiss (5%), welche zum Wiederaufbau dienen muss, auch wiederum fast vollständig zur Bestreitung eines allerdings kleinen Theiles des Kraftwechsels dient, nicht die ganze Menge zwar, wie z. B. nicht die Epidermis und die Haare; dagegen können abgestossene Epithelien weiter zersetzt werden und auch die gebildeten Verdauungssäfte unterliegen noch einem theilweisen Zerfall.

Die Berechnung des Gesamtstoffwechsels durch Summirung des calorischen Werthes der verbrauchten Verbindungen hat also ihre volle Berechtigung.

An den Hunden, welche zur Untersuchung kamen, sind immer mehrere Bestimmungen ausgeführt worden <sup>6)</sup>. Man wird bei Vergleichung der Einzelwerthe des Gesamtstoffwechsels genügende Uebereinstimmung finden. Die bestehenden Differenzen sind grösstentheils durch die Verschiedenheit der Temperaturen veranlasst, welche

<sup>1)</sup> Ebenda Bd. 17 S. 216 und 223, sowie Bd. 19 S. 313 ff.

<sup>2)</sup> Zeitschrift für Biol. Bd. 19 S. 347.

<sup>3)</sup> Danilewsky, Centralblatt für die med. Wissenschaft. 1881.

<sup>4)</sup> Zeitschrift für Biol. Bd. 19 S. 390.

<sup>5)</sup> Die Angaben über Hund I sind den Versuchen von Peltzenhofer-Voit entlehnt.

bei Ausführung der einzelnen Versuche im Zimmer herrschten. Denn trotz sorgfältiger Regulierung der Beleuchtung ist in den Wintermonaten, wegen unvorhergesehenen Schwankungen der Temperatur im Freien, nicht immer gleiche Temperatur zu erreichen.

Ehe also die einzelnen Werthe mit einander vergleichbar sind, muss eine Correctur für die Verschiedenheit der Temperatur angebracht werden. Meine Versuchsthiere befanden sich nun in dem Respirationssaum in ungefähr derselben bewegten Luft wie jene Katze, an welcher Herzog Carl Theodor \*) seine Versuche über den Einfluss der umgebenden Temperatur auf den Stoffwechsel angestellt hatte. Bei seinen Versuchen wurde allerdings eine geringere Ventilation verwendet, aber der Querschnitt des für die Katze verwendeten Kastens ist auch kleiner als der Querschnitt des von mir verwendeten. Herzog Carl Theodor hat durch seine Versuche dargethan, dass der O-Verbrauch der Katze für je 1° C. Temperaturunterschied um 1,11% geändert werde. Ich habe nun alle in der Haupttabelle angeführten Werthe des täglichen Stoffwechsels auf die Temperatur von 15,0° zurückgeführt. Die Correctur ist aber keineswegs von grosser Bedeutung und ändert die Betrachtungen nicht wesentlich.

Nr. d. Hundes	Hungertag	N im Tag ausgesch.	Fett im Tag zersetzt	Calorien aus Eiweiss	Calorien aus Fett	Summe der Calorien	Die Cal. aus Eiw. betr. in %	Körpergew. in Kilo	pr. Tg. u. Kilo N ausgesch.	pr. Tg. u. Kilo Fett zers.	t in ° C.
I	6.	5,96	108,9	152,30	1056,24	1207,54	12,6	30,96	0,19	3,51	17,1
"	10.	5,28	84,2	134,10	816,38	950,48	14,1	29,87	0,17	2,58	17,7
"	5.	5,70	106,7	141,14	1034,2	1175,35	12,0	31,44	0,18	3,38	16,2
"	8.	4,70	102,1	120,51	989,2	1109,75	10,8	30,38	0,15	3,36	18,9
II	19. Juni 83	5,46	88,5	139,78	858,4	998,2	14,0	24,11	0,29	3,66	15,0
"	1. Juni 83	9,42	73,6	241,53	713,92	955,45	25,3	23,75	0,36	3,09	15,0
"	2. Juni 83	3,88	88,4	99,04	857,5	956,52	10,3	23,27	0,16	3,79	15,0
III	24. Febr. 82	3,52	86,67	90,25	859,26	949,46	9,5	19,80	0,18	4,42	16,9
"	4. Febr. 82	2,70	82,55	69,23	799,90	869,02	7,9	19,01	0,14	4,34	14,5
"	8. März 82	3,54	74,64	80,76	723,26	804,02	10,0	18,79	0,18	3,97	16,0

1) Zeitschrift für Biol. Bd. 14 S. 51 ff.

Nr. d. Hundes	Hungertag	N im Tag ausgesch.	Fett im Tag zersetzt	Calorien aus Eiweiss	Calorien aus Fett	Summe der Calorien	Die Cal. aus Eiw. betr. in %	Körpergew. in Kilo	pr. Tg. u. Kilo N ausgesch.	pr. Tg. u. Kilo Fett zers.	t in ° C.
IV	12. Jan. 80	6,53	78,00	167,42	755,82	923,24	18,1	18,20	0,35	4,30	13,9
"	1. Jan. 80	4,50	61,84	115,36	599,23	714,61	15,4	17,20	0,26	3,59	16,6
V	21. Dec. 81	4,38	50,39	112,30	488,28	600,68	18,7	9,05	0,47	5,56	19,2
"	1. Dec. 81	3,04	46,94	77,90	454,66	532,60	14,6	8,33	0,34	5,32	20,9
"	22. Dec. 81	3,21	49,61	82,30	435,18	517,48	15,8	8,53	0,36	5,26	21,0
"	23. Dec. 81	3,21	44,91	82,30	454,94	537,24	14,6	8,68	0,36	5,71	20,2
"	24. Dec. 81	3,21	44,91	82,30	454,94	537,24	14,6	8,68	0,36	5,71	20,2
"	2. Mai 82	1,64	65,79	42,05	637,50	679,55	6,1	11,11	0,14	5,22	18,4
"	2. Mai 82	1,69	60,47	43,33	585,95	629,28	6,8	10,87	0,15	5,26	20,0
"	3. Mai 82	1,69	60,47	43,33	585,95	629,28	6,8	10,87	0,15	5,26	20,0
VII	5. Dec. 81	2,76	39,62	60,77	383,92	444,69	13,8	6,84	0,40	5,79	15,8
"	1. Dec. 81	2,92	35,65	56,91	346,45	402,36	13,9	6,36	0,34	5,50	23,6
"	6. Dec. 81	1,96	31,64	50,25	306,59	356,84	14,0	6,14	0,31	5,15	20,7
"	9. Dec. 81	2,89	42,50	74,60	411,92	486,42	15,3	6,83	0,42	5,22	18,2
"	1. Febr. 82	2,17	47,33	55,64	458,62	514,26	10,8	6,69	0,32	7,07	18,0
"	2. Febr. 82	1,86	43,00	50,86	418,79	469,75	11,0	6,56	0,28	6,56	15,0
"	3. Febr. 82	1,94	38,97	53,84	379,40	430,24	11,2	6,40	0,20	6,09	16,5
"	4. Febr. 82	2,49	34,79	63,74	337,11	400,85	15,9	6,66	0,36	5,22	14,6
"	27. Jan. 83	2,56	30,09	65,64	291,57	357,21	18,3	6,50	0,39	4,63	16,4
"	28. Jan. 83	2,08	29,50	55,20	285,95	341,15	16,1	6,36	0,33	4,66	16,3
"	29. Jan. 83	1,44	29,91	36,92	230,82	267,74	11,3	6,21	0,23	4,81	15,9
"	2. Febr. 83	3,75	28,97	96,16	279,70	375,85	25,6	6,16	0,61	4,69	18,4
"	1. Febr. 83	2,69	26,36	68,97	255,42	324,39	21,2	5,98	0,46	4,40	19,2
"	10. Febr. 83	1,98	24,00	49,48	232,56	282,04	17,5	3,34	0,57	7,18	15,0
VIII	30. Jan. 80	1,98	24,00	49,48	232,56	282,04	17,5	3,34	0,57	7,18	15,0
"	1. Febr. 80	1,98	24,00	49,48	232,56	282,04	17,5	3,34	0,57	7,18	15,0
"	3. Febr. 80	1,98	24,00	49,48	232,56	282,04	17,5	3,34	0,57	7,18	15,0
"	5. Febr. 80	1,63	19,70	41,79	190,89	232,68	17,9	2,91	0,56	6,77	20,6

Zusammenstellung.

Nr. des Hundes		Nr. des Hundes		Nr. des Hundes	
Cal. pro Kilo	Cal. corrig. pro 15° C.	Cal. pro Kilo	Cal. corrig. pro 15° C.	Cal. pro Kilo	Cal. corrig. pro 15° C.
I	38,99	39,00	66,92	VI	71,60
	31,82	30,87	60,98		76,03
	37,88	36,94	64,88		76,23
II	36,50	36,94	60,66		60,18
	41,40	41,40	64,16		59,94
	40,92	40,92	62,42		54,91
III	41,10	41,10	67,86		55,73
	47,95	48,91	61,04		53,64
	45,71	45,48	68,40		54,39
	42,79	43,22	69,08		58,09
IV	50,72	50,11	71,07	VII	83,94
	41,54	42,29	76,85		83,94
			79,39		97,86
					95,41
					80,00
					84,88

Nach Abgleichung der Differenzen, welche durch die Temperatur bedingt waren, stimmen die Einzelwerthe recht befriedigend überein. Nur bei einem Hunde (Nr. VI), bei welchem die Versuche zu recht verschiedenen Zeiten angestellt wurden, zeigen sich nicht unbedeutliche Verschiedenheiten. Namentlich ergeben 4 im Februar 1882 angestellte Versuche einen wesentlich höheren Wärmeverbrauch wie die im Februar 1883 angeführten, obschon nur unwesentliche Unterschiede im Körpergewicht vorhanden waren. Ich kann keinen andern Erklärungsgrund dafür finden, als die etwas grössere Lebhaftigkeit des Hundes im Jahre 1882, wo ihm die Versuche noch ungewohnt waren.

Aus den Einzelwerthen sind in die folgende Tabelle die Mittelwerthe eingetragen worden.

Nr. des Hundes	Mittleres Körpergew.	Cal. im Tag pro Kilo	Calorien bei 15° C.
I	31,20	38,18	35,68
II	24,00	40,91	40,91
III	19,80	47,95	45,87
IV	18,20	46,14	46,20
V	9,61	61,19	65,16
VI	6,50	68,06	66,07
VII	3,19	90,90	88,07

Die Tabelle zeigt ohne jegliche Abweichung, dass beim Hunde mit dem Sinken des Körpergewichts ein allmähliches Ansteigen der Intensität der Verbrennung verbunden ist. Die Unterschiede sind recht beträchtliche; wenn wir den mindesten Werth der Wärmebildung = 100 setzen, erhalten wir folgende Beziehung:

31 Kilo Gewicht, Wärmeproduction = 100	
24 " " " " " "	= 114
20 " " " " " "	= 128
18 " " " " " "	= 129
10 " " " " " "	= 182
6 " " " " " "	= 184
2 " " " " " "	= 246

Da wir alle sonstigen Bedingungen, welche auf die Zersetzung wirken, wie: Bewegung, Einfluss der Temperatur, gleich gehalten haben, so können die vorhandenen Unterschiede also nur auf einer, wenn auch zur Zeit dem Wesen nach unbekanntem Beziehung zur Körpergrösse, zurückgeführt werden. Während also aus den Regnault-Reisetschen Versuchen hervorging, dass ein Einfluss der Körpergrösse auf die Stoffzeretzung bestehen müsse, sind wir hier in der Lage, eine bestimmte quantitative Vorstellung von der Wirkung dieses Einflusses zu fassen.

Man wird sich nun aber weiter fragen, wie denn die Verschiedenheit der Körpergrösse einen so bedeutenden Einfluss auf die Grösse des Gesamtstoffwechsels üben könne?

II. Die Ursache des relativ höheren Gesamtstoffwechsels kleiner Thiere.

Man kann eigentlich nur zwei Gründe finden, welche die Lösung der gestellten Frage in sich schliessen müssen:

1. Entweder handelt es sich um eine spezifische Verschiedenheit der Zellen grosser und kleiner Thiere, um bestimmte Organisationsänderungen des Protoplasmas, oder
2. es handelt sich um Aenderungen jener Einflüsse auf die Zelle, welche grösstentheils durch Vermittlung des Nervensystems auf dieselben übertragen werden.

Würden sich im vorliegenden Falle spezifische Verschiedenheiten finden, so könnten wir mit der Constanz der Thatsache einfach abschliessen; denn um über bestimmte Aenderungen im Protoplasma selbst etwas auszusagen, dazu fehlt uns jede Möglichkeit.

Zu den Einflüssen der zweiten Art gehören die Muskelreize, seien es nun willkürliche Bewegungen oder jener Einfluss, welchen der Hautreiz der Kälte erzeugt.

Ich muss hier aber, ehe ich näher auf diese Erklärungsweise eingehe, noch eine Anschauung erwähnen, welche zwar auch keine spezifische Wirksamkeit der Zellen annimmt, aber doch nicht ins Gebiet der nervösen Einflüsse gehört.

Voit<sup>1)</sup> hat sich bei den Betrachtungen, welche sich aus Zusammenstellungen über den Eiweiss- und Fettverbrauch grosser und kleiner Thiere ergaben, dahin ausgesprochen, dass kleine Thiere wesentlich mehr Eiweiss zersetzen und nur wenig mehr Fett als grosse. Die Eiweisszersetzung sei bei den kleineren Thieren von dem lebhaften Säftestrom abhängig, den sie zeigen. Vierordt<sup>2)</sup> hat nämlich nachgewiesen, dass die Menge des durch eine Gewichtseinheit Thier strömenden Blutes bei kleinen Thieren beträchtlicher ist, als bei grossen.

Die Anschauung Voit's könnte nun allenfalls ausreichen, eine Vorstellung von der Ursache, welche einen Mehrverbrauch von Eiweiss bedingt, zu geben, nicht aber von der Aenderung im Gesamtstoffwechsel. Denn die Grösse der Zersetzung wird, wie man aus meinen Versuchen schliessen muss, durch den Innervationszustand der Zelle<sup>3)</sup>, nicht aber durch die Menge des zugeführten Materials bestimmt; eine reichlichere Zufuhr an Nahrungstoffen bewirkt allerdings eine Vermehrung der Gesamtzersetzung, aber, wie mir scheint, nur auf indirectem Wege.

Wir werden also gedrängt, zu untersuchen, welche Ursachen denn die Zellen kleiner Thiere zu einem so lebhaften Stoffverbrauch, wie wir ihn gefunden haben, bestimmen. Die Aenderung im Säftestrome kann aber recht wohl eine secundäre Erscheinung

1) u. n. O.

2) Vierordt, die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeit des Blutes S. 142.

3) Zeitschrift für Biol. Bd. 19 S. 305.

sein, indem sie eben dazu dient, dem Bedürfnisse einer lebhafter innervierten Zelle zu genügen. So sehen wir z. B. das Verhältnis beim Muskel; in dem sich contrahirenden Muskel findet sich ein lebhafterer Blutstrom als im ruhenden.

Also auch in den Zellen selbst, in ihrem Innervationszustande kann die Ursache für den relativ grösseren Stoff- und Kraftverbrauch kleiner Thiere liegen und hier lässt sich, wie ich zeigen werde, eine richtige Vorstellung der letzten Ursache ableiten. Wir kennen mannigfache Bedingungen, welche den Innervationszustand ändern; von diesen kommen aber für unsere Frage nur die Muskelthätigkeit und der Einfluss der umgebenden Temperatur in Betracht. Man könnte nun, wenn man grosse und kleine Thiere bezüglich ihrer Muskelthätigkeit vergleicht, wohl finden, dass die kleinen Thiere in der Regel beweglicher sind als die grossen; allein auch diese Erklärung genügt nicht; denn wieder kann man fragen, wodurch dann die grössere Beweglichkeit kleiner Thiere eingeleitet werde.

Ja für die zur Beobachtung gekommenen Hunde trifft dies nicht einmal zu, indem ich auch bei den kleinen keine besondere Beweglichkeit zu sehen im Stande war; vielmehr lagen grosse wie kleine immer zusammengerollt am Boden des Käfigs.

Wir kennen aber keine Bedingung, welche so geeignet erscheint, in verschiedenem Grade auf kleine und auf grosse Thiere einzuwirken, als der Einfluss der umgebenden Temperatur. Grosse wie kleine Thiere erliden unter ganz den gleichen Verhältnissen der umgebenden Luft (in calorimetrischem Sinne) eine verschiedene Abkühlung, weil sie für gleiche Organmasse nicht gleiche, sondern sehr verschiedene Oberflächen haben. Bergmann<sup>1)</sup> hat, soviel mir bekannt, zuerst auf diese Thatsache die Aufmerksamkeit gelenkt und damit verschiedene Erscheinungen in der Verbreitung und dem Aufenthalt von Thieren zu erklären versucht. Weiter aber ist die interessanteste Beziehung zwischen Oberfläche und Körpergewicht nicht berücksichtigt worden. Experimentelle Untersuchungen sind ja keine

1) C. Bergmann und R. Leuckart, anatomisch-physiol. Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart (1852) S. 272 bis 275.

Die Abhandlung „Ueber die Verhältnisse der Wärmehöconomie der Thiere zu ihrer Grösse“ habe ich nicht erhalten können.

angestellt worden. Dass nun die oben angeführte Erklärungsweise der Thatsache, dass kleine Thiere relativ mehr verbrauchen als grosse, die einzig richtige ist, wird aber erst zu beweisen sein; denn mannigfach scheinen die Hindernisse zu sein, welche einer exacten Lösung im Wege stehen. Die verschiedene Behaarung der Thiere, ihr verschiedenes entwickeltes Fettpolster, ihre Körperhaltung sind Mittel, welche bei ein und der nämlichen Oberfläche die Wärmeabgabe recht verschieden gestalten müssen.

Obschon es nun aus diesen Gründen schwierig und erfolglos scheinen mag, zu untersuchen, in wie weit die Grösse des Kraftwechsels abhängig von der Oberflächenentwicklung sei, habe ich es doch unternommen; denn die zu meinen Versuchen verwendeten Hunde waren alle kurzhaarig, mässig fett und, was mir sehr wichtig erschien, sie nahmen, als ich sie im Respirationsapparate untersuchte, alle die nämliche Stellung an, d. h. sie lagen zusammengerollt ruhig am Boden des Käfigs. In dieser Lage kann man nun freilich nicht bestimmen, wie gross die Oberfläche ist, welche die Abkühlung bedingt; aber man kann voraussetzen, dass bei grossen wie kleinen Thieren die Oberfläche durch die kanernde Stellung in gleicher Weise geändert werde und dass die direct gemessene Oberfläche uns ein relatives Maass für die Oberfläche des zusammengerollten Thieres geben wird. Auch nehme ich an, dass die Beziehung zwischen Oberfläche und Körpergewicht sich während mehrerer Hungertage nicht wesentlich ändere.

Als ich nun daran ging, die Oberflächen der untersuchten Thiere auszumessen, konnte ich aus naheliegenden Gründen nicht jedes untersuchte Thier tödten und die Grösse seines Felles bestimmen; es wurden deshalb am lebenden stehenden Thiere mit einem Faden die einzelnen Dimensionen gemessen und zwar die Länge des Rumpfes, der Umfang an der Brust, am Becken; desgleichen vom Halse, vom Kopf, den drei Theilen jeder Extremität und dann des Schweifes, bei den Ohren wurde Länge und Breite bestimmt. Bei vielen Bestimmungen der Art ist mir Dr. E. Voit hilfreich zur Seite gestanden. Von der Oberfläche des Rumpfes kamen natürlich jene Flächen, an welchen die Extremitäten und der Kopf ansetzen, in Abzug. Ich habe mich nun weiters überzengt, dass diese Methode

der Ausmessung am lebenden Thiere nur unbedeutliche Differenzen gegenüber der directen Messung des abgezogenen Felles bietet. Zwei in ihrer Grösse sehr verschiedene Thiere wurden zuerst lebend gemessen, dann getödtet und die Fläche des Felles bestimmt. Dabei erhielt ich:

a) grosser Hund, Fell direct gemessen	11 914 <sup>90m</sup>
	berechnet 11 890 "
b) kleiner Hund, Fell direct gemessen	2 821 "
	berechnet 3 025 "

Das Verfahren, welches ich angewendete, entspricht also vollkommen den für meine Versuche an dasselbe zu stellenden Anforderungen.

Bei der Messung des Felles wurde dasselbe ganz frisch abgezogen, mit der unbehaarten Fläche auf ausgespanntes Papier gelegt und mässig gedehnt. An Stellen, an welchen sich dasselbe nicht gehörig anlegt, muss es durch Einschnitte zugerechnet werden. Sodann wird der ganze Umfang mit Bleistift umrandet, die Fläche des Ohrs doppelt aufgetragen, dann das Fell entfernt, und der unregelmässig abgegrenzte Raum in messbare Dreiecke zerlegt. Wesentlich ist, dass das Fell frisch zur Messung kommt.

Hat man es mit kleinen Thieren, wie z. B. Kaninchen, zu thun, so ist es immer zweckmässig, eine directe Messung des Felles nach dem Tödten vorzunehmen; anstatt aber die Fläche nach Dreiecken auszumessen, beliebt man sie mit farbigen gemessenen Seidenpapierblätter mit 100<sup>90m</sup> Fläche sind für diese Zwecke wohl das Bequemste. Bei noch kleineren Thieren (Ratten, Fröschen) ist es am einfachsten, mit dem Planimeter die Fläche zu bestimmen. Schwierigkeiten mit dem Abziehen der Haut ergeben sich bei Hühnern; ich habe daher die getödteten Thiere nach dem Stutzen der Schwanzfedern mit Paraffin überzogen, wodurch sich die Federn fest an den Leib legen und dann die Oberfläche mit Papier ausgemessen. Die spätern Angaben über die Oberflächen von Hunden beziehen sich alle auf Thiere, deren Oberfläche am lebenden Thiere bestimmt war.

Der Oberflächenbestimmung der Thiere ist, soviel ich weiss, noch keine Aufmerksamkeit zugewendet worden; für die Menschen liegen Angaben von Funke, Krause, Valentin, Fubini und

Ronchi vor. Messungen in grösserer Ausdehnung sind von Meeh <sup>1)</sup> im Thüninger physiologischen Institut angestellt worden.

Es besteht nun, wie Meeh darthut, zwischen dem Volum und der Oberfläche beliebig, ähnlicher Körper und somit auch bei thierischen Organismen derselben Art eine constante Beziehung, welche sich, wenn  $O$  = Oberfläche und  $V$  = Volum, so ausdrücken lässt:

$$\frac{O}{\sqrt{V}} = \frac{O\sqrt{V}}{V}$$

Der Werth  $\frac{O\sqrt{V}}{V}$  bildet für eine bestimmte Körperform eine Constante, aber es können auch verschiedene Körperformen dieselbe Constante zeigen. Wenn man nun bei Körpern, welche aus gleichem Stoffe bestehen, an Stelle von  $V$  das Gewicht setzt, so erhält man

$$\text{statt } \frac{O\sqrt{V}}{V} \quad \frac{O\sqrt{G}}{G}$$

Meeh hat für diese Constante, da er nicht nur die Oberfläche des Menschen, sondern auch ihr Gewicht bestimmte, aus vielen nur wenig unter sich abweichenden Bestimmungen (Minimum = 11,02, Maximum = 12,96) den Werth beim Menschen zu 12,3 berechnet.

Ich habe nun bei meinen Hunden gleichfalls dieselbe berechnet und sind die Werthe in folgender kleinen Tabelle zusammengestellt.

Nr.	Gewicht in Kilo	Ober- fläche in qcm	$\frac{O\sqrt{G}}{G}$
1.	3,20	2506	11,54
2.	4,20	2662	10,18
3.	4,62	3025	10,90
4.	6,50	3724	10,69
5.	9,60	6140	11,61
6.	20,00	7500	10,25
7.	24,00	8805	11,83
8.	29,80	11890	12,51

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Biol. Bd. 15 S. 425.

Sonach ergibt sich als Mittelwerth der Constante  $\frac{O\sqrt{G}}{G}$  beim

Hunde im Minimum 10,18, im Maximum 12,51, im Mittel also 11,16. Der Mittelwerth der Constante, welche wir mit  $k$  bezeichnen wollen, ist also kleiner als beim Menschen; ich habe auch noch bei anderen Thieren als beim Hunde die Constante  $k$  zu bestimmen gesucht; die betreffenden Angaben werden später angeführt werden. Die Schwankungen der Einzelwerthe, welche nicht grösser sind als die beim Menschen gefundenen, dürften wohl durch die verschiedenen Rassen bedingt sein, welche zur Untersuchung kamen.

Der Werth  $k$  hat deshalb besonderes Interesse, weil man mittels desselben bequem die Oberfläche eines Thieres berechnen kann. Denn man hat:  $O = k \cdot \sqrt{V}^3$ , wobei  $a$  das Körpergewicht in Gramm,  $O$  die Oberfläche in Quadratcentimetern ergibt. Ich habe nun, da nicht für alle von mir untersuchten Thiere die Oberfläche gemessen werden konnte, für Thier I und Thier IV dieselbe nach der oben angegebenen Formel bestimmt, mit Zugrundelegung der Constante 11,16.

Vergleicht man nun endlich den Kraftwechsel der Thiere verschiedener Grösse mit ihrer relativen Oberflächenentwicklung, so erkennt man folgendes:

Nr.	Gewicht in Kilo	Oberfläche in qcm	Pro 1 Kilo Gewicht Oberfläche in qcm	Pro 1 Kilo u. 24 Stund. Cal. (bei 15°C.)	Pro 1 <sup>m</sup> Oberfl. Cal.
I	31,20	10750	344	35,68	1086
II	24,00	8805	366	40,91	1112
III	19,80	7500	379	45,87	1207
IV	18,20	7662	421	46,20	1097
V	9,61	6286	560	65,16	1188
VI	6,50	3724	573	66,07	1153
VII	3,19	2423	726	88,07	1212

Mit dem Sinken des absoluten Gewichtes der Thiere nimmt auch ihre Oberfläche ab, aber nicht in dem gleichen Masse wie das Gewicht, sondern wie man aus Stab 4 erkennt, sinkt die Ober-

Flächenzahl weniger rasch als das Gewicht, so dass dann kleine Thiere eine relativ beträchtlich grössere Oberfläche besitzen. Minimum und Maximum verhalten sich wie 344:726, d. h. wie 100:211. Wie wir schon früher angegeben haben, steigt die Zersetzung bei kleinen Thieren relativ an, wie Stab 5 zeigt. Durch Combination der Werthe des Stabes 4 und 5 lässt sich darthun, dass in der That die Zersetzung ebenso steigt wie die Oberflächenentwicklung zunimmt, d. h. für je eine bestimmte Zahl von Quadratzentimetern Oberfläche beim Hunde auch die gleiche Anzahl von Wärmeeinheiten abgegeben wird, also der Gesamtstoffwechsel hungerrnder Hunde direct proportional ihrer Oberflächenentwicklung ist. Es muss also auch, wie ich schon früher aus anderen Thatsachen <sup>1)</sup> gefolgert habe, der Wärmeverlust die Grösse des minimalsten Stoffverbrauchs bestimmen. Grosse und kleine Hunde zersetzen nicht deswegen verschiedene Mengen von Nahrungstoffen, weil ihre Zellen bestimmte Verschiedenheiten der Organisation haben, sondern deshalb, weil die von der Haut ausgehenden, durch die Abkühlung bedingten Impulse die Zellen zur Thätigkeit anregen; für gleiche Oberflächen werden isodyname Stoffmengen verbraucht. Die Erklärung dieses Vorganges habe ich schon früher angegeben <sup>2)</sup>. Ich habe mich nun bei der Wichtigkeit der Sache in der Literatur auch nach anderen Angaben umgesehen, welche sich mit den von mir gefundenen Werthen vergleichen lassen. Es liegen Beobachtungen an Hunden von Senator <sup>3)</sup> einerseits vor, der die Wärmeproduction derselben im Inanitionszustande bestimmte, andererseits eine Angabe von Regnault und Reiset <sup>4)</sup> über den O-Verbrauch eines hungerrnden Hundes. Die Werthe des Ersteren lassen sich direct mit den meinen vergleichen; für den O-Verbrauch, den Letztere fanden, muss erst die Umrechnung in den calorischen Werth erfolgen. Der

1) Zeitschrift für Biol. Bd. 19 S. 398.

2) Ebenda.

3) Senator, Untersuchungen über den fieberhaften Process und seine Behandlung. Berlin 1873.

4) a. a. O.

calorische Werth des O ist nun verschieden, je nachdem Eiweiss oder Fett oder Kohlenhydrate verbrennen. Bei hungerrnden Thieren verbrannt nur Eiweiss und Fett; für den calorischen Werth beim Eiweiss berechne ich 1<sup>er</sup> O zu 3,24 Cal., beim Fett 1<sup>er</sup> O zu 3,44 Cal.; nun macht das Eiweiss, wie ich im Mittel von 40 Bestimmungen festgestellt habe, beim hungerrnden, nicht fettarmen Thiere 14,4% der Gesamtzersetzung aus. Der mittlere calorische Werth des O für das hungerrnde Thier beträgt sonach

$$\frac{14,4 \times 3,24 \times 85,6 \times 3,44}{100} = 3,411 \text{ Cal.}$$

Es lassen sich hiermit die O-Zahlen in Calorien umrechnen. Wenn ich nun weiter mit Hilfe der Constante  $\frac{1}{2}$  die Oberflächen der von Senator und Regnault und Reiset beobachteten Hunde berechne, ergibt sich folgendes:

Nr.	Gewicht in Kilo	Oberfläche berechnet in qm	Pro Kilo Thier Oberfläche gem	Pro Kilo Thier Cal.	Pro 1 <sup>m</sup> Cal.	Beobachter
8	10,80	6453	505	62,31	1085	Senator
9	7,52	4285	569	53,76	944 <sup>2)</sup>	"
10	6,09	3722	611	63,04	1031	"
11	5,65	3534	621	68,40	1101	"
12	5,40	3462	641	74,16	1157	"
13	4,24	2924	689	69,12	1008	"
14	5,59	3508	627	72,52	1154	Regnault und Reiset

Obschon also Stoff- und Kraftwechsel der Hunde mit ganz verschiedenen Methoden gemessen wurde zeigt sich eine recht überraschende Uebereinstimmung. Nur ein Werth von Senator fällt aus der Reihe. Es ist wohl zu vermuthen, dass bei dem beobachteten Thiere ein pathologischer Process vorhanden gewesen sei. Im Uebrigen aber dienen die Versuche zur Bestätigung des von mir erwiesenen Satzes: dass der Kraftwechsel grosser und kleiner Thiere im ruhenden Zustand und bei Hunger sich direct wie ihre Oberflächenentwicklung verhalte.

Im Mittel aller meiner Bestimmungen liefert ein Hund für einen Quadratmeter Oberfläche <sup>1)</sup> (bei 15° C.) 1143 Cal, nach Senator's Methode erhält man . . . . . 1065 „ nach Regnault und Reiset . . . . . 1177 „

Mein Mittelwerth von 1143 Cal. weicht vom Minimum meiner Versuche um 9,4%, vom Maximum um 6,0% ab. Die Verschiedenheiten sind, wenn man die Schwierigkeiten erwägt, ein gleichartiges Versuchsmaterial zu erlangen, höchst unbedeutende. Da man mit Hilfe der Constante *k* für beliebige, mässig fette <sup>2)</sup> und kurzhaarige Hunde die Oberfläche berechnen kann und ausserdem bekannt ist, wie viel Wärme für eine bestimmte Oberfläche in 24 Stunden bei 15° C. producirt wird, so haben wir auch die Möglichkeit für einen beliebigen Hund, welcher sich bei den in meinen Versuchen eingehaltenen Bedingungen befindet, die Wärmeproduction zu berechnen. Die Wärmeproduction beträgt, wenn wir *k* = Constante, *a* = Körpergewicht, *n* = der Wärmeproduction setzen, für 1 <sup>1000</sup>mm

$$w = k \cdot \sqrt[3]{a \cdot n}$$

III. Bedeutung der Oberflächenentwicklung für den Warmblüter.

Die Hunde accommodiren sich unter den gegebenen Verhältnissen in ihrem Kraftverbrauch der auf sie einwirkenden Abkühlung. Es stellt sich dabei ihr Körper auf den kleinstmöglichen Kraftverbrauch ein und tritt daher das nämliche Princip des ökonomischen Kraftverbrauchs zu Tage, das wir auch bei der Isodynamie der Nahrungsstoffe nachzuweisen in der Lage waren.

1) Ich habe schon hervorgehoben, dass sich bei meinen Erunden nicht die ganze Oberfläche an der Wärmeabgabe beteiligt hat, weil sie sich zusammenschmiegen und auf den Boden des Käfigs legten.

2) Der Fettgehalt der Thiere kann, wie es scheint, recht bedeutend schwanken, ohne dass ein Einfluss auf den Gesamtstoffwechsel sichtbar wird. Ich habe hierüber schon bei meinen Kaninchenversuchen (Zeitschrift für Biol. Bd. 17 S. 214) Beobachtungen angestellt. Für den Hund kann ich noch folgendes angeben:

Ein mageres Thier von 9,0 Kilo Gewicht producirte pro Kilo 66,63 Cal. Als es durch reichliche Fütterung fetter geworden war und 11,11 Kilo wog, producirte es pro Kilo 62,23 Cal.

Es wird wohl keinem Zweifel unterworfen sein, dass dies kein für den Hund allein geltendes Gesetz darstellt, sondern dass dessen Konsequenzen auf alle Warmblüter zu übertragen sind. Verlässst man aber den Rahmen der einen Art und betrachtet die Wirkungen bei verschiedenen Arten, so erkennt man die mächtige Bedeutung der Oberflächenentwicklung auf den Kraftverbrauch erst vollends.

Ich habe bei verschiedenen Thieren die Oberflächen bestimmt, und die dabei erhaltenen Werthe in folgende Tabelle eingetragen <sup>1)</sup>.

Thier	Gewicht in g	Oberfläche in qcm	Pro Kilo Thier Oberfläche in qcm
Frosche . . . . .	40	116	3059
Ratten . . . . .	208	842	1650
Ihuh . . . . .	1829	1855	1014
Kaninchen . . . . .	2812	2662	946
kleiner Hund . . . . .	3190	2423	736
grosser Hund . . . . .	31200	10750	344
Mensch . . . . .	79250	22485	287

Die Unterschiede sind ganz ausserordentliche. Die relativen Oberflächen von Ratte und Mensch verhalten sich wie 287 : 1540, d. i. wie 100 : 536. Wenn wir also geringe Unterschiede, wie sie etwa durch die Verschiedenheit des Felles, d. h. dessen geringere oder grössere Durchgängigkeit für die Wärme bedingt sind, ausser Acht lassen wollen, so wird sich wahrscheinlich auch der Gesamtstoffwechsel der Ratte zu dem des Menschen wie 100 : 536 verhalten. Die Zellen der Ratte leisten unter vergleichbaren Verhältnissen also 5 und <sup>1</sup>/<sub>2</sub> mal so viel als die des Menschen. Wenn ich schätzungsweise die Oberfläche eines Sperlings von 22 g zu 3730 <sup>1000</sup>mm pro 1 Kilo annehme, so muss

1) Die beobachteten Constanten sind folgende:

Mensch . . . . .	12,3
Hund . . . . .	11,2
Kaninchen . . . . .	12,88
Ihuh . . . . .	10,45
Ratte . . . . .	9,13
Frosch . . . . .	4,62

dieser kleine Vogel relativ 13mal so viel Wärme produciren als der Mensch. Man wird nach diesen wenigen Beispielen einsehen, welche bedeutende Aenderungen in der Organisation die Folge sein müssen. Die erhöhte Wärmeabgabe erfordert eine grössere Nahrungszufuhr, dieser passt sich der Darmtractus an; der lebhaftere Blutstrom führt allen Theilen die Nahrungsstoffe und den O zu, und dient zum Auswaschen der Zersetzungsproducte.

Wenn der thierische Organismus sich nun so entwickelt, wie wir gesehen haben, dass er im Hungerzustande und der Ruhe eben den abkühlenden Momenten in seinem Kraftwechsel sich anschliesst, dann gibt es auch keinen specifischen Stoffwechsel irgend eines Warmblüters, der durch bestimmte Structur der Zelle selbst bedingt würde.

Die bestehenden Unterschiede sind vielmehr nur durch bestimmte Verhältnisse der die Wärmeabgabe modificirenden Bedingungen zu erklären. Es hat nun noch Interesse, zu untersuchen, ob in der That die die Wärmeabgabe modificirenden Bedingungen verschiedener Thiere wesentlich verschiedene sind, so dass eine beträchtliche Verschiedenheit der Intensität der Verbrennung resultirt. Ich kann für das Kaninchen und für das Huhn Angaben machen, welche zu den hier nöthigen Betrachtungen ausreichen. Ueber das Kaninchen sind Angaben von Regnault und Reiset<sup>1)</sup>, sowie von mir gemacht, nach Methoden also, bei welchen ein Thier längere Zeit untersucht wurde. Ich habe die mittels der Constante 12,88 berechneten Oberflächen in umstehende Tabelle (S. 555) eingetragen. Die übrigen Werthe werden sich nach den bereits mitgetheilten Angaben verstehen lassen.

Mein Werth II stimmt sehr wohl mit den Angaben von Regnault und Reiset überein, Kaninchen I dagegen producirt weniger Wärme, was darauf zurück zu führen sein wird, dass dieses Thier schwächerlich war; denn es erlurg den Hunger nur 8 Tage. Wir werden daher zweckmässig diesen Werth bei der Bildung des Mittels weglassen. Das Mittel der drei andern Versuche beträgt: 766 Cal.

pro Quadratmeter Oberfläche; demnach wesentlich weniger als beim Hunde. Ich muss hier aber gleich anfügen, dass die Berechnungen des Gesamtstoffwechsels des Kaninchens dadurch beeinflusst werden, dass zumeist bei den Kaninchen bei Beginn der Hungerzeit noch Kohlehydrate aus dem Darne resorbirt werden; damit ändert sich das calorische Aequivalent des O und auch die Berechnung meiner Versuche würde dadurch beeinflusst. Die mitgetheilten Angaben beziehen sich aber alle nicht auf den ersten Hungertag, sondern auf den zweiten und dritten Hungertag. Wir haben also jedenfalls keine wesentliche Tribung des Versuchsverhältnisses durch resorbirte Kohlehydrate zu besorgen.

Beobachter	Körpergew. in Kilo	Berechnete Oberfläche	N im Tag ausgeschieden	Fett zersetzt im Tag	Cal. aus Eiweiss	Cal. aus Fett	Summe der Cal.	Oberfläche pro Kilo in gem	Temperatur, bei welcher die Beobachtung angestellt ist	Pro 1 <sup>ste</sup> Oberfläche Cal.
Regnault u. Reiset	3,488	3031	—	—	—	—	56,90	853	19,0	691
"	3,577	3012	—	—	—	—	60,34	842	22,0	717
Rubner	2,698	2496	1,57	11,41	42,71	110,68	153,40	924	15,0	615
"	2,173	2160	0,92	14,84	15,90	143,95	150,85	994	15,5	740

Für das Kaninchen sind auch vielfach noch zuverlässige Angaben von anderen Autoren über den O-Verbrauch gemacht worden. Dieselben sind aber unter Bedingungen angestellt, welche von den gewöhnlichen Lebensverhältnissen der Thiere so abweichen, dass sie für unsere Untersuchung nicht anwendbar sind.

Für das Huhn liegen Versuche von Regnault, von Kunkein und mir vor; die Werthe, welche hierbei erhalten wurden, sind in folgender Tabelle eingetragen.

	Gewicht in Kilo	Oberfläche in qm	N ausgeschied. pro Tag	Fett zersetzt im Tag	Cal. pro Tag	Pro 10000 <sup>cm</sup> Cal.
Rubner	3,595	2452	1,32	22,04	245,9	1002
Kunkein	0,970	1023	0,31	8,58	90,8	887
Regnault	1,510	1275	20,34 O pro Kilo		71,7	787

1) n. n. O.  
2) Zeitschrift für Biol. Bd. 17 S. 214 ff.

Zur Berechnung der Oberfläche wurde die Constante 10,45 zu Grunde gelegt. Die übrigen Werthe und Angaben sind leicht verständlich. Die Uebereinstimmung ist keine so vollkommene, wie diese bei Hund und Kaninchen zwischen den Einzelwerthen der Fall war, was möglicherweise auf Unterschiede in der Befiederung zurückgeführt werden muss; im Mittel werden also vom Huhne pro Quadratmeter 892 Cal. gebildet, mehr als beim Kaninchen und weniger als beim Hunde. — Um nun zu vergleichen, ob eine beträchtliche Verschiedenheit in der Lebhaftigkeit der Oxydation bei Hund, Huhn oder Kaninchen besteht, kann man nicht einfach die Werthe für 1<sup>qm</sup> Oberfläche mit einander vergleichen, denn diese sagen nur aus, dass weniger Wärme durch die Haut gehe, sondern wir müssen für einen Hund, ein Kaninchen und ein Huhn von je drei Kilo Körpergewicht berechnen, wie viel Wärme producirt wird. Wir erhalten bei Zusammenstellung der wichtigsten Daten folgende Tabelle.

Thiere von 3 Kilo Körpergewicht	Oberfl. in qm	Cal. pro Tag	Cal. pro 1 <sup>qm</sup>
Hund . . . . .	2321	263	1136
Kaninchen . . . . .	2679	192	717
Huhn . . . . .	2174	195	892

Die grösste Oberflächenentwicklung zeigt also das Kaninchen, die kleinste das Huhn; die ausserordentliche Oberflächenverkleinerung wird beim Huhne durch den Mangel zweier Extremitäten erreicht. Am meisten Wärme producirt der Hund, Kaninchen und Huhn dagegen verhalten sich fast völlig gleich. Dieses Ergebniss ist überraschend, da man allgemein dem Huhne eine lebhaftere Oxydation zuzuschreiben pflegt als dem Kaninchen oder dem Hunde. Dieser Unterschied ändert sich sogar noch mehr zu Gunsten einer lebhafteren Oxydation von Seiten des Kaninchens, wenn man erwägt, dass Kaninchen immer einen recht nennenswerthen Ballast im Darme enthalten. Ich habe 10—13% des Körpergewichts an Darminhalt bestimmen können. Da die eigentliche Zellennasse eines 3 Kilo schweren Kaninchens also nur 2,6—2,7 Kilo beträgt, so wäre

die Wärmeproduction von 3 Kilo Zellennasse auf 235 Cal., d. h. fast ebenso hoch wie die des Hundes, zu schätzen. Es gibt also in der That recht wesentliche Verschiedenheiten in der Oxydation bei verschiedenen Thieren; sie stellen aber keine Wirkung einer specifischen Thätigkeit der Zelle, sondern nur die Wirkung der durch die Verschiedenheit der Abkühlung verschiedenen angeregter Zellen dar.

Es ist ganz gang und gäbe, den jungen Thieren einen specifisch lebhaften Stoffwechsel zuzuschreiben, der durch gewisse Beschaffenheit des Protoplasmas der jungen Zelle bedingt sein soll. Ich habe diese Angaben für durchaus nicht erwiesen, vielmehr scheint mir die Verallgemeinerung des Gesetzes, dass sich der hungernde Organismus eben den abkühlenden Momenten accommodirt, durchaus angemessen. Die Wachstumsveränderungen, welche wir an den verschiedenen Thieren vor sich gehen sehen und welche von fortwährenden Aenderungen der relativen Oberfläche begleitet sind, bedingen offenbar auch jene Veränderungen des Gesamtstoffwechsels, welche für Jugend und Alter charakteristisch sind. Ich schliesse also unmittelbar, dass zwar dem sich entwickelnden Thiere im Heranwachsen eine sehr verschiedene Intensität des Gesamtstoffwechsels im Hungerzustande zukomme, dass aber jedesmal die Intensität unter vergleichbaren Verhältnissen nur ein Ausdruck für die relative Oberflächenentwicklung sein wird.

#### IV. Die Relation des Eiweiss- und Fettverbrauches bei grossen und kleinen Hunden im Hungerzustande.

Wie schon Eingangs mitgetheilt wurde, hat Voit Zusammenstellungen über den Stoffverbrauch grosser und kleiner hungernder Thiere gemacht und Kleinein dann diese Tabelle durch seine Angaben über den Hungerstoffwechsel des Huhnes erweitert. Ich gebe die letztere Tabelle mit wesentlichen Kürzungen umstehend (S. 558) wieder.

Man könnte daraus den Schluss ziehen, dass kleine Thiere im Verhältniss zum Fett mehr Eiweiss verbrauchen als grosse, wenn schon ein von mir beobachtetes Huhn, welches als No. 3 angeführt ist, aus der Reihe fällt, da es neben Eiweiss viel mehr Fett als die grossen

Hunde zerstört. Ich muss daher auf die Frage, ob in der That allgemein kleine Thiere ungleich mehr Eiweiss als Fett verbrauchen als grosse, um so mehr eingehen, als diese Thatsache in direktem Gegensatz zu den von mir vor kurzem ausgesprochenen Anschauungen über das Wesen des Eiweissverbrauches bei Eiweiss hunger und genügender Zufuhr stickstoffreicher Stoffe stünde. Denn in diesem Falle geht nur eine ganz geringe Menge von Eiweiss zu Grunde, der ganze übrige Theil des Stoffverbrauches (95%) dient zur Zuführung von Spannkraft.

Thier	Mittl. Körpergew. in Kilo	Eiweissverbrauch pro Kilo	Fettverbrauch pro Kilo
I Hund 6. Hungertag	31,2	1,93	3,43
10 "	30,1	1,12	2,76
II " 1. "	18,2	2,30	3,30
3. "	17,2	1,67	3,70
I Katze Mittel	1,86	6,95	4,10
II. "	2,83	3,71	3,61
II. Kaninchen 1—5 Tag	3,654	3,83	3,89
III. " 3—15 "	1,927	3,27	4,48
I. Huhn 3. u. 7. Hungertg.	1,510	12,45	1,45
II. " 2. "	0,958	2,10	8,96
8. "	0,770	8,54	9,32
10. "	0,698	12,97	6,34
III. " 1. u. 3. "	3,640	2,69	7,40

Wir führen in diesem Fall das Eiweiss zu zum Wiederersatzes der verloren gegangenen Haare und Epidermisschuppchen, sowie der Blutkörperchen, zur Bildung N-haltiger Secreteder Drüsen und zum Aufbau von Epithelien. Nun sind aber grosse und kleine Thiere, wenn man zunächst von der grössern Hautmenge kleiner Thiere absteht, nicht wesentlich verschieden zusammengesetzt, wie man aus folgenden Angaben, die ich Herrn Dr. E. Voit verdanke, ersieht.

Hund von 37 Kilo	Hund von 4,5 Kilo
Darmrohr . 3,17%	7,05%
Milz . . . . . 0,23	} 0,42
Pankreas . 0,14	
Leber . . . . . 2,57	4,74
	12,21%
	7,11%

Wir erhalten daher für Darm und Drüsen beim grossen Hund 7,11%, beim kleinen 12,21% des gesammten Körpergewichtes; beim grossen wie kleinen Hunde werden sich also der Darm und die Drüsen in einer ihren Gewichtsverhältnissen entsprechenden Weise an dem Gesamtstoffwechsel beteiligen müssen. Dabei sind aber doch die Zellen des kleinen Thieres lebhafter thätig als die des grossen. Wir würden also folgern müssen, dass in dem angegebenen Falle bei grossen wie kleinen Thieren das Eiweiss annähernd sich in dem nämlichen Grade an dem Gesamtstoffwechsel beteiliget. Es müsste sich demnach auch durch reichliche Zufuhr von Kohlehydraten bei grossen wie kleinen Thieren der procentische Eiweissverbrauch bis zu einer bestimmten, bei beiden wenig verschiedenen Grenze herabdrücken lassen. Da bei einem grossen Thiere bereits durch Pettenkofer und Voit ein Versuch über reichliche Kohlehydratzufuhr gemacht worden ist, stelle ich mir die Aufgabe, einem kleinen Thiere jene Kohlehydratmenge, die den Verhältnissen des grossen Hundes gleichwerthig ist, zu füttern.

Was ist aber die entsprechende Menge von Kohlehydrat bei Thieren, welche in ihrer Grösse sehr verschieden sind? Es müssen offenbar die gefütterten Kohlehydratmengen sich ebenso verhalten, wie die Gesamtzersetzungen der beiden Thiere. Wir wählen zum Versuche aus die Thiere I und V. Die Gesamtzersetzungen beider verhalten sich pro Kilo Thier wie 3,82 : 5,424<sup>1)</sup> oder wie 100 : 140. Nun hat Hund I in den Versuchen von Pettenkofer und Voit<sup>2)</sup> im Tag 700<sup>r</sup> lufttrockene Stärke = 589<sup>r</sup> trockene Stärke erhalten, pro Kilo also 18,4<sup>r</sup>; somit musste dem kleinen Hund V pro Kilo 25,8<sup>r</sup> gereicht werden = 154,6<sup>r</sup> (er wog damals in Mittel 6,0 Kilo). Diese Menge Stärke hätte aber das Thier nicht ertragen, wie ich aus anderen Versuchen wusste; ich reichte ihm daher 100<sup>r</sup> Rohrzucker, welche 93,1<sup>r</sup> Stärke isodynam sind, und 100<sup>r</sup> lufttrockene Stärke (= 85,0<sup>r</sup> trockene), in Summa also soviel als 178,1<sup>r</sup> Stärke entspricht; d. h. etwas mehr als wir vorhin berechnet haben.

1) Am Tage vor der Stärke- und Zuckerfütterung.

2) 4. Mai 1861. Zeitschrift für Biol. Bd. 9 S. 495 ff.

Die Zersetzung beider Hunde war nun folgende:

Hund I	5,99 N	=	153,58 Cal.
	409,5	Stärke	= 1834,15 "
		Summe	1987,75 Cal.

es kommen demnach auf das Eiweiss 7,7% der Gesamtzersetzung der Calorien.

Hund V verbrauchte:

1,80 N	=	46,18 Cal.
und 93,70 Stärke	=	419,65 "
	Summe	465,83 Cal.

woraus sich für das Eiweiss 9,9% berechnet.

Ich kann hier weiters noch anfügen, dass ich früher schon dargestellt habe, es lasse sich sowohl beim Menschen als bei einem kleinen Hunde und bei der Gans durch Kohlehydratfütterung die Eiweiszersetzung so weit erniedrigen, dass letzteres nur mehr wenige (5—6) Procente der Gesamtzersetzung ausmache. Aus den früher mitgetheilten, wie den hier neuangegebenen Versuchen geht hervor, dass im angegebenen Falle die procentische Beibeteiligung des Eiweissverbrauchs an der Gesamtzersetzung von der Grösse oder Kleinheit eines Thieres nicht beeinflusst wird.

Mit diesem Ergebniss, dass unter obigen Voraussetzungen in der That bei kleinen Thieren die Eiweiszersetzung und die Fettzersetzung in gleichem Grade gesteigert sind wie bei grossen, stimmen auch die übrigen directen Beobachtungen<sup>1)</sup>, die ich gemacht habe, recht gut überein.

Du, wie wir wissen, mit dem Sinken des Körpergewichtes der relative Gesamtstoffwechsel ansteigt, so ist es schwer, wenn nur der Eiweiss- und Fettverbrauch pro 1 Kilo Thier angegeben wird, zu sehen, ob kleine Thiere relativ mehr Eiweiss als Fett zu verbrauchen pflegen.

Uebersichtlicher ist folgende Darstellung des Eiweiss- und Fettverbrauchs: Wenn das Eiweiss bei kleinen Thieren sich lebhafter an

1) Siehe S. 540 ff.

der Verbrennung beteiligt als das Fett, dann muss die aus dem Eiweiss sich entwickelnde Wärmemenge einen grösseren Procentsatz des Gesamtstoffwechsels ausmachen, als unter anderen Umständen. In folgender Tabelle ist nun für je eine Reihe mit einem Werthe die Beibeteiligung des Eiweisses am Gesamtstoffwechsel eingetragen. Ich habe auch nebenbei die für die Körpergewichtseinheit erhaltenen Zahlen gesetzt.

Nr. des Hundes	Körpergew. in Kilo	Das Eiweiss macht in % der Gesamtzersetzung	Bemerkung	N pro Kilo	Fett pro Kilo
I	31	13,3 11,4	—	0,18 0,16	3,18 3,37
II	24	12,7 15,3	entgenührt etwas abgemagert	0,22	3,38
III	20	9,1	ziemlich fett	0,17	4,24
IV	18	18,2	wohlgemührt	0,30	3,94
V	10	15,9 6,4	fettarm fett	0,38 0,14	5,63 5,59
VI	6	13,9 12,1 15,9	gut genährt " " fleischreich	0,35 0,25 0,30	5,61 6,48 4,84
VII	3	17,6	nicht fett	0,58	7,46

Betrachtet man die Zahlen näher, so erkennt man mehrfache Schwankungen an der Beibeteiligung des Eiweisses am Gesamtstoffwechsel. Ziemlich gleich bleibt die Zahl bei Thier I; bei II zeigt sich ein geringer Wechsel, welcher durch die Abgabe von Körperfett herbeigeführt worden war; bei III war abnorm wenig Fett verbraucht, weniger als bei dem um 10 Kilo schwereren Hunde I; IV verbrauchte dagegen, obschon er nur 2 Kilo leichter als III ist, enorm viel Eiweiss; interessant sind die Verhältnisse bei V, welcher im fetten und mageren Zustande zur Beobachtung kam; No. VI, obschon nur  $\frac{1}{2}$  so schwer wie I, zeigt die nämliche Beibeteiligung des Eiweisses wie I; VII dagegen wieder eine hohe Eiweiszersetzung. Das Eiweiss betheiligt sich also unter gleichen Verhältnissen bei den kleinen Thieren in keinem andern Verhältniss am

Gesamststoffwechsel als bei Grossen; die von Voit und Kruken beobachteten Schwankungen sind bedingt durch den verschiedenen Fettgehalt der Thiere. Eiweiss- und Fettverbrauch sind also bei kleinen Thieren in gleichem Grade bei Abnahme des Körpergewichts in ihrer Zersetzung gesteigert. Aber es steht fest, dass der Eiweisszerfall bei kleinen Thieren für die Körpergewichtseinheit beträchtlicher ist als bei Grossen, wie Voit angegeben hat.

Der Fettgehalt eines Thieres ist nämlich von der allergrössten Bedeutung für den Eiweissumsatz. Ich habe vor kurzem bei Betrachtung von Inanitionsversuchen neue Angaben darüber gemacht. Nicht alle Thiere sind übrigens für den Fettverlust gleich empfänglich. Ich habe mehrmals beobachtet, dass, obschon die Fettmenge des Körpers immer abnimmt, trotzdem die Eiweisszersetzung nicht steigt, in andern Fällen, die ich andern Orts mittheilen werde, sah ich schon bei einer täglichen Fettabgabe von 20 bis 30 g bei einem 9 Kilo schweren Hunde eine Steigerung in der Eiweisszersetzung eintreten. In diesem Falle als die Eiweisszersetzung begann und die Reihe 14,6% des Gesamststoffwechsels ausmachte, stieg sie innerhalb 8 Hungertagen auf 27,2% an.

Bei Zusammenstellungen der Zersetzungen grosser und kleiner Thiere wird man zumeist finden, dass kleine relativ mehr Eiweiss verbrauchen als grosse, da sie in der Regel weniger Körperfett besitzen als grosse. Kleine Thiere brauchen eine reichliche Nahrungszufuhr, weil sie eine lebhaftere Verbrennung zu unterhalten haben; sie setzen daher schwerer Fett an und magerer, wenn ihnen die Kost auch nur kurze Zeit entzogen wird, stark ab.

Man wird also unter den kleinen Thieren viel häufiger schwächliche, fettarme zur Untersuchung erhalten als unter grossen und damit einen lebhafteren Eiweissverbrauch constatiren können.

Die Verhältnisse der Quantität des Stoffwechsels verschieden grosser Thiere hat hiermit eine, wie ich glaube, vollständige und einfache Lösung gefunden.

## Zweiter Beitrag zur Frage der Entwicklung elementaren Stickstoffs im Thierkörper.

Von

Dr. Max Gruber.

Privatdozent der Hygiene an der Universität Wien.

(Aus dem physiologischen Institut zu München.)

Vor einiger Zeit habe ich<sup>1)</sup> Versuche mitgetheilt, die dazu bestimmt waren, die von Voit schon vor langem experimentell ermittelte Thatsache des sog. Stickstoffgleichgewichtes — des indirecten Beweises, dass eine Entwicklung elementaren Stickstoffs bei der Eiweisszersetzung im Thierkörper nicht stattfindet — neuerdings zu bekräftigen.

Man hat gegen die Beweiskraft derselben, bei denen sich eine nahezu vollkommene Uebereinstimmung der direct ermittelten Stickstoff-Ein- und Ausfuhr ergeben hatte, insbesondere angewendet, dass mein Versuchshund während des Experimentes 920 g an Gewicht verloren habe und es ganz ungewiss bleibe, ob dieser Verlust nicht durch Abgabe von Fleisch oder Eiweiss bedingt werde.

Es wäre verlorene Mühe, jene überzeugen zu wollen, welche die Möglichkeit eines Wahrscheinlichkeitsbeweises in dieser Frage überhaupt leugnen und die ausnahmslose mehr oder minder vollkommene Gleichheit zweier Grössen, deren causale Beziehung über jeden Zweifel sichergestellt ist, leichthin für Zufall erklären. Ganz abgesehen davon, dass das Resultat auch durch die Schwefelbilanz, wenigstens für die zweite Versuchsperiode, sichergestellt wurde, habe

1) Zeitschrift für Biol. Bd. 16 S. 367.

100 Ueber den Werth der Weizenkleie für die Ernährung des Menschen.

des Kleienbrodes bestehen wollte. Indem wir aber einestheils an-  
geben, dass es unzweckmässig ist, in solchen Fällen das Korn zu  
vergenden, müssen wir aber näher bezeichnen, was das rich-  
tigere sei.

Nachdem wir nun gesehen haben, dass die Hülsen vor allem  
es sind, die nur zum geringen Theil zur Resorption gelangen, muss  
eine richtige Mühleinrichtung bestrebt sein, sie zu entfernen. Da  
nun grobe Hülsen etwa 8,5% des Mehles ausmachen und bei der  
Decorication und Vermahlung noch etwa 5 bis 6% verloren gehen,  
kann man unter keinen Umständen mehr als 85 proc. Aus-  
mahlung erwarten. Dem kommen aber manche unserer Mühlen  
sehr nahe, so dass dies sicher durch Verbesserungen der Technik  
wird erreicht werden.

Die jetzige Einrichtung der Vermahlung hat viele und reiche  
Vorzüge vor einer einseitigen, schablonenmässigen Her-  
stellung von einer Sorte Mehl zu allen Zwecken. Die Reich-  
haltigkeit der Gebücker letzter den Gaumen, die feinen Sorten  
sind theurer und entlasten den Bedarf des Minder-  
bemittelten.

Man kann das Bestreben der Bread Reform, den ärmeren  
Klassen eine kräftigere Kost zuflüssen zu lassen, nur billigen und  
stützen wo es thunlich ist, ich glaube aber, dass es von besserem  
Einflusse und rascherem Erfolge ist, das Volk auf eine zweck-  
mässige Einrichtung des ganzen Nahrungshausaltens  
aufmerksam zu machen, wie dies bei uns in Deutschland  
erstrebt wird.

Die Monotonie der Kost, die dem Armen ja so schwer vor-  
meilich ist, soll mit allen Mitteln abgewendet werden.

Ob für die Individuen eine bessere Verwerthung der Feld-  
producte ein Gewinn zu nennen ist, bleibt fraglich; eine dauernde  
Verbesserung kann damit nicht erreicht werden. Der Generation,  
welcher die Erholung des Nahrungsbedarfes erleichtert war, folgt  
nun eine zahlreichere, die dann ein ärmlisches Erbtheil antritt.

## Die Messung der Schwächung des Schalles bei dessen Durchgang durch Theile des lebenden Menschen.

Von  
Karl Vierordt.

Der menschliche Körper bietet der Phonomie ebenso zahl-  
reiche, ja unerschöpfliche, als auch praktisch wichtige Aufgaben  
und Untersuchungsobjecte dar, an die man früher, wegen der Un-  
ausführbarkeit der Messung der Schall- und Tonsstärke überhaupt,  
nicht herantreten konnte.

Das Schalleitungsvermögen der Körpertheile kann gemessen  
werden:

1. an aus dem menschlichen und thierischen Leichnam ausge-  
schnittenen Organen. Indem man den Querschnitt und die Länge des zu  
prüfenden Theiles abändert, kann sogar an diesen, verhältnissmässig  
weniger geeigneten, Objecten das allgemeine Gesetz der Schwächung  
nachgewiesen werden, welche der Schall bei seiner Fortpflanzung  
durch starre Körper erleidet. Schon in früheren phonometrischen  
Publicationen habe ich dieses Gesetz gelegentlich erwähnt, welches  
der Schallfortpflanzung durch Medien jedweder Aggregatform und  
von gleichbleibendem Querschnitt zu Grunde liegt: die Schallstärke  
wird nämlich durch die Längeneinheit des leitenden Mediums immer  
um denselben absoluten Betrag abgemindert. Die Stärke  
der Abminderung durch die Längeneinheit (1<sup>cm</sup>) hängt selbstver-  
ständlich von der Aggregatform und (bei derselben Aggregatform)  
von den sonstigen Qualitäten des Mediums ab; ausserdem aber auch  
von dem Querschnitt des leitenden Mediums, wie hier nicht erörtert