

Das Eiweißproblem im Säuglingsalter.

Experimentelle Untersuchungen über die Wertigkeit der Milcheiweißkörper für das Wachstum.

Von

F. Edelstein und L. Langstein.

Mit 7 Textabbildungen.

(Aus dem Kaiserin Auguste Victoria Hause zur Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit im Deutschen Reiche, Charlottenburg. Direkt.: Prof. Dr. Langstein.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	112
I. Das „schwerverdauliche“ Eiweiß	114
II. Das arteigene und artfremde Eiweiß	119
III. Das verschiedenwertige Eiweiß	125
IV. Die biologische Wertigkeit von Kuh- und Frauenmilch-Eiweiß. Eigene vergleichende N-Stoffwechselversuche, sowie Bestimmung des Eiweiß-(N)-Minimums beim Säugling	130
V. Ergebnisse und Schlußbemerkungen	167
VI. Zusammenfassung	170
VII. Versuchsprotokolle	171

Einleitung.

In einer kritischen Besprechung der bisherigen Hypothesen, die zur Erklärung der verschiedenen Ernährungserfolge mit Frauenmilch und Kuhmilch herangezogen worden sind, bemerkt Pfaundler ¹⁾ äußerst treffend: „Bisher pflegte man meist den einen Weg zu begehen und den Ursachen der schädlichen Wirkung artfremder Nahrung nachzugehen. Auf einen anderen, noch wenig beschrittenen Weg führt die Überlegung, daß man vergebens nach solchem positivem Schaden der artfremden Nahrung sucht, weil ein solcher gar nicht unbedingt existieren muß. Die Unterschiede in den Erfolgen beider Methoden könnten auch nur darauf beruhen, daß die arteigene Nahrung einen speziellen Nutzen, einen förderlichen Reiz z. B., vermittelt“ usw. Pfaundler denkt dabei unter anderem an gewisse spezifische Immunstoffe, die dem Brustkind mit der Muttermilch zugeführt werden.

¹⁾ Pfaundler, Ernährung des Neugeborenen; im Handbuch der Geburtshilfe. Verl. Bergmann, Wiesbaden 1915. 701.

Was hier über das allgemeine Problem der „künstlichen“ und natürlichen Säuglingsernährung gesagt wird, gilt in besonders hohem Maße für das Teilgebiet, die Eiweißfrage. Der einseitigen, negativen Betrachtungsweise, wie es die Lehre vom Eiweißschaden (in gegenwärtig gemildeter Form) ist, müssen wir eine positive gegenüberstellen. Zwar gibt es keine scharfen Grenzen zwischen physiologischen und pathologischen Prozessen, sie greifen ja ineinander über, aber in bewußter und als Gegenpol wieder einseitiger Betonung des „Physiologischen“ wollen wir auch einmal untersuchen, ob nicht die einzelnen Eiweißkörper der Kuh- und Frauenmilch einen unter einander verschiedenen, besonderen, vielleicht spezifischen Wert in ihrer Wachstumsfunktion besitzen. Schärfer formuliert lautet also unsere Fragestellung: Sind die Milchproteine unter gleichen, normalen Bedingungen für das Wachstum gleichwertig?

Von diesem Gesichtspunkte wären eigentlich die aus tatsächlichen oder supponierten Differenzen bisher gezogenen Folgerungen für uns ohne Belang. Trotzdem und obwohl dabei Wiederholungen unvermeidlich sind, wird es gut sein, eine kurze kritische Sichtung vorzunehmen. Doch seien vorerst einige Bemerkungen gestattet, die uns als unerläßlich für die weitere Diskussion erscheinen:

1. Die rein formale Einteilung der Eiweißkörper, die nur noch aus Zweckmäßigkeitgründen beibehalten wird, gewährt uns einen nur oberflächlichen Einblick in ihr inneres Wesen, ihre Atomstruktur. Einzig und allein die Aminosäuren sind es, die wenigstens einigermaßen darüber Anhaltspunkte geben können.

2. Sowohl Laktalbumin und Laktoglobulin als auch Kasein sind trotz größter „Reinheit“ nur bedingt chemische Individuen.

3. Wir halten an der besonders von Abderhalden mit Nachdruck und Konsequenz durchgeführten Auffassung fest, nämlich daß die Eiweißstoffe erst nach tiefem Abbau zu ihren Bausteinen, den Aminosäuren, beziehungsweise ihren höheren Komplexen, den Polypeptiden, assimiliert werden können. Wir nehmen ferner trotz gegenteiliger Ansichten¹⁾ mit Tobler an, daß im Säuglingsmagen eine peptische Verdauung stattfindet.

4. Es ist endlich nicht überflüssig festzustellen, daß der Säuglingsorganismus schon in der allerersten Zeit nach der Geburt mit dem zur Verdauung und Assimilation notwendigen Rüstzeug, vielleicht mit Ausnahme der Stärke spaltenden Fermente, vollkommen versehen ist.

¹⁾ Davidson, Beitrag zum Chemismus des Säuglingswesens. Zeitschr. f. Kinderheilk. 2, 420, 1911. — Salge, Salzsäure im Säuglingsmagen. Zeitschr. f. Kinderheilk. 4, 111. 1912.

I. Das „schwerverdauliche“ Eiweiß.

Das Frauenmilchkasein und das Kuhmilchkasein sind verschiedene Körper. Der schon äußerlich wahrnehmbare Unterschied in dem Verhalten beim Ausfällen aus der Milch kann allerdings mit der Verschiedenheit des physikalischen Zustandes der beiden Milcharten zusammenhängen, worauf auch ultramikroskopische Beobachtungen ¹⁾ hinweisen. Tatsächlich läßt sich der Fällungsvorgang in der Frauenmilch durch mannigfache Eingriffe (z. B. Kälte, Gefrieren ²⁾) beeinflussen. Auch das Säureoptimum ³⁾ spielt hierbei eine Rolle. Ferner ist es möglich, durch Zusatz von Kalksalzen ⁴⁾ eine gröbere, durch Abzentrifugieren und Entfernen des Fettes ⁵⁾ in nicht seltenen Fällen sogar eine grobflockige Gerinnung hervorzurufen. Aber auch rein chemisch ist eine deutliche Differenz festzustellen: Der Phosphorgehalt ⁶⁾ des Frauenmilchkaseins ist merklich kleiner, sein Säurecharakter stärker ausgeprägt ⁷⁾ als bei Kuhmilchkasein. In scheinbarem Widerspruch dazu stehen zwar die Ergebnisse der Totalhydrolyse ⁸⁾, die bei beiden Kaseinen

¹⁾ Kreidl und Neumann, Ultramikroskopische Betrachtungen über das Verhalten der Kaseinsuspension in der frischen Milch und bei der Gerinnung. Pflügers Archiv 123, 523. 1908.

²⁾ Fuld und Wohlgemuth, Eine neue Methode zur Ausfällung des reinen Kaseins aus der Frauenmilch durch Säure und Lab, sowie über die Natur der labhemmenden Wirkung der Frauenmilch. Biochem. Zeitschr. 5, 118. 1907.

³⁾ Bianca Bienenfeld, Das Verhalten der Frauenmilch zu Lab und Säure. Biochem. Zeitschr. 7, 262. 1907. — Engel, Eine einfache Methode zur quantitativen Abscheidung des Kaseins aus genuiner Frauenmilch. Biochem. Zeitschr. 13, 89. 1908 und Vergleichende Untersuchungen über das Verhalten der Frauenmilch zu Säure und Lab. Ibid. 14, 234. 1908.

⁴⁾ Dogiel, Einiges über die Eiweißkörper der Frauen- und der Kuhmilch. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 9, 591. 1885.

⁵⁾ Langstein und Edelstein, Über die Einheitlichkeit des Frauenmilchkaseins. Jahrbuch f. Kinderheilk. 72 (Ergänzungsheft), 1, 1910.

⁶⁾ Langstein und Edelstein, l. c., Bergell und Langstein, Unterschied zwischen dem Kasein der Frauen- und Kuhmilch. Jahrb. f. Kinderheilk. 68, 568. 1908.

⁷⁾ Ylppö, Der isoelektrische Punkt des Menschen-, Kuh-, Ziegen-, Hunde- und Meerschweinchenmilch-Kaseins. Zeitschr. f. Kinderheilk. 8, 224. 1913.

⁸⁾ Abderhalden und Schittenhelm, Vergleichung der Zusammensetzung des Kaseins aus Frauen- und Kuhmilch. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 47, 458, 1906. — Abderhalden und Langstein, Vergleichende Untersuchung über die Zusammensetzung des Kaseins aus Frauen-Kuhmilch. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 66, 8, 1910. — Fischer, Über die Hydrolyse des Kaseins durch Salzsäure. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 33, 151. 1901. — Fischer und Abderhalden, Notizen über Hydrolyse von Proteinstoffen I, Hydrolyse des Kaseins. Zeitschr. f. physiol.

zu qualitativ und quantitativ etwa gleichen Aminosäuren geführt hat, doch steht eine genaue Bestimmung der gerade wichtigsten Diaminosäuren und des Tryptophans und Cystins für das Frauenmilchkasein noch aus, und überdies kann es sich auch bei gleicher Qualität und Quantität der Bausteine um zwei vollkommen verschiedene Substanzen handeln. Denn nicht nur die wechselnde Reihenfolge der Moleküle, sondern auch ihre verschiedene räumliche Anordnung muß in Betracht gezogen werden. So berechnet neuerdings Emil Fischer¹⁾ die Zahl der möglichen Isomerie-Fälle für ein Protein-Molekül, das z. B. aus 30, darunter 18 verschiedenen Molekeln Aminosäuren bestände, auf mehr als tausend Quadrillionen!

Was sonst noch bei der vergleichenden Analyse der beiden Körper übrigbleibt, ruht auf äußerst schwachen Füßen. Namentlich ist die so oft ins Feld geführte Eigenschaft des Kuhmilchkaseins, im Gegensatz zum Frauenmilchkasein, bei peptischer Verdauung im Reagenzglas einen Rückstand, das sog. Paranuklein, zu hinterlassen, nicht als entgültig geklärt zu betrachten. Weder über die Vorgänge beim Laben, noch über die beim Übergang von Kaseinogen in Kasein, noch über die dabei und bei der Pepsin-Salzsäure-Einwirkung entstehenden Zwischenprodukte sind wir vollkommen unterrichtet. Je nach der Konzentration der Verdauungs-Salzsäure, je nach dem Verhältnis von Kasein zu Pepsin usw. erhält man eine variable, größere oder kleinere Menge von Pseudonuklein. Dieses widersteht übrigens nicht einer energischen Pepsin-Salzsäure-Wirkung; bei richtig gewählter Konzentration geht in längstens 48 Stunden alles in Lösung. Ja es braucht nicht einmal, besonders mit bestimmten Pepsin-Präparaten, im ganzen Verlauf der Verdauung eine Ausscheidung von Pseudonuklein zu erfolgen²⁾. Dem Pseudonuklein ist überhaupt eine viel zu große Bedeutung

Chemie. 42, 540. 1904. — Skraup, Produkte der Hydrolyse von Kasein. Monatshefte f. Chemie. 29, 791. 1908. — Osborne und Guest, Hydrolysis of Casein. Journ. Biol. Chem. 9, 333. 1911.

¹⁾ E. Fischer, Isomerie der Polypeptide. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 99, 54. 1917.

²⁾ Salkowski, Über das erste Produkt der Verdauung des Kaseins durch Pepsinsalzsäure. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 27, 297. 1899. — Salkowski und Hahn, Über das Verhalten des Kaseins zur Pepsinsalzsäure. Pflügers Archiv. 63, 401. 1896. — Alexander, Zur Kenntnis des Kaseins und seiner peptischen Spaltungsprodukte. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 25, 411. 1898. — Reh, Über die Polypeptidphosphorsäure (Paranukleinsäure) des Kaseins. Hofmeisters Beiträge zur chem. Physiologie und Pathologie. 11, 1. 1918. — Dittrich, Über phosphorhaltige Kaseinpeptone. Biochem. Zeitschr. 22, 120. 1909.

beigemessen worden. Es ist eben kein einheitliches Produkt. Die daraus gewonnene Pseudonuklein-Säure ¹⁾ ist ebenso wie die nach einer etwas modifizierten Methode dargestellte Polypeptidphosphorsäure ²⁾, wie schon der Name andeutet, ein Gemisch von hoch-molekularen Aminosäure-Komplexen. Da außerdem die phosphorhaltige Gruppe des Frauenmilchkaseins an sich schon sehr gering ist, kann hier das Pseudonuklein leicht übersehen werden. Unter diesen Umständen sind die auch bezüglich des Frauenmilchkaseins sich stark widersprechenden Angaben ³⁾ ohne weiteres verständlich. Aber all diese aus Reagenzglas-Versuchen gewonnenen Resultate stellen kein wirkliches Bild der Magen-Verdauung dar. Sowohl die peptische als die tryptische Verdauung verläuft in vivo sicher viel stärker und schneller.

Soviel also über das Kasein. Über das hitzekoagulable Eiweiß der Frauenmilch, das Albumin, wissen wir gar nichts. Besser erforscht ist das Kuhmilchalbumin. Es läßt sich aus der mit Magnesiumsulfat gesättigten Molke in ziemlich reinem Zustande herstellen ⁴⁾ und sogar kristallisiert erhalten ⁵⁾, ist von Serumalbumin verschieden ⁶⁾ und zeichnet sich durch einen höheren Schwefelgehalt aus, was mit der Anwesenheit von Cystin (Di- α -amino- β -thiopropionsäure) zusammenhängt.

Wir fragen nun: ist es auf Grund der eben angeführten „Differenzen“ erlaubt, zu behaupten, daß die Eiweißkörper der Frauenmilch besser oder anders verdaut werden als die Kuhmilchproteine? Die in der

¹⁾ Salkowski, l. c.

²⁾ Reh, Dittrich, l. c.

³⁾ Biedert, Untersuchungen über die chemischen Unterschiede der Menschen- und Kuhmilch. Inaug.-Diss. Gießen 1869 (1884). — Derselbe, Neuere Untersuchungen usw. Virchow-Arch. **60**, 1874. — Dogiel, l. c. — Wroblewski, Beiträge zur Kenntnis des Frauenkaseins und seine Unterschiede am Kuh-Kasein. Inaug.-Diss. Bern 1894. — Kobrak, Beiträge zur Kenntnis des Kaseins der Frauenmilch. Pflügers Archiv. **80**, 69. 1900. — Zaitschek, Zur Kenntnis der Pepsinsalzsäurelöslichkeit der Milch und der Kaseine. Pflügers Archiv **104**, 550. 1905. — v. Szontagh, Untersuchungen über den Nukleingehalt in der Frauen- und Kuhmilch. Ung. Archiv f. Med. **1**, 192. 1892, zitiert nach Malys Berichte für Tier-Chemie **22**, 168, 1892 und Jahrb. f. Kinderheilk. **62**, 715. 1905.

⁴⁾ Sebelien, Beitrag zur Kenntnis der Eiweißkörper der Kuhmilch. Zeitschrift f. physiol. Chemie. **9**, 445. 1885.

⁵⁾ Wichmann, Über die Kristallformen der Albumine. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **27**. 575. 1899.

⁶⁾ Abderhalden und Pribram, Die Monoamino-säuren des Albumins aus Kuhmilch. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **51**, 409. 1907. — Crowther und Raitrick, Eine vergleichende Untersuchung der Proteine des Kolostrums und der Milch der Kuh und ihrer Beziehungen zu Serumproteinen. Biochem. Journal. **10**, 434. 1916. Zit. nach Chem. Zentralbl. 1917. **1**, 99.

Säuglings-Ernährungslehre lange Zeit zum Axiom erhobene These vom Eiweißschaden war auf diesen Unterschieden aufgebaut. Die Schwerverdaulichkeit des Kuhmilchkaseins bildete ihren Angelpunkt. Als Hilfhypothese diente das native „lösliche“ Albumin, von dem sich merkwürdigerweise bis in die neueste Zeit die Vorstellung erhalten hat, daß es direkt resorbierbar sei. Der neuen Auffassung über Verdauung und Assimilation vermag die Lehre vom „schädlichen Nahrungsrest“ nicht mehr standzuhalten. Selbst wenn es zutreffen würde, daß das Kuhmilchkasein in Analogie zu den vielfach noch bestrittenen Versuchen *in vitro* bei der peptischen Verdauung im Säuglingsmagen einen „unlöslichen“ Rest zurückläßt, wäre damit noch lange nicht seine Schwerverdaulichkeit bewiesen. Es ist ein Irrtum zu glauben, daß man aus dem Verhalten im Magen den ganzen Verdauungsablauf beurteilen darf. Magen und Darm stehen in einem engen Abhängigkeitsverhältnis zueinander. Die Bedeutung der Magenverdauung allein soll man nicht überschätzen. Die peptischen Fermente haben die zwar wichtige Funktion, den tryptischen die Aufgabe zu erleichtern, aber es ist doch nur eine Vorbereitung zum weiteren Abbau der Spaltprodukte. Diese müssen vielmehr erst den Darm passieren, wo sie einer tiefergehenden Spaltung anheimfallen. Und dann: das sog. Pseudonuklein ist als eine schon recht weit vorgeschrittene Abbaustufe zu betrachten, mit der Trypsin und Erepsin sicher leicht fertig werden würden. Eine Überbürdung des Darms, eine Mehrarbeit wäre nicht zu befürchten. Diese Fermente verschonen auch das Frauenmilchalbumin nicht. Dafür sprechen, wenn es dafür überhaupt noch eines Beweises bedurfte, an neugeborenen Tieren mit Kuhmilch- und Frauenmilchmolke ausgeführte Versuche ¹⁾. Sie zeigen, daß grundsätzlich, und darauf kommt es doch an, die Verdauung von Kuh- und Frauenmilch-Proteinen in gleicher Richtung verläuft. Zumindest unverständlich ist folgender Satz Biederts ²⁾: „Das Muttermilchkind verdaut schon im Magen und im oberen Teil des Darms, dessen Inhalt bis unten hin deutlich sauer reagiert, das Kuhmilchkind in einem in den unteren Abschnitten immer schwächer sauer, schließlich alkalisch reagierenden Darm.“ Hier wird von unrichtigen und unsicheren Voraussetzungen aus ein künstlicher Gegensatz

¹⁾ Langstein, Eiweißabbau und Aufbau bei natürlicher und künstlicher Ernährung. *Jahrb. f. Kinderheilk.* **64**, 173. 1906. — Bahrdt und Langstein, Das Verhalten des Stickstoffs im Magendarmkanal des neugeborenen Kalbes bei artgleicher Ernährung. *Jahrb. f. Kinderheilk.* **67**, 1. 1908.

²⁾ Biedert, Die Kinderernährung im Säuglingsalter. Enke, Stuttgart. 1905. 107.

konstruiert. Das Kuhmilch- und das Muttermilch-Kind verdauen Kasein und Albumin sowohl im Magen als auch im Darm, bei saurer und alkalischer Reaktion. Die Verdauung bei nur saurer Reaktion würde ungenügend sein! Wir sind nach alledem zu der Annahme berechtigt, daß die Eiweißkörper der Kuhmilch von gesunden Säuglingen ebensogut und ebenso restlos verdaut werden, wie die Eiweißkörper der Frauenmilch. Diese Annahme wird gestützt durch zahllose klinische Beobachtungen an gesunden Kindern sowie durch viele Stoffwechselversuche, aus denen hervorgeht, daß der Nutzungswert des Nahrungs-N bei natürlich und künstlich ernährten gesunden Kindern der gleiche ist ¹⁾).

Wie ist aber damit die Erscheinung der Kasein-Bröckel in Einklang zu bringen? Wir meinen die im Gegensatz zu jenen „Fettsäureklümpchen“ bisher öfter übersehenen, größeren Gebilde in Säuglingsstühlen, die neuerdings von verschiedener Seite beobachtet und genauer beschrieben wurden. Sie bestehen neben wechselndem Fettgehalt aus biologisch und chemisch nachweisbaren Kaseingerinnseln und treten in den allermeisten Fällen nur bei dyspeptischen oder sonst ernährungsgestörten Kindern auf, nach Ernährung mit roher Vollmilch, mit großen Mengen verdünnter Magermilch und mit roher, aus Magermilch (nicht aus Buttermilch!) hergestellter Eiweißmilch ²⁾. Wir hätten es also hier zweifellos mit einer Abgabe unverdauten oder nur oberflächlich angebauten Eiweißes (Kasein) zu tun. In jenen kleinen Bröckeln dyspeptischer Stühle von Flaschen- und Brustkindern handelt es sich dagegen schon um Eiweiß-Abbauprodukte in minimalster Menge. Zusammenfassend ergibt

¹⁾ Orgler, Der Eiweißstoffwechsel des Säuglings. *Ergeb. der inn. Med. u. Kinderheilk.* **2**, 464. 1908. — Ferner Czerny-Keller, *Des Kindes Ernährung, Ernährungsstörungen und Ernährungstherapie*. Deuticke, Leipzig-Wien. **1**, 1900 und **2**, 1917, hier besonders das Kapitel über Eiweißnährschaden. S. 82.

²⁾ Talbot, Kaseingerinnsel im Kinderstuhl. Biologischer Nachweis ihres Ursprungs aus Kasein. *Jahrb. f. Kinderheilk.* **73**, 159, 1911. — Selter, Zur Kenntnis der Milchbröckel in den Säuglingsfäzes. *Verhandl. d. Gesellsch. f. Kinderheilk.* Stuttgart 1906. 177. — Brennehan, A Contribution to our knowledge of the etiology and nature of hard curds in infants stools. *Americ. Journ. of dis. of children*, **1**, 341. 1911. — Ibrahim, Kaseinklumpen im Kinderstuhl im Zusammenhang mit Rohmilchernährung. *Monatsschr. f. Kinderheilk.* **10**, 55. 1911/12. — Bauer, Über den Befund von Kuhmilchkasein in Säuglingsstühlen. *Monatsschr. f. Kinderheilk.* **10**, 239. 1911/12. — Uffenheimer und Takeno, Der Nachweis des Kaseins in den „sogenannten“ Kaseinbröckelchen des Säuglingsstuhls mit Hilfe der biologischen Methodik, insbesondere der Anaphylaxie. *Zeitschr. f. Kinderheilk.* **2**, 32, 1911. — Benjamin, Der Eiweißnährschaden des Säuglings. *Zeitschr. f. Kinderheilk.* **10**, 185. 1914.

sich also: 1. Verdauungsschwache oder ernährungsgestörte Säuglinge stoßen einen sehr geringen Teil des ihnen in bestimmter Nahrungsform meist im Überschuß gereichten Kuhmilchkaseins durch den Darm ab. 2. Verdauungsschwache oder kranke Säuglinge verwerten nicht restlos das Milcheiweiß (auch Frauenmilcheiweiß). Was ist daraus zu folgern? Doch nur, daß der primär geschädigte Magen- und Darmkanal nicht imstande ist, seine Aufgaben zu bewältigen und öfter keineswegs immer in seiner eiweißverdauenden Funktion versagt. Den Kaseinbröckeln ist eine klinisch vielleicht nicht unwichtige, aber nur symptomatische Bedeutung beizumessen. Normalerweise ist bezüglich der Verdauung des Kuhmilch- und Frauenmilch-Eiweißes weder ein prinzipieller noch ein gradueller Unterschied vorhanden.

II. Das arteigene und artfremde Eiweiß.

Von biologischen, aus der Immunitätslehre herübergenommenen Gesichtspunkten hat Hamburg^{er} unter Verwertung des Begriffs der Spezifität ein interessantes und geistvolles Bild ¹⁾ der Verdauung und Assimilation entworfen. Allen Zellen- und Körperflüssigkeiten derselben Spezies kommen bestimmte Arteigentümlichkeiten zu. Träger derselben sind durch spezifische Reaktion nachweisbare Atomkomplexe unbekannter Konstitution. Auch Eiweißkörper sind artspezifisch. Jede Zelle besitzt zwei Eigenschaften, die eine ist durch die Funktion, die ihr im Organismus zugewiesen ist, die andere durch ihre Artzugehörigkeit bedingt. Den Verdauungszellen fällt während der Assimilation die Hauptaufgabe zu, die eindringenden artfremden Nahrungsstoffe ihrer „biochemischen Artstruktur“ zu berauben und sie in arteigene umzuwandeln. Die Eiweißkörper werden „nicht deswegen zerlegt, damit sie resorbiert werden können, sondern sie sind als solche, nicht resorbierbar, weil sie sonst die Körperzellen, die die Assimilation artfremder Stickstoffverbindungen fast verlernt haben, schädigen würden. Der Umstand, daß die Darmwand die Eiweißkörper als solche nicht diffundieren läßt, ist demnach als eine Schutzvorrichtung anzusehen, nicht als eine unbequeme Einrichtung, die Verdauungssäfte notwendig macht, damit die Eiweißkörper in eine diffusible Form übergeführt werden.“

Auf mehr chemischer Grundlage und auf umfassenden, chemisch-physiologischen Versuchen fußend, baut Abderhalden ²⁾ seine Hypo-

¹⁾ Hamburger, Arteigenheit und Assimilation. Deuticke, Leipzig-Wien 1903.

²⁾ Abderhalden, Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. Springer, Berlin 1912; ferner Lehrbuch der physiologischen Chemie 1 und 2, Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1914/15.

these auf. Nach dieser hätten wir uns den Assimilationsvorgang etwa folgendermaßen vorzustellen: Jede Nahrung besteht aus Zellen, die ihrerseits in einem spezifisch aufgebauten Zellstaate eine besondere Rolle gespielt haben. Die Nahrung bzw. die Nahrungsstoffe werden im Magen-Darmkanal mit Hilfe der Fermente über mehr oder weniger große Bruchstücke hinweg bis zu ihren einfachen Bausteinen abgebaut. Die Fermente zerstören jede molekulare Eigenart, sie „nivellieren alles“. Aus diesem indifferenten Trümmerhaufen bauen die Darmzellen „körpereigene“ bzw. „bluteigene“ Stoffe, die nun zur Verfügung der Gewebe und Zellen bereitstehen. Je nach Funktion und Bedarf wird „zelleigenes“ Material gebildet. Die Differenzierung geht so weit, daß die zelleigenen Stoffe für jede andere Zellart und für das Blut zell- bzw. blutfremd sind. Die Aminosäuren bzw. die einfacheren Polypeptide werden von der Darmwand resorbiert und hier vollzieht sich dann der neue Um- und Aufbau in Körpereweiß. „Die Körperzellen erfahren durch den tiefgehenden Abbau der Nahrungsstoffe nie, welcher Art die aufgenommene Nahrung war.“ Durch den Abbau und den spezifischen Neuaufbau wird eine Konstanz des Zellgebäudes gewahrt.

So weit die beiden Hypothesen, die auf verschiedenen Wegen, dem biologischen und chemischen, zu einer ähnlichen Auffassung über Art und Wesen der Assimilation gelangen. Man kann unter anderem darüber diskutieren, ob schon in der Darmwand die Synthese von Eiweiß vonstatten geht, oder ob die Aminosäuren direkt in die Blutbahn übergeführt werden. Man kann vielleicht über die teleologische Seite des Problems anderer Meinung sein, in ihrem logischen Aufbau sind diese Hypothesen durchaus einleuchtend und klar. Besonders die Abderhaldensche, weil sie weitgehender, vielgestaltiger ist. Die Konsequenzen, die sich aus dieser Auffassung für die Betrachtung unseres speziellen Problems, der natürlichen und künstlichen Säuglingsernährung ergeben, sind sehr einfach. Minder klar und weniger einleuchtend ist die diesbezügliche Ableitung Hamburgers¹⁾. Zunächst wird der Unterschied der beiden Ernährungsformen damit erklärt, „daß einmal Nahrungsstoffe mit den Arteigentümlichkeiten derselben Spezies und das anderemal mit denen einer fremden Spezies zugeführt werden.“ Gegen diese allgemein gehaltene Konstatierung einer Tatsache läßt sich natürlich nichts sagen. Nun aber das negative Moment: Der Schaden der „künstlichen“ Ernährung liegt darin, daß die Zerstörung, Umformung, „Aneignung“ der artfremden Stoffe in der Zeit der „extrauterinen Abhängigkeit“ eine ungewohnte große Arbeit erfordert. Besonders schädlich wirken

¹⁾ Hamburger, l. c., 51, 53 und 54.

die artfremden Eiweißkörper. „Kuhmilch übt als Rindereiweiß auf die Schleimhaut des Verdauungskanal, die eben aus Menscheneiweiß besteht, einen verhältnismäßig sehr heftigen Reiz aus.“ Dieses Rindereiweiß muß erst „entgiftet“ und in Menscheneiweiß umgebaut werden, was eine Mehrleistung vom ganzen Organismus beansprucht.

Diese Deduktion ist ganz und gar unrichtig. Es besteht kein prinzipieller Gegensatz zwischen dem Verdauungsvorgang des homologen und des heterologen Materials. Ob artgleich oder artfremd, jeder Nahrungstoff unterliegt im Magen-Darmkanal einer Zerlegung und einem Umbau. Es ist schwer einzusehen, warum das Frauenmilcheiweiß weniger gründlich oder leichter umgebaut werden sollte, als irgend ein anderes artfremdes Protein. Auch das Frauenmilcheiweiß ist der Darmzelle „un-geohnt“. Es ist zwar im biologischen Sinne „Menscheneiweiß“, das heißt, es hat mit der Milch, den Erythrozyten, dem Blutserum des Menschen dieselbe an bestimmte Komplexe gebundene Reaktion gemeinsam; aber damit ist nicht gesagt, daß es mit dem Körpereweiß des „Säuglings“ bzw. der „Frau“ identisch ist. Das Kasein und das Albumin der Frauenmilch sind dem „Säugling“ bzw. der „Frau“ gegenüber genau so „körperfremd“, wie etwa eine Leberzelle und eine Nierenzelle derselben Spezies untereinander „zellfremd“ sind. Auch das Frauenmilcheiweiß-Molekül muß ebenso wie das Molekül des Kuhmilcheiweißes in seiner Atomstruktur zum Körpereweiß umgeformt, demselben „angeeignet“ werden. Nicht darin liegt, wenn man so will, die wunderbare Zweckmäßigkeit dieser Einrichtung, daß arteigenes Material intakt bleibt, damit sich seine Arteigentümlichkeiten erhalten, sondern darin, daß trotz gründlichster Zertrümmerung die Zelle bzw. das Zelleiweiß so aufgebaut werden, daß wieder dieselben artspezifischen Atomkomplexe zum Vorschein kommen.

Ein anderes ist, wenn man dem Frauenmilcheiweiß insofern eine Sonderstellung einräumt, als man es sich direkt resorbierbar denkt. Wir haben bereits erwähnt, daß diese Vorstellung lange maßgebend war, ja wir wagen es zu behaupten, daß sie noch jetzt unbewußt das Denken vieler beherrscht. Nur so ist es verständlich, daß, wie das z. B. Birk tut, beim Neugeborenen die Möglichkeit einer unmittelbaren Assimilation der Eiweißkörper des Kolostrums ventiliert wird ¹⁾. Birk beruft sich dabei auf Befunde ²⁾, aus denen hervorgeht, daß die Proteine

¹⁾ Birk, Untersuchungen über den Stoffwechsel des neugeborenen Kindes. Sammlung klinischer Vorträge Nr. 654/55. 423. 1912.

²⁾ Bauereisen, Die Beziehungen zwischen dem Eiweiß der Frauenmilch und dem Serumeiweiß der Mutter. Arch. f. Gynäk. 90, 349. 1910.

der Kolostralmilch biologisch dem Blutserumeiweiß der Mutter sehr nahe stehen, beachtet aber nicht, daß schon der Plazentaraustausch ¹⁾ nicht als bloßer Diffusionsvorgang aufzufassen, es vielmehr wahrscheinlich ist, daß auch bei der Plazentarennährung eine Umprägung der Nährstoffe vermittels der spezifischen Tätigkeit des Chorionepithels in Frage kommt. Ja, Hamburger selbst hält sich von dieser Vorstellung nicht ganz frei, obwohl er sich damit in schärfstem Widerspruch zu seiner Hypothese stellt. Er meint ²⁾: „Hier ³⁾ wird anfangs überhaupt keine Assimilation, sondern nur Resorption notwendig sein, natürlich nach Zerlegung bestimmter, von vornherein nicht resorbierbarer Eiweißformen (Kasein).“

Eine teilweise Berechtigung zu der Annahme der direkten Resorption wird hergeleitet aus Beobachtungen über die Durchlässigkeit der Magen-Darmwand gesunder Kinder für verschwindend geringe Mengen genuinen Eiweißes ⁴⁾, obwohl diese Frage, wie Hamburger ja selbst zugibt, mit Verdauung und Assimilation im Grunde genommen nichts zu tun hat. Wenn aber aus dem Übertritt der „nativen“ Eiweißkörper ins Blut der Schluß gezogen wird ⁵⁾, „daß selbst die Anwesenheit geringer Mengen artfremden Eiweißes eine gewisse Schädigung für den Säugling bedeuten kann“, so darf mit demselben Recht dasselbe aus der eventuellen Anwesenheit artgleichen Proteins gefolgert werden; weil ja auch dieses in Konsequenz der oben dargelegten Gedankengänge „blutfremd“, also schädlich wirken muß.

Es wäre dem Säuglingsorganismus gar nicht damit gedient, wenn er wirklich Frauenmilcheiweiß bzw. das „lösliche“ Albumin direkt aufnehmen könnte.

Die Frage des heterologen Eiweißschadens ist jüngst von neuem aufgerollt worden. Mit exakten, z. T. physikalisch-chemischen Methoden haben Moro und seine Mitarbeiter ⁶⁾ die Atmung der überlebenden

¹⁾ Hofbauer, Die menschliche Plazenta als Assimilationsorgan. Samml. klinischer Vorträge Nr. 454, 451. 1907/08.

²⁾ Hamburger, Biologisches über die Eiweißkörper der Kuhmilch und über die Säuglingsernährung. Wien. klin. Wochenschr. 1901. 1204.

³⁾ scil.: bei der eigenen Mutter.

⁴⁾ Hamburger, Über Eiweißresorption bei der Ernährung. Jahrb. f. Kinderheilk. 65, Ergänzungsband, 15. 1907. Vgl. auch die ausgezeichnete Besprechung von Salge, Die biologische Forschung in den Fragen der natürlichen und künstlichen Säuglingsernährung. Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilk. 1, 484. 1908.

⁵⁾ Hamburger, Über Eiweißresorption usw. l. c. 38.

⁶⁾ Moro, Über den Einfluß der Molke auf das Darmepithel. Jahrb. f. Kinderheilk. 79, 645. 1914. — Hahn und Moro, Zur Frage nach der Artspezifität

Darmzelle, d. h. ihre Oxydationsfähigkeit und die resorptive Tätigkeit des überlebenden Kälberdarms in arteigener und artfremder Molke zum Gegenstand ausgedehnter Studien gemacht. Die oxydative Tätigkeit von Rinderdarmzellen erwies sich in homologer Molke größer als in heterologer. Auch die Darmzellen von Frühgeburten und Neugeborenen zeigten in homologer (Frauenmilch-) Molke eine deutliche höhere Oxydationsfähigkeit. Dagegen war bei älteren Kindern und künstlich ernährten, nicht ernährungsgestörten Säuglingen kein Unterschied zu beobachten. Das Molkeneiweiß spielte dabei keine Rolle, denn auch im Eiweiß der heterologen Molke blieb die oxydative Tätigkeit beeinträchtigt. Anders verliefen die Resorptionsversuche. Aus Frauenmilchmolke verschwanden in derselben Zeiteinheit relativ und absolut geringere Zuckermengen (Milchzucker), als aus Kuhmilchmolke. Dagegen wurden nach dem Enteiweißen in beiden Molken gleiche Zuckermengen resorbiert. An der Resorptionsverzögerung in artfremder Molke war somit das artfremde Molkeneiweiß (Albumin) zu mindest mitbeteiligt.

An diesen sehr interessanten Befunden, die von einer neuen Seite die Wichtigkeit des Milieus für das Darmepithel beleuchten, wäre an sich wenig auszusetzen. Einwände lassen sich gegen jeden in vitro unternommenen, wie überhaupt gegen jeden Versuch erheben. Moro nimmt sie vorweg, indem er selbst auf die hauptsächlichsten Fehlerquellen aufmerksam macht (z. B. Fehlen der Zirkulation bei den isolierten Darmstücken!) und indem er betont, daß die Resorptionsversuche nur für die Milchzucker-Resorption im Darm des Saugkalbs volle Beweiskraft beanspruchen. Keinesfalls aber können wir uns mit der Deutung der Ergebnisse einverstanden erklären. „Wir erblicken den heterogenen Eiweißschaden zunächst und hauptsächlich darin, daß das artfremde Eiweiß in seiner biologisch aktiven Form, also vor allem das Molken-eiweiß, die resorptive Tätigkeit der Darmzelle beeinträchtigt.“ Vorbedingung hierfür ist natürlich, daß wirklich genuines Eiweiß im Darm vorhanden ist. Da Moro nicht auf dem Standpunkt steht, daß Eiweiß direkt resorbiert wird, gibt er folgende Erklärung: „Wir brauchen uns aber nur vor Augen zu halten, daß gerade die Molkenflüssigkeit schon sehr bald, wenige Minuten nach der Aufnahme von Milch im Magen,

der Molkenwirkung. Ebenda, 79, 664. 1914. — Klocman und Moro, Untersuchungen über die an der Verschiedenheit der Wirkung von Kuh- und Menschenmolke auf Kälberdarmzellen wesentlich beteiligten Faktoren. Ebenda, 79, 676. 1914. — Freudenberg und Schofmann, Resorptionsversuche am überlebenden Kälberdarm. Ebenda 79. 685. 1914.

nach dem Darm schußweise weitergegeben wird, und daß dabei die Darmzellen — wenigstens eine Zeitlang — mit biologisch aktivem Eiweiß in Kontakt kommen müssen“¹⁾.

Zunächst müssen wir wieder darauf hinweisen, daß auch homologes Eiweiß als „körperfremd“ anzusehen ist, daß demnach also auch das Frauenmilch-Albumin schädlich, „reizend“ wirken könnte. Und dann die „biologisch aktive“ Form. Kann von einer biologischen Aktivität überhaupt die Rede sein? Wir möchten es bezweifeln. Wenn wir Moro richtig verstanden haben, so meint er damit die Aktivität des mit biologisch wirksamen Komplexen ausgestatteten Proteins. Diese „biologischen“ Atomgruppen werden unter dem Einfluß der peptischen und tryptischen Fermente sehr schnell zerstört. Mag die Zeit vom Beginn der Labung, Gerinnung usw. bis zum schußweisen Austritt der Molkenanteile noch so kurz sein, auch das Molkeneiweiß ist nicht mehr unverändert. Dieses ist vielmehr durchtränkt mit aktivem Pepsin, welches noch im alkalischen Medium des Dünndarms weiter nachwirken kann. Schon während der kurzen Verweildauer im Magen und weiter im Dünndarm geht unter peptischer Einwirkung die „biochemische Artstruktur“ des Molkeneiweißes verloren. Es kann nicht mehr biologisch aktiv wirken. Vor der Hand muß also auch auf Grund dieser Versuche die Frage des heterologen Eiweißnährschadens noch offen bleiben.

Wenn wir nunmehr auf unsere eingangs erörterte Fragestellung zurückkommen, so wollen wir die Frage betreffs des besonderen Nutzens, der möglicherweise den Milchproteinen zukommt, rein chemisch aufgefaßt wissen. Man mag von „vitalen“ Eigenschaften der Milch sprechen, ja sogar von „lebenden“ Eiweißstoffen der Muttermilch im Sinne der „lebendigen Substanz“²⁾, die Dinge sind vorläufig viel zu wenig greifbar,

¹⁾ Moro wendet sich seinerseits gegen die angeblich inkonsequente Deutung der Kaseinwirkung der Eiweißmilch. „Einerseits soll das Eiweiß (Kasein und Albumin) schon im Dünndarm quantitativ in Aminosäuren aufgespalten und in dieser Form resorbiert werden, andererseits wird die gärungswidrige Wirkung der Eiweißmilch u. a. auch damit erklärt, daß ihr hoher Kasein-Gehalt zu starker Darmsekretion führt und so die alkalische Reaktion begünstigt. Entweder — oder: aber keinesfalls beides!“ Dieser Einwand ist uns unverständlich. Nicht das Kasein als solches, sondern die daraus entstehenden Spaltprodukte (Aminosäuren, Polypeptide usw.), die infolge des hohen Kaseingehaltes in größerer Konzentration zugegen sind, rufen die stärkere Darmsekretion hervor! — Moro, Bemerkungen zur Lehre von der Säuglingsernährung. *Jahrb. f. Kinderheilk.* 83, 459. 1916.

²⁾ Pfaundler, *Physiologie der Laktation*. Handbuch der Milchkunde. Bergmann, Wiesbaden 1909. Vgl. d. Kapitel: Über das Wesen der Milch, besonders die Stellen, wo die Hirthsche Auffassung besprochen wird.

als daß sie zu einem positiven Ergebnis führen könnten. Unsere Erwägung knüpft an die neuere Erkenntnis, daß bestimmte Molekülkomplexe des großen Eiweißmolekels für das Wachstum der Zelle eine wichtige, entscheidende Bedeutung haben ¹⁾).

III. Das verschiedenwertige Eiweiß.

Die biologische Reaktion gestattet uns die Unterscheidung homologer Eiweißkörper verschiedener Tier-Spezies, dagegen noch nicht die Differenzierung der einzelnen Proteine derselben Spezies. Ansätze dazu liegen vor, das Problem bedarf aber noch des weiteren Ausbaues. Die chemische Methode ist in letzter Zeit außerordentlich verfeinert worden. Die Elementarzusammensetzung besagt nur dann etwas, wenn augenfällige Unterschiede vorhanden sind. Erst die quantitative Bestimmung der Bausteine der Proteine, der Aminosäuren, gibt einen Aufschluß, der besonders eindeutig ist, wenn einzelne Bausteine fehlen oder ihre Quantität merklich verschieden, größer oder geringer ist. Bei der gewöhnlichen Totalhydrolyse muß man mit Verlusten von 30 bis zu 50% rechnen. Es läßt sich aber eine Aufspaltung bei Anwendung größter Vorsicht so durchführen, daß eine Zerstörung besonders empfindlicher Bausteine (z. B. Tryptophan) auf das Mindestmaß eingeschränkt wird. Andererseits kann man mit der Methode von Slyke ²⁾ die Verteilung des Stickstoffs in den einzelnen Gruppen (Amino-N, Diamino-N, N der einzelnen Diaminosäuren) mit außerordentlicher Sicherheit verfolgen. Die Verbindung dieser Methoden mit Fütterungs- und N-Bilanz-Versuchen führte zur Aufstellung des Begriffs der „biologischen Wertigkeit“ der Eiweißkörper. Man hat Tieren entweder Gemische verschiedener Aminosäuren, in denen bestimmte Bausteine fehlen, verfüttert, oder es wurde ihnen eine eiweißfreie Standardnahrung gereicht und durch jeweilige Zugabe eines bestimmten Proteins, dessen „Wert“ erprobt. Mit vollständig zu Aminosäuren abgebautem: Kasein, Pferdefleisch, Hundefleisch, Hundekörper, Rattenkörper, gelingt es, ausgewachsene und wachsende Hunde und Ratten im Stickstoff-Gleichgewicht zu

¹⁾ Wir haben bereits an anderer Stelle darauf hingewiesen: Langstein-Edelstein, Die Rolle der Ergänzungsstoffe bei der Ernährung wachsender Tiere usw. Zeitschr. f. Kinderheilk. 16, 305. 1917.

²⁾ van Slyke, Eine Methode zur quantitativen Bestimmung der aliphatischen Aminogruppen; einige Anwendungen derselben in der Chemie der Proteine, des Harns, der Enzyme. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 43, 3170. 1910 und ein Nachtrag hierzu: Ber. Deutsch. Chem. Ges. 44, 1684. 1911.

erhalten, ja sogar Stickstoff und Gewichtsansatz zu erzielen ¹⁾. Eine Überlegenheit von arteigenem Eiweiß war bisher nicht festzustellen. Vereinzelt Befunde, wie die von Michaud ²⁾ konnten nicht allgemein bestätigt werden. Man muß weitere Versuche abwarten. Wurde einem Aminosäure-Gemisch Tryptophan entzogen, so trat negative N-Bilanz ein, das Versuchstier war sichtlich müde, apathischer geworden; Zusatz von Tryptophan stellte N-Gleichgewicht und den früheren Zustand der Munterkeit wieder her ³⁾. Mit Zein, dem Protein des Maises, welchem Tryptophan und Lysin fehlt, ist kein N-Gleichgewicht zu erreichen ⁴⁾. Dieser Eiweißkörper ersetzt beim Schwein nur zu 80% den N-Bedarf ⁵⁾. Mit demselben Zein, als Eiweiß einer sonst suffizienten Standardnahrung, gefütterte Ratten nahmen dauernd an Gewicht ab, bei Tryptophan-Zulage hörte die Gewichtsabnahme auf, auf Zugabe von Tryptophan plus Lysin erfolgte sofort kräftiges Wachstum ⁶⁾. Erhöht man eine zum normalen Wachstum nicht ausreichende, aus Hafer- und

¹⁾ Abderhalden und seine Mitarbeiter: Rona, London, Frank, Schittenhelm, Oppler usw. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **43—68**. 1904—1910. Buglia, Untersuchungen über die biologische Bedeutung und den Metabolismus der Eiweißstoffe: Untersuchungen über den Stoffwechsel bei jungen Hunden usw. *Zeitschr. f. Biol.* **57**, 365. 1911.

²⁾ Michaud, Beitrag zur Kenntnis des physiologischen Eiweiß-Minimums. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **59**, 405. 1909. — Frank und Schittenhelm, Beitrag zur Kenntnis des Eiweißstoffwechsels I u. II. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **70**, **98**, 1910 und **73**, 157. 1911. — Abderhalden, Weitere Studien über den Stickstoffwechsel. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **96**, 60. 1915/16.

³⁾ Abderhalden, Weiterer Beitrag zur Frage nach der Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im tierischen Organismus. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **57**, 348. 1908. — Derselbe, Fütterungsversuche mit vollständig abgebauten Nahrungstoffen. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **77**, 22. 1912. — Derselbe, Weitere Versuche über die synthetischen Fähigkeiten des Hundes. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **83**, 444. 1913. — Derselbe, Weitere Studien über den Stickstoffwechsel. *Ebenda* **96**, 1. 1915/16. 16.

⁴⁾ Henriques, Läßt sich durch Fütterung mit Zein oder Gliadin als einzige stickstoffhaltige Substanz das Stickstoffgleichgewicht herstellen? *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **60**, 105. 1909.

⁵⁾ Mc Collum, Nature of the Repair processes in protein. *Americ. Journ. of Physiol.* **29**, 215. 1911.

⁶⁾ Osborne und Mendel, Amino-acids in nutrition and growth. *Journ. of biol. Chem.* **17**, 325. 1914. — Dieselben, The comparative nutritive value of certain proteins in growth and the problem of the protein minimum. *Journ. of biol. Chem.* **20**, 351. 1915. — Dieselben, The role of gliadin in nutrition. *Journ. of biol. Chem.* **12**, 443. 1912. — Dieselben mit Ferry und Wakemann, The aminoacid minimum for maintenance and growth as exemplified by further experiments with lysine and tryptophane. *Journ. of Biol. Chem.* **25**, 1. 1916.

Weizenkörnern bestehende Proteinmenge durch Kasein, so gedeihen junge Ratten ausgezeichnet; Ersatz des Kasein-Anteils durch 6% Lysin enthaltende Gelatine wirkt ebenfalls günstig¹⁾. Durch Verfüttern von abgebauter Gelatine kommt es bei Hunden zu einem N-Defizit. Dieses wird sofort aufgehoben durch ein Gemisch aus Aminosäuren, in dem Cystin, Tyrosin, Tryptophan und Histidin besonders reichhaltig vertreten sind²⁾. Zufuhr von abgebauter Seide, in der wichtige Bausteine fehlen bzw. nur in geringer Menge vorhanden sind, hat N- und Gewichtsverlust zur Folge³⁾. Junge Ratten von ca. 100 g Gewicht wachsen lange Zeit ausreichend bei einer Kost, die neben Fett, Stärke usw. und abgebautem Kasein bzw. Kasein plus Albumin noch 2% Tryptophan und 0,5—1% Cystin enthält. Wird durch vorsichtigen Eingriff Arginin plus Histidin weggenommen, hört das Wachstum auf; bei Zugabe von Histidin oder Arginin allein tritt zwar keine weitere Abnahme ein, der Wachstumsstillstand bleibt aber bestehen. Erst durch Zusatz von Histidin plus Arginin ist die Wachstums-Hemmung zu überwinden⁴⁾. Erwähnt sei noch eine Beobachtung bei dem letzten Versuch, daß nämlich beim Fehlen von Histidin und Arginin, nicht dagegen bei Abwesenheit von Tryptophan die Allantoin-Ausscheidung im Harn stark vermindert war⁵⁾. Von besonderem Interesse sind für uns die Versuche mit Laktalbumin und Kasein. Mit einer eiweißfreien Standardkost plus 15% Kasein konnten Osborne und Mendel bei Ratten normales Wachstum erzielen. Bei 12% erreichten die Tiere nicht die normale Wachstumskurve, bei 9% Kasein wuchsen sie nur sehr langsam. Cystin als Ersatz des zu 15%

¹⁾ Mc Collum, Simmonds und Pitz, Is Lysine the limiting amino-acid in the protein of wheat, maize or oats? Journ. of biol. Chem. 28, 483. 1917.

²⁾ Abderhalden und Hirsch, Fütterungsversuche mit Gelatine, Ammonsalzen, vollständig abgebautem Fleisch und einem aus allen bekannten Aminosäuren bestehenden Gemisch, ausgeführt an jungen Hunden. Zeitschr. f. physiol. Chem. 81, 323. 1912.

³⁾ Abderhalden, Weiterer Beitrag zur Frage nach der Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im tierischen Organismus. Zeitschr. f. physiol. Chem. 65, 285. 1910.

⁴⁾ Acroyd und Hopkins, Fütterungsversuche mit Mängeln in der Aminosäure-Versorgung. Biochem. Journal 10, 551. 1916; zit. Chem. Zentralbl. 1, 888. 1917.

⁵⁾ Bei erwachsenen Hunden ist es bisher nicht gelungen, durch Verfütterung größerer Mengen Histidin und auch durch intravenöse Zufuhr eine vermehrte Ausscheidung von Allantoin zu erzielen. — Abderhalden und Einbeck, Studien über den Abbau des Histidins im Organismus des Hundes. Zeitschr. f. physiol. Chem. 62, 322. 1909. — Abderhalden, Einbeck und Schmid, Studien über den Abbau des Histidins im Organismus des Hundes. II. Mitteilung. Zeitschr. f. physiol. Chem. 68, 395. 1910.

fehlenden Anteils vermochte wieder normales Wachstum herzustellen ¹⁾. Osborne und Mendel haben diese ihre Versuche noch genauer durchgeführt, indem sie dafür sorgten, daß nicht etwa durch ungleiche Nahrungsaufnahme größere Fehler entstehen ²⁾. Den Tieren wurden gleiche Nahrungsmengen angeboten, welche sie auch einnahmen, so daß beide Proteine unter gleichen Bedingungen verfüttert wurden. Die Gewichtszunahme, welche die Tiere bei derselben Nahrungsmenge, aber ungleicher Protein-Menge erreichten, war verschieden. Mit 14,8% Laktalbumin nahmen die Ratten in 11 Wochen durchschnittlich 122 g zu, während die Gewichtszunahme bei gleicher Diät und 16% Kasein in derselben Zeit nur 105 g betrug.

Es ließe sich noch eine lange Reihe weiterer Beispiele anführen. Wir können dieses umfangreiche Gebiet hier nur streifen. Verschiedene Forscher haben sich an diesen Versuchen beteiligt und sind zu größtenteils einander bestätigenden Resultaten gelangt. Es seien hauptsächlich genannt: Röhm ann, Wilcock und Hopkins, Henriques und Hansen, Mc Collum und vor allem Abderhalden und Osborne und Mendel und ihre Mitarbeiter.

Überblicken wir die Ergebnisse: Es gibt vollständige und unvollständige Eiweißkörper. Unvollständig sind z. B. viele Pflanzenproteine (keineswegs alle). Tierisches Eiweiß ist nicht schlechtweg gleichwertig. Maßgebend für den Wert eines Eiweißkörpers ist sein Gehalt an bestimmten biologisch wichtigen Bausteinen. Gute oder schlechte „Ausnutzbarkeit“ haben damit nichts zu tun. Glykokoll bzw. die Glyzin-Gruppe ist entbehrlich (Kasein und Albumin sind glykokollfrei). Ohne Tryptophan kann der tierische Organismus (Hund, Ratte) nicht auskommen. Fürs Wachstum unbedingt notwendig sind Tryptophan und Lysin bzw. der Tryptophan-Lysin-Komplex. Die Arginin-Histidin-Gruppe scheint gleichfalls unentbehrlich zu sein ³⁾, vielleicht ist sie befähigt, eine endogene

¹⁾ Osborne und Mendel, Beobachtung über Wachstum bei Fütterungsversuchen mit isolierten Nahrungssubstanzen. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* 80, 341. 1912. — Dieselben, The comparative nutritive value of certain proteins in growth, and the problem of the protein minimum. *Journ. of Biol. Chem.* 20, 351. 1915 und 22, 241. 1915.

²⁾ Osborne und Mendel (mit Ferry und Wakeman), A quantitative comparison of Casein, Lactalbumin and Edestin for growth or maintenance. *Journ. of Biol. Chemie*, 26, 1. 1916.

³⁾ Anmerk. b. der Korr. Harding und Fort (Die Aminosäuren der reifen menschlichen Plazenta. *Journ. Biol. Chem.* 35, 29, 1918. *Cit. Chem. Zentralbl.* 1919 I/II, S. 383; die Originalarbeit war uns leider nicht zugänglich) haben neuerdings gefunden, daß die Plazenta doppelt so viel Arginin enthält, als Eiweiß

Purin-Synthese zu bewerkstelligen. Unvollständige Proteine lassen sich durch Zugabe entsprechender Mengen vollständiger Eiweißkörper oder durch Zuführen der fehlenden Bausteine wieder vollwertig machen. Die quantitative Seite dieses Problems weist noch Lücken auf, ev. ließe sich an die Wirkung von Aminosäure-Minimen denken. Kasein und Laktalbumin sind zwar vollständig aber unter einander nicht gleichwertig. Laktalbumin ist in bezug auf die Wachstumswirkung dem Kasein überlegen. Nach Osborne und Mendel beträgt diese Überlegenheit rund 50% und ist auf den größeren Cystin-Gehalt des Laktalbumins zurückzuführen. Denn auch durch Zulage entsprechender Menge Cystins zu Kasein erfolgte in gleicher Zeit mit gleichen Quantitäten beider Eiweißkörper gleiche Gewichtszunahme. Wahrscheinlich ist für die Überlegenheit auch Lysin verantwortlich zu machen. Das zeigt deutlich die folgende Zusammenstellung nach einer neueren vergleichenden Untersuchung der Milchproteine ¹⁾:

	Kaseinogen	Laktoglobulin	Laktalbumin
Zystin-N	1,30%	1,90%	2,18%
Lysin-N	9,46%	8,58%	12,54%
Arginin-N	9,31%	10,70%	7,56%
Histidin-N	6,55%	3,96%	4,44%

Es ist leider bis jetzt unbekannt, ob auch das Kasein und Albumin der Frauenmilch sich in ähnlicher Weise voneinander unterscheiden. Gerade die wichtigsten Bausteine, darunter auch das Tryptophan, sind im Frauenmilch-Kasein noch nicht genau bestimmt und das Albumin ist überhaupt noch nicht untersucht. Man darf aber mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch das Frauenmilchalbumin sich durch einen höheren Gehalt an Cystin und Lysin auszeichnet. Ebenso wenig wissen wir über die Rolle des Cystins und Lysins beim wachsenden Säugling. Dieser ist darauf angewiesen, aus den Milcheiweiß-Körpern gänzlich neue Baustoffe herzustellen. Ist die Wachstumswirkung von Cystin und Lysin spezifisch oder kann die Arginin-Histidin-Gruppe kompensatorisch eintreten? Daß Arginin und Histidin eventuell als Vorläufer der Purine im wachsenden Organismus in Frage kommen, ist im Hinblick auf die Tatsache, daß Kuh- und Frauenmilch eine purinarme Nahrung darstellen, bedeutungsvoll. Außer diesen bisher als wichtig erkannten Bausteinen bzw. Aminosäuregruppen können aber auch andere Molekular-Komplexe entscheidend sein. Vielleicht findet während

anderer menschlicher Organe und erblicken darin einen Beweis, daß die Plazenta nicht nur als passives Organ zu betrachten ist. Vgl. unsere Ausführung S. 122.

¹⁾ Crowther und Raistrick, l. c.

des gesamten Ablaufs der Wachstumsprozeß gewissermaßen ein Rollenaustausch statt, so daß eine Aminosäure eine andere zwar zu ersetzen, aber diese Aufgabe nur für eine kurze Zeit zu erfüllen imstande ist. Daneben kann natürlich ein bestimmter Baustein seine überragende Bedeutung behaupten. Ob das arteigene Eiweiß höherwertig als das artfremde ist, erscheint, wie bereits erwähnt, wenigstens bis jetzt zweifelhaft. Es kommt hauptsächlich darauf an, daß das aus dem Nahrungseiweiß entstehende Aminosäuren-Gemisch in seiner Gesamtheit qualitativ und quantitativ so zusammengesetzt ist, daß die wachsende Zelle daraus am ökonomischsten, auf möglichst kürzesten Umwegen körpereigenes Eiweiß aufbauen kann. Je weniger es an wichtigen Bausteinen fehlt, je entsprechender die quantitative Zusammensetzung ist, desto weniger „Abfall“ kommt dabei zustande. Dieser „Abfall“ hat aber nichts mit „Unverdaulichem“ zu tun. Der ganze Vorgang muß vielmehr in die Darmwand oder jenseits derselben verlegt werden. Das ist der prinzipielle Unterschied gegenüber der älteren Auffassung. Es kann ein Eiweißkörper sehr gut „ausgenützt“, „resorbiert“ werden und trotzdem unterwertig sein. Die biologische „Arteinheit“ der Eiweißkörper geht übrigens nicht mit der „Aminosäure-Einheit“, wenn man sich so ausdrücken darf, einher. Während z. B. das Kuhmilch-Albumin bezüglich der Quantität der einzelnen Bausteine vom Serum-Albumin sehr verschieden ist ¹⁾, sind die beiden Proteine im Sinne der biologischen Reaktion identisch. So wird es also zweckmäßig sein, diese Seite des Eiweiß-Problems von der chemisch-physiologischen scharf zu trennen.

IV. Die biologische Wertigkeit von Kuh- und Frauenmilch-Eiweiß. Eigene vergleichende N-Stoffwechselversuche, sowie Bestimmung des Eiweiß-(N)-Minimums beim Säugling.

Die oben dargelegten Ergebnisse, die die Grundlage der Erkenntnis von der verschiedenen Wertigkeit der Eiweißkörper bzw. der Milchproteine bilden, wurden fast ausnahmslos aus Versuchen an Tieren gewonnen. Von den wenigen entsprechenden Untersuchungen, die am Menschen ausgeführt sind, interessieren uns hier besonders diejenigen von Thomas ²⁾. In Selbstversuchen ist er mit einer Methode, über die noch näher zu sprechen sein wird, der Frage nachgegangen, in welchem Maße der Stickstoff der gebräuchlichsten Nahrungsmittel imstande ist,

¹⁾ Crowther und Raistrick, l. c.

²⁾ Karl Thomas, Über die biologische Wertigkeit der Stickstoffsubstanzen in verschiedenen Nahrungsmitteln. Beiträge zur Frage nach dem physiologischen Stickstoff-Minimum. Archiv f. Anat. - u. Physiol. Physiol. Abteilg. Jahrg. 1909. 219.

den Körperstickstoff zu ersetzen. Geprüft wurden von tierischen Nahrungsmitteln u. a.: Rindfleisch, Fischfleisch, Milch, Kasein und Nutrose; von pflanzlichen: Kartoffel, Weizenmehl, Erbsen, Mais, Blumenkohl, Spinat usw.

Die Stickstoffsubstanzen dieser Nahrungsmittel werden vom menschlichen Organismus verschieden verwertet, in verschiedenem Grade zur Deckung eines Eiweißbedarfes herangezogen. Danach sind Fleisch und Milch-N dem Körperstickstoff adäquat. Die Wertigkeit der Kasein-, Blumenkohl-, Kartoffelstickstoffsubstanz beträgt 70—80%, bedeutend niedriger ist sie für Weizenmehl und Mais. Während die Unterwertigkeit des Mais-N aus dem Fehlen des Tryptophans im Zein verständlich ist, hängt sie beim Stickstoff des Weizenmehls damit zusammen, daß die qualitativ-quantitative Verteilung der Bausteine der Weizenproteine von der der meisten anderen Eiweißkörper stark abweicht. So enthält das Gliadin kein Lysin, beim Glutin ist die Anwesenheit von Tryptophan und Cystin noch nicht sichergestellt und Phenylalanin ist nur in geringer Menge vorhanden, dagegen überwiegt im Gliadin ganz außerordentlich die Glutaminsäure. Fürs Wachstum ist denn auch Gliadin sicher als unvollständig anzusehen.

Die Tatsache, daß der Stickstoff der Gesamtproteine der Milch sich dem Körperstickstoff des Erwachsenen gleichwertig erweist, läßt sich mit den neueren Anschauungen sehr gut in Einklang bringen. Thomas hatte außerdem die Kuhmilch dadurch der Frauenmilch „ähnlich“ zu machen versucht, daß er sie durch Zugabe von Kuhmilchsaure und Zucker auf etwa gleiche Zusammensetzung in bezug auf die grob-chemischen Bestandteile gebracht hatte. Es sollte mit dieser „Frauenmilch“ gezeigt werden, daß auch der Erwachsene mit ebenso wenig Eiweiß auskommen kann, wie der Säugling, wenn nur die kalorische Verteilung eine entsprechende ist, so zwar, daß die Kohlenhydrat- bzw. die Fettmenge ausreicht, um das Eiweiß vor dynamogenen Verbrauch zu schützen. Zur Beantwortung dieser Frage war diese Anordnung völlig genügend. Daß sie den Kern unseres Problems unberührt läßt, daß hierfür eine Differenzierung des Gesamteiweißes notwendig ist, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Die Thomasschen Werte für Kasein bzw. Nutrose stützen sich auf Zahlen, die leider nur von je einem Tage stammen, behalten überdies nur für Erwachsene Geltung, auch wenn sie durch die Osborne-Mendel'schen Versuche an wachsenden Ratten eine gewisse Ergänzung erfahren. So eindeutig die Befunde von Osborne-Mendel sind, so wenig angängig ist es, sie ohne weiteres auf den menschlichen Säugling zu übertragen.

Rein theoretische Erwägungen würden allerdings dafür sprechen. Der relativ größere Gehalt an Albumin und die bedeutend geringere Menge von Kasein, diese beiden, neben der Aschezahl sinnfälligsten Merkmale der Frauenmilch-Zusammensetzung, standen — freilich unter ganz anderer Voraussetzung — lange im Brennpunkt der pädiatrischen Diskussion. Ließe sich erweisen, daß auch für den Säugling das Albumin höherwertig ist, dann würde das einen weiteren Schritt auf dem Wege zur Erklärung der Unterschiede der beiden Ernährungsformen bedeuten. Diese Überlegungen bildeten für uns den Ausgangspunkt der folgenden Untersuchungen, deren Hauptaufgabe es war, die biologische Wertigkeit von Albumin und Kasein direkt am Säugling zu prüfen.

Methode. Einige von uns etliche Wochen hindurch an Säuglingen ausgeführte einfache Ernährungsversuche hatten uns zur Genüge gezeigt, daß auf dem für das Kind bequemsten Wege der Wägung und Messung eine eindeutige Entscheidung in verhältnismäßig kurzer Zeit kaum zu erwarten war. Bei Ratten gleicht die sehr große Zahl der Versuchsobjekte die immerhin beträchtlichen individuellen Schwankungen aus. Man kann bei so kleinen Tieren, abgesehen von den viel schärferen Gewichtsausschlägen schon innerhalb eines Vierteljahres die Beobachtung der wichtigsten Wachstumsausschnitte durchführen.

Für den Säugling kommen noch andere, gegen allzu langes Experimentieren schwerwiegende Momente hinzu; die Dauer einer einseitigen Ernährung hat seine Grenzen, man hat mit Infektionen oder anderen Störungen zu rechnen, die das klare Bild verwischen. Es blieb also nichts anderes übrig, als N-Bilanzen vorzunehmen. Wir standen vor der Wahl der Methode. Gewöhnliche N-Ausnutzungsversuche führen nicht zum Ziele, das hat schon Orgler überzeugend dargetan. Handelt es sich um erwachsene Individuen, so ist es ziemlich gleichgültig, ob man, je nach der speziellen Fragestellung, vom Hungerminimum oder vom sog. physiologischen N-Minimum oder endlich vom N-Gleichgewicht ausgeht. Beim Kinde, bei dem das Stickstoffgleichgewicht naturgemäß nicht in Betracht kommt, wird es hauptsächlich darauf ankommen, in möglichst kurzen Perioden und unter möglichst physiologischen Verhältnissen den N-Stoffwechsel zu verfolgen. Sowohl den absoluten als den partiellen Hunger (bei Unterernährung) vertragen Säuglinge anscheinend recht gut¹⁾, doch setzt bei absolutem Hunger schon sehr

¹⁾ Schloßmann und Murschhauser, Stoffwechsel des Säuglings im Hunger. *Biochem. Zeitschr.* **56**, 355. 1913 und **58**, 493. 1913/14, dort auch die übrige Literatur. — Aron, Die Stoffverluste des Säuglings im Hunger. *Jahrb. f. Kinderheilk.* **86**, 128. 1917.

bald eine gesteigerte Azetonausscheidung ein, was namentlich für junge Säuglinge bei 4—5 tägiger Dauer nicht ganz gleichgültig sein kann. Wir haben uns deshalb für partiellen Hunger (Eiweißhunger) und demgemäß für die Methode von Thomas entschieden. Sie soll nachstehend etwas ausführlicher geschildert werden.

Nach einer 3 tägigen, vorbereitenden, eiweißarmen Periode (Kartoffel) wird bei stickstofffreier, abundanter Kohlenhydrat-Ernährung, die z. B. aus Stärke, Milchzucker, Rohrzucker, etwas Himbeer- oder Zitronensaft bestehen kann, zunächst das N-Minimum festgestellt. Sobald sich die Harn-N-Ausscheidung auf ein nahezu konstantes Niveau eingestellt hat, wird bei gleichbleibender Kost und etwa gleicher Kalorienmenge mit der N-Zufuhr begonnen und diese solange fortgesetzt, bis wieder an 2 aufeinander folgenden Tagen die N-Ausscheidung die gleiche bleibt. Wichtig ist, daß die N-Einnahme nicht auf einmal, sondern in auf den ganzen Tag verteilten Portionen erfolgt, damit der Körper die Stickstoffmenge möglichst quantitativ in den 24 Stunden des Versuchstages verarbeiten kann. Ist der Körper vor Stickstoffverbrauch für dynamogene Zwecke sicher geschützt, was z. B. bei abundanter Kohlenhydrat-Zufuhr der Fall ist, so wird er sich allmählich auf einen kleinsten Stickstoffumsatz, die Abnutzungsquote (Rubner) einschränken. Als dieser kleinste Umsatz darf die konstante im Urin ausgeschiedene Stickstoffmenge angesehen werden. Auch der Kotstickstoff enthält selbstverständlich einen Teil der „Abnutzungsquote“, dieser Anteil ist aber schwer zu berechnen. Zwar besteht der Kot-N neben Resten unverdauten Nahrungsstickstoffes hauptsächlich aus Darm- und Gallensekreten, aber seine sowohl als auch des Hungerkotes N-Zusammensetzung ist schwankend und von vielen Faktoren abhängig. Bei Nahrungsmitteln, die nicht gut resorbiert werden, vernachlässigt man daher am besten den Kot-N. Bei Animalien verrechnet man ihn — unter der Annahme, daß aller N. aus dem Körper und nicht aus der Nahrung stammt —, so, daß der Kot-N des betreffenden Versuchstages zur Abnutzungsquote addiert wird. Dieser „Stickstoffbedarf“, wie Thomas den kleinsten N-Umsatz nennt, kann nun durch Zufuhr von Nahrungs-N entweder gerade gedeckt werden, oder es wird bei zu geringer N-Einfuhr der Körper zur Deckung dieses Bedarfs von seinem Bestand etwas hergeben müssen, oder endlich wird der über den „Stickstoffbedarf“ eingeführte N-Anteil angesetzt werden. In allen drei Fällen gilt die Beziehung: Stickstoffbedarf + N-Bilanz = resorbierte N-Menge. Es ist dann die biologische Wertigkeit in Prozenten ausgedrückt

$$= \frac{\text{Urin N bei N-freier Kost} + \text{Bilanz}}{\text{N resorbiert}} \times 100^{(1)},$$

wenn es sich um nicht vollständig resorbierte Nahrungsmittel handelt,

$$\text{oder} = \frac{\text{Urin N bei N-freier Kost} + \text{Kot-N} + \text{Bilanz}}{\text{N-Einnahme}} \times 100 \text{ (II)},$$

wenn man annimmt, daß der Kot-N aus dem Körper stammt.

Die biologische Wertigkeit gibt an, wieviel Teile Körperstickstoff durch 100 Nahrungsstickstoff vertreten werden können. Sind Körper und Nahrungsstickstoff adäquat, so muß die aus I und II berechnete biologische Wertigkeit dieselbe sein. Voraussetzung für die richtige Bestimmung ist der sichere Harn-N-Wert bei N-freier Kost. Thomas brauchte mit Einschluß der eiweißarmen Vorperiode etwa 8 Tage bis zur Konstanz.

Ist man sich ihrer Fehlerquellen bewußt, so liefert diese schöne Methode einen bequemen, recht schnellen, genügend genauen Weg zur Ermittlung der relativen Wertigkeit der verschiedenen Eiweißkörper. Ob diese Wertigkeit auch als absolutes Wertmaß in Betracht kommt, das bleibt noch abzuwarten. Thomas selbst drückt sich sehr vorsichtig aus und weist ausdrücklich darauf hin, daß die Werte sich vorläufig ausschließlich auf seine Selbstversuche stützen. Es ist interessant, daß Boruttau¹⁾ auch an Tieren ähnliche Resultate erhalten hat. Inwieweit die Methode für unsere Untersuchungen geeignet erschien, darauf näher einzugehen, behalten wir uns noch vor und wenden uns nunmehr zu unserer

Versuchsordnung. Das zum Versuch bestimmte Kind wurde einige Zeit vorher — noch außerhalb der Stoffwechselschwebe — auf eine Übergangsnahrung gesetzt. Diese war so beschaffen, daß sie einerseits eiweißarm, andererseits der Nahrung in der N-freien Periode angepaßt war. Je langsamer dieser Übergang sich vollzieht, je länger die eiweißarme Periode dauert, desto schneller stellt sich dann der Säuglingskörper auf das Minimum ein, desto sicherer hält er daran fest. Bei Brustkindern ist eine Übergangsperiode nicht unbedingt notwendig, weil bei ihnen der Eiweißumsatz an sich sehr gering ist.

In der eiweißarmen Periode verwendeten wir für die flüssige Kost, wenn die vorangehende Nahrung aus Vollmilch bzw. $\frac{2}{3}$ -Milch bestand, erst Halbmilch mit etwas Butterfett und 10% Zucker, später eine mit 2% Butterfett und 10—12% Rohrzucker angereicherte $\frac{1}{5}$ -Milch-Wasser-Mischung. An Stelle der üblichen Beikost wurde Kartoffelbrei, mit Gemüsewasser und Butter verrührt, daneben an vereinzelt Tagen zur Abwechslung gewöhnliche Nahrung gereicht. Gegen Ende dieser Periode

¹⁾ Boruttau, Wie wird pflanzliches Eiweiß der Nahrung im Tierkörper verwertet? *Bioch. Zeitschr.* **69**, 225. 1915 und **82**, 96. 1917.

war bei manchen Mahlzeiten Stärkebrei eingeschoben. Auf diese Weise wurden die Kinder schon für die nächstfolgende eiweißfreie Periode vorbereitet.

Die eiweißfreie Nahrung bestand

- entweder: aus enteweißter, saurer Molke + 10% Zucker und einem Butter-Zucker-Stärkebrei
 oder: aus einer Salzlösung + 10 bis 12% Zucker und etwa 3,5% Butterfett.

Geringe Abweichungen kamen natürlich vor; im Prinzip kam es darauf an, die eiweißfreie Kost so zu gestalten, daß sie, trotz eintretender Verschiebung durch Zugabe des zu prüfenden Proteins, an Kohlenhydraten abundant blieb und daß sie weiterhin, bei eventueller Änderung der Nahrung in der Hauptperiode, dieser in ihrer Zusammensetzung nahe kam. Als eiweiß- bzw. stickstofffrei sind übrigens beide Gemische im strengsten Sinne nicht anzusehen. Kartoffelstärke, enteweißte Molke und Butter weisen noch nicht zu vernachlässigende Mengen von N auf; diese wurden regelmäßig bestimmt und lassen sich aus den Protokoll-Angaben berechnen. Irgendwelchen nennenswerten Einfluß haben sie aber auf das Eiweiß-Minimum nicht.

Wir hatten anfangs aus „Angst“ vor der Gärwirkung des Rohrzuckers zur Hälfte Soxhlet-Nährzucker genommen, nachträglich erwies sich diese Vorsicht als unbegründet. Die 3,5%ige Butter- und 10%ige Rohrzuckermischung wirkte eher etwas verstopfend als abführend. Die oft 10—14 Tage lang währende Ernährung mit zum Teil fast reinen, isolierten Nahrungsstoffen machte es erforderlich, für die beinahe gänzlich unterbundene Salzzufuhr Ersatz zu schaffen. Ein solcher bot sich in der enteweißten Molke, deren Gehalt (durchschnittlich) an Milchsucker 4,4%, an Asche 0,72%, an Rest-N 0,035% betrug (ca. 70% des Molken-N waren also entfernt). Die Enteiweißung geschah mit dialysiertem Eisenoxyd. 450 g saure Molke wurden tropfenweise mit 70 cem Liquor. F. oxyd. dialys. versetzt und die ganze Flüssigkeit durch ein Faltenfilter filtriert. Das vollkommen klare Filtrat zeigte nach der Kochprobe noch Spuren von Eiweiß und gab zunächst eine schwache, nach einigem Stehen stärker werdende Biuretreaktion. Für jüngere Säuglinge schien aber die saure Molke nicht empfehlenswert, und wir haben deshalb eine Salzlösung verwendet. Diese enthielt in einem Liter Wasser: 1,28 g HCL, 1,03 g H_3PO_4 , 1,0 g Zitronensäure, 1,41 g K_2CO_3 , 1,89 Na_2CO_3 , 1,35 g $CaCO_3$, 0,24 g $MgCO_3$ und 0,06 g Eisenzitat und an Gesamtasche 0,47%.

Der Stärkebrei war zusammengesetzt aus: 7% Stärke, 5% Butterfett, 12% Rohrzucker bzw. zu gleichen Teilen Rohr- und Soxhlet-Nährzucker. Um die für die Zubereitung des Breies und für die Salzlösung gebrauchte Butter möglichst gründlich von ihr anhaftenden Eiweiß- bzw. N-Resten zu befreien, wurde dieselbe so lange gewaschen, bis das Waschwasser nicht mehr milchigtrübe war. 100 g Stärkebrei entsprachen ca. 100, 100 Molke + Rohrzucker ca. 60 Kalorien. Die eiweißfreie Periode dauerte 5—6 Tage. Hierauf folgte die Hauptperiode.

Die Darreichung des Eiweißes war mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft. Verhältnismäßig einfach ließ sie sich durchführen, wenn Beikost gegeben wurde. In diesem Falle vermischten wir 2—3 g Eiweiß mit einem kleinen Teil des Stärkebreies und sahen darauf, daß alles quantitativ eingenommen war. Nun war es möglich, mit der Hauptmenge des Breies Löffel und Teller gewissermaßen nachzuspülen, auch konnte nunmehr dem Kinde überlassen bleiben, wieviel es weiter essen wollte. Umständlich war die N-Zufuhr bei ausschließlich flüssiger Kost. Die Butter-Kohlenhydrat-Salzmischung wurde durch kurzes Aufkochen bereitet und bis zur völligen Abkühlung stehen gelassen. In diese auf nicht über 35° erwärmte Mischung in kleinen Portionen eingebrachtes Eiweiß wurde so lange gequirlt, bis eine halbwegs homogene Verteilung hergestellt war. Das ließ sich übrigens viel besser durch einen bekannten Kunstgriff erreichen, wenn nämlich die Salzlösung noch 1,5% Stärke enthält. Dieses Bindemittel verhinderte fast gänzlich ein Absetzen des Eiweißes, das letztere blieb vielmehr — auch nachträglich in den Flaschen — in der Flüssigkeit suspendiert, so daß damit eine allzu ungleichmäßige N-Zufuhr bei den einzelnen Mahlzeiten verhindert war. Die Nahrung wurde nicht mehr sterilisiert, damit nicht das Eiweiß wieder „koaguliert“, auch wollten wir eine Schädigung durch Hitze vermeiden. Topf, Quirl, der zum Einfüllen in die Flaschen benutzte Trichter, die Gummisauger und die Flaschen wurden mit Wasser quantitativ ausgespült, das Ganze mit eventuell Ausgespucktem vereinigt und in der Gesamtflüssigkeit nach Eindampfen etc. der Stickstoff bestimmt.

Die Eiweißperiode wurde nicht bis zur N-Konstanz fortgesetzt — auf die Gründe kommen wir noch später zurück — wir mußten uns in der Regel mit einigen Tagen begnügen. Hieran schlossen sich meistens wieder einige eiweißfreie Tage an und in der gleichen Reihenfolge die Perioden mit dem zu vergleichenden Protein.

Untersucht haben wir Kuhmilchkasein, Kuhmilchalbumin, Frauenmilch und Kuhmilch. An den Gesamtkalorien war das Eiweiß mit 5—10% beteiligt.

Das Kasein war entweder Merksches (chem. reinst. nach Hammarsten) oder eigenes Präparat. Unser Präparat, das in den meisten Fällen benutzt wurde, war aus Plasmon durch Umfällung gewonnen: 140 g Plasmon, 4 Liter Leitungswasser und 160 ccm 25%iges Ammoniak im Schüttelapparat 1 Stunde geschüttelt, auf 8 Liter Wasser aufgefüllt und mit 300 Eisessig gefällt. Nach Absetzen des Niederschlages Flüssigkeit abgehebert, mit frischem Wasser auf 8 Liter aufgefüllt, das Kasein wieder in 160 Ammoniak gelöst und die ganze Prozedur noch 3 mal wiederholt. Das letzte Mal mit destilliertem Wasser aufgefüllt, der Rückstand durch ein Koliertuch filtriert und bis zur neutralen Reaktion (Lakmus) mit dest. Wasser gewaschen. Nun folgte die Behandlung mit Alkohol. Je dreimaliges Verreiben des Kaseins in der Reibschale mit 50° warmem 93% und 99%igem Alkohol, Filtrieren, Abpressen und intensives Verreiben mit wenig abs. Äther in der Reibschale. Das schneeweiße, lockere Pulver wurde schließlich nach längerem Trocknen an der Luft mit wasserfreiem Äther erschöpfend extrahiert.

Das untersuchte Laktalbumin war ein durch Koagulation von schwachsauren Molken gewonnenes und mit Alkohol-Äther vorbehandeltes Präparat ¹⁾, welches wir ebenfalls mit wasserfreiem Äther bis zur „Fettfreiheit“ extrahiert haben. Es enthielt rund 14% Stickstoff und geringe Beimengen von Phosphor.

Sowohl die zuckerreiche Salzlösung als die salzhaltige Kohlenhydrat-Fett-Eiweißmischung wurde im großen ganzen gut genommen und vertragen, weniger gut, besonders bei längerer Dauer, die saure Molkennahrung. Gespucktes bzw. Erbrochenes, in abgewogenen Tüchern aufgefangen, haben wir sofort von den abgewogenen Tüchern abgeschabt (die betreffenden Tuchstellen mit heißem Wasser ausgewaschen) und samt der wässrigen Mischung, wie bereits erwähnt, mit den anderen Eiweißresten zusammengetan. Erfreulicherweise haben die Kinder im allgemeinen recht wenig gespien mit Ausnahme der mit Brust- oder Kuhmilch ernährten Säuglinge. Hier aber war das weniger störend, weil eine N-Bestimmung in den gespuckten Milchmengen nicht in Frage kam.

Die abundante Kohlenhydrat-Ernährung hatte in der ersten eiweißfreien Zeit oft Glykosurie zur Folge, die aber meistens nach Eiweißzugabe verschwand oder sich auf einem niedrigen Niveau hielt. Die

¹⁾ Bezogen von der Fa. Joh. A. Wülfing, Berlin, der wir hiermit unseren besten Dank ausdrücken.

im Harn ausgeschiedene Menge, durch Titration nach Pavy bestimmt, überschritt jedenfalls nie den Wert von 0,4% der Zuckereinfuhr.

Wenn es irgendwie durchführbar war, wurde der Versuch unterbrochen und nach einigen Tagen wieder aufgenommen. Überhaupt haben wir auf den Allgemeinzustand der Kinder sehr genau geachtet und ihnen in bezug auf Hygiene und sonstige Behandlung die größte Sorgfalt angedeihen lassen. Kleidung und Verpackung richteten sich nach Außenwetter und Temperatur und waren dementsprechend an heißen Sonnentagen luftiger und lockerer. Die Zimmertemperatur bewegte sich in Grenzen von 20—24° C. Die Kinder wurden unter bestimmten Vorsichtsmaßregeln täglich gebadet, waren größtenteils vergnügt und munter und nahmen naturgemäß nicht zu, aber auch nicht beträchtlich ab, sondern hielten sich auf ihrem Gewicht. Tage mit größeren Harn- oder Kot-Verlusten oder anderen Störungen wurden ausgeschaltet.

Bestimmungen von Schweiß-Stickstoff haben wir mit Ausnahme eines Tages nicht durchgeführt. Die in der mit heißem Wasser ausgelegten Wäsche enthaltene N-Menge betrug: 0,0864 g, davon 0,0092 g als NH_3 . Wir konnten aber diese Fehlerquellen vernachlässigen, weil es sich um Vergleichswerte handelte und wir annehmen durften, daß innerhalb eines Versuches die durch die Haut abgegebene Stickstoffmenge an den einzelnen Tagen nicht allzu sehr schwankte.

Der Harn wurde jedesmal kurze Zeit nach der Entleerung gemessen, Rezipient und Meßgefäß ausgespült und Sammelurin und Spülwasser in getrennten Flaschen auf Eis aufbewahrt. Chloroform- bzw. Toluol-Zusatz waren im allgemeinen nicht nötig. Harn und Spülflüssigkeit füllten wir auf ein bestimmtes Volum auf, wovon aliquote Teile, je nach der zu erwartenden N-Menge, zur Stickstoffbestimmung entnommen wurden. Eine Abgrenzung des Kotes mit reinsten Kohle ist nur selten durchgeführt worden. Der Zuckerkot war auch so von dem „Eiweiß“-Stuhl in Farbe und Reaktion zu unterscheiden — der Laktalbumin-Kot sieht z. B. typisch dunkelgrün bis schwarz aus — außerdem war ein Abwarten von 1—2 Stühlen der nächstfolgenden Periode vollkommen ausreichend. Der Stickstoff wurde im Trockenkot der ganzen Periode bestimmt.

Von der größeren Zahl von Versuchsreihen mußten einige wegen Infekte, Fieber oder aus anderen äußeren Gründen an entscheidenden Stellen unterbrochen oder gänzlich abgebrochen werden. Den 5 bis zu Ende durchgeführten Versuchen an Kindern stellen wir eine Versuchsreihe an einem Ferkel voran.

Versuchsreihe I. (Ferkel II.)

11 Wochen altes, im Wachstum etwas zurückgebliebenes Ferkel von 9900 g Gewicht bis dahin mit gewöhnlichem, überwiegend aus Kartoffelschalen und anderen Küchenabfällen bestehendem Stallfutter ernährt.

Nach einem Hungertag folgte eine 3tägige Übergangsperiode; 30 g Stärke, 120 g Rohrzucker, 100 g Kartoffeln, 100 g Mohrrüben in 2000 g Salzlösung. Außerdem beliebiger Zusatz von einem Gemisch von rohen Kartoffeln und rohen Morrüben. Zwecks Fütterung wurde die schon am Abend vorher zubereitete Nahrung aufgewärmt und in einem starkwandigen runden 23×9 großen Glasgefäße dem Tier gereicht, wobei besonders darauf geachtet wurde, daß es nicht mit seinem Vorderpfoten in das Gefäß hineinkam, was dem Tier sehr schnell abzugewöhnen war. Die Zugabe von Mohrrüben ist während der ganzen Versuchsreihe beibehalten worden, weil wir an anderen Ferkeln die Beobachtung gemacht hatten, daß sie die Aufnahme des „reinen“ Nährstoffgemisches nach anfänglich ausgezeichneter Freßlust manchmal ganz plötzlich verweigerten und zum weiteren Fressen nicht mehr zu bewegen waren. Die Mohrrüben wurden abwechselnd in rohem und in gekochtem Zustande verfüttert.

1. N-freie Periode. Nahrung: 145 g Rohrzucker und 100 g Mohrrüben bzw. 150 g Zucker ohne Mohrrüben, 30 g Stärke, 35 g Butter in zwei Liter Salzlösung; außerdem jeden 2. bis 3. Tag 1—2 g Knochenasche.

Tabelle 1.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
2. 10.	109	—	1,05	0,259 } mit
3. 10.	108	—	0,93	0,259 } Mohr-
4. 10.	110	—	0,86	0,259 } rüben
5. 10.	110	—	0,75	0,259 } ohne
6. 10.	112	—	0,74	0,259 } Mohr-
7. 10.	113	—	0,67	0,259 } rüben
8. 10.	111	—	0,45	0,259 } mit
9. 10.	109	—	0,62	0,259 } Mohr-
10. 10.	111	—	0,62	0,259 } rüben
11. 10.	111	—	0,58	0,259 } ohne
12. 10.	111	—	0,64	0,259 } Mohr-
13. 10.	112	—	0,70	0,259 } rüben

Mittelzahl aus den 6 letzten Tagen = 0,601.

Das Tier hat sich also auf einem recht konstanten N-Wert eingestellt. Der Zusatz von Mohrrüben übte auf den N-Umsatz keinen merklichen Einfluß aus. Gewichtsabnahme: 260 g, Zuckerausscheidung im Harn: im Mittel 0,66% der eingeführten Rohrzuckermenge.

2. Kaseinperiode. Nahrung wie oben, statt 145 125 g Zucker und 20 g Kasein¹⁾. (8% Eiweißkalorien.) Kasein: eigenes Präparat in 3 Portionen auf den Tag verteilt.

Tabelle 2.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
14. 10.	112	2,728	1,03	0,141	+ 1,557	2,587
15. 10.	111	2,728	0,97	0,141	+ 1,617	2,587
16. 10.	111	2,721	0,85	0,141	+ 1,730	2,580
17. 10.	109	2,728	1,04	0,141	+ 1,547	2,587
18. 10.	109	2,717	0,90	0,141	+ 1,676	2,576
19. 10.	108	2,731	0,99	0,141	+ 1,600	2,590
20. 10.	108	2,734	1,09	0,141	+ 1,503	2,593
21. 10.	108	2,748	1,08	0,141	+ 1,528	2,608
22. 10.	108	2,739	0,91	0,141	+ 1,688	2,598
23. 10.	107	2,745	1,01	0,141	+ 1,595	2,605
24. 10.	107	2,742	0,95	0,141	+ 1,651	2,601
25. 10.	107	2,724	1,01	0,141	+ 1,573	2,583
26. 10.	107	2,732	1,04	0,141	+ 1,551	2,591
27. 10.	107	2,726	1,17	0,141	+ 1,415	2,585
28. 10.	107	2,726	1,02	0,141	+ 1,565	2,585
29. 10.	107	2,751	1,01	0,141	+ 1,600	2,610
30. 10.	106	2,746	1,30	0,141	+ 1,305	2,605
31. 10.	106	2,752	1,18	0,141	+ 1,431	2,611

Mit wenigen Ausnahmen ist die N-Ausscheidung gleichmäßig. Gewichts Zunahme: 500 g, Zuckerausscheidung im Harn: i. M. 0,63% der Einfuhr. Von der zugeführten Stickstoffmenge wurden rund 95% resorbiert.

3. N-freie Periode. Nahrung 120 g Zucker, 30 g Stärke, 100 g Mohrrüben, 35 g Butter in zwei Liter Salzlösung.

¹⁾ N-Gehalt des Kaseins rund 14%; siehe S. 176.

Tabelle 3.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
1. 11.	95	—	1,07	0,121
2. 11.	95	—	0,68	0,121
3. 11.	96	—	0,63	0,121
4. 11.	96	—	0,65	0,121
5. 11.	95	—	0,68	0,121
6. 11.	95	—	0,66	0,121

Mittelzahl aus den 5 letzten Tagen = **0,660**

Mittelzahl für den N-Umsatz (0,601, 0,660) = **0,630**.

Der Stickstoffumsatz ist sehr konstant und unterscheidet sich nur um ein Geringes von dem der ersten Periode. Gewichtszunahme: 20 g. Zucker im Harn: 0,55% d. Einf.

4. Laktalbuminperiode. Nahrung wie in Periode 3, statt 120 g 100 g Zucker und 20 g Laktalbumin (8,8% Eiweißkalorien).

Tabelle 4.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
7. 11.	95	2,737	0,794	0,194	+ 1,749	2,543
8. 11.	96	2,726	0,809	0,194	+ 1,723	2,532
9. 11.	95	2,733	0,768	0,194	+ 1,771	2,539
10. 11.	94	2,735	0,864	0,194	+ 1,677	2,541
11. 11.	94	2,728	0,777	0,194	+ 1,757	2,534
12. 11.	92	2,732	0,883	0,194	+ 1,655	2,538
13. 11.	92	2,717	0,852	0,194	+ 1,671	2,523
14. 11.	93	2,706	0,964	0,194	+ 1,548	2,512
15. 11.	96	2,733	0,958	0,194	+ 1,581	2,539
16. 11.	91	2,747	1,064	0,194	+ 1,489	2,553
17. 11.	92	2,733	1,134	0,194	+ 1,405	2,539
18. 11.	92	2,727	1,230	0,194	+ 1,303	2,533
19. 11.	94	2,731	1,820	0,194	+ 0,717	2,537

Der Harn-N-Wert ist deutlich kleiner als bei Kasein bis auf die letzten 3 Tage, in denen die Stickstoffausscheidung rasch zunimmt. Es ist eventuell an eine Schädigung zu denken, vielleicht infolge der lang andauernden einseitigen Ernährung. In der ganzen Periode hat das Tier 190 g zugenommen. Zucker im Harn: 0,49% d. Einf. Resorbiert 93% N.

Versuchsreihe II (Kind Ha.)

Gesundes, normal entwickeltes, kräftiges Brustkind mit mäßigem Turgor, Blässe und Zeichen exudativer Diathese, 2 Monate alt, von 4180 g

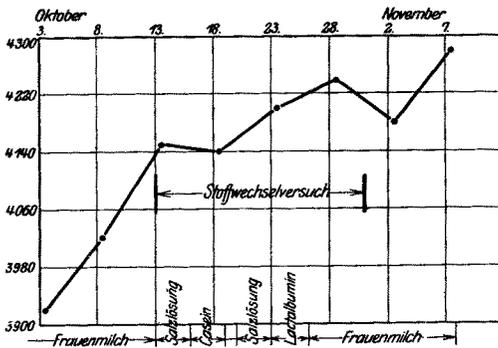


Abb. 1. Gewichtsentwicklung vor, während und nach dem Versuch.

Gewicht. Trotz Zuckerdiaät Zahl der Stühle normal; hält sich auf seinem Gewicht. Vorübergehend etwas Schnupfen und geringe Temperaturerhöhung. In der Schwebefrieden und ruhig. Zwei Tage nach Beginn geringes Ödem am Penis, dabei regelmäßige Urinsekretion. Penisanschwellung nimmt allmählich ab. Während des Stoffwechsels hat sich

der Turgor etwas verschlechtert. Das Kind nimmt in dem Versuch bei Muttermilch zu und entwickelt sich weiter befriedigend (s. Abb. 1).

Tabelle 5.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
13. 10.	71	—	0,329	0,155
14. 10.	75	—	0,328	0,155
15. 10.	75	—	0,464	0,155
16. 10.	76	—	0,342	0,155

Mittelzahl aus den ersten 2 Tagen = 0,328.

Da das Kind schon 2 Tage vorher, außerhalb der Schwebefrieden, dieselbe Kost bekam, ist dieser Wert als ein sicherer anzusehen. Kein Zucker im Urin.

2. Kasein-Periode. Nahrung wie oben + 9 g Kasein (Merck) auf 5 Flaschen verteilt. 10% Eiweißkalorien. Kind trank gut, hat nur einmal ganz wenig gespuckt.

Tabelle 6.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
17. 10.	85	1,093	0,576	0,140	+ 0,377	0,953
18. 10.	90	1,157	0,584	0,140	+ 0,433	1,017
19. 10.	89	1,163	0,711	0,140	+ 0,312	1,023

Der N-Umsatz ist, wie man sieht, nicht konstant, auch wenn man die verschiedene N-Einfuhr berücksichtigt, ist die Differenz zu groß, sie beträgt zwischen dem niedrigsten und höchsten Wert über 27%.- Aus äußeren Gründen war es nicht möglich, diese Periode länger auszudehnen.

3. Frauenmilch-Periode. 5 mal 150 g Ammenmischmilch.

Tabelle 7.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
20. 10.	120	1,321	0,578	0,310	+ 0,433	1,011

Trotz erhöhter Stickstoffeinnahme ist der Harnwert heruntergegangen. Die Grundnahrung ist zwar nicht dieselbe geblieben, eine Verschiebung ist ja durch den Fettgehalt der Frauenmilch eingetreten, aber bis zu einer gewissen Grenze ändert die Fettzulage das N-Minimum nicht.

4. N-freie Periode. Nahrung wie in der ersten Periode.

Tabelle 8.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
21. 10.	75	—	0,384	0,183
22. 10.	74	—	0,364	0,183
23. 10.	74	—	0,316	0,183

Mittelzahl für den N-Umsatz (0,328, 0,316) = **0,322.**

5. Laktalbumin-Periode. 5 mal 150 g Salzlösung mit 10% Zucker + 9 g Albumin. Nahrung gut und gern getrunken.

Tabelle 9.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
24. 10.	91	0,891	0,342	0,380	+ 0,169	0,511
25. 10.	78	1,082	0,384	0,380	+ 0,318	0,702
26. 10.	78	1,001	0,395	0,380	+ 0,226	0,621

Hier ist der Stickstoffumsatz bedeutend gleichmäßiger, zwischen dem ersten und dritten Tag ist keine Differenz vorhanden; er bewegt sich auf etwa gleicher Höhe wie beim Eiweißhunger. Interessant ist übrigens, daß die Stickstoffausnutzung schlechter war als beim Kasein. Im Harn Spuren Zucker, Mengen unbestimmbar.

6. Frauenmilch-Periode Der Säugling trank an der Brust. Zu diesem Zwecke wurde das Kind bei jeder Mahlzeit aus der Schwebel herausgenommen. Mit vieler Mühe und großer Vorsicht gelang es, den Versuch ohne Verluste durchzuführen. Die zur Analyse nötigen Proben waren durch Abspritzen vor und nach dem Anlegen entnommen.

Tabelle 10.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
27. 10.	130	1,513	0,519	0,110	+ 0,884	1,403
28. 10.	132	1,454	0,465	0,110	+ 0,872	1,344
29. 10.	125	1,432	0,496	0,110	+ 0,826	1,322

Entsprechend der größeren N-Zufuhr steigt auch der Harn-Stickstoff an. Die N-Ausnutzung ist eine gute und beträgt 92%.

Schaltet man die ungleiche Stickstoffeinnahme an einzelnen Tagen und in den verschiedenen Perioden durch prozentige Berechnung aus, so beträgt die N-Ausscheidung im Harn z. B. am 3. Tage des Kaseinversuches 61, am 1. Tages des Laktalbumin-Versuches 38, am 3. derselben Periode 39, am 1. Tage des 6. Versuches 34% und im Mittel aller Tage in der Kasein-Periode 54, in der Albumin-Periode 37 und endlich in der Frauenmilch-Periode 33% der N-Einfuhr. Daraus geht also hervor, daß unser Säugling im gleichen Zeitraum den Kaseinstickstoff anders verwertet hat, als den Frauenmilch- und Albumin-N.

Versuchsreihe III (Kind Ni).

Gesunder Knabe von 3400 g Geb.-Gew., zuerst an der Mutterbrust, nach 3 Wochen Wilbel rot zugefüttert. Dabei keine Zunahme,

daher wieder Brustmilch. Im Alter von 3 Monaten langsam auf Halb-Milch umgesetzt. Turgor zuerst mäßig, später besser. Mit 13 Monaten und einem Gewicht von 10,4 kg Stoffwechselbeginn. Während des Stoffwechsels: nach anfänglicher Abnahme gute Zunahme; ist in der Schwebe zufrieden, bei gutem Appetit. Zwischendurch etwas Husten ohne Lungenbefund. Im letzten Drittel der ganzen Versuchsreihe Grippe, die das Kind außerhalb der Schwebe durchmacht. Nach Wiederherstellung die EBlust geringer. Allmählich — der Versuch dehnte sich mit Unterbrechungen 3 Monate aus — tritt eine Abneigung gegen Molke

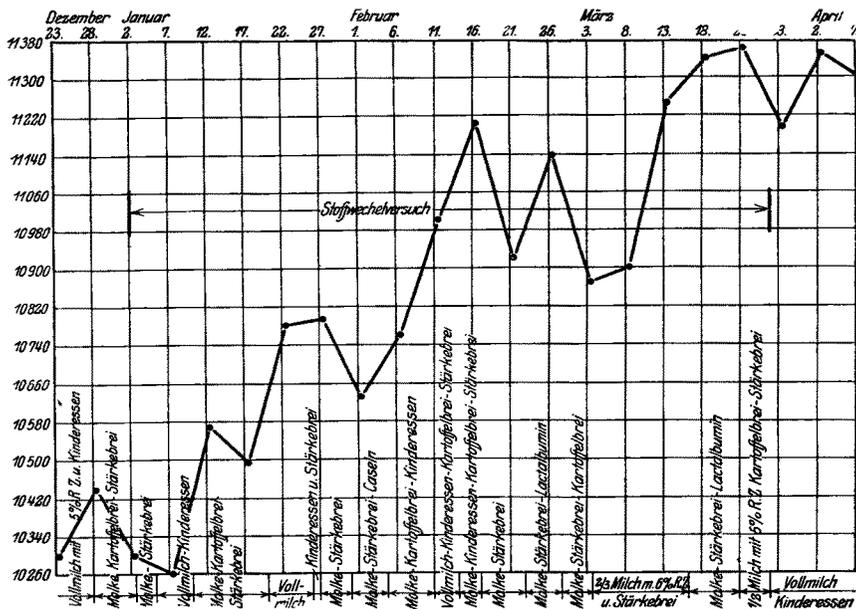


Abb. 2. Ausschnitt aus der Gewichtskurve (4 Monate).

und Stärkebrei auf, die zum Schlusse stärker zunimmt. Status nach Beendigung des Stoffwechselversuches: Gut ernährtes, etwas blasses Kind mit ziemlich schlaffem Fettgewebe, keine Rachitis. Blutbefund vor und nach dem Versuch der gleiche. Im Versuch gute Stühle in normaler Anzahl.

Die bisherige Ernährung bestand aus: 3 mal 200 g Vollmilch, 1 mal 200 Kinderessen (Kartoffeln, Brühgrieß, Gemüse) und 1 mal 200¹/₂-Milch-Griß. Dazu 1 mal „Bröckchen“ (1¹/₂-Milch und Weißbrot) und hatte einen Brennwert von etwa 700 Kalorien, worin das Eiweiß mit rund 12⁰/₁₀ vertreten war. Während der eiweißarmen Übergangsperiode bekam das Kind abwechselnd 3 mal 200 enteweißte Molke mit 5⁰/₁₀ Soxhlet und

5% Rohrzucker, 200 g Kartoffelbrei, 200 g $\frac{1}{2}$ -Milch-Grieß und 50 g Gemüse, oder 600 g Vollmilch + 5% Rohrzucker und 2 mal 200 g Kartoffelbrei, oder 3 mal 200 g Molke-Zucker und 2 mal 250 g Kartoffelbrei + je 10 g Butter.

1. N-freie Periode. Nahrung (seit 2 Tagen): 3 mal 200 g entweißte Molke mit 5% Soxhlet und 6% Rohrzucker und 2 mal Stärkebrei. Kind nimmt die Nahrung gern bei guter Stimmung.

Tabelle 11.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
2. 1.	88	—	0,488	0,22
3. 1.	72	—	0,480	0,22
4. 1.	72	—	0,468	0,22

Mittel aus 3 Tagen = 0,478.

Der Stickstoffumsatz ist an den drei Tagen relativ gleichmäßig. Fehling schwach positiv, Zuckermengen unbestimmbar.

Der Versuch ist auf 4 Wochen unterbrochen worden. In dieser Zeit wurde das Kind folgendermaßen ernährt: in den ersten drei Tagen Übergang von eiweißfreier Molke über $\frac{1}{2}$ -Milch zur Vollmilch. Dann täglich 600 Vollmilch, 250 Kartoffelbrei und 250 $\frac{1}{2}$ -Milch-Grieß. Zwischendurch an einzelnen Tagen statt Vollmilch wieder Molke, abends statt Milchgrieß Stärkebrei. Drei Tage vor Beginn der folgenden Periode 3 mal 200 Molke, 2 mal 250 Stärkebrei und vormittags und nachmittags als Ersatz für die gewohnten „Bröckchen“ ebenfalls je 70 g Stärkebrei.

2. Kasein-Periode. Nahrung: Entweißte Molke. Stärkebrei und 12 g Kasein (eigenes Präparat).

Zu jeder der 5 Mahlzeiten wurden 2,4 g Kasein mit 3 g Stärkebrei gut vermischt und nach Verspeisung dieser Menge der Hauptteil des Breis gereicht. Jetzt erst durfte das Kind Molke nachtrinken. Molke und Brei mit Appetit verzehrt.

Tabelle 12.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
31. 1.	87	1,68	0,775	0,293	+ 0,612	1,387
1. 2.	95	1,68	0,880	0,293	+ 0,507	1,387
2. 2.	100	1,68	1,020	0,293	+ 0,367	1,387
3. 2.	96	1,68	0,932	0,293	+ 0,455	1,387
4. 2.	106	1,68	1,220	0,293	+ 0,167	1,387

Die Stickstoff-Ausscheidungs-Kurve bewegt sich in aufsteigender Linie, und zwar sind in Prozenten der Einfuhr durch den Harn abgegeben worden: 46% als niedrigster, 73% als höchster und 57% als Mittelwert.

Es folgt wieder eine Unterbrechung von 2 Wochen, in denen das Kind in derselben Abstufung wie in der vorigen Pause — Vollmilch bis Molke — allmählich für den Eiweißhunger vorbereitet wird.

3. N-freie Periode. Nahrung wie in der ersten Periode.

Tabelle 13.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
19. 2.	94	—	0,555	0,20
20. 2.	99	—	0,545	0,20
21. 2.	90	—	0,534	0,20
22. 2.	93	—	0,513	0,20

Mittel aus den letzten 2 Tagen = 0,523

Mittelzahl für den N-Umsatz (0,478, 0,523) = 0,500.

Der N-Wert ist hier größer als in der ersten Periode, die Differenz beträgt 9%. Der höhere Stickstoffumsatz mag damit zu erklären sein, daß das Kind inzwischen voller geworden ist. Es hat seitdem 800 g zugenommen.

4. Laktalbumin-Periode. Nahrung wie oben; 12 g Laktalbumin in der gleichen Art wie beim Kaseinversuch gereicht, 5 mal auf den Tag verteilt. Der Appetit hat sich verringert (ein Anzeichen der kommenden Grippe), besonders läßt er an den beiden letzten Tagen zu wünschen übrig. Die Molke wird zum Teil erbrochen, wobei aber keine Eiweißverluste eintreten.

Tabelle 14.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
23. 2.	83	1,68	0,454	0,182	+ 1,044	1,498
24. 2.	93	1,68	0,605	0,182	+ 0,893	1,498
25. 2.	94	1,68	0,724	0,182	+ 0,774	1,498
26. 2.	96	1,68	0,765	0,182	+ 0,733	1,498
27. 2.	100	1,68	0,932	0,182	+ 0,566	1,498
28. 2.	—	—	1,041	—	—	Fieber, Grippe, wenig gegessen,
1. 3.	—	—	1,934!	—	—	wenig Urin

Am ersten Tage werden vom eingeführten N 62% angesetzt. Im weiteren Verlauf wird die Stickstoffretention immer kleiner. Die zwei letzten Tage stehen schon unter dem Zeichen der beginnenden Grippe. Das Kind hat infolge einer Angina starke Schluckbeschwerden. Harnretention: Die Urinmenge geht von 500 auf 130 zurück. Trotz sicherlich geringer Stickstoffzufuhr steigt der N-Wert rapid in die Höhe.

8 Tage lange Pause, in der statt Molke $\frac{2}{3}$ -Milch + 6% Zucker gegeben wird, der Stärkebrei wird beibehalten. Nachdem das Kind sich erholt hat, wird es wieder in die Schwebelage gelegt.

5. $\frac{2}{3}$ -Milch-Stärkebrei-Periode. Nahrung: 600 $\frac{2}{3}$ -Milch (Wasser) + 6% Rohrzucker, außerdem 2mal 250 und 2mal 70 Stärkebrei; Kind trinkt und ißt im allgemeinen gut.

Tabelle 15.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
11. 3.	98	1,857	1,022	0,203	+ 0,632	1,654
12. 3.	103	2,089	0,897	0,203	+ 0,989	1,886
13. 3.	102	1,910	1,107	0,203	+ 0,600	1,707
14. 3.	—	—	0,771 ¹⁾	—	—	—
15. 3.	—	—	0,924 ²⁾	—	—	—

Am vierten Tage geht infolge Unruhe des Kindes ein großer Teil von Harn und Kot verloren, am letzten wird einmal Brei erbrochen. Der N-Umsatz hält sich auf ziemlich gleichem Niveau. 55 bzw. 43 bzw. 58% Stickstoff wurden wieder ausgeschieden. Obwohl nur 3 Tage zur Verrechnung gelangen, ist gerade dieser Versuch von großer Genauigkeit, weil hier die Ernährung mit derselben Kost 10 Tage lang durchgeführt wurde, der Körper also reichlich Zeit gehabt hat, sich auf einen konstanten N-Umsatz einzustellen.

6. Laktalbumin-Periode. Nahrung: 3mal 200 enteiweißte Molke + 11% Rohrzucker, 2mal 250 und 2mal 70 Stärkebrei. Außerdem 12 g Laktalbumin (vgl. 4. Periode). Ausgesprochene Eßunlust, besonders ungern wird die Molke getrunken, so daß sie zum Teil mit dem Löffel gereicht werden muß. Keine Verluste an Eiweiß, das durchweg quantitativ eingenommen wird.

¹⁾ Verlust im Urin und Stuhl.

²⁾ Kind Brei erbrochen.

Tabelle 16.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
16. 3.	78	1,68	0,817	0,199	+ 0,664	1,481
17. 3.	94	1,68	1,035	0,199	+ 0,446	1,481
18. 3.	89	1,68	0,647	0,199	+ 0,834	1,481
19. 3.	98	1,68	0,795	0,199	+ 0,686	1,481
20. 3.	92	—	0,421 ¹⁾	—	—	—
21. 3.	—	1,68	1,045	0,199	+ 0,436	1,481
22. 3.	—	—	0,728 ¹⁾	—	—	—

Am fünften und siebenten (letzten) Tage Harnverlust. Bei gleichbleibender Einfuhr schwankt der Harn-N in ziemlich weiten Grenzen zwischen 0,647 und 1,045.

Ein Vergleich der einzelnen Perioden dieser Versuchsreihe ergibt: durchschnittlich wurden vom Kasein-N 57%, vom Albumin-N 41 und 52% (4. und 6. Periode) und vom Kuhmilch-N 52% wieder ausgeschieden.

Versuchsreihe IV. (Kd. Ny.)

Von Geburt an künstlich ernährtes, gesundes Kind. Zuerst $\frac{1}{3}$ -Milch, später $\frac{1}{2}$ -Milch-Schleim. Zu Beginn des Stoffwechsels $5\frac{3}{4}$ Monate alt, Gew. 6300 g, von blühendem Aussehen. Knapp vor dem Versuch

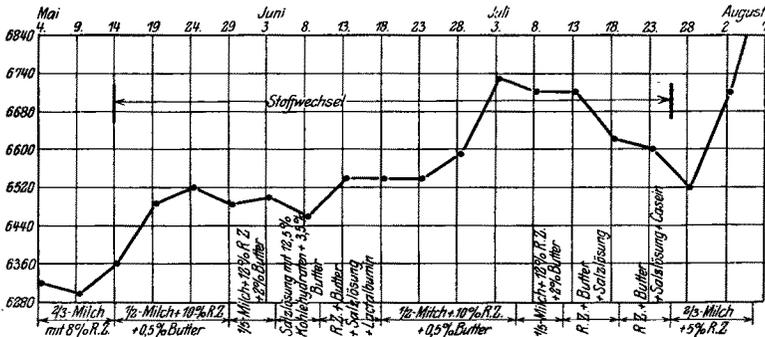


Abb. 3. Gewichtskurve von 11 Wochen.

$\frac{2}{3}$ -Milch (Wasser) + 8% Rohrzucker. Dabei gesunde Zunahme. In der Schwebe die ganze Zeit vergnügt, lacht und spielt. Während des Versuchs auf seinem Gewicht stehen geblieben. Stühle im allgemeinen gut, einigemal zerfahren, Zahl 1—3 pro Tag. Kind gedeiht später ausgezeichnet (s. Abb. 3).

¹⁾ Harnverlust.

Nach einem Übergang von Vollmilch auf $\frac{2}{3}$ -Milch + 8% Rohrzucker erhält das Kind zwei Wochen lang $\frac{1}{2}$ -Milch + 10% Rohrzucker + 0,5% Butter (800 g täglich), dann 6 Tage 5 mal $\frac{1}{5}$ -Milch + 2% Butter und 12 % Rohrzucker und schließlich 2 Tage vor Beginn des Stoffwechsels die eiweißfreie Nahrung.

1. N-freie Periode. Nahrung: 800 Salzlösung mit 1,5% Kartoffelstärke, 11% Rohrzucker und 3,5% Butterfett auf 5 Flaschen verteilt.

In der eiweißarmen Kost ($\frac{1}{5}$ -Milch) war bereits der Eiweißgehalt auf ca. 4% Gesamtkalorien herabgemindert. Es war also anzunehmen, daß sich das Kind recht schnell auf den kleinsten N-Umsatz einstellen wird.

Tabelle 17.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
6. 6.	98	—	0,393	0,11
7. 6.	87	—	0,328	0,11
8. 6.	85	—	0,210 ¹⁾	0,11
9. 6.	88	—	0,414	0,11

Mittelzahl aus dem ersten und zweiten Tage = 0,360.

Unsere Erwartung hat sich, wie man sieht, nicht voll erfüllt. Der N-Wert schwankt nicht unbeträchtlich, die Differenz zwischen dem ersten und zweiten Tage beträgt noch ca. 18%. Leider ist am folgenden Tage etwas Harn verloren gegangen. Immerhin weist der 4. Tag bei gleichbleibendem Energiequotienten Stickstoff-Steigerung auf, so daß sich wahrscheinlich die beiden ersten Werte in der Nähe des richtigen Minimums befinden.

2. Laktalbumin-Periode. Nahrung wie oben und 10 g Laktalbumin. Kind trinkt die Mischung gut und spuckt nur sehr wenig.

Tabelle 18.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
10. 6.	94	1,358	0,430	0,192	+ 0,736	1,166
11. 6.	89	1,354	0,686	0,192	+ 0,476	1,162
12. 6.	90	1,368	0,860	0,192	+ 0,316	1,176
13. 6.	92	1,368	0,932	0,192	+ 0,244	1,176
14. 6.	95	1,336	0,925	0,192	+ 0,219	1,144
15. 6.	95	1,356	0,858	0,192	+ 0,306	1,164
16. 6.	93	1,355	0,896	0,192	+ 0,267	1,163
17. 6.	95	1,361	0,803	0,192	+ 0,366	1,169

¹⁾ Harnverlust!

Die Stickstoff-Ausscheidung nimmt bis zum dritten Tage stark zu und hält sich von da ab auf etwa gleicher Höhe. So werden am ersten Tage 32, am dritten fast das Doppelte, nämlich 63, am vorletzten 66% N abgegeben.

In der folgenden 3 $\frac{1}{2}$ -wöchigen Pause bekommt das Kinder wieder 17 Tage lang $\frac{1}{2}$ -Milch-Rohrzucker, die nächsten 5 $\frac{1}{5}$ -Milch + 12% Rohrzucker und 2% Butter und in den letzten drei Tagen die Rohrzucker-Butter-Salz-Mischung.

3. N-freie Periode. Nahrung wie in der ersten Periode. Der Appetit hat nachgelassen, zur Verbesserung des Geschmacks wird 1 Teelöffel Zitronensaft gereicht. Kind sonst munter und vergnügt.

Tabelle 19.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
15. 7.	89	—	0,394	0,155
16. 7.	93	—	0,356	0,155
17. 7.	93	—	0,310	0,155

Mittelzahl aus den letzten 2 Tagen = **0,333**

Mittelzahl N-Umsatz (0,360, 0,333) = **0,346**.

Der N-Umsatz ist gleichmäßiger als in der vorigen eiweißfreien Periode. Der Unterschied zwischen den einzelnen Tagen macht aber noch immer 10 und 13% aus. Dagegen stimmt der Mittelwert aus dem zweiten und dritten Tage recht gut mit dem ersten Mittelwert überein (Differenz weniger als 6%).

4. Kasein-Probe. Nahrung wie oben + 10 g Kasein. Appetit leidlich, Kind trinkt sehr langsam mit größeren Zwischenpausen, so daß sich die einzelnen Mahlzeiten sehr ausdehnen.

Tabelle 20.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
18. 7.	99	1,177	0,400	0,197	+ 0,580	0,980
19. 7.	89	1,266	0,500	0,197	+ 0,569	1,069
20. 7.	90	1,331	0,612	0,197	+ 0,522	1,134
21. 7.	87	1,273	0,847	0,197	+ 0,229	1,076
22. 7.	93	1,320	0,913	0,197	+ 0,210	1,123
23. 7.	96	1,358	1,024	0,197	+ 0,137	1,161
24. 7.	84	1,281 ¹⁾	0,952	0,197	+ 0,132	1,084
25. 7.	80	1,201 ¹⁾	1,00	0,197	± 0,00	1,004

¹⁾ N-Einnahme nicht ganz genau.

Auch hier wird jeden Tag mehr Stickstoff ausgeschieden, aber die Steigerung verläuft allmählicher. Am ersten Tage werden 34%, am sechsten 75 und am achten 83% umgesetzt. An den zwei letzten Tagen hat das Kind 84 bzw. 24 g erbrochen mit relativ mehr Eiweiß als gewöhnlich, und wir sind daher nicht ganz sicher, ob nicht beim Abschaben vom Tuch usw. N-Verluste eingetreten sind.

Im Mittel der ganzen Periode ist der Stickstoff-Umsatz bei Kasein und Albumin ungefähr der gleiche (rund 61 bzw. 59%). Er wird bei Kasein etwas geringer, wenn man die beiden letzten Tage ausschaltet (55% bzw. 59%).

In den folgenden zwei Versuchsreihen wurden die Säuglinge in den Haupt-Perioden nur mit Frauenmilch bzw. Kuhmilch ernährt. Um möglichst vergleichbare Versuchsbedingungen zu schaffen, mußten alle gebrauchten Nahrungsgemische in ihrer Zusammensetzung ähnlich und kalorisch äquivalent sein. Diesen Anforderungen entsprachen ungefähr die nachstehenden Nahrungen:

	I. Eiweißfreie Nahrung	II. Frauenmilch	III. Kuhmilch (Halbmilch + 8,5% Rohrzucker)
Eiweiß	—	1,0 %	1,5 %
Kohlenhydrate	10 %	7 „	10,5 „
Fett	3,5 „	3,7 „	1,8 „
Kalorien im Liter	670	660	650

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Nahrung II und III besteht in bezug auf Fett und Zucker. Der Überschuß am letzteren in der Nahrung III kann für das N-Minimum nur von günstiger Wirkung sein. Das Fett aber übt in diesen Grenzen bestimmt keinen Einfluß auf den N-Umsatz aus. Die Differenz im Eiweißgehalt ist klein, von den Gesamtkalorien entfallen auf das Eiweiß in der Frauenmilch 6 und in der Halbmilch 9%.

Versuchsreihe V (Kind Bi).

Gesundes, etwas exsudatives, 4 Wochen altes Brustkind von 3420 g Gewicht. In der Schwebelage verhält sich der Säugling im großen ganzen ruhig, spuckt aber ziemlich viel. Während des Stoffwechsels Gewichtsstillstand. 2—3, meistens zerfahrene Stühle am Tage. Nach dem Versuch, an der Mutterbrust gute Entwicklung (Abb. 4).

1. N-freie Periode. Seit drei Tagen 5mal 150 Salzlösung mit 10% Rohrzucker und 3,5% Butter.

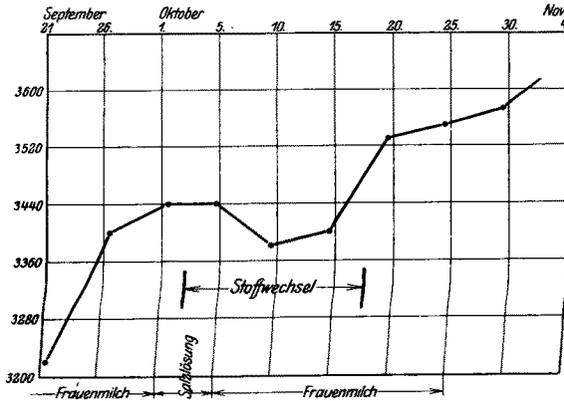


Abb. 4.

Tabelle 21.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
4. 10.	145	—	0,266	0,122
5. 10.	135	—	0,291	0,122
6. 10.	130	—	0,277	0,122

Mittelzahl aus 3 Tagen = 0,278.

Der N-Umsatz ist ziemlich konstant, die größte Differenz beträgt 9, die kleinste 4%. Im Harn Zucker, und zwar 0,43% der Einfuhr.

2. Frauenmilch-Periode. 5mal 120 Ammen-Mischmilch, und zwar eine für 10 Tage reichende Sammelmilch gleich nach dem Abspritzen auf 4° abgekühlt, gut durchgemischt und im Eiskühraum aufbewahrt. Analysiert zu Anfang, in der Mitte und zum Schluß des Versuchs. Kind hat kurz nach dem Trinken ziemlich viel gespuckt, die Menge wird durch sofortiges Wägen genau festgestellt.

Tabelle 22.

Tag	Energie-Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
7. 10.	117	0,871	0,330	0,170	+ 0,371	0,701
8. 10.	125	0,947	0,343	0,170	+ 0,434	0,777
9. 10.	92	0,690	0,310	0,170	+ 0,210	0,520
10. 10.	75	0,533	0,178	0,170	+ 0,185	0,363
11. 10.	119	0,893	0,406	0,170	+ 0,317	0,723

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
12. 10.	136	1,031	0,373	0,170	+ 0,488	0,860
13. 10.	120	0,889	0,367	0,170	+ 0,352	0,719
14. 10.	118	0,888	0,317	0,170	+ 0,401	0,718
15. 10.	120	0,897	0,376	0,170	+ 0,351	0,727
16. 10.	111	0,842	0,408	0,170	+ 0,264	0,672

Der auffallend niedrige Wert vom 4. Tage (0,178 g N., also 33% der Einfuhr) ist wohl auf eine Ausscheidungs-Verzögerung zurückzuführen. Nimmt man nämlich das Mittel aus diesem und dem nächstfolgenden Werte (Einfuhr: 0,713, Ausfuhr: 0,293), so erhält man einē den übrigen ähnliche Durchschnittszahl, und zwar 41%. Der höchste Wert beträgt 48,6, der mittlere aus zehn Tagen 40%. Kein Harnzucker!

Von einem Vergleichsversuch mit Kuhmilch mußte leider Abstand genommen werden.

Versuchsreihe VI (Kind Pr.).

Kleines, sonst normal entwickeltes, gesundes Brustkind, 7 Wochen alt, 3650 g Gew. Während des Versuchs: ruhig, gewöhnt sich rasch an die Schewe, spuckt zuerst viel, später bedeutend weniger, nachdem 5mal 2 Tropfen Atropin (0,01:10) in 3 ccm Wasser 10 Minuten vor jeder Mahlzeit gegeben wurden; hält sich in der ganzen Versuchszeit auf seinem Gewicht, bei Frauenmilch 160 g, bei Halbmilch 110 g Gewichtszunahme. Täglich 2—3, meistens zerfahrene Stühle, die bei der Salzmischung und der Halbmilch besser werden.

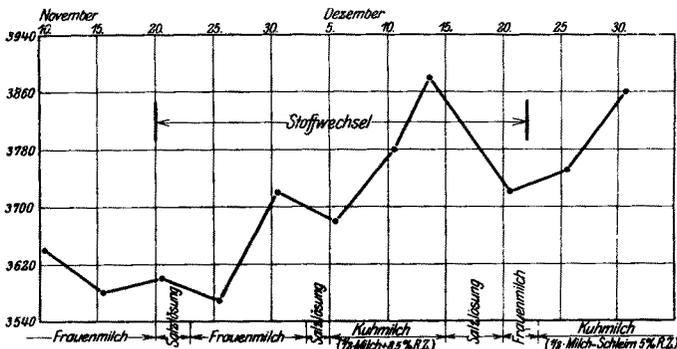


Abb. 5.

1. N-freie Periode. 5mal 120 Salzlösung + 10% Rohrzucker und 3,7% Butter. Ohne Übergang, direkt von der Mutterbrust in die Schewe gelegt. Bekommt aus Versehen am ersten Tage nur 390 g Nahrung.

Tabelle 23.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
20. 11.	75	—	0,363	0,122
21. 11.	109	—	0,392	0,122
22. 11.	120	—	0,225 (0,242?)	0,122

Am dritten Tage geht etwas Urin (ca. 50 ccm) verloren; die ersten zwei Stickstoff-Werte differieren um 7%. Im Harn Spuren Zucker.

2. Frauenmilch-Periode. 5mal 120 für jeden Tag frisch abgespritzter Brustmilch.

Tabelle 24.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
23. 11.	126	1,032	0,397	0,262	+ 0,373	0,770
24. 11.	124	1,284	0,447	0,262	+ 0,575	1,022
25. 11.	121	1,217	0,473	0,262	+ 0,482	0,955
26. 11.	121	1,156	0,427	0,262	+ 0,467	0,894
27. 11.	134	1,270	0,513	0,262	+ 0,495	1,008
28. 11.	117	1,133	0,439	0,262	+ 0,432	0,871
29. 11.	124	1,167	0,499	0,262	+ 0,406	0,905
30. 11.	117	1,131	0,466	0,262	+ 0,403	0,869
1. 12.	118	1,145	0,500	0,262	+ 0,383	0,883
2. 12.	119	1,100	0,429	0,262	+ 0,411	0,838

Die Stickstoff-Ausscheidungskurve verläuft mit wenigen Ausnahmen recht gleichmäßig, so werden z. B. am ersten Tage rund 38, am dritten Tage 39, am fünften 40, am sechsten 39, am siebenten 43, am neunten 43, am letzten 39% N abgegeben. Im Mittel der ganzen Periode 39,3%.

3. N-freie Periode. 5mal 120 Salzlösung + 10% Rohrzucker und 3,7% Butter.

Tabelle 25.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
3. 12.	105	—	0,344	0,157
4. 12.	100	—	0,257	0,157

Schon in der kurzen Zeit von 2 Tagen hat sich das Kind auf einen niedrigen N-Umsatz eingestellt, der dem allerdings nicht ganz sicheren Wert vom dritten Tage der ersten eiweißfreien Periode nahekommmt. Im Harn Fehling positiv, 0,33% der Einfuhr.

4. Kuhmilch-(Halbmilch-)Periode. 5mal 120 Halbmilch und 8,5% Rohrzucker.

Tabelle 26.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr		N-Bilanz	N-Resorbiert
			Harn	Kot		
5. 12.	92	1,309	0,402	0,175	+ 0,732	1,134
6. 12.	95	1,305	0,337 ¹⁾	0,175	—	—
7. 12.	92	1,126	0,472	0,175	+ 0,479	0,951
8. 12.	106	1,329	0,528	0,175	+ 0,626	1,154
9. 12.	102	1,356	0,611	0,175	+ 0,570	1,181
10. 12.	109	1,466	0,721	0,175	+ 0,570	1,291
11. 12.	95	1,199	0,646	0,175	+ 0,378	1,024
12. 12.	94	1,218	0,601	0,175	+ 0,442	1,043
13. 12.	96	1,158	0,656	0,175	+ 0,327	0,983
14. 12.	93	1,186	0,640	0,175	+ 0,371	1,011

Der N-Wert ist nicht konstant. Fast bis zum Schluß steigt die Kurve langsam an. Es werden ausgeschieden am ersten Tage 30,7, am dritten 41,9, am sechsten 49,3, am siebenten 53,8, am neunten 56,6, im Mittel von 9 Tagen (der zweite wird wegen Harnverlustes ausgeschaltet) rund 47 Prozent. Harnzucker 0,4% der Einfuhr.

5. N-freie Periode.

Tabelle 27.

Tag	Energie- Quotient	N-Einfuhr	N-Ausfuhr	
			Harn	Kot
15. 12.	85	—	0,426	0,109
16. 12.	114	—	0,376	0,109
17. 12.	105	—	0,268	0,109
18. 12.	114	—	0,204 ¹⁾	0,109
19. 12.	112	—	0,217	0,109

Mittelzahl N-Umsatz (0,257, 0,268, 0,217) = 0,247.

¹⁾ Großer Harnverlust!

Der Stickstoff-Umsatz vom dritten Tage stimmt zwar mit dem niedrigsten der vorigen Periode gut überein (Differenz nur 4%), wir haben aber, um sicher zu gehen, auch den letzten tiefsten Wert in unsere Berechnung mit einbezogen.

Es wurden also im Mittel der zehn Versuchstage von Frauenmilch-N 39,3% und vom Kuhmilch-N 47% wieder ausgeschieden. Die „Ausnutzung“ war übrigens bei der Halbmilch entschieden besser. (Resorbiert 86% gegen 77% bei Frauenmilch).

Die nachstehende Kurve veranschaulicht am besten den N-Umsatz bei Frauenmilch und Kuhmilch (Abb. 6).

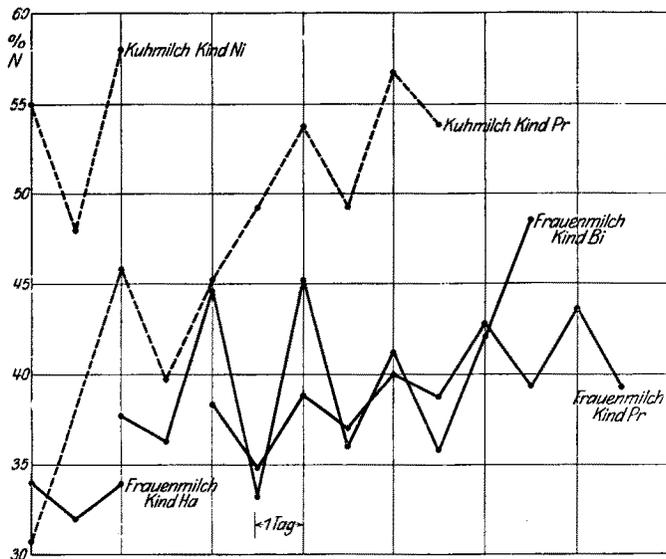


Abb. 6. Stickstoffausscheidung im Harn in Prozenten der Zufuhr bei Frauenmilch und Kuhmilch.

— = Frauenmilch. - - - - - = Kuhmilch.

Die Zickzackkurven bei Frauenmilch halten sich im Gebiet zwischen 30 bis 45,1 der tiefste Punkt entspricht 32, der höchste 48,5%. Ganz deutlich hebt sich davon die Linie der Kuhmilch ab, sie strebt energisch nach oben, wo sich ihr Hauptgebiet etwa zwischen 48 und 58 erstreckt. Nur in scheinbarem Widerspruch fängt die Kuhmilch-Kurve des Kindes Ni, gleich bei 55, dagegen die vom Kind Pr. bei 30 an. Man muß nämlich bedenken, daß der Punkt 55 bereits dem 8. Tage der Kuhmilch-Ernährung entspricht. Beide Kuhmilchkurven verlaufen also gleichsinnig.

Zusammenstellung und Kritik der Versuchswerte.

A. Das N-Minimum.

Die Größe der Abnutzungsquote bei Säuglingen, jener Stickstoffmenge, die der Körper unbedingt zerstören muß, weil sie eine „Funktion der Lebensenergie“ ist ¹⁾, ist bis jetzt noch nie experimentell bestimmt worden. Rubner hat sie, unseres Wissens als einziger, gelegentlich seiner Studie über das Wachstumsproblem theoretisch, will sagen rechnerisch zu ermitteln versucht.

Fällt, was wahrscheinlich ist, der N-Verbrauch während des Wachstums mit der Abnutzungsquote zusammen und beträgt der Eiweiß-(N)Anteil am Gesamtenergieumsatz des Säuglings bei Erhaltungsdiät 5% ²⁾, so läßt sich der kleinste N-Umsatz in der ganzen ersten Verdoppelungszeit zu 55,5 N berechnen. Diese Zahl stellt natürlich nur einen Annäherungs- und Mittel-Wert dar. Ein absolutes Eiweiß-Minimum gibt es ja bekanntlich nicht. Das Eiweißminimum ist jeweils abhängig von der Zusammensetzung der Nahrung und von dem Körperzustand, dem Eiweißbedürfnis der Zelle. Praktisch ist die erste Funktion bei der Säuglingsernährung die weniger variable, es ist daher die Frage des Eiweißbedarfs, an dem im wesentlichen zwei Komponenten, die Abnutzungsquote und der Wachstumsansatz beteiligt sind, hier einheitlicher zu verfolgen.

Wir haben seinerzeit zeigen können ³⁾, daß der N-Bestand des Säuglingskörpers recht konstant ist, ja man kann diese Konstanz auch auf den jungen Tierkörper ausdehnen.

Nehmen wir nun mit Camerer und Söldner ⁴⁾ den N-Bestand zu rund 20 g pro Kilo an und nehmen wir weiter an, daß sich dieser Bestand während der ersten Verdoppelungs-Periode nicht merklich ändert, so würde der tägliche minimalste Bedarf für den N-Ansatz bei z. B. 30 g täglicher Gewichtszunahme 0,6 g betragen. 55,5 N-Umsatz geben durch 180 dividiert 0,31. (Abnutzungsquote). Also ist der minimalste Eiweißbedarf des Säuglings in der ersten Zeit gleich etwa 5,7 g, und wenn man sich an die Rubnersche Zahl für den N-Bestand hält

¹⁾ Rubner, Das Problem der Lebensdauer und seine Beziehungen zu Wachstum und Ernährung. Verlag Oldenburg, Münster-Berlin 1908.

²⁾ Rubner und Heubner, Zur Kenntnis der natürlichen Ernährung des Säuglings. Zeitschr. f. experimentelle Pathologie und Therapie. 1, 1.

³⁾ Langstein-Edelstein, Die chemische Zusammensetzung frühgeborener Säuglinge und ihr Wachstumsansatz. Zeitschr. f. Kinderheilk. 15, 49. 1916.

⁴⁾ Camerer und Söldner, Die chemische Zusammensetzung des neugeborenen Menschen. Zeitschr. f. Biologie. 39, 178. 1900, 43, 1. 1902.

(30 N pro Kilo), 7,5 g Eiweiß. Selbstverständlich ist diese Berechnung eine rein schematische, aber sie gibt uns durch Zerlegung in die beiden Komponenten eine ungefähre Vorstellung über die quantitativen Vorgänge des Stickstoff-Verbrauchs.

Sehen wir uns nun unsere im Experiment gewonnenen Zahlen an: Mit Ausnahme von Kind Ha. (Versuchsreihe I), bei dem nur Kohlenhydrate verwendet wurden, bestand die eiweißfreie Nahrung aus Kohlenhydraten und 35—42% Fett-Kalorien; Kohlenhydrate sind bis zu 70% und darüber durch isodynamen Mengen Fett zu ersetzen, ohne daß eine Änderung des bei 100% Kohlenhydraten bestehenden Minimums eintritt¹⁾. Unsere Versuchsbedingungen sind also in dieser Beziehung einwandfrei. Blicke noch die Tatsache, auf die wir bereits hingewiesen haben, daß die Nahrung nicht vollkommen stickstofffrei war. So sind z. B. dem Kind Ni. in der ersten N-freien Periode (Versuchsreihe III) noch immer ca. 0,26 g N zugeführt worden. Soviel wir aber wissen, sind diese kleinen Mengen auf die N-Ausscheidung ohne Einfluß. Aus der Arbeit von Zeller entnehmen wir z. B. folgende Daten für den Erwachsenen: bei 1,0 und 3,4 g N-Zufuhr blieb die N-Ausscheidung pro 100 N-Bestand dieselbe; desgleichen bei 2,43 g (Siven), bei 4,85 g (Hindhede), bei 0,9 g (Landergren) N-Zufuhr.

Noch ein Einwand wäre zu zerstreuen, das ist die kurze Dauer der Versuche. Wir kommen gleich darauf zurück. Das nachfolgende Kurvenbild soll uns zunächst einen schnellen Überblick über die N-Ausscheidung in den N-freien Tagen gewähren (Abb. 7).

Die punktierte Linie verbindet die tiefsten Punkte der verschiedenen Kurven. Sie zeigt, daß das N-Minimum von Säuglingen im Alter von 4 Wochen bis 6 Monaten sich zwischen 0,2 und 0,3 g N bewegt. Nur das 15 Monate alte Kind Ni. weist einen höheren Umsatz auf. So kurzfristig nun, wie sie hier erscheinen, sind, wie wir wissen, unsere Versuche ins Wirklichkeit nicht. Die Kinder waren in den meisten Fällen schon 2 bis 3 Tage vorher auf die eiweißfreie Kost gesetzt und die eiweißarme Vorbereitungszeit erstreckte sich bei manchen bis zu 7 Tagen. Warum trotzdem Ausschläge nach oben vorkommen, besonders bei Kind Ha. und Kind Ny., entzieht sich einer sicheren Erklärung. Zu denken wäre

¹⁾ Zeller, Einfluß von Fett und Kohlenhydrat bei Eiweißhunger auf die Stickstoffausscheidung. Arch. f. Anat. und Physiol. Physiol. Abteilg. Jahrgang 1914. S. 213. — Hindhede, Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Kartoffeln. Skand. Arch. f. Phys. 27, 277. 1912. — Landergren, Untersuchungen über die Eiweißumsetzung des Menschen, ebenda 14, 112. 1903. — Siven, Über das Stickstoffgleichgewicht bei erwachsenen Menschen. Ebenda 10, 91. 1899.

daman, daß Säuglinge nicht imstande sind, allzulange an ihrem Minimum festzuhalten, daß Verschiebungen nach oben oder unten leichter eintreten können, als bei Erwachsenen. All diese Erwägungen ändern aber nichts an dem Gesamtbild. Die Kurve zeigt ferner, daß geringe

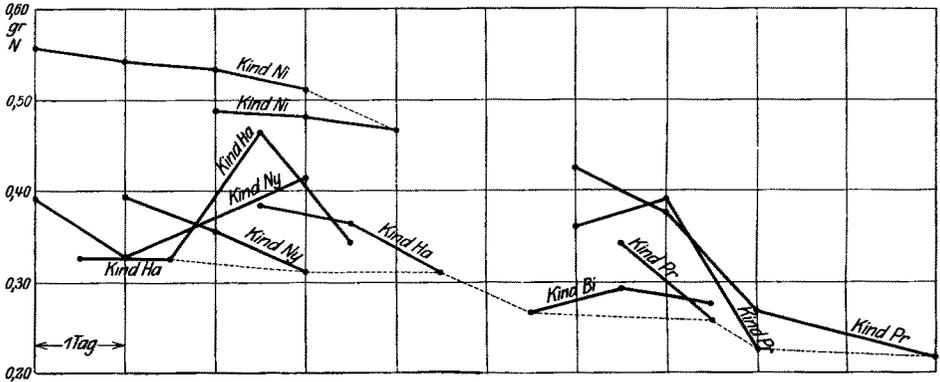


Abb. 7.

N-Mengen in der Nahrung tatsächlich für den Harn-N belanglos sind, denn bei dem Kind Ha. war jede N-Zufuhr absolut sicher ausgeschlossen. Deutlicher ist das aus nachstehender Tabelle zu ersehen, in welcher die Ungleichheiten des Gewichts ausgeschaltet sind.

Tabelle 28.

N-Minimum von Kindern und Erwachsenen auf den N-Bestand ¹⁾ reduziert.

Alter und Gewicht des Versuchsobjektes	N-freie Nahrung	Harn-N (Mittelwerte)	N-Umsatz pro 100 Körper-N
Kind Ha., 2 Mon., 4,2 kg	100 % Kohlenhydrat-Kal.	0,322	0,25
Kind Bi., 1 Mon., 3,43 kg	40 % Fett-Kalorien	0,278	0,27
	60 % Kohlenhydrat-Kal.		
Kind Pr., 2 Mon., 3,68 kg	42 % Fett-Kalorien	0,247	0,22
	58 % Kohlenhydrat-Kal.		
Kind Ny., 5¼ Mon., 6,6 kg	35 % Fett-Kalorien	0,346	0,17
	65 % Kohlenhydrat-Kal.		
Kind Ni., 15 Mon., 10,8 kg	36 % Fett-Kalorien	0,500	0,15
	64 % Kohlenhydrat-Kal.		
Ferkel II, 9,7 kg	28 % Fett-Kalorien	0,630	0,22
	72 % Kohlenhydrat-Kal.		

¹⁾ Vergleichshalber haben wir hier den N-Bestand bei Säuglingen nicht zu 20 sondern 30 g N (Rubner) pro Kilo angenommen.

Alter und Gewicht des Versuchsubjektes	N-freie Nahrung	Harn-N (Mittelwerte)	N-Umsatz pro 100 Körper-N
Erwachsener, 73 kg (Thomas ¹⁾)	100% Kohlenhydrat-Kal.	2,16	0,10
Erwachsener, 69 kg (Zeller ²⁾)	100% Kohlenhydrat-Kal.	3,82	0,18
Erwachsener, 64 kg (Folin ³⁾)	25% Fett-Kalorien 75% Kohlenhydrat-Kal.	2,60	0,15

Also: Die Stickstoffumsätze der drei Brustkinder (alle drei von etwa gleichem Gewicht und Körperzustand) kommen einander sehr nahe. Mit steigender Entwicklung nähert sich der Minimumwert dem des Erwachsenen immer mehr. Nicht berücksichtigt ist in der ganzen Aufstellung weder in der Abb. 7 noch in der Tabelle 28 der Kot-N der N-freien Periode. Sein Wert schwankt im allgemeinen, wie aus den Tabellen 5—27 zu ersehen ist, in engen Grenzen und beträgt im Mittel 0,150 g N. Ziehen wir aus den ersten 4 Zahlen der Kolumne 3 das Mittel, so erhalten wir für den kleinsten Stickstoffumsatz 0,298 g N und durch Addition von 0,150 g Kot-N 0,448 g N. Die von Rubner theoretisch abgeleitete Zahl für die erste Verdoppelungs-Periode (Brustkind bei Erhaltungsdiät) ist: 0,308 g N pro Tag.

B. Die biologische Wertigkeit.

Dürfen wir die auf Seite 133 und 134 angegebenen Schemata I und II zur Berechnung der biologischen Wertigkeit für den wachsenden Organismus heranziehen und welche Fehler ergeben sich hierbei?

Die Bestimmung der absoluten Wertigkeit der Milcheiweißkörper für den Säugling ist nach diesen Formeln nicht durchführbar. Dazu ist die Minimum-Konstanz, bei sonstiger befriedigender Übereinstimmung nicht sicher genug. Wir waren an eine immerhin kurze Zeit der N-freien Periode gebunden und konnten sie mit Rücksicht auf die Kinder nicht nach Belieben ausdehnen. Diese Sicherheit ist aber die erste unbedingte Voraussetzung für die Ermittlung eines genauen Zahlen-Materials. Des weiteren ist die Diskrepanz zwischen N-Minimum und N-Einfuhr einerseits und zwischen N-Minimum und N-Ausfuhr andererseits beträcht-

¹⁾ Thomas, Archiv f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Jahrg. 1910. 282.

²⁾ Zeller, l. c.

³⁾ Folin, Laws Governing the chemical composition of urine. Amer. Journal of Physiol. 13, 66. 1905.

lich, viel größer als bei Erwachsenen. Thomas hat z. B. bei einem Minimum von 3,022 g N (Urin) 4,639 g N, oder bei 3,991:6,065 g N oder endlich bei einem „Bedarf“ 3,991:7,284 g N genossen, während wir bei unseren Säuglingen bei einem durchschnittlichen N-Umsatz von 0,3 g ca. 1,12 bis 1,6 g N eingeführt haben. Die Kleinheit des N-Wertes bei N-freier Kost kann daher besonders durch seine nur bedingte Sicherheit ganz bedeutende Fehler verursachen. Hierzu kommt aber noch, daß wir auch eine Konstanz der Stickstoff-Ausscheidung während der N-Zufuhr nicht abwarten konnten bzw. diese überhaupt nicht zu erreichen war. Nach dem Eiweißhunger ist die Anziehungskraft des wachsenden Säuglingskörpers gegenüber dem Eiweiß so stark, daß zunächst die größtmögliche N-Menge zum Ansatz gelangt, der N-Ansatz wird aber stufenweise immer kleiner, wodurch die N-Menge im Harn andauernd, wenn auch in bestimmten Grenzen, wechselt und wobei die Ausscheidungs-Verzögerung, trotz Verteilung des Nahrungs-N in kleinere Dosen, eine größere Rolle zu spielen scheint. So kommt es schließlich durch Summation zu Fehlergrößen, die das Maß dessen überschreiten, was man exakterweise für die Bestimmung der biologischen Wertigkeit verlangen muß.

All dieser Schwierigkeiten wird man mit einem Schlage enthoben, wenn man nicht auf die Bestimmung der absoluten Wertigkeit ausgeht, sondern sich mit Vergleichswerten begnügt. Zu diesen kommen wir auf folgende Weise: Innerhalb derselben Versuchsreihe nehmen wir das Mittel der verschiedenen N-Minima als N-Umsatz. Es wird also z. B. die Wertigkeit vom Kasein nicht nach dem während des Kasein-Versuches erreichten N-Minimum berechnet, sondern für Kasein und Albumin bzw. für Frauenmilch-N und Kuhmilch-N gilt derselbe N-Wert (Harn-N) der betreffenden Versuchsreihe. Ferner setzen wir das Mittel aller Tage für die N-Ausscheidung (Harn-N) bei N-Zufuhr ein, wodurch zwar die biologische Wertigkeit jeweils größer oder kleiner wird, was aber durchaus nicht stört. Mit dieser Berechnungsart haben wir aber unser Ziel erreicht, denn uns kommt es in erster Linie darauf an zu wissen, ob und welcher von den Eiweißkörpern unter denselben Versuchsbedingungen besser verwertet wird. Wir haben damit sogar an Vorteilen gewonnen, denn erstens sind wir von keinem Zufallswert einzelner Tage abhängig und zweitens sind durch das gemeinsame N-Minimum als Grundlage schon kleinere Ausschläge von Bedeutung.

Wir gehen bei der Zusammenstellung in der früheren Reihenfolge vor.

Versuchsreihe I. (Ferkel II.)
(Vgl. Tabelle 2 und 4.)

Bei der Berechnung lassen wir für die Kasein-Periode den 30. und 31. 10., für die Laktalbumin-Periode den 17., 18., und 19. 11. fort. An diesen Tagen war die Stickstoff-Ausscheidung im Harn von den übrigen stark abweichend. Da wir dies für beide Perioden tun, ändern wir an dem Vergleichswert nichts, im Gegenteil wir verbessern sogar dadurch die Wertigkeit des Kaseins.

Tabelle 29.

Kasein.			Laktalbumin.		
Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II
14. 10.	84,53	85,33	7. 11.	93,55	94,00
15. 10.	86,85	87,53	8. 11.	92,93	93,43
16. 10.	91,47	91,91	9. 11.	94,56	94,94
17. 10.	84,15	84,97	10. 11.	90,79	91,44
18. 10.	89,54	90,06	11. 11.	94,19	94,47
19. 10.	86,10	86,81	12. 11.	90,03	90,73
20. 10.	82,25	83,14	13. 11.	91,20	91,82
21. 10.	82,74	83,63	14. 11.	86,70	87,65
22. 10.	89,22	89,74	15. 11.	87,08	87,99
23. 10.	85,41	86,16	16. 11.	83,00	84,20
24. 10.	87,69	88,32	Im Mittel:	90,4	91
25. 10.	85,29	86,04			
26. 10.	84,17	84,99			
27. 10.	79,11	80,19			
28. 10.	84,91	85,69			
29. 10.	85,44	86,18			
Im Mittel:	85,5	86,2			

Der Unterschied zwischen der Kasein- und Albumin-Wertigkeit würde noch deutlicher werden, wenn wir vom N-Minimum der einzelnen Perioden und nicht von der Mittelzahl ausgehen würden. Die biologische Wertigkeit des Laktalbumins ist in jedem Falle größer. Da wir über 16 und 10 Tage verfügen, und da außerdem die Differenz zwischen der N-Ausscheidung bei N-freier und N-haltiger Kost relativ gering ist, so kann von einer sehr exakten Bestimmung gesprochen werden.

Versuchsreihe II. (Kind Ha.)
(Vgl. Tabelle 6, 7, 9 u. 10.)

Der eintägige Frauenmilch-Versuch 3 sei nur der Vollständigkeit halber hier angeführt.

Tabelle 30.

Kasein.			Frauenmilch.			Laktalbumin.			Frauenmilch.		
Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II
17. 10.	73,34	76,76	20. 10.	74,67	80,62	24. 10.	96,09	97,75	27. 10.	85,95	86,98
18. 10.	74,23	77,35				25. 10.	91,16	94,17	28. 10.	88,83	89,68
19. 10.	61,86	66,55				26. 10.	88,24	92,70	29. 10.	86,84	88,54
Im Mittel:	69,81	73,55		74,67	80,62		91,83	94,91		87,21	88,40

Das gemeinsame N-Minimum verschiebt hier um ein Geringes den Wert zugunsten von Laktalbumin und Frauenmilch. Der Unterschied zwischen diesen und dem Kasein ist aber an sich so groß (22 und 16^o/_o), daß dieser „Fehler“ gar nicht in Betracht kommt. Die Wertigkeit von Frauenmilch-N steht etwa in der Mitte.

Versuchsreihe III.

(Kind Ni.)

(Vgl. Tabelle 12, 14, 15 u. 16.)

Die Mittelwerte in den N-freien Perioden sind: 0,478 und 0,523 g N. Durch die Mittelzahl aus beiden (0,500) vergrößern wir die Wertigkeit für Kasein und verkleinern sie für Kuhmilch und Laktalbumin.

Tabelle 31.

Kasein.			Lactalbumin.			Kuhmilch (² / ₃ -Milch).			Laktalbumin.		
Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II
31. 1.	80,17	83,6	23. 2.	103,0	102,7	11. 3.	68,4	71,9	16. 3.	78,6	81,1
1. 2.	72,60	77,37	24. 2.	93,0	93,74	12. 3.	78,95	81,0	17. 3.	63,87	68,1
2. 2.	62,50	69,0	25. 2.	85,0	86,6	13. 3.	64,4	68,2	18. 3.	90,1	91,2
3. 2.	68,85	74,3	26. 2.	82,3	84,2				19. 3.	80,08	82,4
4. 2.	48,08	57,1	27. 2.	71,1	74,3				21. 3.	63,2	67,5
Im Mittel:	66,44	72,27		86,9	88,3		70,58	73,7		75,17	78,0

Auch aus dieser Versuchsreihe geht in einwandfreier Weise hervor, daß dem Laktalbumin ein höherer Wert zukommt. Auf das Ergebnis der Kuhmilch-Periode legen wir ein besonderes Gewicht, weil den drei Tagen in der Schweben sieben von gleicher Ernährung vorangegangen sind.

Versuchsreihe IV. (Kind Ny.)
(Vgl. Tab. 18 u. 20.)

Tabelle 32.

Laktalbumin.			Kasein.		
Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II
10. 6.	92,79	93,81	18. 7.	94,48	95,41
11. 6.	70,75	74,88	19. 7.	85,59	87,83
12. 6.	56,28	62,42	20. 7.	76,54	80,01
13. 6.	50,2	57,2	21. 7.	53,43	60,64
14. 6.	49,4	56,70	22. 7.	49,51	57,04
15. 6.	56,01	62,20	23. 7.	41,60	50,00
16. 6.	52,73	59,40	Im Mittel:	66,26	71,82
17. 6.	60,90	66,42			
Im Mittel:	61,13	66,63			

Die niedrige Wertigkeit erklärt sich vielleicht daraus, daß der schon ältere Säugling eine ihm, der sonstigen Zusammensetzung nach inadäquate Nahrung erhielt. Das über 1 Jahr alte Kind Ni. des vorigen Versuchs hat immerhin neben Molke auch Breikost bekommen. Warum hier Albumin und Kasein gleichwertig sind, ja, sogar das letztere höherwertig ist, vermögen wir nicht zu sagen. Auch bei Zugrundelegung des N-Minimums vom 6. 6. bis 9. 6. würde sich eine nur geringfügige Erhöhung für Albumin ergeben.

Versuchsreihe V. (Kind Bi.)
(Vgl. Tabelle 22.)

Tabelle 33.

Frauenmilch.

Tag:	W I	W II
7. 10.	92,58	94,02
8. 10.	91,63	93,13
9. 10.	93,84	95,36
10. 10.	126,17	118,76
11. 10.	82,29	85,66
12. 10.	89,06	90,78
13. 10.	87,62	89,98
14. 10.	94,56	95,60
15. 10.	86,52	89,07
16. 10.	80,65	84,56
Im Mittel:	92,49	93,69

Die biologische Wertigkeit ist eine ausgezeichnete; 100 Frauenmilch-Stickstoff ersetzen danach 93 Körperstickstoff.

Versuchsreihe VI. (Kind Pr.)
(Vgl. Tabelle 24 u. 26.)

Tabelle 34.

Frauenmilch.			Kuhmilch ($\frac{1}{2}$ -Milch).		
Tag:	W I	W II	Tag:	W I	W II
23. 11.	80,51	85,46	5. 12.	86,33	88,15
24. 11.	80,43	84,42	7. 12.	76,34	80,01
25. 11.	76,33	81,42	8. 12.	75,64	78,85
26. 11.	79,86	84,42	9. 12.	69,18	73,15
27. 11.	73,61	79,05	10. 12.	63,28	67,66
28. 11.	77,95	83,05	11. 12.	61,03	66,72
29. 11.	72,15	78,40	12. 12.	66,05	70,93
30. 11.	74,79	80,64	13. 12.	58,39	64,68
1. 12.	71,34	77,90	14. 12.	61,12	66,86
2. 12.	78,52	83,63	Im Mittel:	68,60	73,00
Im Mittel:	76,54	81,84			

Der Mittelwert für das Minimum verschiebt wiederum die Wertigkeit zugunsten der Kuhmilch, trotzdem ist sie bedeutend niedriger als für Frauenmilch, obwohl die Wertigkeit der letzteren an sich schon um 13% niedriger ausfällt als beim Kind Bi.

Ob es sich bei den verschiedenen Werten für Frauenmilch nur um individuelle Schwankungen, die mit dem Körperzustand des Kindes zusammenhängen, handelt, oder ob noch andere Momente mitspielen, ist noch nicht recht klar. Daß zur Untersuchung des Kuhmilch-N einmal eine Zweidrittel-, das andere Mal eine Halb-Milch verwendet wurde, ist gleichgültig. Wir hatten nicht zu prüfen, ob eine $\frac{1}{2}$ -Milch oder eine $\frac{2}{3}$ -Milch besser vertragen wird, sondern wir wollten sehen, wie die Wertigkeit des Kuhmilchstickstoffs schlechthin ist, einerlei in welcher Form dieser gereicht wird. Die Versuchsbedingungen bei Kuhmilch und Frauenmilch sind zwar nicht ganz dieselben, in unserer Kuhmilch-Mischung ist der Kohlenhydratgehalt weit höher als in der Brustmilch, aber der geringe Verlust an Kot-Stickstoff im Kuhmilch-Versuch zeigt eine gute Ausnutzung an und spricht dafür, daß diese Differenz keinen entscheidenden Einfluß haben kann. Unsere Vergleichswerte, die sich auf 10-tägige Versuche stützen, bleiben vollkommen eindeutig.

Eine kurze Bemerkung sei noch über den Harnzucker gestattet. Es ist interessant, wie weit man mitunter bei gesunden Säuglingen die Zuckertoleranz erhöhen kann. Die Kinder Ha. und Pr. haben 70 bzw. 60 g pro Tag fast restlos verbrennen können. Allerdings hat Kind Pr. später in der zweiten und dritten N-freien Periode 0,33 und 0,20% der eingeführten Zuckermenge ausgeschieden, dasselbe war aber auch bei

Halbmilch der Fall. Mit dem vorangehenden partiellen Hunger hat das jedenfalls nichts zu tun, denn wir haben auch bei gesunden, gut gedeihenden und ausreichend ernährten Säuglingen bei Halbmilch + 7—8% Zucker sehr oft Zuckerausscheidung beobachtet. Ob es sich nur um Traubenzucker handelt, bleibe dahingestellt. Azeton ist bei unseren Versuchskindern niemals, weder bei der eiweißfreien Kost noch während der Eiweiß-Zufuhr, gefunden worden.

V. Ergebnisse und Schlußbemerkungen.

Unsere vergleichenden Untersuchungen zeigen also, daß Laktalbumin und Kasein für den Säugling nicht gleichwertig sind. In allen Versuchsreihen (mit einer Ausnahme) war die biologische Wertigkeit für Laktalbumin merklich größer. Gleichfalls höhere Wertigkeit weist der Frauenmilch-Stickstoff auf. Durch die 16 bzw. 10-tägige Dauer in den Versuchsreihen I (Ferkelversuche), V, VI und z. T. im Versuch 3 der III. Versuchsreihe gewinnen diese Befunde bedeutend an Sicherheit. Die Art der Berechnung schließt Zufallswerte aus. Wir gelangen zu unseren Zahlen auf durchaus zwanglose Weise. Wir wollen nun einen Schritt weitergehen und Gesamt-Mittelzahlen aufstellen, wobei wir erstens die Ferkelversuche nicht berücksichtigen und zweitens die Resultate der Versuchsreihe IV beiseite lassen. Wir tun dies, um ein schärferes, einheitlicheres Bild zu erhalten, wollen aber gleich vorwegnehmen, daß dadurch weder nach der positiven noch nach der negativen Richtung eine entscheidende Verschiebung eintritt. Weil es sich außerdem um gut resorbierbare Substanzen handelt, nehmen wir W II als Maßstab:

Laktalbumin	Kasein	Frauenmilch	Kuhmilch
Versuchsreihe II Versuch 5 Kind Ha. 94,91	Versuchsreihe II Versuch 2 Kind Ha. 73,55	Versuchsreihe II Versuch 6 Kind Ha. 88,4	Versuchsreihe III Versuch 5 Kind Ni. 73,7
Versuchsreihe III Versuch 4 Kind Ni. 88,3	—	Versuchsreihe V Kind Bi. 93,69	—
Versuchsreihe III Versuch 6 Kind Ni. 78,00	Versuchsreihe III Versuch 2 Kind Ni. 72,27	Versuchsreihe VI Versuch 2 Kind Pr. 81,84	Versuchsreihe VI Versuch 4 Kind Pr. 73,0
Im Mittel: 87 (A) (abgerundet)	73 (B)	88 (C)	73 (D)

Diese 4 Endzahlen erhalten wir aus Mittelwerten von an verschiedenen Kindern zu verschiedener Zeit ausgeführten Versuchen. Die Differenz zwischen A und B einerseits und C und D andererseits beträgt ca. 17%. Das ist ein Ausschlag, der, besonders in Anbetracht unserer Berechnungsart, weit außerhalb der Fehlergrenzen liegt.

Die Überlegenheit des Laktalbumins gegenüber dem Kasein und des Frauenmilch-N gegenüber dem Kuhmilch-N geht aus dieser Aufstellung ganz unzweifelhaft hervor.

Überraschend ist der Wert für Frauenmilch insofern, als man ja gemeinhin und mit Recht von der Voraussetzung ausgeht, daß die Frauenmilch samt ihren Eiweißkörpern die für das normale Wachstum des Säuglings geeignetste Nahrung darstellt. Der Fehlbetrag von 12% ist unseres Erachtens im folgenden zu suchen: Erstens liegt bereits in der Bestimmung ein methodischer Fehler, der allerdings auf keinen Fall so groß sein kann; zweitens kommt vielleicht doch der dynamogene N-Verbrauch im größeren Maße in Frage. Rubner meint zwar, „daß der dynamogene Verbrauch des Eiweißes bei Muttermilch unbedeutend und verschwindend ist“, das ist im allgemeinen richtig, ob es aber durchweg der Fall ist und ob es namentlich für unsere Versuchsverhältnisse zutrifft, ist zumindest nicht ganz sicher. Endlich muß berücksichtigt werden, daß gerade in der Frauenmilch Eiweiß und Stickstoff nicht identisch sind. Die 15—20% Reststickstoff entfallen größtenteils auf Harnstoff, über dessen Beziehung zum N-Ansatz noch nichts Endgültiges feststeht. Wahrscheinlich ist, daß der Harnstoff keine direkte Verwendung zur Aminosäure-Synthese findet, unter Umständen kann er vielleicht den Eiweiß-Aufbau stören¹⁾. Trägt jeder der angeführten Faktoren für sich allein nur im geringen Grade zur Herabminderung der biologischen Wertigkeit bei, so können sie alle zusammen sehr wohl die Differenz bedingen. Für unsere vergleichende Betrachtung ist dieser Fehlbetrag nebensächlich, wenn nur weitere, ähnliche Versuche die vorliegenden Zahlen bestätigen können. Es muß ferner die biologische Wertigkeit von Kasein und Albumin der Frauenmilch direkt untersucht werden, was leider bisher unsererseits am Materialmangel scheiterte. Aber jetzt schon kommen wir zu dem Ergebnis: Nicht auf die mehr oder minder gute Verdaulichkeit der Milch-Eiweißkörper, nicht auf das „lösliche“ und infolgedessen „besser resorbierbare“ Eiweiß (Albumin) kommt es an, sondern auf die „innere“

¹⁾ Abderhalden, Weitere Studien über den Stickstoffwechsel. Zeitschr. f. physiol. Chemie 96, 1. 1915/16. Vgl. auch sein Lehrbuch für physiol. Chemie. 1915. 2, 1216.

Qualität der Milch-Proteine. Das Laktalbumin ist vermöge seiner Zusammensetzung an bestimmten Bausteinen für das Wachstum des Säuglings günstiger als das Kasein. Die Relation Albumin-Kasein in der Frauenmilch gewinnt in diesem Zusammenhange eine neue, erhöhte Bedeutung.

Wir brauchen nicht erst zu weit abliegenden, unsicheren Theorien zu greifen, mit einer einfachen Erklärung reichen wir vollkommen aus. Wir wollen zum „Schaden“ der artfremden Molke durchaus keine Stellung nehmen, in bezug auf das Eiweiß aber können wir Moro nicht folgen. Seine Annahme ist auch deshalb unhaltbar, weil sie den Einfluß des Molken-Albumins in der Kuhmilch-Ernährung weit überschätzt. In der ersten entscheidenden Entwicklungszeit kommt nur eine recht stark verdünnte Kuhmilch in Frage, die Menge Molkenalbumin, die dabei übrig bleibt, ist verschwindend.

Das „biologisch-aktive“ Eiweiß erscheint uns als ein zu dehnbarer Begriff. Man tut vor der Hand gut, an der Gegenüberstellung Nahrungseiweiß — Gewebs-(Zell-)Eiweiß festzuhalten. Nur schwer wird man sich entschließen können, im Eiweiß der Frauenmilch lebendiges Eiweiß zu sehen. Es wird sogar darüber hinaus von „lebendiger Substanz“ im Sinne des (Verwornschen) Biogens gesprochen. Der Ausblick wäre sehr bestechend, allein wir müssen unsere Vorstellung über totes — lebendiges Eiweiß auf feststehenden Grundlagen aufbauen. Verworn selbst sagt darüber ¹⁾: „ . . . es entsteht die Forderung, in der lebendigen Zellsubstanz neben den bekannten Eiweißkörpern, die sich auch in der toten Zellsubstanz vorfinden, noch gewisse Eiweißkörper oder Verbindungen von Eiweißkörpern anzunehmen, die nur im Leben vorhanden sind und mit ihrem Zerfall das Leben beschließen.“ Man mag die Milch als Zell-Zerfallsprodukt oder als „verflüssigtes, exterritorial gewordenes mütterliches Protoplasma“ (Pfaundler) auffassen, „lebendige“ Substanz kann sie nicht mehr enthalten. Nach Verworn ist die Milch sogar „weiter nichts, als eine Emulsion von Butterfett in einer Lösung von Salzen, Eiweißkörpern und Zucker“ ²⁾. Diese Definition ist sicher zu einseitig, man darf sich aber andererseits nicht auf Grund der Tatsache, daß die Frauenmilch, ihre Eiweißkörper und das Blutserum der „Mütter“ dieselbe biologische Reaktion geben, zu weitgehenden Schlüssen verleiten lassen. Daß die „Artspezifität“ (biochemische Artstruktur) zugleich ein Attribut der lebendigen Substanz ist, dafür liegen keine zwingenden Beweise vor. Jedenfalls bestreiten wir ganz entschieden,

¹⁾ Verworn, Allgemeine Physiologie. Verl. G. Fischer, Jena, 1915, 596.

²⁾ Verworn, l. c. 404.

daß der Komplex dessen, was die „biologische Reaktion“ hervorruft, ohne weiteres in Beziehung zur lebendigen Substanz zu bringen ist, Die chemische Betrachtungsweise der Milch-Proteine genügt vorläufig noch. Der Aminosäure-Stoffwechsel weist uns hier auf lange Zeit hinaus den richtigen, sicheren Weg.

VI. Zusammenfassung.

1. An 5 gesunden Säuglingen bzw. Kindern wurden zum ersten Male das Eiweiß-(N)-Minimum und die biologische Wertigkeit von Kuhmilch-, Frauenmilch-, Albumin- und Kasein-Stickstoff bestimmt.

2. Das Eiweiß-(N)-Minimum beträgt im Mittel 0,448 g N (Harn + Kot), der Harn-N-Wert allein: 0,298 g N. Der Stickstoff-Umsatz bei N-freier Kost ist pro 100 Körper-N größer als beim Erwachsenen und nähert sich diesem mit fortschreitender Entwicklung.

3. Die biologische Wertigkeit des Laktalbumins bzw. des Frauenmilch-Stickstoffs ist höher als die Wertigkeit von Kasein bzw. von Kuhmilch-Stickstoff.

4. Das Frauenmilch-Eiweiß ist dem Kuhmilch-Eiweiß überlegen, aber nicht deswegen, weil das letztere „schädlich“ ist, sondern weil das Frauenmilcheiweiß infolge seiner Zusammensetzung das Wachstum günstiger beeinflusst.

VII. Versuchsprotokolle.

Versuchsreihe I, Ferkel II.

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
27.— 28. 9.	9900	Hungertag	—	335—700 R: neutral F: + ¹⁾	—	In 20ccm 0,0544 g	
28. 9.	9440	30 g Stärke, 120 g Zucker, 25 g Butter, 100 g Kartoffeln, 100 g Mohrrüben in 2000 ccm Salzlösung, außerdem Zusatz von einem Gemisch von rohen Kartoffeln u. rohen Mohrrüben	—	1750—2400 R: neutral F: +	grün, geformt, alkalisch	In 60 ccm 0,0368 g	Die Auf- fangzeit aus Versehen 1 mal von 9—11, dann v. 11—9 Uhr
29. 9.	9150	dto.	—	1740—2400 R: neutral F: Spuren	braun, geformt, alkalisch	In 60 ccm 0,0144 g	
30. 9.	9500	dto.	—	1950—2600 R: neutral F: —	braun, breiig, ge- formt, alkalisch	In 60 ccm 0,0244 g	
1. 10.	9100	dto.	—	1540—2100	braun, geformt, alkalisch	In 40 ccm 0,022 g	Beginn der N- freien Periode
2. 10.	9160	145 g Zucker, 30 g Stärke, 35 g Butter, 100 g Mohrrüben in 2 l Salzlösung; jeden 2.—3. Tag 1—2 g Knochenasche	1000	1450—2100 R: neutral F: —	dto.	In 40 ccm 0,020 g	
3. 10.	9190	dto.	1000	1670—1900 R: neutral F: +	dto.	In 40 ccm 0,0198 g	
4. 10.	9050	dto.	1000	1490—1900 R: neutral F: Spuren	dto.	In 40 ccm 0,0181 g	
5. 10.	9050	150 g Zucker, 30 g Stärke, 35 g Butter in 2 l Salzlösung	1000	1436—1800 R: neutral F: +	dto.	In 40 ccm 0,0166 g	

¹⁾ Die erste Zahl gibt die 24 stündige Harnmenge an, die zweite, auf welches Volumen sie mit destilliertem Wasser aufgefüllt worden ist. R. bedeutet Reaktion, F. die Fehlingsche Probe.

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
6. 10.	8910	150 g Zucker, 35 g Butter, 30 g Stärke in 2 l Salzlösung	1000	1470—2000 R: neutral F: +	braun, geformt, alkalisch	In 40 cem 0,0149 g	
7. 10.	8800	dto.	1000	1520—1900 R: sauer F: +	dto.	In 40 cem 0,014 g	
8. 10.	9000	145 g Zucker, 100 g rohe Mohrrüben 35 g Butter, 30 g Stärke in 2 l Salzlösung	1000	1620—1900 R: neutral F: +	dto.	In 40 cem 0,0094 g	
9. 10.	9110	dto.	1000	1720—2100 R: sauer F: +	dto.	In 50 cem 0,0147 g	
10. 10.	9000	dto.	1000	1660—2100 R: neutral F: Spuren	dto.	In 50 cem 0,0147 g	
11. 10.	9040	desgl. ohne Mohr- rüben	1000	1580—2000 R: sauer F: +	dto.	In 50 cem 0,0145 g	
12. 10.	9000	dto.	1000	1500—1800 R: neutral F: +	dto.	In 50 cem 0,0180 g	
13. 10.	8900	dto.	1000	1525—2100 R: neutral F: +	dto.	In 50 cem 0,0165 g	
14. 10.	8900	125 g Zucker, 30 g Stärke, 100 g Mohr- rüben, 35 g Butter, 20 g Kasein in 2 l Salzlösung	1000	1520—2000 R: neutral F: +	239,2 g feuchter Kot, 81,4 g Trocken- kot, 3,82% N dto.	In 30 cem 0,0154 g	Eiweißzulage!
15. 10.	9000	dto.	1000	1540—2400 R: neutral F: +	braun, geformt, alkalisch	In 30 cem 0,01218 g	
16. 10.	9020	dto.	1000	1590—1900 R: neutral F: +	braun, geformt, schw. alkalisch	In 30 cem 0,0134 g	
17. 10.	9100	dto.	1000	1590—2000 R: neutral F: +	braun, geformt alkalisch	In 30 cem 0,0155 g	
18. 10.	9160	dto.	1000	1550—1800 R: neutral F: +	braun, geformt, sauer	In 30 cem 0,0151 g	

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
19. 10.	9200	125 g Zucker, 30 g Stärke, 100 g Mohrrüben, 35 g Butter, 20 g Kasein in 2 l Salzlösung	1000	1650—2200 R: neutral F: +	braun, geformt, schw. alkalisch	In 30 ccm 0,0134 g	
20. 10.	9200	dto.	1000	1590—2600 R: neutral F: +	braun, geformt, alkalisch	In 40 ccm 0,0168 g	
21. 10.	9220	dto.	1000	1530—1900 R: neutral F: +	braun, geformt, schw. alkalisch	In 30 ccm 0,0170 g	
22. 10.	9250	dto.	1000	1630—1900 R: neutral F: +	braun, geformt, alkalisch	In 30 ccm 0,0144 g	Seit 2 Tagen sehr wenig Kot
23. 10.	9270	dto.	1000	1635—1900 R: neutral F: +	braun, geformt, alkalisch (schw.)	In 30 ccm 0,0160 g	
24. 10.	9270	dto.	1000	1530—1800 R: neutral F: +	braun, geformt alkalisch	In 30 ccm 0,0158 g	
25. 10.	9280	dto.	1000	1620—1900 R: neutral F: +	braun, geformt	In 30 ccm 0,0160 g	Nachts ist das Tier sehr un- ruhig
26. 10.	9280	dto.	1000	1500—1800 R: neutral F: +	dto.	In 30 ccm 0,01742 g	
27. 10.	9280	dto.	1000	1450—2400 R: neutral F: +	dto.	In 30 ccm 0,0147 g	
28. 10.	9300	dto.	1000	1500—2000 R: neutral F: +	dto.	In 30 ccm 0,01526 g	
29. 10.	9350	dto.	1000	1535—2100 R: neutral F: Spuren	dto.	In 30 ccm 0,0144 g	
30. 10.	9400	dto.	1000	1640—2300 R: neutral F: +	dto.	In 30 ccm 0,0170	
31. 10.	9400	dto.	1000	1620—1900 R: neutral F: +	dto.	In 30 ccm 0,01855 g	
					142,1 g feuchter Kot, 73,2 Trocken- kot, 3,47% N		

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
1. 11.	9470	120 g Zucker, 35 g Butter, 30 g Stärke, 100 g Mohrrüben in 2 l Salzlösung	900	1625—2000 R: neutral F: +	braun, geformt,	In 30 ccm 0,01606 g	
2. 11.	9500	dto.	900	1700—1900 R: neutral F: +	braun, geformt, sauer	In 30 ccm 0,01071 g	
3. 11.	9500	dto.	900	1575—1900 R: neutral F: schw. +	dto.	In 30 ccm 0,00994 g	
4. 11.	9340	dto.	900	1520—1900 R: neutral F: —	braun, geformt, sauer	In 30 ccm 0,01026 g	
5. 11.	9360	dto.	900	1485—2000 R: neutral F: —	braun, geformt, schw. alkalisch	In 30 ccm 0,01025 g	
6. 11.	9490	dto.	900	1550—2000 R: neutral F: —	dto.	In 30 ccm 0,00996 g	
7. 11.	9450	100 g Zucker, 35 g Butter, 30 g Stärke, 100 g Mohrrüben abwechselnd roh und gekocht, 20 g Laktalbumin in 2 l Salzlösung	900	1480—1800 R: neutral F: Spuren	38,4 g feuchter Kot, 24,3 g Trockenkot, 3,11% N braun, geformt, alkalisch	In 30 ccm 0,01323 g	Eiweißzulage!
8. 11.	9350	dto.	900	1485—1800 R: neutral F: Spuren	braun, geformt, neutral	In 30 ccm 0,01351 g	
9. 11.	9450	dto.	900	1540—2000 R: neutral F: —	dto.	In 30 ccm 0,01151 g	
10. 11.	9550	dto.	900	1595—2100 R: neutral F: —	dto.	In 30 ccm 0,01232 g	

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
1. 11.	9550	100 g Zucker, 35 g Butter, 30 g Stärke, 100 g Mohrrüben abwechselnd roh und gekocht, 20 g Laktalbumin in 2 l Salzlösung	900	1455—2000 R: neutral F: Spuren	braun, geformt, schw. alkalisch	In 30 ccm 0,01165 g	
2. 11.	9700	dto.	900	1550—2200 R: neutral F: schw. +	dto.	In 30 ccm 0,01204 g	
3. 11.	9700	dto.	900	1460—1900 R: neutral F: Spuren	braun, geformt, alkalisch	In 30 ccm 0,01344 g	
4. 11.	9600	dto.	900	1415—1900 R: neutral F: schw. +	dto.	In 30 ccm 0,01522 g	
5. 11.	9400	dto. dto.	900	1456—2100 R: neutral F: Spuren	dto.	In 30 ccm 0,01368 g	
6. 11.	9830	dto.	900	1480—2000 R: neutral F: Spuren	dto.	In 30 ccm 0,01596 g	
7. 11.	9800	dto.	900	1600—2000 R: schw. alk. F: Spuren	dto.	In 30 ccm 0,01701 g	
8. 11.	9800	dto.	900	1570—1900 R: neutral F: —	dto.	In 30 ccm 0,01942 g	
9. 11.	9640	dto.	900	1190—1600 R: schw. alk. F: —	dto.	In 30 ccm 0,03413 g	
					114,7 g feuchter Kot, 69,5 g Trockenkot, 3,65% N		

Eiweißrückstände (im Topf, Napf und in den Flaschen):

Kasein-Periode:	Laktalbumin-Periode:
14. 10. 0,0720 g N	7. 11. 0,0596 g N
15. 10. 0,0726 „ „	8. 11. 0,0703 „ „
16. 10. 0,0787 „ „	9. 11. 0,0627 „ „
17. 10. 0,0719 „ „	10. 11. 0,0609 „ „
18. 10. 0,0834 „ „	11. 11. 0,0683 „ „
19. 10. 0,0694 „ „	12. 11. 0,0642 „ „
20. 10. 0,0661 „ „	13. 11. 0,0788 „ „
21. 10. 0,0587 „ „	14. 11. 0,0906 „ „
22. 10. 0,0609 „ „	15. 11. 0,0634 „ „
23. 10. 0,0554 „ „	16. 11. 0,0487 „ „
24. 10. 0,0580 „ „	17. 11. 0,0627 „ „
25. 10. 0,0748 „ „	18. 11. 0,0687 „ „
26. 10. 0,0678 „ „	19. 11. 0,0652 „ „
27. 10. 0,0744 „ „	
28. 10. 0,0736 „ „	
29. 10. 0,0486 „ „	
30. 10. 0,0538 „ „	
31. 10. 0,0476 „ „	

Kasein: $14,16\%$ N } i. M. $14,08\%$ N Laktalbumin: $13,97\%$ } i. M. $13,98\%$ N
 $13,99\%$ N }

Butter: (N-freie Periode):	$0,159\%$ } $0,176\%$ } $0,164\%$ }	$0,166\%$ N
„ (Kasein-Periode):	$0,158\%$ } $0,161\%$ } $0,086\%$ } $0,081\%$ } $0,091\%$ }	$0,159\%$ N $0,086\%$ N
	$0,139\%$ } $0,137\%$ }	$0,138\%$ N
	$0,0734\%$ } $0,0749\%$ }	$0,0742\%$ N
„ (N-freie Periode):	$0,135\%$ } $0,134\%$ }	$0,134\%$ N
„ (Laktalb.-Per.):	$0,236\%$ } $0,230\%$ } $0,251\%$ }	$0,239\%$ N
Butter (Laktalbumin-Periode):	$0,188\%$ } $0,185\%$ } $0,181\%$ }	$0,185\%$ N
Knochenasche:	$0,051\%$ N	

Zuckerbestimmungen im Harn.

1. N-freie Periode vom 28. 9.—14. 10.	2. Kasein-Periode vom 14. 10.—1. 11.
28. 9. 2,64 g	14. 10. 1,14 g
29. 9. 0,64 g	15. 10. 0,864 „
30. 9. —	16. 10. 0,76 „

1. N-freie Periode vom 28. 9.—14. 10.	2. Kasein-Periode vom 14. 10.—1. 11.
1. 10. —	17. 10. 0,864 g
2. 10. —	18. 10. 0,858 „
3. 10. 0,893 g	19. 10. 0,814 „
4. 10. 0,874 „	20. 10. 0,624 „
5. 10. 0,81 „	21. 10. 0,912 „
6. 10. 1,05 „	22. 10. 0,817 „
7. 10. 0,893 „	23. 10. 0,589 „
8. 10. 0,817 „	24. 10. 0,81 „
9. 10. 0,735 „	25. 10. 0,779 „
10. 10. —	26. 10. 0,81 „
11. 10. 0,702 „	27. 10. 0,96 „
12. 10. 0,972 „	28. 10. 0,66 „
13. 10. 0,819 „	29. 10. 0,609 „
	30. 10. 0,69 „
	31. 10. 0,76 „

3. N-freie Periode vom 1.—7. 11.	4. Laktalbumin-Periode vom 7.—20. 11.
1. 11. 0,74 g	7. 11. 0,39 g
2. 11. 0,722 „	vom 8.—11. 11. —
3. 11. 0,551 „	12. 11. 0,55 „
4. 11. 0,684 „	13. 11. —
5. 11. —	14. 11. 0,532 „
6. 11. —	vom 15.—19. 11. —

II. Versuchsreihe. Kind Ha.

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
13. 10.	4180	742 g Salzlösung mit 10% Zucker (davon 70 g Soxhlet 10 g Rohrzucker)	297	430—700 R: sauer F: —	bräunlichgelb, dünn, sauer	11 20 ccm 0,0094 g	Kind in der Schwabe, hat stark schnie- fende Atmung, trank in Ab- sätzen, erbrach im Bogen ein Teil des Ge- trunkenen

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
14. 10.	4160	783,8 g Salzlösung	314	590—800 R: schw. sauer F: —	geformt, schwach sauer, bräunl.-gelb	In 20 ccm 0,0082 g	Kind ruhiger, Penis stark geschwollen
15. 10.	4160	779,6 g „	312	670—900 R: sauer F: —	geformt, schw. sauer, grünl.-braun	In 20 ccm 0,0103 g	
16. 10.	4100	775,3 g „	310	615—900 R: amphotär F: —	gelblichbraun, breiig, sauer, alkalisch	In 20 ccm 0,0076 g	
17. 10.	4140	196,7 g „ + 9 g Kasein	354	545—800 R: schw. sauer F: —	49,1 g feuchter Kot, 12 g Trockenkot, 5,16% N geformt, gelb.-grünlich, braun, schw. sauer	In 10 ccm 0,0072 g	
18. 10.	4230	867,1 g Salzlösung + 9 g Kasein	383	550—800 R: schw. sauer F: schw. +	schleimig, grünlich-braun	In 20 ccm 0,0146 g	Etwas gespuckt
19. 10.	4240	846,6 g Salzlösung + 9 g Kasein	377	650—900 R: schw. sauer F: —	geformt, dunkelbraun, sauer	In 20 ccm 0,0158 g	
20. 10.	4250	782,3 g Frauenmilch	508	420—700 R: schw. sauer	29,7 g feuchter Kot, 7 g Trockenkot, 6,05% N typischer Bruststuhl	In 20 ccm 0,0165 g	
21. 10.	4240	790,4 g Salzlösung	316	500—800 R: amphotär F: schw. +	49,3 g feuchter Kot, 8 g Trockenkot, 3,9% N breiig-dünn, bräunl.-gelb, alkalisch	In 20 ccm 0,0096 g	
22. 10.	4210	780,3 g „	312	690—900 R: schw. sauer F: Spuren	breiig, etwas schleimig, grünl.-braun, alkalisch	In 20 ccm 0,0081 g	
23. 10.	4180	777,3 g „	310	560—800 R: schw. sauer F: Spuren	breiig-dünn, gelbl.-grün, etwas schleimig	In 20 ccm 0,0079 g	
					88,6 g feuchter Kot, 9 g Trockenkot, 6,1% N		

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
24. 10.	4140	851,9 g Salzlösung + 9 g Laktalbumin	377	630—900 R: schw. sauer F: Spuren	sauer, gelblich-grün, wässrig, breiig	In 20 ccm 0,0076 g	Penis größten- teils abge- schwollen
25. 10.	4160	730,9 g Salzlösung 9 g Laktalbumin	328	540—800 R: schw. sauer F: —	schlecht riechend, dunkelgrün, breiig, dünn, teils wässrig, alkalisch	In 20 ccm 0,0096 g	Penis ganz abgeschwollen
26. 10.	4170	730,3 g Salzlösung 9 g Laktalbumin	328	480—700 R: amphotär F: —	braun-grün mit gel- ben Flocken, breiig, alkalisch	In 20 ccm 0,0113 g	
					97 g feuchter Kot, 14 g Trockenkot, 8,14% N		
27. 10.	4240	780 g Frauenmilch	546	450—700 R: amphotär	gelber Bruststuhl, breiig, sauer	In 20 ccm 0,01485 g	
28. 10.	4160	790 g ..	553	670—1000 R: amphotär	gelber, Bruststuhl breiig, sauer	In 20 ccm 0,0093 g	
29. 10.	4200	750 g ..	525	530—800 R: schw. sauer	gelber Bruststuhl, breiig, sauer	In 20 ccm 0,0124 g	
					80,8 g feuchter Kot, 5 g Trockenkot 6,53% N		

Eiweißrückstände (im Topf, in den Flaschen und im Erbrochenen).

1. Kaseinperiode:

17. 10. 0,129 g N
18. 10. 0,065
19. 10. 0,059

2. Laktalbuminperiode.

24. 10. 0,36 g N
25. 10. 0,169
26. 10. 0,250

Frauenmilchperiode (Mischmilch)

N-Gehalt: 0,169%
Rest-N-Gehalt: 20,1 %
Fett: 3,35 %
Zucker: 7,13 %

Frauenmilchperiode.

27. 10. N = 0,194% Rest-N = 16 %
28. 10. N = 0,184% = 14,6%
29. 10. N = 0,191% = 12,5%

Kasein (Merck)

N = 13,52% } i. M. 13,58%
N = 13,64% }

Laktalbumin

N = 13,93% } i. M. 13,90%
N = 13,87% }

III. Versuchsreihe. Kind Ni.

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
28. 12.	10440	3mal 200 Molke (Saure M. mit 5% S. u. 5% R), 200 g Kartoffelbrei, 200 g Halbmilchgrieß, 50 g Gemüse	—	—	2mal geformte Stühle	—	Hustet etwas
29. 12.	10440	3mal 200 g Voll- milch plus 5% R) 2mal 200 g Kartof- felbrei	—	—	1mal geformt	—	
30. 12.	10420	3mal 200 Molke, 2mal 250 g Kar- toffelbrei plus je 10 g Butter	—	—	1mal geformt	—	
31. 12.	10430	3mal 200 g Molke, 2mal 250 g Stärke	—	—	2mal geformt	—	
1. 1.	10280	3mal 200 g Molke, 2mal 250 g Stärke, abends 1 Messer- spitze Kohle	—	—	1mal geformt	—	Hustet wenig
2. 1.	10230	671 g Molke mit 5% Soxhlet plus 6% R, 302 g Stär- kebrei	904	540—800 R: sauer F: —	dünflüssig, grün- lichgelb, schw. al- kalisch	In 20 ccm Gesamtfl. 0,0122 g	Kind in der Schwebe, beim Einspannen etwas unruhig, im Laufe des Tages bedeu- tend ruhiger, Stimmung und Schlaf gut
3. 1.	10300	673 g Molke, 343 g Stärkebrei	747	500—800 R: sauer F: schw. +	geformt, grau, teils grünlich, schw. alkalisch	In 20 ccm 0,0120 g	Stimmung gut, sonstiges Verhalten normal
4. 4.	10170	676 g Molke, 327 g Stärkebrei	732	580—900 R: sauer F: schw. +	geformt, grünl.-gelb, alkalisch	In 20 ccm 0,0104 g	Kind ruhig und munter
5. 1.	10170	3mal 200 g Molke, 2mal 250 g Kartof- felbrei und je 10 g Butter	—	—	—	—	Kind außer- halb der Schwebe
6. 1.	10310	3mal 200 Halb- milchschleim (5% R), 250 g Kar- toffelbrei, 250 g Halbmilchgrieß	—	—	—	—	

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
7. 1.	10280	3 mal 200 g Vollmilch, 200 g Kartoffelbrei, 250 g Halbmilchgrieß	—	—	—	—	
8. 1.	10160	3 mal 200 g Vollmilch, 250 g Kartoffelbrei, 250 g Halbmilchgrieß	—	—	—	—	
9. 1.	10120	3 mal 200 Vollmilch, 2 mal 250 g Kartoffelbrei, 2 mal 70 g Stärkebrei	—	—	—	—	
10. 1.	10380	3 mal 200 g Molke, 2 mal 250 g Kartoffelbrei, 2 mal 70 g Stärkebrei	—	—	—	—	
11. 1.	10480	dto.	—	—	—	—	
12. 1.	10570	3 mal 200 g Molke, 2 mal 250 g Stärkebr.	—	—	—	—	
13. 1.	10350	dto.	—	—	—	—	
20. 1.	10400	3 mal 200 g Vollmilch, 250 g Kinderbrei, 250 g Kartoffelbrei	—	—	—	—	
21. 1.	10570	dto.	—	—	—	—	
22. 1.	10760	3 mal 200 g Vollmilch, 250 g Kinderbrei, 250 g Kartoffelbrei und „Bröckchen“	—	—	—	—	
23. 1. bis 25. 1.		dto.	—	—	—	—	
26. 1.	10770	3 mal 200 g Vollmilch, 250 g Kinderessen, 250 g Kartoffelbrei und Gemüse, 2 mal 70 g Stärkebrei	—	—	—	—	
27. bis 30. 1. einschließlich	—	3 mal 200 g Molke, 2 mal 250 g Stärke, 2 mal 70 g Stärkebrei	—	—	—	—	

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
31. 1.	10650	584 g Molke, 534 g Stärkebrei plus 12 g Kasein	932	535—1000 R: schw. sauer F: —	geformt, hellgrün, sauer, alkalisch	In 20 ccm 0,0155 g	Kind in der Schwebe, gut gegessen, gut getrunken, nachts unruhig
1. 2.	10690	602 g Molke, 605 g Stärkebrei, 12 g Kasein	1014	600—1100 R: sauer F: —	flüssig, teils breiig- flüssig, geformt, grünlichgelb, alka- lisch	In 20 ccm 0,0160 g	
2. 2.	10640	601,7 g Molke, 662,6 g Stärkebrei, 12 g Kasein	1071	570—1000 R: neutral F: —	geformt, grünlich- gelb, alkalisch	In 20 ccm 0,0204 g	
3. 2.	10780	566,4 g Molke, 651,2 g Stärkebrei, 12 g Kasein	1032	450—800 R: neutral F: —	geformt, grünlich- gelb, alkalisch	In 20 ccm 0,0233 g	Nicht beson- ders gern ge- trunken
4. 2.	10790	610,5 g Molke, 727,3 g Stärkebrei, 12 g Kasein	1147	585—1000 R: schw. alkal. F: —	dto.	In 20 ccm 0,0244 g	Die Tage 5. und 6. 2. mißglückt
5. 2. u. 6. 2.					291,4 g feuchter Kot, 67,5 g Trocken- kot, 3,04% N.		Kind außer- halb der Schwebe
Vom 10. bis 13. 2.		3mal 200 g Voll- milch, 1mal 250 g Kinderessen, 1mal 250 g Kartoffelbrei, 2mal 70 g Stärke- brei					
Vom 14. bis 16. 2.		3mal 200 g Molke, 250 g Kinderessen, 250 g Kartoffelbrei, 2mal 70 g Stärke- brei					
Vom 17. bis 18. 2.		3mal 200 g Molke, 250 g Stärkebrei, 2mal 70 g Stärke- brei					
19. 2.	11100	550 g Molke, 716 g Stärkebrei	1044	575—1000 R: sauer F: schw. +	geformt, gelbgrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0111 g	Kind in der Schwebe, ißt und trinkt gut
20. 2.	11000	605 g Molke, 633 g Stärkebrei	1000	615—1000 R: sauer F: —	dto.	In 20 ccm 0,0109 g	Stimmung gut
21. 2.	10910	500 g Molke, 670 g Stärkebrei	975	650—1200 R: sauer F: —	flüssig, breiig, gelb- grün, alkalisch	In 20 ccm 0,0089 g	Weniger gut gegessen

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
22. 2.	11000	598 g Molke, 670 g Stärkebrei	1029	585—1100 R: schw. sauer F: —	breiig, teils geformt, gelblichgrün, al- kalisch	In 30 ccm 0,0140 g	Recht gut ge- gessen und getrunken
23. 2.	10980	388,5 g Molke, 629,8 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	911	480—900 R: schw. sauer F: Spuren	141,5 g feuchter Kot, 30,1 g Trocken- kot, 2,74% N breiig, grün, alka- lisch	In 20 ccm 0,0101 g	Kind sehr un- ruhig, Appetit nicht besond.
24. 2.	11060	558 g Molke, 656,2 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1039	320—700 R: schw. alkal. F: —	geformt, grün alka- lisch	In 20 ccm 0,0173 g	Besser gegessen
25. 2.	10980	582 g Molke, 636,2 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1029	540—900 R: neutral F: —	dto.	In 20 ccm 0,0161 g	Stimmung gut, Appetit nicht besond.
26. 2.	11140	608,9 g Molke, 660,5 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1073	620—900 R: neutral F: —	breiig-dünn, teils ge- formt, grün, alka- lisch	In 20 ccm 0,0170 g	
27. 2.	11080	586,9 g Molke, 701,2 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1100	505—900 L: neutral F: schw. +	geformt, grün, al- kalisch	In 20 ccm 0,0207 g	Molke z. T. erbrochen
28. 2.				28. 2. 240—600 1. 3. 130—400 2. 3.	— 152,6 g feuchter Kot, 32,6g Trocken- kot, 3,92% N	In 20 ccm 0,0347 g In 20 ccm 0,0967 g	Kind hat Grippe, ist u. trinktschlecht, Harnretention, besonders stark am Tage darauf
Vom 3. bis 10. 3.		600 ccm $\frac{2}{3}$ -Milch mit 6% Rohr- zucker, 2mal 250 g Stärkebrei, 2 mal 70 g Stärkebrei	—	—	—	—	Außerhalb der Schwebe
11. 3.	11180	591 g $\frac{2}{3}$ -Milch, 685,3 g Stärkebrei	1098	440—700 R: sauer F: +	breiig, teils ge- formt, gelb, alka- lisch	In 20 ccm 0,0292 g	Kind in der Schwebe, gut gegessen und getrunken
12. 3.	11250	582 g $\frac{2}{3}$ -Milch, 752,9 g Stärkebrei	1160	400—600 R: neutral F: schw. +	dto.	In 20 ccm 0,0299 g	

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
13. 3.	11270	565 g $\frac{2}{3}$ -Milch, 757 g Stärkebrei	1152	370—600 R: sauer F: schw. +	breiig, geformt, etwas schleimig, gelb, alkalisch	In 20 ccm 0,0369 g	Gut und gern getrunken und gegessen
14. 3.	11240	598,2 g $\frac{2}{3}$ -Milch, 677,9 g Stärkebrei	1096	330—600 R: sauer F: negativ	—	In 20 ccm 0,0257 g	Kind war sehr unruhig, 2 mal Stuhl-, 2 mal Urinverluste
15. 3.	11160	569 g $\frac{2}{3}$ -Milch, 738 g Stärkebrei	1136	440—800 R: sauer F: schw. +	—	In 20 ccm 0,0231 g	Gut ge- trunken, mit Widerstreben gegessen. 1 mal den Brei erbrochen
					153,5 g feuchter Kot, 31,6 g Trocken- kot, 3,22% N		
16. 3.	11160	173 g Molke, 730 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	870	115—300 R: schw. alkal. F: —	geformt, grün, alka- lisch	In 20 ccm 0,0545 g	Zunächst schlecht, dann besser ge- gessen, wenig getrunken
17. 3.	11340	487 g Molke, 727 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1067	230—500 R: neutral F: Spuren	breiig, teils ge- formt, grün, alka- lisch	In 20 ccm 0,0414 g	Ziemlich gut gegessen und getrunken, Stimmung gut
18. 3.	11280	448 g Molke, 698 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1015	355—700 R: neutral F: —	geformt, grün, alka- lisch	In 20 ccm 0,0185 g	Appetit schlecht
19. 3.	11440	592 g Molke, 714 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1117	345—600 R: neutral F: schw. +	dto.	In 20 ccm 0,0265 g	Minder gut getrunken und gegessen
20. 3.	11350	449 g Molke, 725 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	1043	150—300 R: neutral F: —	dto.	In 20 ccm 0,0281 g	Großer Harn- verlust, Molke schlecht getrunken, infolgedessen z. T. mit Löffel gereicht
21. 3.	11410	382 g Molke, 702 g Stärkebrei 12 g Laktalbumin	979	350—700 R: neutral F: negativ	dto.	In 20 ccm 0,0299 g	Ist nicht gern, die Molke wird mit dem Löffel gefüttert
22. 3.	11360	363 g Molke, 685 g Stärkebrei, 12 g Laktalbumin	951	190—400 R: neutral F: —	dto.	In 20 ccm 0,0364 g	Sehr schlecht gegessen und getrunken, großer Harn- verlust
					152,1 g feuchter Kot, 37,3 g Trockenkot, 3,73% N		

Butter (N-freie Periode):	0,121‰	} i. M. = 0,120‰ N
	0,112‰	
	0,128‰	
Butter (Kasein-Periode):	0,218‰	} i. M. = 0,210‰ N
	0,211‰	
	0,202‰	
Butter (N-freie Periode):	0,213‰	} i. M. = 0,236‰ N.
	0,249‰	
	0,246‰	
Butter(Laktalbumin-Periode):	0,232‰	} i. M. = 0,243‰ N
	0,255‰	
Butter (2/3-Milchperiode):	0,151‰	} i. M. = 153‰ N
	0,155‰	
Butter (Laktalbumin-Periode):	0,180‰	} i. M. = 0,162‰ N
	0,152‰	
	0,155‰	
Kartoffelstärke:	0,0114‰	} i. M. = 0,0117‰ N
	0,0110‰	
	0,0143‰	
	0,0106‰	
Saure enteiweißte Molke (N-freie Periode):	0,0316‰	} i. M. 0,0376‰ N
„ „ „ (Kasein-Periode):	0,0497‰	
	0,0400‰	
	0,0435‰	
	0,0371‰	
	0,0346‰	
	0,0300‰	
	0,0346‰	
„ „ „ (N-freie Periode):	0,0435‰	} i. M. 0,0476‰ N
	0,0436‰	
	0,0556‰	
„ „ „ (Laktalb.-Periode):	0,0281‰	} i. M. 0,0252‰ N
	0,0278‰	
	0,0267‰	
	0,0248‰	
	0,0236‰	
2/3-Milch (Stärke-Periode):		
Milch:	0,314‰	} N
	0,359‰	
	0,338‰	
	0,322‰	
	0,303‰	

Saure enteiweißte Molke (Laktalbumin-Per.):	0,030 %	} i. M. 0,0309% N
	0,0286%	
	0,0302%	
	0,0355%	
	0,030 %	
Kasein:	14,02%	} i. M. 14% N
	13,99%	
Laktalbumin:	13,97%	} i. M. 13,98% N
	13,99%	

IV. Versuchsreihe. Kind Ny.

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
Vom 14. bis 28. 5.	—	Halbmilch(wasser) plus 10% R + 0,5% Butter (5 mal 160 g) täglich	—	—	—	—	
Vom 29. 5. bis 3. 6.	—	5 mal 160 g täglich 1/5-Milch(wasser) + 2% Butter + 12% Rohrzucker	—	—	—	—	
4. 6.	—	Salzlösung 5 mal 160 g tägl. mit 1,5% Stärke, 11% Rohrzucker, 3,5% Butter	—	—	—	—	
6. 6.	6530	917,7 g Rohrzuck., — Butter, — Salzlösung	642	585—1100 R: sauer F: —	breiig, grün-gelb, al- kalisch	In 30 ccm 0,0107 g	Kind in der Schwabe, Wohlbefinden, trinkt sehr gut
7. 6.	6460	807 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlösung	565	520—800 R: sauer F: —	dünn, grün-gelb, al- kalisch	In 30 ccm 0,0123 g	
8. 6.	6570	795 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlösung	556	380—600 R: sauer F: —	geformt, gelb, grau, alkalisch	In 30 ccm 0,0105 g	Harnverlust!
9. 6.	6530	817 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlösung	572	640—900 R: sauer F: —	breiig, teils geformt, grünlich-gelb, alka- lisch	In 30 ccm 0,0138 g	
					71,9 g feuchter Kot, 14,2 g Trockenkot, 3,12% N		
10. 6.	6620	834 g Rohrzucker, Butter, Salzlösung + 10 g Laktalbumin	624	470—700 R: sauer F: +	breiig, teils geformt, dunkelgrün, alka- lisch	In 20 ccm 0,01228 g	Kind hat im Laufe des Tages 8,1 g gespuckt
11. 6.	6640	771 g Rohrzucker, Butter, Salzlösung + 10 g Laktalbumin	580	525—700 R: sauer F: —	dto.	In 20 ccm 0,0196 g	

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
12. 6.	6540	788 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlös. + 10 g Laktalbumin	592	530—1000 R: sauer F: —	breiig, dünn, gelb- grün, alkalisch	In 20 ccm 0,0172 g	7.7 g gespuckt
13. 6.	6600	811 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlös. + 10 g Laktalbumin	608	520—800 R: sauer F: —	breiig, etwas schlei- mig, gelbgrün, al- kalisch	In 20 ccm 0,0233 g	11.3 g gespuckt. Hat gut geschlafen. schneift etwas
14. 6.	6630	843 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlös. + 10 g Laktalbumin	630	580—1000 R: neutral F: —	dünn, dunkelgrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0185 g	10.6 g gespuckt
15. 6.	6540	827 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlös. + 10 g Laktalbumin	619	535—1100 R: neutral F: —	dünn, breiig, zum Teil geformt, dun- kelgrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0156 g	12 g gespuckt
16. 6.	6460	805 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlös. + 10 g Laktalbumin	603	565—1000 R: neutral F: —	breiig, geformt, dun- kelgrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0179 g	19.2 g gespuckt
17. 6.	6530	835 g Rohrzucker, — Butter, — Salzlös. + 10 g Laktalbumin	624	620—1100 R: neutral F: —	breiig, geformt, et- was schleimig, dun- kelgrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0146 g	20 g gespuckt, trank weniger gut, sonst munter. Kind außerhalb der Schwebe
					198 g feuchter Kot, 32,3 g Trockenkot 4,76% N		
Vom 18. 6. bis 5. 7.		täglich 5 mal 160 g Halbmilch mit 10% Rohrzucker und 0,5% Butter	—	—	—	—	
Vom 6. bis 11. 7.		täglich 5 mal 160 g 1/5-Milch (Wasser) + 12% Rohrzucker + 2% Butter	—	—	—	—	
Vom 12. bis 14. 7.		täglich 5 mal 160 g Rohrzucker, — But- ter, — Salzlösung	—	—	—	—	
15. 7.	6600	829 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung	580	565—1000 R: sauer F: —	breiig, etwas schlei- mig, grau-gelb, al- kalisch	In 30 ccm 0,0118 g	Kind in der Schwebe. Läßt öfter Rest in der Flasche, den es später völlig aus- trinkt
16. 7.	6630	886 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung	620	560—900 R: sauer F: —	breiig, gelb, alka- lisch	In 30 ccm 0,0118 g	Kind ist mun- ter und ver- gnügt, trinkt die Flasche meist nicht ganz aus; der Rest wird in Zwischen- pausen aus- getrunken

Tag	Ge- wicht g	Nahrung	Ka- lorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
17. 7.	6630	889 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung	622	480—800 R: sauer F: —	geformt, gelb, schw. alkalisch 111,6 g feuchter Kot, 19,1 g Trockenkot, 2,44% N	In 30 ccm 0,0116 g	Kind hat z. T. schlecht ge- trunken, 1 mal nach dem Trin- ken gebrochen, bekommt 1 Teelöffel Zitronenessenz in die Flasche
18. 7.	6680	887 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	661	540—900 R: sauer F: —	geformt, zum Teil breiig, schleimig, graugrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0089 g	Trinkt besser, aber sehr lang- sam, so daß z. T. die 7-Uhr- Flasche erst um 8 Uhr bis auf 40 g ge- leert ist
19. 7.	6410	790 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	593	480—800 R: sauer F: —	breiig, teils geformt, graugrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0125 g	Trinkt besser, wenn auch mit langen Zwi- schenpausen, etwas Kirsch- saff in die Flasche
20. 7.	6690	813 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	609	440—700 R: sauer F: —	geformt, teils breiig, etwas schleimig, dunkelgrün, alka- lisch	In 20 ccm 0,0175 g	Trinkt in Ab- sätzen, nicht besonders gern
21. 7.	6700	782 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	587	450—700 R: sauer F: schw. +	breiig, schleimig, grüngelb, alkalisch	In 20 ccm 0,0242 g	Trinkt schlechter, in Absätzen, am Tage unruhig, nachts schläft es gut
22. 7.	6590	818 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	613	560—1100 R: sauer F: schw. +	breiig, etwas schlei- mig, grün, alkalisch	In 20 ccm 0,0166 g	Trinkt leidlich gut
23. 7.	6600	837,7 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	627	430—800 R: neutral F: —	breiig, gelblichgrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0256 g	Trinkt leidlich mit langen Zwischen- pausen
24. 7.	6690	752 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	566	455—800 R: neutral F: schw. +	breiig, wässrig graugrün, alkalisch	In 20 ccm 0,0238 g	Trinkt schlecht, ist ruhig, 1 mal 84 g erbrochen (schon abge- zogen)
25. 7.	6610	702 g Rohrzucker, — Butter, — Salz- lösung, 10 g Kasein	531	450—900 R: schw sauer F: —	wässrig, dunkel- grün, teils gelbgrün, sauer 159 g feuchter Kot, 39,7 g Trockenkot 3,98% N	In 20 ccm 0,0222 g	Trinkt nicht gern, in langen Zwischen- pausen, am Abend 24 g erbrochen, sonst sehr ver- gnügt

Eiweißrückstände (im Topf, in den Flaschen und im Erbrochenen):

Laktalbuminperiode:

10. 6.	0,0321 g N
11. 6.	0,0360 „ „
12. 6.	0,0220 „ „
13. 6.	0,0216 „ „
14. 6.	0,0542 „ „
15. 6.	0,0337 „ „
16. 6.	0,0346 „ „
17. 6.	0,0295 „ „

Kaseinperiode:

18. 7.	0,223 g N
19. 7.	0,134 „ „
20. 7.	0,069 „ „
21. 7.	0,127 „ „
22. 7.	0,080 „ „
23. 7.	0,0416 „ „
24. 7.	0,119 „ „
25. 7.	0,199 „ „

Butter (N-freie Periode):	0,141 ‰ 0,142 ‰	} i. M. 0,141 ‰ N
„ (Laktalbumin-Per.):	0,231 ‰ 0,219 ‰ 0,216 ‰	
„ (N-freie Periode):	0,0694 ‰ 0,0690 ‰	} i. M. 0,0692 ‰ N
„ (Kasein-Periode):	0,121 ‰ 0,121 ‰	
„ (Kasein-Periode):	0,265 ‰ 0,243 ‰	} i. M. 0,254 ‰ N

V. Versuchsreihe. Kind Bi.

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
Vom 1. bis 3. 10.	—	täglich 750 ccm Salzlösung mit 10 ‰ Rohrzucker u. 3,5 ‰ Butter	—	—	—	—	—
4. 10.	3420	700 g Salzlösung usw.	490	430—700 R: sauer F: +	breiig, z. T. geformt, etwas schleimig, gelbgrün, grünlich, alkalisch	In 30 ccm 0,0114 g	Kind in der Schwebel
5. 10.	3430	662 g Salzlösung usw.	463	460—700 R: sauer F: +	breiig, zum Teil geformt, etwas schleimig, gelblichgrün, alkalisch	In 30 ccm 0,0124 g	Kind spuckt ziemlich viel, sonst munter
6. 10.	3405	638 g Salzlösung usw.	446	410—700 R: sauer F: +	dto. 106,3 g feuchter Kot, 17,1 g Trockenkot, 2,14 ‰ N	In 50 ccm 0,0198 g	—

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
7. 10.	3380	565,6 g Frauenmilch	396	325—600 R: sauer F: —	breiig, geformt, teils breiig-wässerig, gelblich-grün, alkalisch	In 30 ccm 0,0165 g	Spuckt ziemlich viel, ist unruhig
8. 10.	3430	614,8 g ..	430	410—700 R: sauer F: Spuren	wässerig, gelblich-grün, alkalisch	In 30 ccm 0,0147 g	Spuckt weniger
9. 10.	3420	448,2 g ..	314	260—600 R: sauer F: Spuren	breiig, teils wässerig, gelblichgrün, alkalisch	In 30 ccm 0,0155 g	
10. 10.	3380	346 g ..	255	105—300 R: sauer F: —	—	In 30 ccm 0,01788	Trinkt sehr ungerne, wenig
11. 10.	3410	580 g ..	406	315—600 R: neutral F: Spuren	breiig, wässerig, gelblich-grün, sauer	In 30 ccm 0,0203 g	Trinkt bedeutend besser, ist unruhig
12. 10.	3430	669,5 g ..	460	420—700 R: neutral F: schw. +	breiig-wässerig, gelblichgrün, sauer	In 30 ccm 0,0160 g	Kind ruhiger
13. 10.	3350	577,7 g ..	405	360—700 R: neutral F: —	dto.	In 30 ccm 0,01575 g	
14. 10.	3410	576 g ..	404	350—700 R: neutral F: Spuren	dto.	In 30 ccm 0,01358 g	
15. 10.	3400	582,5 g ..	407	365—700 R: neutral F: —	breiig-wässerig, etwas schleimig, gelblichgrün, sauer	In 30 ccm 0,0161 g	Am Hinterkopf ein Furunkel; geöffnet und essig-saure Tonerde-Verband
16. 10.	3440	547 g ..	383	360—800 R: neutral F: Spuren	breiig, wässerig gelblichgrün, sauer	In 30 ccm 0,0153 g	Furunkel besser
17. 10.	—	—	—	—	breiig-wässerig, gelblich-grün, sauer	—	
					457 g feuchter Kot, 48,6 g Trockenkot 3,51% N		

Butter (N-freie Periode : 0,388% }
0,371% } 0,355% N.

Frauenmilch:	Fettgehalt	1. 3,04%	N-Gehalt
		2. 3,08%	1. Analyse 0,153%
(Sammelmilch		3. 2,88%	2. .. 0,150%
für 10 Tage)		4. 3,09%	3. .. 0,157%
			4. .. 0,156%

} i. M. 0,154% N.

Zuckerbestimmung im Harn.

N-freie Periode v. 3.—6. 10.

3. 10. 0,266 g

4. 10. 0,406 „

5. 10. 0,294 „

VI. Versuchsreihe. Kind Pr.

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
Vom 17. bis 19. 11.	—	täglich 600 ccm Frauenmilch	—	—	—	—	
20. 11.	3650	390 g Salzlösung mit 10% Rohrzucker u. 3,7% Butter	273	175—350 R: sauer F: +	geformt, gelb alkalisch	In 30 ccm 0,0311 g	Kind in der Schwebe
21. 11.	3590	559 g Salzlösung usw.	391	340—700 R: sauer F: +	breiig, geformt, grau- grün, alkalisch	In 30 ccm 0,0168 g	
22. 11.	3570	609 g „	427	260—600 R: sauer F: schw. +	breiig-wässerig, et- was schleimig, gelb- lichgrün, alkalisch	In 30 ccm 0,0112 g	ca. 50 ccm Urin verloren gegangen
23. 11.	3640	657,5 g Frauenmilch	460	390—700 R: sauer F: —	63,5 g feuchter Kot, 9,2 g Trockenkot, 3,99% N breiig-wässerig, et- was schleimig, grün- gelb, sauer	In 30 ccm 0,0170 g	Spuckte ziem- lich viel (119 g) von der Ein- nahme abge- zogen
24. 11.	3580	638,9 g „	447	410—700 R: sauer F: —	breiig-wässerig, etwas schleimig, grünlichgelb, sauer	In 30 ccm 0,0191 g	58 g gespuckt (abgezogen), 2 Tropfen Atropin (0,01:10)
25. 11.	3620	630,6 g „	441	386—700 R: neutral F: —	breiig-wässerig, etwas schleimig, grüngelb, sauer	In 30 ccm 0,0202 g	2 Tropfen Atropin, spuckt bedeutend weniger
26. 11.	3600	625 g „	437	416—800 R: neutral F: —	breiig, z. T. geformt, wässerig, etwas schleimig, grün- gelb, sauer	In 30 ccm 0,0160 g	Kein Atropin
27. 11.	3660	702 g „	401	450—900 R: neutral F: Spuren	breiig-wässerig, grünlichgelb, alkalisch	In 30 ccm 0,0171 g	
28. 11.	3760	629,8 g „	441	330—700 R: neutral F: Spuren	breiig-wässerig, grünlichgelb, alkalisch, teils sauer	In 30 ccm 0,0188 g	Spuckt wieder etwas mehr, eine Flasche z. T. erbrochen

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
29. 11.	3710	659,6 g Frauenmilch	461	420—700 R: neutral F: Spuren	wässerig, etwas schleimig, gelblich, gelblichgrün, sauer	In 30 ccm 0,0214 g	Spuckt weniger
30. 11.	3770	635,5 g „	444	365—700 R: neutral F: —	breiig, wässerig, etwas schleimig, gelblichgrün, sauer	In 30 ccm 0,020 g	Spuckt weniger
1. 12.	3780	636,3 g „	445	330—600 R: neutral F: schw. +	dto.	In 30 ccm 0,0250 g	
2. 12.	3800	647 g „	453	380—700 R: neutral F: —	breiig, wässerig, etwas schleimig, grün, gelblich, sauer	In 30 ccm 0,0184 g	Spuckt bedeutend weniger
3. 12.	3790	568,6 g Salzlösung mit 10% Rohrzucker und 3,7% Butter	398	340—700 R: schw. sauer F: schw. +	685,7 g feuchter Kot, 72,1 g Trockenkot, 3,64% N breiig, dünn, teils wässerig, weißlich, gelb, alkalisch	In 30 ccm 0,0147 g	
4. 12.	3680	526 g Salzlösung usw.	368	360—600 R: neutral F: schw. +	breiig-wässerig, zum Teil geformt, grün, alkalisch	In 30 ccm 0,01284 g	
5. 12.	3710	487 g Halbmilch + 8,5% Rohrzucker	341	260—500 R: neutral F: schw. +	92,5 g feuchter Kot, 9,6 g Trockenkot, 3,28% N breiig, dünn, weißlich, gelb, sauer	In 30 ccm 0,0241 g	
6. 12.	3700	505,4 g Halbmilch usw.	353	230—500 R: neutral F: Spuren	breiig, wässerig, weißlich-gelb, alkalisch	In 30 ccm 0,0202 g	Urinverlust
7. 12.	3760	494 g Halbmilch usw.	346	315—600 R: neutral F: +	breiig-wässerig, grünlichgelb, alkalisch	In 30 ccm 0,0236 g	Spuckt wieder stärker
8. 12.	3440	520,8 g Halbmilch usw.	365	315—600 R: neutral F: +	breiig-wässerig, gelb, alkalisch	In 30 ccm 0,0264 g	5 mal 2 Tropfen Atropin in 3 ccm Wasser 10 Min. vor jeder Mahlzeit gereicht
9. 12.	3786	551,2 g Halbmilch usw.	386	400—700 R: neutral F: +	breiig-wässerig, grünlichgelb, alkalisch	In 30 ccm 0,0262 g	Atropin
10. 12.	3860	599,5 g Halbmilch usw.	420	330—700 R: neutral F: Spuren	breiig-wässerig, weißlichgraugelb, schw. alkalisch	In 30 ccm 0,0309 g	Kein Atropin mehr!

Tag	Gewicht g	Nahrung	Kalorien	Harn	Kot	Harn-N	Bemerkungen
11. 12.	3750	512,1 g Halbmilch + 8,5% Rohrzuck.	358	360—700 R: sauer F: Spuren	breiig-dünn, zum Teil geformt, gelblichgrün, sauer	In 30 ccm 0,0277 g	
12. 12.	3880	521,9 g ..	365	245—500 R: neutral F: Spuren	breiig-dünn, teils wässrig, gelblich, sauer	In 20 ccm 0,0240 g	
13. 12.	3820	524,4 g ..	367	350—600 R: neutral F: Spuren	breiig-wässrig, graugelb, sauer	In 30 ccm 0,0327 g	
14. 12.	3810	508,2 g ..	355	270—450 R: neutral F: —	wässrig, zerfahren, gelbgrau, sauer	In 30 ccm 0,0426 g	
15. 12.	3720	455,4 g Salzlösung mit 3,7% Butter und 10% Rohrzuck.	319	255—500 R: neutral F: +	528,3 g feuchter Kot, 45,0 g Trockenkot, 3,88% N breiig-wässrig, gelblich, grün, alkalisch	In 30 ccm 0,0255 g	
16. 12.	3800	621 g ..	435	380—600 R: neutral F: +	breiig, grün, alkalisch	In 30 ccm 0,0188 g	2 Tropfen Atropin in 5 ccm Wasser 10 Min. vor jeder Mahlzeit
17. 12.	3730	562,6 g ..	394	360—600 R: neutral F: —	breiig, grün, alkalisch	In 30 ccm 0,0134 g	2 Tropfen Atropin in 5 ccm Wasser 10 Min. vor jeder Mahlzeit
18. 12.	3750	615,6 g ..	430	325—600 R: sauer F: —	dünn, breiig, alkalisch	In 30 ccm 0,0102 g	Harnverlust!
19. 12.	3720	597,3 g ..	418	460—800 R: sauer F: —	wässrig, grün, alkalisch	In 30 ccm 0,00815 g	
					244,4 g feuchter Kot, 22,4 g Trockenkot, 2,43% N		

Butter (N-freie Periode I): $\left. \begin{matrix} 0,188\% \\ 0,185\% \end{matrix} \right\} 0,186\% N$

.. (.. .. II): $\left. \begin{matrix} 0,101\% \\ 0,109\% \end{matrix} \right\} 0,105\% N$

.. (.. .. III): $\left. \begin{matrix} 0,128\% \\ 0,125\% \end{matrix} \right\} 0,126\% N.$

N der Frauenmilch:	23. 11.	0,157 ‰ N	Fett = 2,55 ‰
	24. 11.	0,201 ‰ „	.. = 3,38 ‰
	25. 11.	0,193 ‰ „	.. = 3,52 ‰
	26. 11.	0,185 ‰ „	.. = 3,34 ‰
	27. 11.	0,181 ‰ „	.. = 3,60 ‰
	28. 11.	0,180 ‰ „	.. = 3,04 ‰
	29. 11.	0,177 ‰ „	.. = 3,46 ‰
	30. 11.	0,178 ‰ „	.. = 3,41 ‰
	1. 12.	0,180 ‰ „	.. = 3,44 ‰
	2. 12.	0,170 ‰ „	.. = 3,19 ‰
N. der Halbmilch:	5. 12.	0,2688 ‰ „	Fettgehalt d. entsprechen-
	6. 12.	0,2582 ‰ „	den Vollmilch 4,2 ‰
	7. 12.	0,2279 ‰ „	—
	8. 12.	0,2552 ‰ „	—
	9. 12.	0,2461 ‰ „	3,9 ‰
	10. 12.	0,2447 ‰ „	4,0 ‰
	11. 12.	0,2342 ‰ „	4,6 ‰
	12. 12.	0,2335 ‰ „	4,1 ‰
	13. 12.	0,2209 ‰ „	4,5 ‰
	14. 12.	0,2335 ‰ „	—

Zuckerbestimmungen im Harn.

1. N-freie Periode	2. Frauenmilch-Periode
v. 20.—23. 11.	v. 23. 11.—3. 12.
20. 11. 0,0024 g	23. 11. 0,228 g
21. 11. —	24. 11. —
22. 11. —	25. 11. 0,126
	v. 26. 11.—
	b. —1. 12. —
	2. 12. 0,138
3. N-freie Periode	4. Halbmilch-Periode
v. 3.—5. 12.	v. 5.—15. 12.
3. 12. 0,21 g	5. 12. 0,245 g
4. 12. 0,186 „	6. 12. —
	7. 12. —
	8. 12. 0,226 „
	9. 12. 0,156 „
	v. 10. 12.—
	b. —14. 12. —
5. N-freie Periode	
v. 15.—20. 12.	
15. 12. 0,11 g	
16. 12. 0,138 „	
v. 17. 12.—	
b. —19. 12. —	