Parenterale Stickstoffzufuhr zu künstlicher Ernährung.

Von

Kazuhiko Tsuda.

(津田一彦)

(Aus der medizinischen Klinik von Prof. Dr. S. Yamakawa,
Tohoku-Universität zu Sendai.)

Obschon von einigen Autoren behauptet wurde, dass der Organismus parenteral zugeführtes Eiweiss in grosser Menge, z. B. Blutserum,¹⁾ Eierweiss,²⁾ Kasein³⁾ oder vegetabilisches Eiweiss⁴⁾ usw., zurückzuhalten oder zu verbrennen vermag, so sind doch leider manchmal verschiedene Störungen, z. B. gefährbringende anaphylaktische Wirkungen, mit dieser Zufuhr verknüpft. Deshalb kommen Eiweissstoffe oder ihre Abkömmlinge überhaupt für die parenterale Ernährung nicht sehr in Betracht, während nicht N-haltige Substanzen, wie Kohlehydrate und Fette, dafür ausgiebig verwendet werden. N-haltige Substanzen sind aber als Nährstoff unbedingt nötig, um das ständig verloren gehende Körpereiwiss wieder zu ersetzen, und deshalb können sie keineswegs durch stickstofffreie Nahrungsmittel vertreten werden. Deswegen muss man bei vollkommen parenteraler Ernährung jedenfalls dahin streben, hungernden Menschen, bei denen die Nahrungsaufnahme auf natürlichem Wege aus irgendeiner Ursache gestört ist, nicht nur stickstofffreie, sondern vor allem auch N-haltige Substanzen einzuverleiben. Da sich ein anaphylaktischer Schok oder dergleichen gewöhnlich an parenterale Zufuhr artfremder Eiweisssubstanzen oder von Peptonen anschliesst, so stehen noch zwei andere Wege offen, unter Vermeidung obiger Gefahren N-haltige Substanzen parenteral einzuführen. Der eine besteht in der Infusion art-

1) Heller, Ztschr. f. Biol., 1908, 50, 26; Rona u. Michaelis, Pflügers Arch., 1908, 124, 578.

2) Vanghan, Cunnig u. Glumphy, Ztschr. f. Immunitätsforsch., 1911, 9, 16.

3) Michaelis u. Rona, Pflügers Arch., 1908, 121, 163.

4) Mendel u. Rockwood, Amer. J. of Physiol., 1905, 12, 336.

eigner Körperflüssigkeiten, insbesondere von Blut und Milch, der andere in der von Aminosäuren, Abbaustufen, bei denen Anaphylaxie ausbleiben soll. Abgesehen von manchen technischen Schwierigkeiten, die die parenterale Ernährung mit den genannten Substanzen mit sich bringt, fragt es sich zunächst, ob und wieviel derart eingeführte N-Substanzen überhaupt zum Stoffwechsel verwertet werden können. Als kleiner Beitrag zur Lösung dieser Frage seien im folgenden die Ergebnisse meiner Untersuchungen in Kürze wiedergegeben.

A. Versuche mit einem Aminosäuregemisch.

Untersuchungen, Aminosäuren zur parenteralen Ernährung einzuführen, sind schon früher von vielen Autoren vorgenommen worden. Nach Stoltes¹⁾ Arbeit, die an Kaninchen ausgeführt wurde, bewirkte intravenöse Injektion aromatischer Monoaminosäuren keine Harnstoffvermehrung, dagegen veranlassten Alanin, Asparagin- und Glutaminsäure Zunahme des Harnstoffs, gleichzeitig wurden diese Substanzen aber z. T. auch unverändert ausgeschieden, während gleichfalls in hoher Dosis injiziertes Glykokoll und Leuzin vollständig in Harnstoff umgewandelt wurden. Aus den von Salaskin und Kowalewski²⁾ an Hungertieren ausgeführten Untersuchungen ergab sich aber, dass nach intravenöser Injektion Glykokoll mit dem Harn ausgeschieden wird. Buglia³⁾ fand beim Hund, dass ein intravenös injiziertes Aminosäuregemisch, das aus künstlichen Verdauungsprodukten von Fleisch bestand, grösstenteils im Körper verbrannt wurde, da von den injizierten Gemisch nur etwa 16% wieder als solches im Harn erschien. Die negative Bilanz des N-Stoffwechsels, die er in diesem Fall trotz geringer Amino-N-Ausscheidung doch beobachtete, erklärte er durch vermehrte N-Ausscheidung infolge der grossen Wasserzufuhr, die besonders bei Infusion hyperotonischer Lösungen nicht selten auftritt. Später gelang es Henriques und Andersen,⁴⁾ das Versuchstier durch intravenöse Infusion von ihnen hergestellter Eiweissabbauprodukte 18 Tage lang am Leben zu erhalten, bis es schliesslich an Embolie aus dem Blutgerinnsel an der Injektionsstelle starb, wobei das Tier nicht nur das N-Gleichgewicht erreichen, sondern mitunter auch mehr oder minder reichlich

1) Stolte, Beitr. z. chem. Physiol. u. Path., 1904, 5, 15.

2) Salaskin u. Kowalewski, Ztschr. f. physiol. Chem., 1904, 42, 410.

3) Buglia, Ztschr. f. Biol., 1912, 58, 162.

4) Henriques u. Andersen, Ztschr. f. physiol. Chem., 1913, 88, 357 u. 1914, 92, 194.

Stickstoff im Körper zurückhalten konnte. Sie behaupteten sogar, dass für die Proteinsynthese das Hindurchgehen durch die Darmwand von keiner wesentlichen Bedeutung sei, da sie auch beim Tier, dessen Darm vom grossen Kreislauf ausgeschaltet war, durch parenterale Einverleibung eines Aminosäurengemischs positive N-Bilanz feststellen konnten. Das von diesen Autoren aus dem Tierversuch gewonnene Ergebnis kann man allerdings keineswegs ohne weiteres auf den Menschen übertragen, einmal schon deswegen nicht, weil sich die von ihnen angewandte sogenannte Dauerinfusion, die mit Hilfe einer in die herauspräparierte Jugularvene eingesteckten Kanüle Tag und Nacht durchgeführt werden muss, in der Klinik überhaupt schwer bewerkstelligen lässt. Andererseits hängen die Reaktionen auf einen derartigen Eingriff vor allen Dingen von der Empfindlichkeit der betreffenden Versuchstiere ab, und Henriques und Andersen gaben in ihrer Mitteilung die Versuchsdata bloss in einem Falle eines Ziegenbocks an, während ihrer Beschreibung nach die Mehrzahl der Versuchstiere auch Ziegenböcke und sogar Hunde gewesen sein müssen; dieses Tier, der Hund, starb aber schon am 5ten Versuchstag, obwohl auch dabei N-Ablagerung im Körper nachgewiesen wurde. Es erübrigt sich, zu erwähnen, dass Hunde im allgemeinen viel empfindlicher sind als Ziegenböcke.

In meinem Versuch habe ich anfangs Kaninchen gebraucht. Diese stumpfen Tiere überstanden die intravenöse Injektion einer Menge von mir hergestellter Eiweissabbauprodukte aus Pferdefleisch oder einer künstlichen Mischung von Aminosäuren sehr gut; Nebenerscheinungen waren dabei nicht nachweisbar. Dann stellte ich denselben Versuch bei Hunden an und fand, dass trotz langsamer Infusion einer verhältnismässig kleinen Menge von Substanzen bald unbehagliche Erscheinungen, wie Unruhe und Brechen, einsetzten, die jedoch von den Tieren schliesslich überstanden wurden. Hieraus erkannte ich, dass Eiweissabbauprodukte oder Aminosäuren, die ich zur Hand hatte, nicht geeignet sind, um sie empfindlichen Tierarten auf intravenösem Wege einzuverleiben. Deshalb benutzte ich bei meinem Versuch den intraperitonealen Weg. Zur Untersuchung dienten mir als Versuchstiere ausschliesslich erwachsene Hündinnen, die 2 Tage lang gehungert und gedurstet hatten und deren Lebensalter nach Boenischs¹⁾ Altersbestimmung durch die Schneidezähne vermutet wurde, und denen ich vorher zur Erleichterung des Katheterismus künstlich einen Dammriss angelegt hatte.

Die gesamte Versuchsdauer von 9 Tagen wurde in 3 Stadien geteilt. Während der ganzen Versuchstage mussten die Tiere peroral vollständig hungern und dursten. In den ersten 3 Tagen erhielten die Tiere beim ersten Versuch

1) Boenisch, Altersbestimmung des Hundes nach den Schneidezähnen, Berlin 1913.

auch parenteral gar nichts, bei den anderen aber intraperitoneal eine bestimmte Menge einer 0,9%igen NaCl-Lösung oder, um den Ernährungszustand der Versuchstiere möglichst gut zu erhalten, künstliche, N-freie Nährflüssigkeit, die aus Traubenzucker, Fetten und Salzen bestand, alles ohne Narkose. In den darauf folgenden 3 Tagen, die dem Hauptversuchsstadium entsprechen, erhielten die Tiere zudem noch ein Aminosäuregemisch resp. N-haltige Teilungsprodukte, auch ohne Narkose, auf intraperitonealem Wege. Das letzte Versuchsstadium gestaltete sich wieder ebenso wie das erste.

Es ist eine längst bekannte Tatsache, dass der Eiweisszerfall bei Fütterung von Kohlehydraten abnimmt. C. Voit¹⁾ fand schon früher einfache Verminderung der N-Ausscheidung durch Kohlehydrate. Später konnte Wimmer²⁾ eine von der Menge der Zufuhr abhängige Eiweissersparnis erzielen, und zwar maximal bis zu annähernd 55%, wobei der maximale N-Sparwert der Kohlehydrate den des Leims um ein beträchtliches übertraf.

Was sodann die N-Sparung durch Fettfütterung betrifft, so sind schon viele Arbeiten darüber erschienen, z. B. von C. Voit, E. Voit und Korkunoff,³⁾ Bartmann⁴⁾ u. a. Nach C. Voit ist die N-Ausscheidung bei Fettzugabe geringer als die bei Eiweissfütterung allein. E. Voit und Korkunoff, die dieses Verhalten des Fettes weiter verfolgten, stellten den Eiweissbedarf des Tiers, also die Eiweissmenge, welche gerade noch das N-Gleichgewicht erreicht und die sie deshalb als physiologisches Eiweissminimum bezeichneten, bei gleichzeitiger Zugabe von Fett als wesentlich vermindert gegenüber der Zufuhr von Eiweiss allein fest. Weil man bis heute nicht imstande war, Fett intravenös zu verabreichen, findet man keinen solchen Versuch in der Literatur, Fett und Traubenzucker gleichzeitig parenteral zu infundieren, um so den N-Stoffwechsel zu untersuchen. Mitani, Harada und Kusada⁵⁾ haben neuerdings durch Hunderversuche festgestellt, dass eine beträchtliche N-Sparung durch intravenöse Infusion von Yanol und Traubenzucker erzielt werden kann.

Parenterale Zufuhr einer grossen Flüssigkeitsmenge übt bekanntlich auf die N-Ausscheidung noch einen eigentümlichen Einfluss aus. Dass durch Infusion hypertonischer Zuckerlösungen starke Harnflut hervorgerufen wird, die ihrerseits mit beträchtlicher N-Ausscheidung einhergeht, wurde schon von manchen Autoren festgestellt (Kuro-

1) Voit, Ztschr. f. Biol., 1869, 5, 329.

2) Wimmer, Ztschr. f. Biol., 1912, 57, 185.

3) Voit u. Korkunoff, Ztschr. f. Biol., 1895, 32, 58.

4) Bartmann, Ztschr. f. Biol., 1912, 58, 375.

5) Mitani, Harada u. Kusada, Nippon Naika Gakkai Zasshi, 1931, 19, 725.

kawa,¹⁾ Nomura²⁾ und Sato³⁾). Solch gesteigerte N-Ausscheidung tritt nicht nur bei parenteraler Infusion, sondern auch bei peroraler Verabreichung reichlicher Flüssigkeitsmenge auf, gewöhnlich nur beim Hunger, nicht aber im Zustand guter Ernährung (Munk,⁴⁾ Fränkel,⁵⁾ Seegen,⁶⁾ v. Noorden⁷⁾ u. a. m.). Diese sogenannte N-Ausschwemmung soll nach Oppenheim⁸⁾ und Neumann⁹⁾ durch plötzlich erhöhte Wasserzufuhr bedingt sein, während sie bei länger dauernder Zufuhr nicht erscheint. Deshalb habe ich in meinen Versuchen bei der Verabreichung der Substanzen auf intravenösem Wege die Geschwindigkeit der Infusion immer sehr langsam eingestellt, um die Fehlergrösse aus der N-Ausschwemmung, mit der ein derart angeordneter Versuch unvermeidlich behaftet ist, möglichst zu verkleinern.

Harn und Kot wurden für die gegebenen Untersuchungszeiten getrennt gesammelt, wobei zwischen den einzelnen Stadien der Harn durch Katheterisation und der Kot durch Glyzerinklystier quantitativ entleert und jeder mit dem spontan ausgeschiedenen vereinigt wurde. Der so erhaltene Gesamtkot wurde mit 2 Teilen absoluten Alkohols und einer kleinen Menge einer 4%igen Salzsäure innig gemischt und dann auf dem Wasserbade getrocknet und zerkleinert. Zur Bestimmung des Harn- und des Kot-N verwendete ich die Kjeldahlsche Methode und zu der der Harnaminosäuren den van Slykeschen¹⁰⁾ Apparat.

Ergebnisse.

Da Hunde, wie oben erwähnt, intravenöse Infusion von Eiweissabbauprodukten überhaupt nicht gut vertragen, so wurde in diesen Versuchen zur Einverleibung der Substanzen der intraperitoneale Weg vorgezogen und ausschliesslich benutzt.

Versuch 1.

Im ersten Versuch wurden der Versuchshündin an jedem Hauptversuchstage 200 ccm einer Aminosäuremischung, die 1,5 g Pheyl-

-
- 1) Kurokawa, Tohoku J. Exp. Med., 1926, 7, 55.
 - 2) Nomura, ebenda, 1929, 13, 51.
 - 3) Sato, ebenda, 1929, 13, 553.
 - 4) Munk, Virchows Arch., 1883, 94, 449 u. 1880, 80, 43.
 - 5) Fränkel, ebenda, 1877, 70, 56; 1877, 71, 117 u. 1876, 67, 273.
 - 6) Seegen, Zit. nach Neumann, Arch. f. Hyg., 1899, 36, 248.
 - 7) v. Noorden, Pathologie des Stoffwechsels, Berlin 1893, 143.
 - 8) Oppenheim, Pflügers Arch., 1881, 23, 446.
 - 9) Neumann, Arch. f. Hyg., 1899, 36, 248.
 - 10) Van Slyke, J. of Biol. Chem., 1912, 12, 275.

alanin, 1,5 g Leuzin und 4,5 g Glutaminsäure enthielt, in die Bauchhöhle gespritzt. In der Vor- und Nachperiode erhielt das Tier weder Nahrung noch Flüssigkeit. Aus der Analyse des gesammelten Harns und Kots ergibt sich folgendes.

Tabelle 1.

Intraperitoneale Verabreichung von Aminosäuremischung, I.
Hündin Nr. 1, 4,84 kg, 6. Lj.

Datum (1928) Mai- Juni	Körperge- wicht (kg)	Flüssigkeit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Amino-N (mg)		Gesamt- kalorien	
		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Ein- gabe	Ab- gabe	Be- darf	Ein- fuhr
25-26	4,8	0	110	0	2,02	0,24	2,26	-2,26	0	9,24	334	0
26-27	4,5	0	55	0	2,11	0,22	2,33	-2,33	0	17,16	320	0
27-28	4,5	0	66	0	2,32	0,13	2,45	-2,45	0	9,16	320	0
28-29	4,5	200	360	0,84	3,53	0,13	3,66	-2,82	800	14,04	320	36,6
29-30	4,5	200	435	0,84	3,13	0,08	3,21	-2,37	800	16,10	320	36,6
30-31	4,3	200	325	0,84	2,73	0,04	3,77	-2,93	800	27,50	311	36,6
31-1	4,2	0	100	0	1,88	0,09	1,97	-1,97	0	8,30	306	0
1-2	4,0	0	45	0	1,36	0,04	1,40	-1,40	0	8,22	296	0
2-3	4,0	0	60	0	1,68	0,07	1,75	-1,75	0	6,81	296	0

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hunger- wert	Energie- bedarf	Energiezu- fuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Aus- scheidung	Sparwert	Amino- N-Zufuhr	Amino- N-Abgabe
1,94 g	316 Cal.	11,58	0,84 g	3,49 g	-0,71 g	800 mg	21,8 mg

Einige Worte glaube ich zur Erläuterung der Darstellungsweise der in dieser und auch in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Zahlen hier vorausschicken zu müssen. Der Energiebedarf ist nach der bekannten Formel: $E = e \cdot k \sqrt[3]{G^2}$ berechnet, wobei k die Konstante in der Gleichung, welche das Verhältnis zwischen der Oberfläche und dem Gewicht eines Tiers gibt, und e den Energiebedarf pro qm Oberfläche bei mittlerer Temperatur bedeutet und in diesem Falle nach Voit,¹⁾ Zisterer²⁾ und Wimmer³⁾ $k=11,3$ und $e=1039$ genommen wurde.

1) Voit, Ztschr. f. Biol., 1901, 41, 113.

2) Zisterer, Ztschr. f. Biol., 1910, 53, 165.

3) Wimmer, ebenda, 1912, 57, 185.

Die hier gebrauchten Aminosäuren waren vorher im chemischen Laboratorium von Prof. Majima aus Bohneneiweiss hergestellt und gut gereinigt worden, so dass der Wert des Amino-N mit dem des Gesamt-N in gutem Einklang stand. Deswegen habe ich bei der Berechnung der eingeführten Kalorien für diese Substanzen unmittelbar die von Fischer und Wrede¹⁾ angegebenen Zahlen gebraucht.

Inbezug auf die Berechnung des N-Sparwerts werden verschiedene Formeln angegeben, z. B. die von Kirchmann,²⁾ Krummacher³⁾ und Wimmer. Meine Versuchsanordnung war etwas anders als die der oben erwähnten Autoren, deshalb habe ich meine eigenen Berechnungen aufgestellt. Da die N-Abgabe an einem Tage auch von dem Stoffwechselzustand an den vorangehenden Tagen abhängt, so habe ich in jedem Stadium den Mittelwert des 2. und 3. Tages als die für diese Zeitdauer gültige N-Ausscheidung berechnet. Der N-Sparwert einer zu prüfenden Substanz lässt sich durch die Bestimmung des Umfangs ermitteln, in welchem die Hungerstickstoffausscheidung durch Zufuhr dieser Substanz abgezogen werden kann. Den zur Berechnung des N-Sparwerts notwendigen Hungerstickstoffwert in der Hauptversuchsperiode kann man aus der N-Ausscheidung beider Hungerperioden berechnen. Sie sind:

Vorperiode:	Nachperiode:
$\frac{2,33+2,45}{2}=2,39,$	$\frac{1,40+1,75}{2}=1,58.$

Die N-Ausscheidung ist also während des Versuchs um 0,81 g zurückgegangen. Es bleibt nun noch übrig, den für die Hauptperiode gültigen Hungerwert zu berechnen. Nehme ich das Sinken des Hungerwerts dem Stickstoffverlust proportional vor sich gehend an, so lässt sich für die Hauptperiode folgender Hungerwert berechnen:

$$2,39 - 0,81 \times \frac{\frac{2,33+2,45}{2} + 3,66 + \frac{3,21+3,77}{2} - 0,84 \times 2}{\frac{2,33+2,45}{2} + 3,66 + 3,21 + 3,77 + 1,97 + \frac{1,40+1,75}{2} - 0,84 \times 3} = 1,94 \text{ (Hungerwert).}$$

Also beträgt der Sparwert der zugeführten Substanzen in diesem Falle:

1) Fischer u. Wrede, Sitzungsber. d. kgl. Preuss. Akad. d. Wiss., 1904, 20, 687: Phenylalanin, 6, 7524 Kal. pro g, Leuzin, 6, 5533 Kal. pro g, Glutaminsäure, 3, 7023 Kal. pro g.

2) Kirchmann, Ztschr. f. Biol., 1900, 40, 54.

3) Krummacher, ebenda, 1901, 42, 242.

$$1,94 + 0,84 - \frac{3,21 + 3,77}{2} = -0,71$$

Wie sich aus der Tabelle ergibt, ist die Gesamt-N-Ausscheidung in der Hauptperiode erstaunlich gross, und dementsprechend fiel die N-Bilanz auch, wie in der Vorperiode, stark negativ aus. Der Sparwert der zugeführten Aminosäuren lässt sich daraus als negativ berechnen, was ganz unglaublich ist. In diesem Falle erfolgte die oben erwähnte N-Ausschwemmung trotz verhältnismässig langsamem Zuwachs des Blutvolumens infolge der Resorption der infundierten Flüssigkeit seitens der Bauchhöhle doch erheblich kräftig, da ich das Tier in den Vorversuchstagen vollkommen hatte dursten lassen. Mit der Flüssigkeitszufuhr setzte gleichzeitig in der Hauptperiode grosse Harnflut ein, die natürlich die eingeführte Flüssigkeitsmenge übertraf und zu der bedeutenden Oligurie in der Vor- und Nachperiode in auffallenden Gegensatz stand. Ein derartiger plötzlicher Anstieg der Diurese erfolgt natürlich nicht, ohne eine N-Ausschwemmung mit sich zu bringen. Die enorme Vermehrung der N-Ausscheidung in der Hauptperiode, aus der sich der negative N-Sparwert berechnen liess, kann man mit Recht auf die Auslaugung des im Körper präformierten N-Schlacks zurückführen.

Betrachtet man nun die Aminosäureausscheidung im Harn, so ist sie in der Hauptperiode auch vermehrt. Die vermehrte Menge der ausgeschiedenen Aminosäuren ist aber im Vergleich mit der des Gesamt-N im Harn oder sogar der infundierten Aminosäuren recht klein. Daraus kann man schliessen, dass die vermehrte N-Ausscheidung in diesem Falle nicht viel mit der Aminosäureausscheidung zu tun hat, und auch, dass die zugeführten Aminosäuren, falls sie wieder nach aussen ausgeschieden würden, grösstenteils nicht als solche, sondern nach vorheriger Verbrennung im Körper in den Harn übergehen.

Versuch 2.

Im ersten Versuch habe ich nur in der Hauptperiode Flüssigkeit und zwar in einer so grossen Menge wie 200 ccm infundiert, während das Tier in der Vorperiode vollständig gehungert und gedurstet hatte. Als Folge davon trat, durch starke Diurese veranlasst, Stickstoffausschwemmung ein, die die Berechnung der N-Bilanz sehr erschwerte. In der Annahme, dass diese Störung ausgeglichen werden könne, habe ich im zweiten Versuche auch in der Vor- und Nachperiode, ganz wie in der Hauptperiode, eine gleich grosse Flüssigkeitsmenge, vor allem

in Form physiologischer Kochsalzlösung, infundiert. An jedem Hauptversuchstage wurden 2 g Phenylalanin, 2 g Leuzin und 6 g Glutaminsäure, in 300 ccm Wasser gelöst, einer Hündin in die Bauchhöhle injiziert. Die Versuchsergebnisse zeigt nebenstehende Tabelle.

Tabelle 2.

Intraperitoneale Verabreichung von Aminosäuremischung, II.
Hündin Nr. 2, 5,08 kg, 7. Lj.

Datum (1928) Juni	Körperge- wicht (kg)	Flüssigkeit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Amino-N (mg)		Gesamt- kalorien	
		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Ein- gabe	Ab- gabe	Be- darf	Ein- fuhr
14-15	5,0	300	295	0	1,01	0,91	1,92	-1,92	0	10,9	343	0
15-16	4,8	300	305	0	1,54	0,20	1,74	-1,74	0	7,0	334	0
16-17	4,5	300	475	0	2,49	0,16	2,65	-2,65	0	16,9	320	0
17-18	4,5	300	320	1,13	2,36	0,10	2,46	-1,33	1101	15,0	320	48,8
18-19	4,3	300	360	1,13	2,49	0,08	2,57	-1,44	1101	20,3	311	48,8
19-20	4,3	300	275	1,13	2,51	0,03	2,54	-1,41	1101	14,4	311	48,8
20-21	4,1	300	325	0	0,95	0,03	0,98	-0,98	0	7,4	301	0
21-22	4,1	300	215	0	0,91	0,04	0,95	-0,95	0	2,4	301	0
22-23	4,0	300	350	0	1,08	0,06	1,14	-1,14	0	6,9	296	0

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hunger- wert	Energie- bedarf	Energiezu- fuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Aus- scheidung	Sparwert	Amino- N-Zufuhr	Amino- N-Abgabe
1,52 g	311 Cal.	15,69	1,13 g	2,56 g	0,10 g	1101 mg	17,4 mg

Tabelle 2 zeigt, dass in diesem Versuch die Diurese alle Versuchstage hindurch ziemlich gleichmässig vor sich ging, so dass die Fehlerquelle aus der N-Auslaugung hier vollständig beseitigt sein muss. Die Gesamt-N-Ausscheidung war trotzdem in der Hauptperiode grösser als in den anderen Perioden, die N-Bilanz fiel auch in allen Perioden ungefähr gleich stark negativ aus. Die Hunger-N-Ausscheidung in der Hauptperiode lässt sich, wie folgt, berechnen.

$$2,20 - \frac{0,68(7,21-2,26)}{7,21-2,26} = 1,52$$

Der Hungerwert beträgt also in diesem Falle 1,52 g. Diese Zahl ist viel kleiner als die wahre N-Ausscheidung in der Hauptperiode.

Die Summe des Hunger-N und des zugeführten N ist nur um 0,1 g grösser als die gesamte N-Ausscheidung. Also der N-Sparwert der verwendeten Aminosäuren ist recht klein. Das erhellt daraus, dass die mit den Aminosäuren zugeführten Kalorien in diesem Falle nur einen kleinen Bruchteil des Energiebedarfs des Versuchstiers ausmachen.

Das Verhältnis der ausgeschiedenen Aminosäuren zu den infundierten ist ebenso klein wie in Tabelle 1. Aus diesem Ergebnis lässt sich klar erkennen, dass sich parenteral zugeführtes Aminosäuregemisch auch am N-Stoffwechsel des hungernden Organismus beteiligen kann und der Spaltung unterworfen ist. Künstliche Ernährung auf diesem Wege bietet aber manche Schwierigkeiten. Erstens sind die Arten der verschiedenen Aminosäuren recht zahlreich, und es ist sehr schwer und kostspielig, all diese in chemisch reiner Form zu gewinnen. Einige Aminosäuren sind in Wasser schwer löslich, und zur parenteralen Ernährung ist es unbedingt notwendig, sie in wässriger Lösung zu verwenden. Drittens sind wir vorläufig noch nicht darüber unterrichtet, welches Mengenverhältnis der verschiedenen Aminosäuren als sachgemässe Nährmischung zu betrachten ist. In den 2 oben erwähnten Versuchen habe ich nur 3 verschiedene Aminosäuren, die leicht löslich und zugleich leicht zu bekommen sind, zur parenteralen Infusion gebraucht; es ist selbstverständlich, dass man damit für die künstliche Ernährung nicht weit kommen kann, weil so die vielen anderen Aminosäuren, u.a. Tryptophan, Lysin, Histidin usw., die nach Osborn und Mendel¹⁾ zur Erhaltung des Lebens unentbehrlich sein sollen, ausschalteten.

Versuch 3.

Da die parenterale Ernährung mit einer künstlichen Mischung von Aminosäuren, wie oben erwähnt, manche unüberwindliche Schwierigkeiten bietet, muss man zu diesem Zweck einen anderen Weg suchen. Die Frage liegt nun nahe, ob man nicht die Abbauprodukte eines Eiweisskörpers als ganzes benutzen könne, die natürlich verschiedene Aminosäurearten in ganz natürlichem Verhältnis enthalten müssen. In ihrem bekannten Versuch gebrauchten Henriques und Andersen ein von ihnen selbst hergestelltes Präparat von Eiweissabbauprodukten, mit dem sie für die parenterale Ernährung einen guten Erfolg erzielt haben wollen. Zu meinem Versuch stand

1) Osborn u. Mendel, J. of Biol. Chem., 1916, 25, 1 u. 1916, 26, 293.

mir Polytamin-Takeda zur Verfügung, ein leicht lösliches Präparat aus hydrolytischen Spaltprodukten der Seidenraupenpuppen, deren Mangel an Tryptophan durch nachträglichen Zusatz dieser Substanz gedeckt wurde.

Tabelle 3.

Intraperitoneale Ernährung mit „Polytamin“. Hündin Nr. 3, 3,56 kg, 5. Lj.

Datum (1928) Juli- August	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körperge- wicht (kg)	Flüssigkeit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Amino-N (mg)		Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Ein- gabe	Ab- gabe	Be- darf	Ein- fuhr
24-25	23	26	38,6	38,7	3,52	200	125	0	1,865	0,096	1,961	-1,961	0	4,94	272	0
25-26	23	25	38,8	38,3	3,52	200	100	0	2,280	0,117	2,397	-2,397	0	4,25	272	0
26-27	25	26	38,5	38,4	3,36	200	265	0	1,836	0,143	1,979	-1,979	0	24,88	263	0
27-28	24	26	38,5	38,5	3,25	200	200	0,498	1,870	0,078	1,948	-1,450	460	19,08	258	34,7
28-29	24	26	38,8	38,2	3,16	200	245	0,498	1,769	0,086	1,855	-1,357	460	11,81	253	34,7
29-30	25	26	38,6	38,4	3,01	200	235	0,498	1,868	0,032	1,900	-1,422	460	23,03	245	34,7
30-31	24	24	37,7	37,4	3,00	200	156	0	1,585	0,017	1,602	-1,602	0	25,37	244	0
31-1	23	23	37,4	36,4	2,90	200	225	0	1,427	0,040	1,467	-1,467	0	58,93	239	0
1-2	22,5	25	38,0	37,4	2,80	200	245	0	1,330	0,050	1,380	-1,380	0	41,53	233	0

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hunger- wert	Energie- bedarf	Energiezu- fuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Aus- scheidung	Sparwert	Amino- N-Zufuhr	Amino- N-Abgabe
1,781 g	249 Cal.	13,94	0,498 g	1,878 g	0,401 g	460 mg	17,42 mg

In der Hauptperiode erhielt das Versuchstier intraperitoneal täglich 200 ccm einer 3%igen Polytaminlösung. Der N-Sparwert des eingeführten Polytamins betrug 0,4 g. Es geht aus dem Versuch hervor, dass Polytamin den hungernden Organismus auch vor der Eiweisspaltung schützt, d. h. dass bei einer Infusion von rund 0,5 g N entsprechendem Polytamin etwa 0,4 g N entsprechendes Eiweiss im Körper zurückgehalten bzw. vor dem Zerfall bewahrt wird. Das Ergebnis zeigt, dass die Eiweissabbauprodukte für die parenterale Ernährung viel besser passen als die künstliche Mischung einzelner Aminosäuren. Leider sind die käuflichen Präparate solcher Substanzen gewöhnlich ziemlich roh, so dass man sie für klinische Zwecke kaum mit gutem Gewissen verwenden kann. Es muss ja ungeheuer schwer

sein, die gesamten Abbauprodukte der Eiweisstoffe genügend zu reinigen, ohne dass sie an ihren Bausteinen etwas einbüßen. Je reiner eine Mischung von Eiweisspaltprodukten wird, desto mehr verliert sie an Löslichkeit. Solange uns kein solches ideales Präparat, ein lösliches Eiweissabbauprodukt mit allen präformierten Bausteinen in chemisch reiner Form, stets zur Verfügung steht, muss die parenterale Ernährung mit Aminosäuren noch immer aufs Gebiet der Tierversuche beschränkt bleiben.

B. Versuche mit Serum und Vollblut.

Im Vorangehenden habe ich von den Schwierigkeiten gesprochen, auf die man bei parenteraler Anwendung eines künstlichen Aminosäuregemischs oder von Spaltprodukten der Proteinstoffe stösst. Wie ist denn das Verhältnis bei Verabreichung von Volleiweiss? Über diese Frage gibt es in der Literatur auch schon viel Arbeiten, die aber noch zu keiner schlüssigen Antwort gekommen sind. Dass artfremdes Eiweiss wegen seiner giftigen Wirkungen hierfür überhaupt unbrauchbar ist, das ist mehr als allbekannt. Es bleibt somit nur zu erörtern, was mit arteigenen Eiweissbestandteilen geschieht. Für die parenterale Einverleibung kommen natürlich nur Eiweisskörper in flüssiger Form in Betracht, vor allem Blut- und Milcheiweisskörper. Es fragt sich nun zunächst, ob sich die so einverleibten Eiweisskörper wirklich am N-Stoffwechsel des Organismus beteiligen, d. h. das ununterbrochen dem Zerfall anheimfallende Körpereiwiss ersetzen oder dessen Stelle vertreten können. Unter anderen sind die Bluteiweisskörper, zumal als Serum, Plasma oder auch Vollblut, schon häufig Gegenstand der Untersuchung gewesen. Während Panum¹⁾ und Lommel²⁾ keine Zunahme der N-Ausscheidung bei Bluttransfusion fanden, wurde diese von Hári,³⁾ Weicksel,⁴⁾ Opitz und Klinke⁵⁾ u. a. festgestellt. Hári beobachtete, dass bei Hunden nach ausgiebiger direkter Transfusion arteigenen Bluts im allgemeinen die N-Ausscheidung zunahm, die von dem Autor als Zeichen vermehrten Eiweisszerfalls angesehen wurde. Bei einem derartigen Versuch ist es aber schwer zu entscheiden, ob die vermehrte N-Ausscheidung auf dem Zerfall der überschüssig zugeführten Proteine beruht oder als Folge einer unter toxi-

1) Panum, Virchows Arch., 1861, 27, 240 u. 433.

2) Lommel, Arch. f. exper. Path., 1908, 58, 50.

3) Hári, Zentralbl. f. Physiol., 1911, 24, 813.

4) Weicksel, Ztschr. f. kl. Med., 1924, 100, 802.

5) Opitz u. Klinke, Bioch. Ztschr., 1924, 149, 294.

schen Einflüssen gesteigerten Zersetzung des Körpereiwisses zu betrachten ist. Langdauernde vermehrte N-Ausscheidung, die sogar die Zufuhr übertreffen kann, beobachtete Weickel bei Übertragung auf Perniciosa-Kranke. Er wollte diese Ursache im Zerfall der Blutkörperchen suchen, indem er meinte, dass die Zufuhr des Plasma erfolgreicher als die des Gesamtbluts wäre. Dagegen führten Opitz und Klinka die vermehrte N-Ausscheidung, die sie anlässlich einer Bluttransfusion bei Kinderanämie fanden, auf Zersetzung des Plasmaeiwisses zurück und nahmen an, dass die Blutzellen als solche im Blute lange funktionsfähig bleiben.

Da der Zweck meines Versuchs darin besteht, den Sparwert der parenteral eingeführten Proteine zu finden, so habe ich auch in diesen Versuchsreihen dieselbe Versuchsanordnung wie in den vorangehenden getroffen. In diesen Versuchsreihen wurden die zu untersuchenden Blutbestandteile in der Regel intravenös verabreicht, da sich diese Weise auch in der Praxis besonders eingebürgert hat. Beim Versuch mit Blutserum wurde aber auch einigemal intraperitoneal injiziert. Dass das intraperitoneal infundierte Blut ohne nachweisbare Störungen vollständig resorbiert wird, wurde schon von mehreren Autoren festgestellt. Nikolski,¹⁾ Ponfik²⁾ und Bizzozero und Golgi³⁾ beobachteten, dass Infusion des Bluts von derselben Tierespezies in die Bauchhöhle die Zahl der roten Blutkörperchen und den Hämoglobingehalt vermehrt und diese Vermehrung besonders deutlich am 2. und 3. Tage nach der Infusion eintritt. Penzoldt⁴⁾ zeigte, dass sowohl flüssige wie geformte Bestandteile des Bluts höchstwahrscheinlich durch die Stomata, den Saftkanal und das Lymphsystem die Peritonealhöhle verlassen, dass sich selbst bei Transfusion einer grossen Mengeschon nach 3 Tagen keine Spur Blut mehr darin vorfindet. Über den Resorptionsweg des infundierten Bluts aus der Peritonealhöhle gibt es noch andere Arbeiten (Orlow,⁵⁾ Adler und Metzler⁶⁾), deren Ergebnisse im ganzen mit der Meinung von Penzoldt übereinstimmen.

Ergebnisse.

In diesen Versuchsreihen wurden alle Stadien hindurch den hun-

1) Nikolski, Zentralbl. f. Chir., 1880, 7, 315.

2) Ponfik, Berl. kl. Wschr., 1879, 16, 589.

3) Bizzozero u. Golgi, Zentralbl. d. med. Wiss., 1879, 57, 917.

4) Penzoldt, Deut. Arch. f. kl. Med., 1876, 18, 542.

5) Orlow, Pflügers Arch., 1895, 59, 170.

6) Adler u. Metzler, J. of Exp. Med., 1895, 1, 482.

gernden Versuchstieren, um ihren Ernährungszustand möglichst aufrecht zu erhalten, Traubenzucker und Fette intraperitoneal oder intravenös injiziert. Da aber die genannten Substanzen nicht N-haltig sind, so tritt auch unter diesen Bedingungen unvermeidlich Zerfall des Körpereiwisses ein. Die Versuche wurden vorgenommen, um zu untersuchen, in welchem Umfang dieser N-Verlust durch intraperitoneale oder intravenöse Infusion arteigner Blutbestandteile gedeckt werden könne.

Versuch 1. Intraperitoneale Infusion arteignen Serums.

Die Tabelle 4, 5 und 6 geben die Ergebnisse der Versuchsreihe mit intraperitonealer Seruminfusion wieder. In diesen Versuchen wurden, wie erwähnt, auch in der Vor- und Nachperiode in Form von Zucker und Fett einige Kalorienmengen eingeführt, die jedoch nur einen Bruchteil des gesamten Energiebedarfs ausmachten. Als für intravenöse Infusion geeignetes Fett verwendete ich eine in dieser

Tabelle 4.

Intraperitoneale Ernährung mit arteignem Serum, I.
Hündin Nr. 4, 6,60 kg, 6 Lj.

An jedem Hauptversuchstag Mischung von 100 ccm Hundeserum, 100 ccm 10%iger Glukoselösung und 40 ccm Yanol intraperitoneal, an den Vor- und Nachversuchstagen der Serumzusatz ausgeblieben und an seiner Stelle dieselbe Menge physiologischer NaCl-Lösung.

Datum (1929) Jan.- Feb.	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körper- gewicht (kg)	Flüssig- keit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Be- darf	Ein- fuhr
30-31	9,5	14	38,6	38,5	6,42	240	80	0,017	1,606	0,161	1,767	-1,750	406	56,53
31-1	11	14,5	37,7	39,1	6,34	240	280	0,017	1,372	0,161	1,533	-1,516	402	56,53
1-2	6	13	37,7	38,2	6,18	240	317	0,017	1,198	0,161	1,359	-1,342	395	56,53
2-3	6	6,5	37,8	38,1	6,18	240	118	0,933	1,133	0,129	1,262	-0,329	395	94,31
3-4	13	17	37,4	38,6	6,24	240	125	0,933	1,055	0,129	1,184	-0,251	398	94,31
4-5	14	17	37,7	38,7	6,08	240	330	0,933	1,155	0,129	1,284	-0,351	391	94,31
5-6	14	20	37,7	38,6	5,86	240	355	0,017	1,023	0,027	1,050	-1,033	382	56,53
6-7	15	18	37,7	38,5	5,88	240	183	0,017	0,948	0,027	0,975	-0,958	382	56,53
7-8	18	19	37,6	38,3	5,83	240	240	0,017	1,053	0,027	1,080	-1,063	380	56,53
8-9	14	17	37,8	38,0	5,68	240	310	0,017	0,868	0,027	0,895	-0,878	374	56,53

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hungerwert	Energiebedarf	Energiezufuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Ausscheidung	Sparwert
1,296 g	395 Cal.	23,88	0,933 g	1,234 g	0,968 g

Nach Abderhalden* sollen 1000 Gewichtsteile Hundeserum enthalten: Eiweiss 60,14, Zucker 1,83, Cholesterin 0,709, Lezithin 1,699 und Fett 1,051. Als Kalorien pro g wird ferner für diese Substanzen angegeben: Eiweiss** 5,787, Fett** 9,417, Glukose** 3,753 und Lezithin*** 7,699. Danach wurde die eingeführte Kalorienmenge berechnet.

Tabelle 5.

Intraperitoneale Ernährung mit arteiñem Serum, II.
Hündin Nr. 5, 5,59 kg, 7 Lj.

Datum (1929) März	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körperge- wicht (kg)		Flüssig- keit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	inji- ziert	als Harn ausge- schieden	in Harn	in Kot		Sum- me	Be- darf	Ein- fuhr			
7-8	12,5	14	39,2	38,7					5,49				240	62	0,017
8-9	15	16	38,6	39,0	5,56	240	106	0,017	1,952	0,069	2,021	-2,004	368	56,53	
9-10	9	10	39,2	39,1	5,35	240	380	0,017	1,942	0,069	2,011	-1,994	359	56,53	
10-11	6,5	15	38,3	38,8	5,32	240	210	1,211	1,440	0,136	1,576	-0,365	358	94,31	
11-12	12	16	38,2	38,0	5,28	240	198	1,211	1,233	0,136	1,369	-0,158	356	94,31	
12-13	14	14	38,3	38,4	5,25	240	196	1,211	1,105	0,136	1,241	-0,030	355	94,31	
13-14	13	11	38,2	38,3	5,00	240	266	0,017	1,415	0,060	1,475	-1,458	343	56,53	
14-15	13	16	38,3	38,2	5,00	240	290	0,017	1,421	0,060	1,481	-1,464	343	56,53	
15-16	16	17	37,4	38,1	4,98	240	207	0,017	1,269	0,060	1,329	-1,312	342	56,53	

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hungerwert	Energiebedarf	Energiezufuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Ausscheidung	Sparwert
1,738 g	356 Cal.	26,49	1,211 g	1,305 g	1,644 g

Klinik hergestellte, hochdispertierte Fett-Lezithinsuspension, die als organische Bestandteile folgende analytische Werte ergab: Neutralfett 2,67%, Lezithin 2,89% und Cholesterin 0,086%.

* Abderhalden, E., Zeitschr. f. Physiol., 1918, 25, 65.

** Abderhalden, E., Lehrb. d. physiol. Chem., 4. Aufl., 1921, 2, 571.

*** Glikin, W., Chemie der Fette, Lipide und Wachsarten, 1. Aufl., 1912, 1, 190.

Tabelle 6.

Intraperitoneale Ernährung mit arteigenem Serum, III.
Hündin Nr. 6, 7,63 kg, 6 Lj.

Datum (1929) Juni	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körper- gewicht (kg)		Flüssig- keit (cem)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.	Körper- gewicht	inji- ziert	als Harn ausge- schieden			in Harn	in Kot	Sum- me		Be- darf	Ein- fuhr
17-18	21	22	37,3	38,2	7,44	240	68	0,014	1,858	0,171	2,029	-2,015	448	56,53	
18-19	20	22	37,8	38,8	7,25	240	270	0,014	1,833	0,171	2,004	-1,990	440	56,53	
19-20	21	23	37,5	38,3	7,1	240	260	0,014	1,565	0,171	1,736	-1,722	434	56,53	
20-21	21,5	22	38,1	38,1	7,1	240	150	0,991	1,472	0,102	1,574	-0,583	434	94,31	
21-22	21	23	37,4	38,2	7,12	240	126	0,991	1,465	0,102	1,567	-0,576	435	94,31	
22-23	21	23	37,1	38,3	6,9	240	320	0,991	1,491	0,102	1,593	-0,602	426	94,31	
23-24	20	19	37,7	38,2	6,83	240	233	0,014	1,004	0,120	1,124	-1,110	423	56,53	
24-25	19	22	37,8	38,4	6,74	240	245	0,014	0,926	0,120	1,046	-1,032	419	56,53	
25-26	21	24	37,1	38,9	6,65	240	220	0,014	0,924	0,120	1,044	-1,030	415	56,53	

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hunger- wert	Energie- bedarf	Energiezu- fuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Ausschei- dung	Sparwert
1,436 g	431 Cal.	21,88	0,991 g	1,580 g	0,847 g

Infolge intraperitonealer Infusion von 100 cem Hundeserum, deren N-Wert dem in den vorangehenden Versuchen verwendeten Aminosäuregemische ungefähr gleich war, wurde die N-Bilanz in der Hauptperiode, wenn auch noch negativ, doch im Vergleich zum Ergebnis der Aminosäureversuche bedeutend gebessert und der N-Sparwert ebenfalls vergrößert. Dieser betrug in den 3 betreffenden Versuchen 0,968, 1,644 und 0,847 g, und diese Werte stehen dem N-Gehalt des zugeführten Serums (0,933, 1,211 und 0,991 g) sehr nahe.

Versuch 2. Intravenöse Infusion arteigenen Serums.

In der zweiten Versuchsreihe mit 2 Versuchen wurden 150 cem Hundeserum auf intravenösem Wege infundiert. Die sonstige Versuchsanordnung war im ganzen ebenso wie bei der vorangehenden Versuchsreihe.

Tabelle 7.

Intravenöse Ernährung mit arteignem Serum, I.

Hündin Nr. 7, 5,1 kg, 7 Lj.

An jedem Hauptversuchstag Mischung von 150 ccm Hundeserum, 50 ccm 50%iger Glukoselösung und 60 ccm Yanol intravenös, an den anderen Versuchstagen der Serumzusatz ausgeblieben und an seiner Stelle dieselbe Menge physiologischer NaCl-Lösung.

Datum (1929) Nov.	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körper- gewicht (kg)	Flüssig- keit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Be- darf	Ein- fuhr
11-12	10	11	38,8	40,5	5,0	260	277	0,018	1,048	0,117	1,165	-1,147	343	122,317
12-13	12	13	39,4	40,6	4,88	260	230	0,018	1,224	0,117	1,341	-1,323	338	122,317
13-14	13	13	38,1	39,4	4,8	260	207	0,018	1,163	0,117	1,270	-1,252	334	122,317
14-15	14	14	38,7	40,0	4,8	260	170	1,404	1,035	0,129	1,164	+0,240	334	168,998
15-16	13	18	38,6	39,8	4,9	260	250	1,404	0,865	0,129	0,994	+0,410	339	168,998
16-17	13	14	39,1	40,7	4,8	260	160	1,404	0,784	0,129	0,913	+0,491	334	168,998
17-18	12	13	38,3	40,2	4,76	260	240	0,018	0,665	0,074	0,739	-0,721	332	122,317
18-19	11	12	38,3	38,9	4,68	260	175	0,018	1,115	0,074	1,189	-1,171	328	122,317
19-20	14	18	37,8	37,5	4,56	260	307	0,018	1,096	0,074	1,170	-1,152	323	122,317

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hunger- wert	Energie- bedarf	Energiezu- fuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Ausschei- dung	Sparwert
1,269 g	336 Cal.	50,30	1,404 g	0,954 g	1,719 g

Tabelle 8.

Intravenöse Ernährung mit arteignem Serum, II.

Hündin Nr. 8, 5,98 kg, 6 Lj.

An jedem Hauptversuchstag Mischung 150 ccm Hundeserum, 50 ccm 25%iger Glukoselösung und 60 ccm Yanol intravenös, an den anderen Versuchstagen nur dieselben Mengen von Glukose und Yanol mit physiologischer NaCl-Lösung auf 260 ccm aufgefüllt.

Datum (1929) Dez.	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körper- gewicht (kg)	Flüssig- keit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Be- darf	Ein- fuhr
17-18	16,5	16	38,1	38,1	5,86	260	111	0,018	1,928	0,203	2,131	-2,113	382	75,405
18-19	15	18,5	38,3	38,3	5,84	260	167	0,018	1,685	0,203	1,888	-1,870	381	75,405
19-20	10	18	38,0	38,2	5,76	260	198	0,018	1,501	0,203	1,704	-1,686	377	75,405
20-21	10,5	17	37,9	38,1	5,84	260	176	1,479	1,419	0,107	1,526	-0,047	381	122,086
21-22	12	19,5	38,1	38,6	5,60	260	228	1,479	1,573	0,107	1,680	-0,201	370	122,086
22-23	16	16	38,0	38,3	5,45	260	255	1,479	1,410	0,107	1,517	-0,038	364	122,086
23-24	14	16	37,2	38,2	5,45	260	210	0,018	1,411	0,036	1,447	-1,429	364	75,405
24-25	17	14	37,7	38,1	5,34	260	232	0,018	1,332	0,036	1,368	-1,350	359	75,405
25-26	14	19	37,3	37,7	5,29	260	203	0,018	1,864	0,036	1,900	-1,882	356	75,405

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hungerwert	Energiebedarf	Energiezufuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Ausscheidung	Sparwert
1,735 g	367 Cal.	33,27	1,479 g	1,599 g	1,615 g

Die N-Bilanz in der Hauptperiode fiel bei einem Versuch (Tabelle 8) deutlich positiv, beim anderen (Tabelle 7) aber noch ein bisschen negativ aus. Jedenfalls ist das Ergebnis viel besser als bei der vorigen Reihe. Daraus kann man aber nicht unbedingt schliessen, dass der intravenöse Weg passender als der intraperitoneale ist, denn die infundierte Serummenge in dieser Reihe war etwas grösser als bei jener. Der N-Sparwert in der Hauptperiode betrug 1,719 oder 1,615 g, Werte, die ebenfalls mit den eingeführten N-Zahlen von 1,404 oder 1,479 g bis auf einen kleinen Bruchteil in gutem Einklang stehen.

Versuch 3. Intravenöse Infusion von Vollblut.

Nun komme ich zur Transfusion arteigenen Vollbluts. Der Versuch wurde ebenso wie bei den vorangehenden Serumversuchen ausgeführt, ausser dass Vollblut statt des Serums benutzt wurde. Das von anderen Hunden durch Aderlass unter Zusatz von Zitrat gewonnene Blut wurde langsam in die Schenkelvene infundiert. Der wesentliche Unterschied zwischen Vollblut und Serum besteht im N-Gehalt, der bei jenem etwa 3mal so gross wie bei diesem ist.

Wie man aus den zwei Versuchen dieser Reihe ersieht, erbringt die Transfusion des Vollbluts zur parenteralen Ernährung das beste Ergebnis. Die N-Bilanz erwies sich in der Hauptperiode als ausgesprochen positiv. Im Gegensatz zur Vorperiode, bei der die N-Bilanz ungeachtet der Zufuhr von Zucker und Fett etwa $-1,2$ g oder $-2,7$ g betrug, wurden in der Hauptperiode von dem gesamten, mit dem Vollblut eingeführten $3,71$ g N etwa $1,7$ oder $1,1$ g im Körper zurückgehalten. Dass die N-Zufuhr in grosser Menge, worauf Hári ausdrücklich hingewiesen hatte, Mehrausscheidung des N bewirkt, wurde auch in diesen Versuchen festgestellt. Die betreffende N-Ausscheidung war aber immerhin noch ziemlich bescheiden und zwar weit kleiner als die eingeführte N-Menge. Der so in der Hauptperiode im Körper zurückgehaltene Eiweissanteil scheint aber in den weiteren Hungertagen nicht lange festgehalten, sondern allmählich gespalten zu werden, denn die N-Ausscheidung in der Nachperiode übertrifft die in der Vorperiode beträchtlich, während sich das beim Verlauf ein-

fachen Hungers gewöhnlich umgekehrt verhält. Dieses eigentümliche Verhalten der N-Ausscheidung in der Nachperiode macht es unmöglich, den Hunger-N-Wert bzw. auch den N-Sparwert richtig auszurechnen. In Wirklichkeit muss jedenfalls das eingeführte Vollblut, wie aus dem positiven Ausfall der N-Bilanz sehr deutlich wird, den

Tabelle 9.

Intravenöse Ernährung mit arteigenem Blut, I.
Hündin Nr. 9, 4,52 kg, 5 Lj.

An jedem Hauptversuchstage Mischung von 150 ccm aus einem anderen Hund gewonnenen Citratbluts, 50 ccm 25%iger Glukoselösung und 60 ccm Yanol verabreicht, an den Vor- und Nachversuchstagen Blut entzogen und dieselben Mengen von Glukose und Yanol mit NaCl-Lösung auf 260 ccm aufgefüllt.

Datum (1930) Mai	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körper- gewicht (kg)	Flüssig- keit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Be- darf	Ein- fuhr
25-26	13	18	38,2	38,2	4,4	260	193	0,018	1,170	0,032	1,202	-1,184	315	75,405
26-27	15	19,5	38,3	38,3	4,36	260	190	0,018	1,258	0,032	1,290	-1,272	313	75,405
27-28	16	17	37,9	38,2	4,3	260	180	0,018	1,109	0,032	1,141	-1,123	311	75,405
28-29	14	19	38,0	38,6	4,25	260	209	3,710	1,948	0,091	2,039	+1,671	308	231,583
29-30	14	15	37,8	38,1	4,27	260	150	3,710	1,854	0,091	1,943	+1,756	309	231,583
30-31	13	19	37,9	38,2	4,27	260	183	3,710	1,894	0,091	1,989	+1,721	309	231,583
Jan.- Feb.														
31-1	14	14	37,8	38,0	4,26	260	188	0,018	1,371	0,099	1,470	-1,452	309	75,405
1-2	14	16,5	37,8	38,1	4,22	260	227	0,018	1,519	0,099	1,618	-1,600	307	75,405
2-3	16	16	37,3	37,8	4,11	260	248	0,018	1,468	0,099	1,567	-1,549	301	75,405
3-4	14	16	37,3	37,7	4,06	260	230	0,018	1,592	0,099	1,691	-1,673	299	75,405

Daraus ergibt sich als Resultat des
Hauptversuchs.

Energie- bedarf	Energiezu- fuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Ausschei- dung
309 Cal.	74,95	3,710 g	1,967 g

Nach E. Abderhalden sollen 1000 Gewichtsteile Hundeblut enthalten: Hämoglobin 133,4, Eiweiss 39,68, Zucker 1,09, Cholesterin 1,298, Lezithin 2,052 und Fett 0,631. Als Kalorien pro g wird für diese Substanzen gegeben: Hämoglobin** 5,89, Eiweiss 5,787, Zucker 3,753, Lezithin 7,699 und Fett 9,417. Danach wurde der eingeführte Kalorienwert berechnet.

* Abderhalden, Ztschr. f. Physiol., 1898, 25, 65.

** Landolf-Börnstein, Roth-Schall's Physik-chemik. Tabellen, 1927, 1, 5. Aufl., 1628.

Tabelle 10.

Intravenöse Ernährung mit arteigenem Blut, II.
Hündin Nr. 10, 6,80 kg, 7 Lj.

Datum (1930) Juli	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körper- gewicht (kg)	Flüssig- keit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Gesamt- kalorien	
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		in- ji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		Be- darf	Ein- fuhr
7-8	16	18	37,3	38,7	7,65	260	142	0,018	2,661	0,266	2,927	-2,909	415	75,405
8-9	14	19	38,2	38,3	6,6	260	133	0,018	2,534	0,266	2,800	-2,782	412	75,405
9-10	14	20	37,9	39,3	6,37	260	179	0,018	1,994	0,266	2,260	-2,242	403	75,405
10-11	15	18	37,8	38,8	6,32	260	310	3,710	2,434	0,097	2,531	+1,179	401	231,583
11-12	13	14	38,1	38,4	6,32	260	130	3,710	2,586	0,097	2,683	+1,027	401	231,583
12-13	13	16	38,2	38,8	6,24	260	200	3,710	2,508	0,097	2,605	+1,105	398	231,583
13-14	13	21	38,1	39,5	6,10	260	275	0,018	3,260	0,150	3,410	-3,392	392	75,405
14-15	14	19	38,1	38,4	5,94	260	210	0,018	3,593	0,150	3,743	-3,725	385	75,405
15-16	10	20	37,6	38,3	5,86	260	150	0,018	2,054	0,150	2,204	-2,186	382	75,405

Daraus ergibt sich als Resultat des
Hauptversuchs.

Energie- bedarf	Energiezu- fuhr in % des Bedarfs	N-Zufuhr	N-Ausschei- dung
400 Cal.	57,90	3,710 g	2,644 g

Hungerzerfall des Körpereiwisses überdeckt haben. Aus all den angeführten Versuchen geht hervor, dass die Bluttransfusion unter den anderen eine vortreffliche Methode darstellt, den N-Bedarf des Organismus parenteral zu decken. Für klinische Zwecke bewährt sie sich auch am besten, da sich die Bluttransfusion in der modernen Medizin für verschiedene therapeutische Zwecke schon in weitem Umfange eingebürgert hat. Die einzige Schwierigkeit liegt vielleicht im Mengenverhältnis des zu infundierenden Bluts, denn um den täglichen N-Bedarf eines hungernden Menschen zu decken, sind etwa 5,3-7,1 g Blut pro kg notwendig, und dieses Quantum Blut des gleichen Typus jeden Tag zu gewinnen, um es intravenös zu übertragen, ist immer eine ziemlich mühevollen Arbeit, besonders wenn man auf diese Weise das Leben eines Menschen lange Zeit erhalten will. Wenn allerdings nur eine geringere Menge Blutmaterial zur Verfügung steht, so kann der Körperzerfall auch im entsprechenden Umfang aufge-

halten werden, was natürlich in der Praxis von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein dürfte.

C. Intraperitoneale Ernährung mit arteigner Milch.

Ausser den Blutbestandteilen gibt es noch eine zweite eiweiss-haltige Körperflüssigkeit, die Milch, die in rein technischer Hinsicht leicht zur parenteralen Ernährung verwendet werden kann. Rektale Zuführung dieser Substanz ist schon von alters her gebräuchlich, aber ihren Erfolg hat wegen der Unresorbierbarkeit der genuinen Eiweisskörper seitens des Dickdarms besonders in letzter Zeit Boas¹⁾ angefochten. Wenn Kuhmilch ohne Schwierigkeit in die Vene eingeführt werden könnte, so würde die parenterale Ernährung dadurch gewaltig gewinnen, denn diese Substanz gehört recht eigentlich zu den Nährstoffen und steht uns jeder Zeit und in beliebiger Menge zur Verfügung. Die für unsere Zwecke in Betracht kommende Milch muss aber natürlich eine arteigne sein, ja sie könnte auch wie bei der Bluttransfusion aus der Blutgruppenspezifität noch eine Beschränkung erfahren. Soweit mir bekannt, erschien in der Literatur kein solcher Versuch, abgesehen von der Arbeit Henriques und Andersen's,²⁾ bei welcher Magermilch oder Casein der eignen Art Ziegenböcken oder Kälbern intravenös injiziert wurde, woraufhin in sämtlichen Fällen der Tod der Tiere schon im Laufe eines Tages eintrat.

Zu dieser Untersuchung habe ich als Versuchstiere auch Ziegen benutzt, da es sehr schwierig ist, den kleineren Laboratoriumstieren, wie Hunden, Kaninchen usw., eine genügende, zum Versuch erforderliche Milchmenge auf einmal zu entnehmen. In diesem Versuch habe ich eine Menge frisch gemolkener Ziegenmilch, die vorher durch den Homogenisator getrieben worden war, um die Dispersität der Fettkügelchen zu erhöhen, jungen Zicklein, die von derselben Ziege geboren waren, intravenös langsam einverleibt. Das Ergebnis war aber nicht befriedigend; ein Junges starb am nächsten Tage mit Diarrhoe, ein anderes blieb am Leben, und ein drittes starb 15 Tage nach der zweiten Milchinjektion, obwohl es die erste ertragen hatte. Nach der Injektion erschienen die Tiere immer unfrisch und frassen nicht gut. Die Zirkulation scheint also nicht geeignet zu sein, eine grosse Menge arteigner, aber blutfremder Eiweisskörper direkt aufzunehmen.

1) Boas, Arch. f. Verdauungskrankheiten, 1926, 37, 37.

2) Siehe oben!

Die Peritonealhöhle wurde dann als Infusionsstelle in Betracht gezogen. 2 Ziegen standen als Empfänger zur Verfügung. An jedem der 3 Hauptversuchstage erhielten die Tiere 500 oder 600 ccm frisch gemolkener Ziegenmilch in die Bauchhöhle, in der Vor- und Nachperiode aber an ihrer Stelle eine ebenso grosse Menge einer Kochsalzlösung. Das erste Tier überstand den ganzen Versuch, während das zweite am 2. Nachversuchstage starb.

Aus der Berechnung ergibt sich, dass der N-Sparwert der eingeführten Milch im ersten Falle 3,4 g betrug. Diese Zahl übertrifft den Wert des mit der Milch eingeführten N um etwa 1 g. Wahrscheinlich hatten in diesem Falle neben den Eiweisskörpern noch andere N-freie Bestandteile der Milch dazu beigetragen, die Hungerzersetzung

Tabelle 11.

Infusion von Ziegenmilch in die Bauchhöhle einer Ziege, I.
Ziege Nr. 1, ♀, 12,5 kg.

500 ccm Ziegenmilch zur Infusion gebraucht. Diese enthielten 2,470 g N, 26,365 g Fett und 18,75 g Milchzucker.

Datum (1933) Okt.	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körperge- wicht (kg)	Flüssigkeit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Eingeführte Kalorien
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		
6-7	13,5	18,0	38,1	39,1	12,1	500	435	0	5,742	0,112	5,854	-5,854	0
7-8	15,5	19,5	38,6	39,2	12,0	500	480	0	4,003	0,112	4,115	-4,115	0
8-9	16,0	17,0	38,7	39,1	11,6	500	498	0	4,049	0,112	4,161	-4,161	0
9-10	17,5	19,0	38,6	39,8	11,4	500	375	2,470	2,674	0,148	2,822	-0,352	296,87
10-11	18,0	19,0	38,9	38,7	11,4	500	407	2,470	3,691	0,148	3,839	-1,369	296,87
11-12	17,5	18,0	38,6	38,7	11,4	500	240	2,470	2,270	0,148	2,418	+0,052	296,87
12-13	18,5	19,0	38,7	39,0	11,1	500	130	0	2,063	0,163	2,226	-2,226	0
13-14	18,5	21,0	38,6	38,8	11,2	500	180	0	3,348	0,163	3,511	-3,511	0
14-15	18,0	19,0	38,5	38,6	11,3	500	155	0	4,202	0,163	4,365	-4,365	0

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Hungerwert	Energiezufuhr	N-Zufuhr	N-Ausscheidung	Sparwert
4,052 g	296,87 Cal.	2,470 g	3,129 g	3,393 g

Kalorienwerte der eingeführten Substanzen wurden nach O. Hammersten's Lehrbuch der physiologischen Chemie (1922, 522 und 712) berechnet; da Milchzucker, parenteral verabreicht, grösstenteils als solcher wieder in Harn erscheinen soll, so war sein Kalorienwert bei der Berechnung vollständig ausgeschlossen.

Tabelle 12.

Infusion von Ziegenmilch in die Bauchhöhle einer Ziege, II.
Ziege Nr. 2, ♀, 16,7 kg.

Datum (1933) Okt.	Zimmer- temp. (C°)		Körper- temp. (C°)		Körper- gewicht (kg)	Flüssigkeit (ccm)		N-Zufuhr (g)	N-Abgabe (g)			N-Bilanz (g)	Eingeführte Kalorien
	A.M.	P.M.	A.M.	P.M.		inji- ziert	als Harn ausge- schieden		in Harn	in Kot	Sum- me		
19-20	17	18	38,6	38,8	16,4	600	250	0	4,063	0,305	4,365	-4,365	0
20-21	17,5	18	38,8	39,7	16,1	600	375	0	2,865	0,305	3,170	-3,170	0
21-22	17	19	38,5	38,8	15,7	600	644	0	2,370	0,305	2,675	-2,675	0
22-23	18	17	38,7	38,9	15,4	600	551	3,204	2,579	0,137	2,717	+0,487	356,24
23-24	16	18	38,8	39,2	15,3	600	470	3,204	3,158	0,137	3,296	-0,092	356,24
24-25	14	15	38,5	37,6	15,6	600	285	3,204	2,385	0,137	2,423	+0,781	356,24
25-26	13	15	37,8	37,0	15,2	600	320	0	1,718	0,243	1,961	-1,961	0
26-27	—	—	—	—	—	600	—	0	—	—	—	—	—

Daraus ergibt sich als Resultat des Hauptversuchs.

Energiezufuhr	N-Zufuhr	N-Ausscheidung
356,24 Cal.	3,204 g	2,860 g

des Körpereiwisses aufzuhalten. Trotz dieser ausgezeichneten N-Sparung fiel die N-Bilanz an den 2 ersten Hauptperiodentagen noch etwas negativ aus, erst am letzten Tage ein wenig positiv. In diesem Versuch konnte ich den Energiebedarf der Versuchstiere nicht berechnen, weil die Konstante in der Gleichung, welche das Verhältnis zwischen der Oberfläche und dem Gewicht eines Tiers bedeutet, für die Ziege noch nicht angegeben ist. Wahrscheinlich waren die eingeführten Kalorien nicht gross genug, um den gesamten Energiebedarf des Tiers zu decken, doch wenn man die Menge der einzuführenden Milch noch etwas vermehren würde, so könnte, glaube ich, das Körpereiwiss dabei vollständig vor der Hungerzersetzung bewahrt werden. Jedenfalls erwies sich das Verhältnis beim zweiten Versuch, bei welchem die Menge der zugeführten Milch um 100 ccm grösser war als beim ersten Versuch, als viel besser, da die N-Bilanz am ersten und am dritten Hauptversuchstage deutlich positiv ausfiel, nur am zweiten ein bisschen negativ. Leider liess sich der N-Sparwert in diesem Versuch nicht berechnen, da das Tier am zweiten Nachversuchstag ohne palpable Ursache im Stall tot aufgefunden wurde.

Nach diesem Ergebnis kann man vielleicht auch der intraperitonealen Infusion arteigener Milch eine gewisse Bedeutung als parenterales Ernährungsverfahren zumessen. Natürlich bedarf der Versuch noch weiterer Nachprüfungen, ehe sich das Verfahren auf den Menschen übertragen lässt.

Über die Resorbierbarkeit der Milch durch die Peritonealhöhle sind wir bisher sehr wenig unterrichtet. Nakashima¹⁾ hat Fröschen und Mäusen in die Peritonealhöhle Kuhmilch injiziert und beobachtet, dass Casein schneller als Milchfett resorbiert wird; er konnte das erste Auftreten dieser Substanzen im Blut mit Hilfe des Dunkelfeldapparats bzw. der Labreaktion verfolgen. Dass eine fein dispergierte Ölsuspension sehr gut von der Bauchhöhle resorbiert wird, wurde von Hotta²⁾ in dieser Klinik festgestellt. Bei meiner Untersuchung habe ich 5 Kaninchen pro kg 50 ccm Kuhmilch intraperitoneal infundiert und den Inhalt der Bauchhöhle—zwischen 4 und 48 Stunden nach Milchinfusion wurden die Tiere getötet—quantitativ gewonnen und auf seinen N-, Fett- und Zuckergehalt analysiert.

Tabelle 13.

Resorption der Kuhmilch aus der Peritonealhöhle des Kaninchens.
(50 ccm pro kg injiziert.)

Versuchs- Kaninchen-Nr., Körpergewicht (kg), Geschlecht	Zeitdauer von der Infusion bis zum Tode (Std.)	Flüssigkeit wiedergefun- den (ccm)	N			Fett			Milchzucker*		
			eingeführt	wie- derge- fun- den	wie- derge- fun- den	eingeführt	wie- derge- fun- den	wie- derge- fun- den	eingeführt	wie- derge- fun- den	wie- derge- fun- den
			(g)	(g)	(%)	(g)	(g)	(%)	(g)	(g)	(%)
1. 1,9 ♂	4	74	0,514	0,328	63,44	3,285	1,623	49,41	3,088	0,609	19,72
2. 1,8 ♂	8	45	0,490	0,226	46,42	3,112	1,335	42,90	2,925	0	0
3. 1,85 ♂	24	50	0,503	0,107	21,27	3,199	0,602	18,82	3,006	0	0
4. 1,95 ♂	36	3	0,520	0,087	16,88	3,372	0,284	8,42	3,110	—	—
5. 2,0 ♂	48	Spur	0,544	0,003	0,55	3,458	—	—	3,200	—	—

Die hier gebrauchte Kuhmilch ergab folgende Analysenwerte: 0,544% N, 3,458% Fett, 3,200% Milchzucker.

Wie man aus Tabelle 13 ersieht, wurde der Zucker am schnellsten resorbiert, so dass nach 8 Stunden keine Spur von ihm mehr nachzuweisen war. Die Resorption von Eiweiss und Fett erfolgte im Vergleich damit viel langsamer, doch verliessen sie nach 24 Stunden schon

1) Nakashima, Pflügers Arch., 1914, 158, 307.

2) Hotta, Tohoku J. Exp. Med., 1930, 16, 311.

* Der Reduktionswert wurde nach Bertrand bestimmt und für Milchzucker umgerechnet.

grösstenteils die Bauchhöhle und waren nach weiteren 24 Stunden kaum mehr nachweisbar. Dabei ging die Resorption von Fett etwas schneller als die von Eiweiss vor sich, was den Befund von Nakashima nicht bestätigt. Aus alledem geht hervor, dass artfremde Milch vom Peritoneum resorbiert und vom Kaninchen vertragen wird.

Zusammenfassung.

1. Künstliches Aminosäuregemisch oder Eiweissabbauprodukte parenteral verabreicht, können den Eiweisszerfall des hungernden Tiers zum Teil aufhalten. Gegen die klinische Anwendung eines solchen Ernährungsverfahrens sprechen jedoch verschiedene technische Schwierigkeiten, die vorläufig noch schwer zu überwinden sind.

2. Intraperitoneale Verabreichung arteigner oder artfremder Milch kann auch als parenterales Ernährungsverfahren in Betracht kommen. Sie wird von Tieren gut vertragen und dadurch der Hungerzerfall gehemmt. Resorption der Milch seitens der Peritonealhöhle wird festgestellt.

3. Behufs parenteraler Eiweissernährung bietet Transfusion von Blutbestandteilen in Form arteignen Serums oder noch besser von Vollblut die beste Aussicht für die praktische Anwendung. Dadurch kann man im Tierversuch ohne weiteres eine ausgesprochen positive N-Bilanz erzielen.