

Aus den seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie  
an der Universität Berlin  
Leiter: Professor Dr. A. Bickel

---

# Über die Wirkung des $\gamma$ -bestrahlten d-Arginins auf die Oxydationslage

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung des Medizinischen Doktorgrades  
an der  
Friedrich-Wilhelms-Universität  
zu Berlin

vorgelegt von

**F. W. van Heys**  
aus Berlin

Tag der Promotion: 15. Juli 1940

**Gedruckt mit Genehmigung  
der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin**

**Dekan: Professor Dr. Kreuzer**

**Referent: Professor Dr. A. Bickel**

**Korreferent: Professor Dr. W. Lohmann**

**Sonderabdruck aus „Biochemische Zeitschrift“, Band 305, Heft 5/6**

**Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH**

ISBN 978-3-662-28073-7      ISBN 978-3-662-29581-6 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-29581-6

Wenn die von *Bickel* (1) aufgestellte These richtig ist, daß durch die resorptionsfähigen Derivate des Nahrungseiweißes eine dauernde Steuerung der Vorgänge im Zwischenstoffwechsel und besonders der Oxydationsprozesse stattfindet und daß die Intensität und Richtung dieser Steuerung abhängt von der Quantität und Qualität des Nahrungseiweißes, implicite also von der Menge und dem Mischungsverhältnis dieser genannten Resorptionsprodukte, dann muß sich eine solche steuernde Wirkung auch nachweisen lassen für einzelne Eiweißderivate oder bei in bestimmter Weise zusammengestellter Mischung dieser Derivate, sei es, daß diese Derivate einer eiweißfreien Nahrung zugegeben werden, sei es, daß sie zusätzlich zu einem bestimmten Nahrungseiweiß oder einer bestimmten Nahrungseiweißmischung im Rahmen der gemischten Nahrung verabfolgt werden.

Spielen auch unter diesen resorptionsfähigen Eiweißderivaten neben den Aminosäuren Peptide und Polypeptide bei der normalen Ernährung eine Rolle, so kann man doch annehmen, daß die Aminosäuren die Hauptträger einer solchen steuernden Wirkung im Zwischenstoffwechsel sind.

In der Tat ließ sich unter Anwendung des oben erwähnten Darreichungsmodus eine Wirkung der Aminosäuren nachweisen, und zwar ebensowohl in Abhängigkeit von der Menge, wie auch von dem chemischen Charakter der einzelnen Aminosäuren. Nachdem erst einmal von *Bickel* (1) die geeignete Methode gefunden worden war, die es gestattete, die genannten regulatorischen Wirkungen der Aminosäuren im Sinne einer hormon- oder vitaminähnlichen Dauersteuerung des Stoffwechsels neben der am Lungengaswechsel erkennbaren vorübergehenden spezifisch dynamischen Wirkung zur Anschauung zu bringen, ist es nicht mehr schwer, das aufgeworfene Problem in systematischer Weise zu bearbeiten.

In seiner Schrift über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels hat A. Bickel (1) die bisherigen, hierhergehörigen Untersuchungen mit reinen Aminosäuren oder synthetischen Aminosäurengemischen im Zusammenhang dargestellt. Ergänzende Versuche wurden unterdessen mehrfach im hiesigen Laboratorium ausgeführt und bestätigten das Ergebnis der früheren.

Zusammenfassend kann man wohl sagen, daß es heute vollkommen sicher ist, daß die Aminosäuren eine Dauerregulation des Betriebsstoffwechsels unterhalten, womit aber nicht gesagt wird, daß jeder Aminosäure ein solcher regulatorischer Charakter zusteht. Man darf weiter als feststehend ansehen, daß Quantität und Qualität der zugeführten Aminosäuren die Intensität und Richtung dieser regulatorischen Wirkung bestimmen und daß vielfach das Auftreten der regulatorischen Wirkung, wie die Richtung derselben bei einer bestimmten Aminosäure oder einem bestimmten Aminosäurengemisch in wesentlicher Weise abhängen kann von der Art der das innere Milieu des Körpers beherrschenden Aminosäuren. Es braucht also z. B. für das Auftreten überhaupt einer Wirkung oder für die Richtung der Wirkung gar nicht gleichgültig zu sein, ob man eine bestimmte Aminosäure zusätzlich zu einer gemischten Nahrung gibt, in der entweder das Casein oder die Kartoffel der alleinige Nahrungs-N-Träger in N-äquimolekularer Menge ist.

Hat die *Qualität* des Nahrungseiweißes einen bestimmenden Einfluß auf den Ablauf des Betriebsstoffwechsels, insbesondere auf die Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel, so muß diese Wirkung implicite von den Aminosäuren des Eiweißmoleküls abhängen, und zwar von der Struktur der einzelnen Aminosäuren und ihrem gegenseitigen Mengenverhältnis im Eiweißmolekül. Eine Änderung der Struktur einzelner Aminosäuren im Molekülverband des Nahrungseiweißes mußte folgerichtig auch zu einer geänderten regulatorischen Wirkung eben dieses Eiweißes führen. Weil das Eiweißmolekül ja im Verdauungskanal in seine Bausteine, und zwar vor allem in die Aminosäuren zerlegt wird, konnte eine solche geänderte Wirkung eines Eiweißes nicht auf einer Änderung in der Lagerung der Aminosäuren zueinander innerhalb des Eiweißmoleküls beruhen, sondern nur auf einer Änderung des Moleküls einer oder einzelner Aminosäuren.

Eine Methode, Eiweiß zu modifizieren, besteht in der Bestrahlung des Eiweißes. Strahlenbedingte Änderungen des Eiweißes sind vielfach beschrieben worden, vor allem allerdings in bezug auf das physikalisch-chemische Verhalten des Eiweißes. Spärlicher sind die Mitteilungen über strahlenbedingte Änderungen einzelner Aminosäuren. Das bekannteste Beispiel ist die Überführung des Histidins in Histamin [Ellinger (2)], also die Überführung einer pharmakologisch ziemlich indifferenten Aminosäure in einen hochwirksamen Körper. Auch Zerstörungen einzelner Aminosäuren durch die Bestrahlung des Eiweißmoleküls innerhalb des Moleküls sind bekannt geworden. Wenn wir erfahren, daß durch Bestrahlung Histidin in Histamin umgewandelt werden kann, oder daß das für den Baustoffwechsel wichtige Tyrosin und Tryptophan zerstört werden [Lieben (3)], dann glauben wir auch ohne weiteres an eine durch die Bestrahlung hervorgerufene ge-

änderte physiologische Wirkung der bestrahlten Aminosäuren oder des bestrahlten Eiweißes. An sich aber bedeutet der Nachweis einer strahlenbedingten Veränderung einer Aminosäure noch ganz und gar nicht die Änderung der biologischen Wirkung; diese muß selbstverständlich immer nachgewiesen werden, wenn wir an sie glauben sollen. Insbesondere braucht auch mit einer strahlenbedingten geänderten biologischen Wirkung in einer Richtung nicht auch ohne weiteres eine solche in einer bestimmten *anderen* Richtung einherzugehen. Wenn wir also sehen, daß Histidin in Histamin übergeführt wird und nunmehr die verschiedensten Wirkungen am vegetativen Nervensystem erzeugbar sind, dann braucht mit dieser Histaminbildung, um ein Beispiel anzuführen, noch keineswegs eine Änderung der Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel ausgelöst zu werden. Auch diese Überlegung läßt es notwendig erscheinen, den experimentellen Beweis für die Annahme zu führen, daß eine strahlenbedingte Änderung des Eiweißes bzw. die strahlenbedingte Änderung einer Aminosäure eine Änderung in der oben geschilderten Dauersteuerung des Zwischenstoffwechsels bedingt.

In einem ersten tastenden Versuch ist durch Bestrahlung des Cystins von *Bickel* und *Schaake* (4) gezeigt worden, daß *ceteris paribus* die Gabe bestrahlten Cystins im Vergleich zu der Gabe einer gleichen Menge unbestrahlten Cystins eine leicht geänderte Wirkung auf die Oxydationslage ausübt. Bei diesem Versuch war das Cystin als trockenes, kristallinisches Pulver mit den  $\gamma$ -Strahlen des Mesothoriums behandelt worden. Der Ausfall dieses Versuchs ermunterte jedenfalls, in dieser Richtung weiter zu arbeiten und in der Strahlenbehandlung unterschiedlicher Aminosäuren zunächst einmal ein größeres Beobachtungsmaterial zu sammeln.

Diese Untersuchungen waren aber noch aus einem anderen Grunde wünschenswert. Wenn man Eiweiß bestrahlte und feststellte, daß das bestrahlte Eiweiß als Nahrungseiweiß sich anders auf die Oxydationslage auswirkte als *ceteris paribus* das unbestrahlte Eiweiß, konnte man immer noch den Einwand machen, daß die beobachtete Wirkung nicht an dem Eiweiß selbst hafte, sondern an irgendwelchen Begleitstoffen des Eiweißes, die durch das Bestrahlen „aktiviert“ worden waren. Man konnte hier vergleichsweise die strahlenbedingte Umwandlung des Ergosterins in das Vitamin D heranziehen. Gerade im Hinblick auf diesen Vergleich konnte man auch annehmen, daß Spuren einer Verunreinigung des Eiweißes schon genügten, um nach Aktivierung dieser Verunreinigungen die Auslösung großer biologischer Effekte zu ermöglichen. Wenn man aber bei unterschiedlichen, chemisch reinen kristallisierten Aminosäuren durch die Bestrahlung derartige biologische Effekte zu erzielen imstande war, dann konnte von einer Aktivierung von Verunreinigungen kaum mehr die Rede sein, dann war es auch so gut wie sicher, daß die entsprechenden Effekte beim bestrahlten Eiweiß auf eine Veränderung des Eiweißmoleküls selbst zurückzuführen seien.

Meine vorliegende Untersuchung gehört nun dem oben skizzierten Arbeitsgebiet an, das sich mit der Frage befaßt, wie weit durch Bestrahlung einzelner, chemisch reiner Aminosäuren die stoffwechselregulatorische Dauerwirkung der Aminosäuren modifiziert werden kann. Meine Aufgabe war es, in dieser Richtung das *Arginin* zu untersuchen.

Aus dem hiesigen Laboratorium liegen bereits zwei Arbeiten über die Dauerregulation des Betriebsstoffwechsels bei oraler Arginingabe vor. In der ersten Arbeit von *Breuer* (5) wurde der Einfluß des Arginins auf die Oxydationslage untersucht, wenn man das Arginin als Nahrungs-N-Träger in einer gemischten eiweißfreien, aber sonst vollständigen Nahrung gibt. *Breuer* hat in einem Versuch an zehn weißen Ratten gefunden, daß eine Senkung des Kohlenstoffquotienten C:N unter der Argininwirkung auftrat, während sich der Quotient Vakant-O:N nicht in merklicher Weise änderte. Obschon die Versuchsanordnung bei der *Breuerschen* Arbeit anders war als bei meiner eigenen Untersuchung, habe ich sie doch der Vollständigkeit halber hier erwähnt. Meine vorliegende Arbeit baut sich vielmehr auf der Untersuchung von *Waas* (6) auf, der das d-Arginin zusätzlich zu einer gemischten Nahrung gab, in der entweder das Casein oder die Kartoffel in N-äquimolekularen Mengen der Nahrungs-N-Träger war. *Waas* fand, daß bei einer bestimmten Dosierung des Arginins die zusätzliche Gabe des Arginins zu der Caseinnahrung die Harnquotienten C:N und Vakant-O:N völlig unbeeinflusst ließ, während bei der gleichen Dosierung der Argininzugabe zur Kartoffelnahrung eine erhebliche Steigerung beider Harnquotienten ausgelöst wurde. Diese Versuche wurden an drei Gruppen von je zehn Ratten durchgeführt. Der N-Gehalt der Nahrungsgemische war immer derselbe und die Nahrungszusammensetzung im übrigen so ähnlich gemacht, wie es möglich ist, wenn in der einen Diät das Casein und in der anderen die Kartoffel der Nahrungs-N-Träger sein soll. Die geschilderte Wirkung trat auf bei einer Dosierung von 0,066 g d-Arginin, sie war nicht vorhanden bei einer Dosierung von 0,022 g d-Arginin pro Tag und Tier. Nach dem Ergebnis der *Waasschen* Arbeit schien es also erfolgversprechend, wenn man die Wirkung des bestrahlten und unbestrahlten d-Arginins derart untersuchte, daß man pro Tag und Tier 0,07 g d-Arginin zusätzlich zu der von *Waas* angegebenen Kartoffeldiät verabfolgte, und zwar entweder das bestrahlte oder das unbestrahlte Arginin. An zwei Gruppen von je fünf Ratten habe ich in zwei Versuchen, und zwar an jeder Tiergruppe in zwei Perioden von je sieben Tagen, abwechselnd das unbestrahlte d-Arginin („Normalarginin“) und das bestrahlte d-Arginin gegeben. In einem weiteren Versuch an zwei Gruppen von 4 bzw. 3 Tieren wurde die gleiche Kartoffeldiät verabreicht, und es bekam die Gruppe von 4 Tieren zusätzlich 0,07 g unbestrahltes Arginin pro Tier und Tag, die Gruppe von 3 Tieren die gleiche Menge des bestrahlten Arginins. Jede Periode der ersten beiden Versuche dauerte je sieben Tage. Der letztgenannte Versuch dauerte eine Woche.

In der folgenden Tabelle I bringe ich zunächst die Periodenmittelwerte der Versuche von *Waas*, in der darunter angefügten Tabelle II die Periodenmittelwerte meiner drei Versuche, wobei die Quotientenzahlen immer die Mittelwerte einer siebentätigen Versuchsperiode mit 5 Analysentagen (3. bis 7. Periodentag) sind.

Tabelle I.

	1. Versuch		2. Versuch		3. Versuch	
	C : N	Vakat-O : N	C : N	Vakat-O : N	C : N	Vakat-O : N
1. Periode :						
Kartoffeldiät .....	1,76	3,14	1,88	3,18	1,85	3,14
2. Periode :						
Kartoffeldiät und Normalarginin ...	2,23	3,63	2,27	3,95	2,27	4,26

Tabelle II.

	1. Versuch		2. Versuch		3. Versuch	
	C : N	Vakat-O : N	C : N	Vakat-O : N	C : N	Vakat-O : N
1. Periode :						
Kartoffeldiät und Normalarginin ..	2,27	3,75	2,24	3,80	2,20	3,66
2. Periode :						
Kartoffeldiät und bestrahltes Arginin	2,65	4,18	2,59	4,19	2,66	4,44

Für meinen dritten Versuch bedeutet 1. Periode = 1. Tiergruppe, 2. Periode = 2. Tiergruppe, da bei meinem dritten Versuch im Gegensatz zu allen anderen Versuchen nicht an derselben Tiergruppe der Wechsel hinsichtlich der Arginingabe — nämlich als Zusatz zur Kartoffeldiät einmal das unbestrahlte Arginin, zum anderen Male das bestrahlte Arginin — vorgenommen wurde.

Die Mittelgewichte der Versuchstiere in den verschiedenen Versuchen von *Waas* lagen zwischen 190 und 220 g, die Mittelgewichte meiner Versuchstiere zwischen 154 und 195 g.

Die Versuche von *Waas* wurden im Jahre 1937 durchgeführt, meine eigenen Versuche im Herbst 1939. In allen Fällen hatte die Kartoffeldiät die gleiche Zusammensetzung, die im einzelnen aus der Beschreibung im experimentellen Teil zu ersehen ist. Wenn man die Quotientenzahlen in den Versuchen von *Waas* für die Perioden mit der Zugabe des Normalarginins mit den Quotientenwerten vergleicht, die sich in meinen Versuchen bei Zugabe des Normalarginins fanden, dann ist man erstaunt über die weitgehende Übereinstimmung der Werte. Ich habe die Mittelwerte für jeden Harnquotienten bestimmt und stelle sie in der folgenden Tabelle III untereinander.

Tabelle III.

	C : N	Vakat-O : N
Versuche von <i>Waas</i> :		
Kartoffeldiät und Normalarginin ...	2,26	3,94
Eigene Versuche:		
Kartoffeldiät und Normalarginin ...	2,23	3,73

Als ich nun bei *meinen* Versuchen das Normalarginin durch das bestrahlte Arginin ersetzte, erhielt ich die in Tabelle II verzeichneten



Mittelwerte der Harnquotienten für jeden Versuch, aus denen sich der Mittelwert für meine drei einzelnen Versuche mit dem bestrahlten Arginin errechnen ließ. Ich führe ihn in Tabelle IV an.

Tabelle IV.

	C : N	Vakat-O : N
Mittelwerte der zweiten Perioden meiner drei Versuche	2,63	4,27

Zu dieser Tabelle IV ist noch zu bemerken, daß auch in jedem einzelnen Versuch mit der zusätzlichen Gabe des bestrahlten Arginins beide Harnquotienten wesentlich höher lagen als in sämtlichen Versuchen von *Waas* bei der zusätzlichen Gabe des unbestrahlten Arginins. Die Erhöhung der Harnquotienten bei der Verfütterung des bestrahlten Arginins gegenüber den Werten der Harnquotienten meiner einzelnen Versuche bei Verfütterung des Normalarginins ist aus den Tabellen des experimentellen Teils zu entnehmen.

Durch die Bestrahlung des Arginins mit den  $\gamma$ -Strahlen des Mesothorium hat sich also ganz zweifellos etwas in dem Argininmolekül verändert, wodurch die Wirkung des Normalarginins in der hier beschriebenen Richtung verstärkt worden ist. Es kann sich also unmöglich um eine Zerstörung des Arginins, aber auch nicht um eine Zerstörung eines Teils des Arginins gehandelt haben, weil dann die Argininwirkung abgeschwächt oder überhaupt nicht zustande gekommen wäre, da ja die Arbeit von *Waas* gezeigt hat, daß sich bei einer Dosierung von 0,002 g Arginin pro Tag und Tier überhaupt keine Sonderwirkung des Arginins zeigt. Mit der Abnahme der Dosis also hätte die Argininwirkung abklingen müssen. Darum kann die Bestrahlung nicht zu einer vollständigen oder teilweisen Zerstörung oder Unwirksammachung des Arginins geführt haben. Es bleibt fast nur die Erklärungsmöglichkeit übrig, daß durch die Bestrahlung im Argininmolekül Umlagerungen entstanden sind, und es bleibt dabei die Frage offen, ob durch diese Umlagerungen lediglich ein biologisch aktiveres Argininmolekül entstanden ist, oder ob mit oder ohne Spaltungen aus dem Arginin überhaupt ein neuer Körper hervorgegangen ist.

Jedenfalls zeigt mein Versuch, daß unter den übrigen, vollständig gleichen Versuchsbedingungen die voraufgegangene Bestrahlung des Argininmoleküls mit den  $\gamma$ -Strahlen des Mesothorium eine tiefgreifende Änderung in der ernährungsphysiologischen Wirkung dieser Substanz zur Folge hat. Wir sehen also, daß die Änderung einer einzelnen Aminosäure bereits zu einer durchgreifenden Veränderung des ablaufenden Stoffwechsels führen kann, und es sind meine Versuche zugleich auch ein neuer Beweis für die Richtigkeit der These, daß den Aminosäuren ein

dauernder regulatorischer Einfluß auf den Stoffumsatz zusteht und daß die Art dieses Einflusses in wesentlicher Weise von der Beschaffenheit der Aminosäuren abhängt. Im Caseinmolekül nimmt das Arginin nach dem Leucin und der Glutaminsäure und dem Lysin an der Seite des Tyrosins eine Hauptstellung ein. Wenn nun, wie aus den in der Schrift von *Bickel* (1) mitgeteilten Versuchen über die  $\gamma$ -Bestrahlung des nativen Caseins hervorgeht, das Casein so verändert wird, daß es *ceteris paribus* im Vergleich zu Normalcasein eine starke Senkung der Harnquotienten auslöst, ich aber bei der  $\gamma$ -Bestrahlung des Arginins, das, wie wir eben hörten, einen Hauptbestandteil des Caseinmoleküls darstellt, gerade den umgekehrten Effekt, nämlich die Harnquotientenerhöhung beobachten konnte, dann kann der endliche Bestrahlungseffekt des gesamten Eiweißmoleküls auch kaum abhängen von der strahlenbedingten Änderung einer einzelnen Aminosäure in ihm.

Abgesehen von dem theoretischen Interesse geht meine vorliegende Untersuchung auch insofern den Praktiker an, als sie engste Beziehungen zur Strahlentherapie hat. Denn wir werden annehmen dürfen, daß Ähnliches bei der Bestrahlung des lebenden Körpers sich vollzieht, was bei meinen Versuchen vorging. Sie geben uns jedenfalls zumindest einen weiteren Anhaltspunkt für das Verständnis strahlentherapeutischer Wirkungen.

### Experimenteller Teil.

Die ersten beiden Versuche wurden an je 5 männlichen weißen Ratten durchgeführt, die ein durchschnittliches Körpergewicht von 141 bis 156 g hatten; im 24stündigen Sammelharn der Tiere wurden täglich der Stickstoff nach der Halbmikromethode von *Kjeldahl*, Kohlenstoff nach der Mikromethode von *Nicloux-Osuka* (7), Vakant-Sauerstoff nach der Mikromethode von *Müller-Kanitz* (8) bestimmt.

Die beiden Versuche zerfielen in 2 Perioden von je 7tägiger Dauer. An den letzten 5 Tagen einer jeden Periode wurden die Harnanalysen durchgeführt. Die für die einzelnen Perioden zuständigen Nahrungsgemische ergeben sich aus den Futtertabellen. Die täglich zugemessene Fütteration wurde quantitativ von den Tieren verzehrt. Die Zubereitung der Nahrung erfolgte derart, daß alle Nahrungsbestandteile, bis auf die Vitaminträger, Lebertran und Tetravitrol, zu einem Brei gekocht wurden, und daß nach Abkühlen des Breies die Vitaminträger untergemischt wurden. Die täglich zugelegte Menge bestrahlten oder unbestrahlten Arginins wurde in einem kleinen Quantum Wasser aufgenommen und dem erkalteten Futter untergemischt.

Die Grundlage der täglichen Futtermenge hatte die gleiche Zusammensetzung in beiden Versuchsperioden. In der ersten Periode des Versuchs wurde dieser Futtermenge das unbestrahlte d-Arginin hinzugefügt, und zwar 0,07 g pro Tier und Tag; in der zweiten Periode wurde das bestrahlte d-Arginin in gleicher Menge pro Tag und Tier in der vorher beschriebenen Art der täglichen Nahrungsmenge untergemischt. Die Bestrahlung des d-Arginins wurde dankenswerterweise im radiologischen Laboratorium der

Auergesellschaft in Berlin von Herrn Dr. *Max Wolf* vorgenommen. Die Bestrahlung wurde so ausgeführt, daß in das in einem Glaskölbchen befindliche d-Arginin das in eine Glaskapillare eingeschmolzene Mesothorium mitten hineingelegt wurde.

Der 3. Versuch wurde an 7 männlichen weißen Ratten durchgeführt, die in zwei Gruppen von je 4 und 3 Ratten in zwei Käfigen untergebracht waren. Die 4 Tiere im ersten Käfig bekamen die genannte Futterration und das unbestrahlte d-Arginin, die 3 Tiere im zweiten Käfig hingegen das bestrahlte d-Arginin zur täglichen Futtermenge beigemischt. In meinem 3. Versuch ist also Periode I mit Käfig 1, Periode II mit Käfig 2 gleichzusetzen. Die Durchschnittsgewichte der Ratten lagen bei dem 3. Versuch mit 176 bis 195 g höher als bei den ersten beiden Versuchen.

Tägliche Futtermenge für 5 Tiere.

(Bei anderer Tierzahl waren die Mengen entsprechend anders.)

Es enthielt 1 g Trockenkartoffel = 0,0099 g N.

Periode I:

	5 Tiere		5 Tiere
Trockenkartoffel .....	60,5 g	Salzgemisch .....	1,0 g
Zucker .....	5,0 g	d-Arginin, unbestrahlt	0,35 g
Lebertran .....	4,0 ccm	Wasser .....	350 ccm
Tetramol .....	1,0 ccm		

Periode II: Wie Periode I, nur Gabe von *bestrahltem d-Arginin* an Stelle des unbestrahlten.

Bei dem 3. Versuch wurde das bestrahlte und unbestrahlte d-Arginin entsprechend den Käfigen 1 und 2 verteilt, da, wie schon vorher erwähnt, Periode I = Käfig 1, Periode II = Käfig 2 bedeutet.

Analysentabelle. 5 Ratten, Versuch I.

Ana-lysentag Nr.	Körper- gewicht g	Harn- menge ccm	Harn-C mg	Harn- Vakat-O mg	Harn-X mg	C : N	Vakat-O : N	Vakat-O : C
Periode I: Kartoffelflocken und unbestrahltes Arginin.								
1	158	65	336	542	147	2,29	3,70	1,61
2	157	65	322	544	142	2,27	3,83	1,69
3	157	85	324	558	145	2,23	3,84	1,72
4	155	60	284	471	124	2,29	3,79	1,65
5	155	50	306	491	138	2,22	3,56	1,60
Periodendurchschnitts- werte .....			315	521	139	2,27	3,75	1,66
Periode II: Kartoffelflocken und bestrahltes Arginin.								
6	153	50	317	511	141	2,25	3,63	1,61
7	153	55	336	515	129	2,62	4,00	1,53
8	153	55	280	441	99	2,84	4,48	1,58
9	150	55	334	518	116	2,89	4,48	1,55
10	152	40	218	356	77	2,84	4,64	1,63
Periodendurchschnitts- werte .....			297	468	112	2,65	4,18	1,58

Analysetabelle. 5 Ratten, Versuch II.

Ana-lysentag Nr.	Körper- gewicht g	Harn- menge ccm	Harn-C mg	Harn- Vakat-O mg	Harn-N mg	C : N	Vakat-O : N	Vakat-O : C
Periode I: Kartoffelflocken und unbestrahltes Arginin.								
1	144	70	357	602	156	2,29	3,86	1,69
2	142	100	488	824	210	2,32	3,92	1,69
3	141	70	344	589	162	2,13	3,64	1,71
4	138	75	356	618	161	2,22	3,85	1,74
5	141	70	384	632	169	2,14	3,75	1,75
Periodendurchschnitts- werte .....			386	653	172	2,24	3,80	1,72
Periode II: Kartoffelflocken und bestrahltes Arginin.								
6	141	50	245	425	116	2,12	3,68	1,73
7	142	55	279	474	107	2,60	4,43	1,70
8	142	55	264	404	92	2,86	4,70	1,64
9	141	55	278	423	99	2,80	4,26	1,52
10	142	15	99	159	36	2,78	4,46	1,61
Periodendurchschnitts- werte .....			233	377	90	2,59	4,19	1,62

Analysetabelle. 7 Ratten (2 Käfige), Versuch III.

Ana-lysentag Nr.	Körper- gewicht g	Harn- menge ccm	Harn-C mg	Harn- Vakat-O mg	Harn-N mg	C : N	Vakat-O : N	Vakat-O : C
Periode I: Kartoffelflocken und unbestrahltes Arginin (Käfig I), 4 Tiere.								
1	195	80	483	742	196	2,46	3,79	1,54
2	194	110	529	880	262	2,02	3,36	1,66
3	195	130	513	834	234	2,20	3,79	1,72
4	195	120	442	784	203	2,17	3,86	1,77
5	195	60	378	608	168	2,26	3,62	1,60
Periodendurchschnitts- werte .....			469	780	213	2,20	3,66	1,75
Periode II: Kartoffelflocken und bestrahltes Arginin (Käfig II), 3 Tiere.								
1	177	80	565	856	225	2,51	3,80	1,51
2	177	110	592	1056	233	2,55	4,54	1,78
3	175	100	559	972	210	2,66	4,41	1,66
4	176	115	587	1006	209	2,80	4,81	1,71
5	176	50	450	753	160	2,82	4,72	1,67
Periodendurchschnitts- werte .....			551	920	207	2,66	4,44	1,67

## Literatur.

- 1) *A. Bickel*, Über die Beziehungen der Qualität des Nahrungseiweißes zum Ablauf des Betriebsstoffwechsels. Basel, Verlag B. Schwaabe u. Cie., 1938. — 2) *Ellinger*, Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 136, 129, 1928. — 3) *Lieben*, diese Zeitschr. 187, 307, 1927. — 4) *A. Bickel* u. *W. Schaake*, Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 12, S. 468, 1937. — 5) *Breuer*, Über den Einfluß einer Argininzugabe bei eiweißfreier Ernährung auf Körpergewicht usw. (Dissertation der Med. Fakultät Berlin 1936.) — 6) *Waas*, Zur Kenntnis der Stoffwechselwirkung des Arginins. (Dissertation der Med. Fakultät Berlin 1938.) — 7) *Osuka*, diese Zeitschr. 244, 284, 1932. — 8) *Kanitz*, diese Zeitschr. 249, 234, 1932; 257, 361, 1933.

## Lebenslauf

Am 24. November 1904 wurde ich, Friedrich Wilhelm Theodor Johannes van Heys, als Sohn des jetzigen Ministerialrats i. R. Johann Wilhelm van Heys in Berlin geboren.

In Kassel besuchte ich die Städtische Vorschule, später das Wilhelm-Gymnasium zu Kassel. Mein Abitur habe ich in Berlin bestanden, wohin mein Vater später versetzt wurde.

Mein medizinisches Studium habe ich ausschließlich in Berlin absolviert und mein Staatsexamen im August 1933 in Berlin bestanden. Mein medizinisches Praktikantenjahr habe ich auf der zweiten inneren medizinischen Abteilung im Westendkrankenhaus abgeleistet. Am 15. September 1934 erhielt ich meine Bestallung als Arzt. Vom September 1934 bis zum 31. Juli 1935 war ich Assistenzarzt am Untersuchungsamt Westend.

Seit dem 1. November 1935 bin ich als Fachgutachter beim Arbeitsamt Berlin tätig, und befinde mich dort auch jetzt noch in ungekündigter Stellung.

Meine Arbeit habe ich im Wintersemester 1939 in den seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin unter Leitung von Herrn Professor Dr. med. Bickel angefertigt. Herrn Professor Dr. Bickel, der mir die Anregung zu diesem Thema gegeben hat und der mir bei der Anfertigung der Arbeit ein hilfsbereiter Berater war, sage ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.