

# ARCHIV

FÜR

## ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

Fortsetzung des von REIL, REIL u. ATTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER,  
REICHERT u. DU BOIS-REYMOND herausgegebenen Archives.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM WALDEYER,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UND

DR. MAX RUBNER,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1915.

== PHYSIOLOGISCHE ABTEILUNG. ==

ERSTES HEFT.

MIT DREIUNDZWANZIG FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1915

malen wie auch im Ernüchtungszustand — hierüber wird Gellhorn demnächst ausführlich berichten — eine Steigerung erfährt, und daß das Verhalten des Blutdrucks erst bei fieberhaften Erkrankungen eine Änderung erfährt, derrart, daß beim Patienten während geistiger Arbeit der Blutdruck sinkt.

Ob das Verhalten des Blutdrucks bei Muskelarbeit bei diesen Erkrankungen sich ebenfalls ändert, müssen weitere Untersuchungen lehren.

## Energie- und Stoffwechsel zweier frühgeborener Säuglinge.

Von

Gehelmerat **Rubner** und Prof. **Langstein**.

(Aus dem Kaiserin Auguste Victoria-Haus zur Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit im Deutschen Reiche, unter Mitarbeit von Dr. **Edelstein**.)

Der Gesamtstoffwechsel frühgeborener Säuglinge ist bis jetzt noch nicht untersucht worden. Das frühgeborene (nicht debile) Kind verfügt über eine große Wachstumsintensität. Die Verhältniszahl zwischen dem nach einiger Zeit erreichten und dem Geburtsgewicht kann bekanntlich bei Frühgeborenen unter Umständen um mehr als das Doppelte die Norm übersteigen. Es erhebt sich nun die Frage, ob diesen Besonderheiten des Wachstums auch solche des Energiewechsels und Stoffumsatzes entsprechen. Wir haben es deshalb unternommen, diese Lücke in der Stoffwechselphysiologie des Säuglings auszufüllen und haben zwei Frühgeborene (aus dem Anfang des 8. Schwangerschaftsmonates) in der 4. bis 5. Lebenswoche, nach dem Abklingen der physiologischen Gewichtsabnahme, zur Untersuchung herangezogen.

### I. Versuch.

Kind Kasimir K., geboren 27. Februar 1914, aufgenommen 28. Februar 1914.

Unser Versuch wurde vorgenommen vom 24. bis 28. März (inklusive) und vom 30. März bis zum 3. April, umfaßt also zwei Halbperioden von je fünf vollen Tagen und fällt in die Zeit vom 26. bis 36. Lebenstag des Kindes.

Kasimir K. kam als Frühgeborenes am Tage nach der Geburt ins Haus, blieb in der Anstalt und ist bis heute in Beobachtung unserer Fürsorgestelle.

Bei der Aufnahme (am 2. Lebenstag) wog das Kind 2050 g, hatte eine Körperlänge von 44, einen Kopfumfang von 31, Brustumfang von 26 und Leibumfang von 27 cm.

Es ist das zweite Kind eines 27-jährigen gesunden Vaters und einer 21-jährigen gesunden Mutter.

Die Familienanamnese bietet keinerlei Besonderheiten.

Die Geburt des Kindes erfolgte am 27. Februar früh 7 Uhr und hatte völlig normalen Verlauf. Anwesend war dabei nur eine Hebamme. Nach Schätzung des später hinzugezogenen Arztes hatte die Geburt Ende des 7., Anfang des 8. Schwangerschaftsmonates stattgefunden. Einen Grund der vorzeitigen Ausstoßung weiß Mutter nicht anzugeben.

Bei der Aufnahme, die um die Mittagszeit war, hatte das Kind eine Temperatur von 32.80, fühlte sich dementsprechend kühl an, zeigte aber keinerlei Zeichen von Schwäche der Herz- oder Atemtätigkeit. Nach einem kurzen warmen Bad kam es sofort in die Wärmewanne und erhielt außerdem Wärmlflaschen und Thermophore. Bis Mitternacht war die Körpertemperatur auf 36.10 gestiegen.

Kind ist zierlich, aber kräftig und wohlproportioniert gebaut.

Die Haut ist rosig, von gutem Turgor und leicht, aber deutlich cyanotisch, sonst zeigt sie keinerlei krankhafte Erscheinungen. Keine vergrößerten Drüsen, insbesondere keine fühlbaren Kubitaldrüsen.

Der Kopf (Umfang 31 cm) ist von symmetrischer, kurz-ovaler Form; die Schädelsknochen sind gegeneinander verschleibt, die der Koronarnahat anliegenden Teile der Scheitelbeine sind weich (Craniotabes).

Das Herz ist von normaler Größe (perkutatorisch) und in normaler Lage; die Töne rein; die Aktion ist regelmäßig, aber leicht beschleunigt.

Auf der Lunge findet sich l. h. u. feines Knisterrasseln.

Der untere Leberrand ist palpabel, die Milz nicht.

After und Genitalien o. B., Nervensystem o. B.

Das Kind ist frei von jeglichen Mißbildungen.

Vom 5. Tage seines Anstaltsaufenthaltes hatte sich das Kind auf normale Temperatur eingestellt (37.0 bis 37.50), die bis zum Beginne des Stoffwechsels mit einer einmaligen Ausnahme — Abendtemperatur von 38.20 am 10. Tage — einen normalen Verlauf zeigte.

Die Nahrungszufuhr bestand aus Frauenmilch (Mischmilch) und erfolgte ausschließlich durch die Sonde. Die Menge betrug am 1. Aufenthaltstage 150, am 2. 250, am 3. 300, am 4. 360, vom 5. bis 8. 400, dann 450 cem bis kurz vor Beginn des Versuches, während dessen das Kind in 6 Mahlzeiten täglich an 500 cem bekam. Der Energiequotient sank mit ihm von 147 Kal. am 5. Tage langsam auf 123 am 22. Tage (1 Liter Frauenmilch = 700 Kal.).

Am 8. Tage erreichte das Körpergewicht seinen tiefsten Stand — 1900 g —, am 15. Lebenstage hatte das Kind sein Aufnahmege wicht wieder erreicht.

Vom tiefsten Punkt bis zum Beginn des Stoffwechselversuches nahm das Kind in 19 Tagen um 480 g = 28 g pro Tag im Durchschnitt zu.

Das Befinden des Kindes war während der ganzen Zeit vor dem Versuche ein gutes, nur spuckte es ziemlich viel und häufig und war verhältnismäßig schwer zu sondieren.

Wie schon eingangs erwähnt, dauerte der Versuch vom 24. März bis zum 3. April in je zwei 5-tägigen Halbperioden, zwischen denen ein versuchsfreier Tag eingeschoben war, den das Kind außerhalb des Stoffwechselapparates zubrachte.

Das Gewicht des Säuglings betrug zu Anfang des Versuches 2360 g und am Ende desselben 2810 g; es nahm also in den 11 Tagen 450 g, pro Tag 39 g zu, gegen 28 g vorher (d. h. von seinem tiefsten Stande bis zum Beginne der Untersuchungen).

In der ersten Periode betrug das Mittelgewicht des Kindes 2480 g, bei einer durchschnittlichen Menge von 516 cem Milch pro Tag. Das Kind hatte also pro Tag und Kilo Körpergewicht durchschnittlich 145 Kalorien bekommen, eine Zahl, die zwar den Bedarf bedeutend übersteigt, aber immerhin noch nicht als Mast bezeichnet werden darf. In der zweiten Periode betrug das Mittelgewicht 2720 g. Die Oberfläche des Kindes war (Faktor 10.3) I. Per. 0.1882 qm, II. Per. 0.1997 qm.

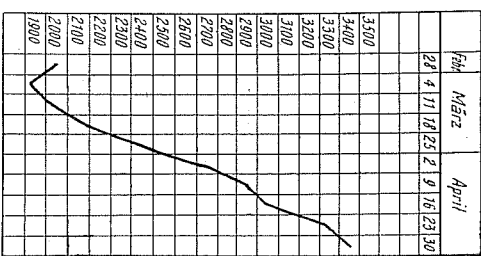


Fig. 1. Gewichtskurve. Kind Kasimir K.

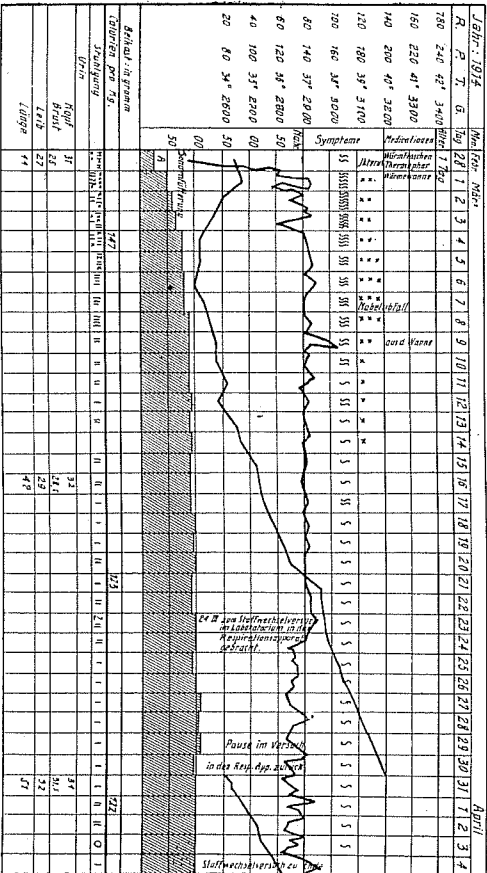


Fig. 2. Graphische Darstellung des Gewichts, der Temperatur, der Nahrungsaufnahme von Kind Kasimir K.

Aufgenommene Milchmenge	Mittel pro die																			
	6.	7.	8.	9.	10.	Summe	I Periode				II Periode									
2636.0	507	534.7	537	537	505	2582.5	485.6	511.4	475.0	542.5	568.0	1.18	1.27	1.08	1.09	1.18	1.27	1.08	1.09	1.18
521.7	1.009	1.064	1.069	1.069	1.005	516.5	30.20	31.4	19.76	22.57	23.63	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
2609	32.19	33.95	34.10	33.81	32.06	164.0	32.66	31.4	30.16	34.45	36.07	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
527	32.07	31.15	30.71	31.15	31.11	1487.9	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Im Mittel	167.38	1589.6	167.38	1589.6	167.38	1.5221	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	1.54	30.20	31.4	19.76	22.57	23.63	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	21.22	34.74	21.22	34.74	21.22	133.8	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	133.8	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Mittel pro die	20.97	33.46	20.97	33.46	20.97	17.0	237.9	270	270	330	336	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26

Table I. Kind Kozá.

K o t	H a r n		C/N Asche	fench	troocken	N	G	Asche	N-Harn + Kot Summe im Mittel	Asche im Kot und Harn
	Menge									
	30.83	237.9	0.26	0.18	0.26	0.26	0.26	0.26	1.18	
	32.66	314	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
	30.16	270	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
	34.45	330	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
	36.07	336	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
	164.0	1487.9	0.3044	0.31	1.54	133.8	28.6	0.769	17.0	2.46
	32.8	1.5221	0.3044	0.31	1.54	133.8	28.6	0.769	17.0	2.46
	1.09	32.8	0.3044	0.31	1.54	133.8	28.6	0.769	17.0	2.46
	34.4	1.09	0.3044	0.31	1.54	133.8	28.6	0.769	17.0	2.46
	21.48	107.43	21.48	107.43	21.48	107.43	21.48	107.43	21.48	107.43
	516.5	2582.5	516.5	2582.5	516.5	2582.5	516.5	2582.5	516.5	2582.5

Stoffwechsel.

Bezüglich der Methodik des Versuches sei auf die Arbeit von Bahrdr und Edelstein<sup>1</sup> verwiesen.

I. Einnahmen.

Als Nahrung diente abgespritzte Frauennmilch und zwar eine Mischung, die vor dem Versuche in einer größeren Menge gesammelt, gemischt, sofort auf 4° C abgekühlt und im Eiskühlraum auf Flaschen gefüllt, aufbewahrt worden war. Ein Teil wurde sofort zur Analyse entnommen. Die Zusammensetzung war folgende:

N . . . . .	0.196 Proz.
Fett . . . . .	4.16 "
Zucker . . . . .	6.66 "
Asche . . . . .	0.211 "
Trockensubstanz . . . . .	12.25 "

(N nach Kjeldahl; Fett nach Gottlieb; Zucker gravimetrisch nach Allihn; Trockensubstanz durch Eindampfen auf der Platinschale unter Zusatz von einigen Tropfen verdünnter Essigsäure usw. bestimmt.)

Die Einnahmen waren an den verschiedenen Tagen ziemlich gleichmäßig, nur am 1. und 3. Tage der ersten Halbperiode waren die aufgenommenen Milchmengen etwas geringer.

Im großen und ganzen hatte das Kind sehr wenig gespuckt; wenn es der Fall war, wurde die Menge auf gewogenen Tüchern zurückgewogen. Tabelle I gibt einen Überblick über die Einnahmen und Ausgaben an den einzelnen Tagen.

II. Ausgaben.

Der Kot wurde mit aschefreier Zuckerkohle abgegrenzt und zwar so, daß die kohlehaltigen Fäzespartien vollständig außerhalb des Versuches waren. Der Kot wurde feucht gewogen und dann in einer gewogenen Porzellanschale eingedampft, eventuell sauer gemacht, mit Alkohol einmal verrieben und auf dem Wasserbade getrocknet. Auf diese Weise konnte man die Menge der ausgeschiedenen Trockensubstanz und die Wassermenge bestimmen.

Der Harn wurde für jeden Tag einzeln gesammelt und der Stickstoff sofort bestimmt. Für die Bestimmung des C, des kalorischen Wertes und der Trockensubstanz wurden  $\frac{8}{10}$  von jeder Tagesmenge zusammen gemischt,

<sup>1</sup> Bahrdr und Edelstein, *Jahrbuch für Kinderheilkunde*. LXXII; 43. 1910.

davon wurden  $\frac{1}{100}$  für die C-Bestimmung und 300 ccm für die Trockensubstanz verwandt. Für letztere wurden die 300 ccm im Vakuum eingedampft unter Vorlegen von 100 ccm n-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Diese wurden dann auf 1000 ccm mit H<sub>2</sub>O aufgefüllt und davon 500 ccm titriert. Aus der Menge des nicht verbrauchten Überschusses wurde der N und daraus der Anteil des zersetzten Harnstoffes bestimmt. Da die Trockensubstanz des Harns sehr gering war und außerdem der aus dem N berechnete Kaloriengehalt des Harns sich als ein ganz kleiner Wert herausstellte, was auch durch eine direkte kalorimetrische Bestimmung bestätigt wurde, haben wir späterhin auf eine direkte kalorimetrische Bestimmung verzichtet zu können geglaubt. Der Wert ist im übrigen so gering, daß er bei der Berechnung der Energiebilanz eine ganz unbedeutende Rolle spielt.

#### Respiratorischer Stoffwechsel.

Die Kohlensäure und das Wasser wurden nach den bekannten Methoden bestimmt, wobei gleichzeitig auf die verschiedenen äußeren Versuchsbedingungen Rücksicht genommen wurde. Hierfür kommen in Betracht: Das Verhalten des Kindes im Kasten, die Temperatur und Feuchtigkeit im Respirationsapparat, im Zimmer, die Temperatur des Kindes und zwar sowohl die des Körpers als die zwischen Haut und Bedeckung.

An jedem einzelnen Tage wurden die Bedingungen genau kontrolliert.

Table II. Kind Koza.

Datum	Versuchsbedingungen				
	Temperatur im Zimmer Grad	Temperatur im Einstrom Grad	Temperatur im Kasten Grad	Feuchtigkeit im Kasten Proz.	Feuchtigkeit im Zimmer Proz.
1.	22		22	55	54
2.	23		24	53	57
3.	24		24	51	51
4.	22		24	48	49
5.	19		22	51	50
6.	20		21	47	53
7.	21		23	52	63
8.	21		23	55	59
9.	21		23	53	63
10.	18		22	49	63

Daraus ersieht man sowohl die Temperatur im Kasten und im Zimmer und die Feuchtigkeit in beiden, die ziemlich gleichmäßig waren.

Table III A. (Koza)

Übersichtstabelle über den respiratorischen Gaswechsel.

Tag	Stundenwerte		Tageswerte		Mittlere Kasten-Temperatur	Feuchtigkeit im Kasten
	CO <sub>2</sub> g	H <sub>2</sub> O g	CO <sub>2</sub> g	H <sub>2</sub> O g		
I. Periode.						
1.	2.76	7.54	66.24	180.96	22°	55%
2.	2.73	8.97	65.52	215.58	24	53
3.	2.81	8.4	67.44	201.6	24	51
4.	2.9	8.96	69.6	215.0	24	48
5.	2.56	6.44	61.44	154.56	22	51
Minimum	2.56	6.44	61.44	154.56		
Maximum	2.9	8.97	69.6	215.58		
Mittel	2.75	8.06	66.05	193.48		
II. Periode.						
6.	2.77	2.31	66.5	55.6	21	47
7.	2.63	5.1	63.1	122.4	23	52
8.	2.74	3.6	65.8	86.4	23	55
9.	2.39	6.1	57.4	146.4	23	53
10.	3.1	6.7	74.4	160.8	22	49
Minimum	2.39	2.31	57.4	55.6		
Maximum	3.1	6.7	74.4	160.8		
Mittel	2.72	4.76	65.42	114.3		

Die Dauer der täglichen Versuche betrug, wie aus der Übersichtstabelle zu ersehen ist, im Durchschnitt 23 Stunden mit 6 Nahrungspausen à 10 Minuten. Die Gesamtventilation war sehr gleichmäßig, das Verhältnis der Teilströme zur Gesamtventilation etwa 1:4000. Die Kohlensäureausscheidung pro 24 Stunden hielt sich während beider Perioden auf gleicher Höhe: Pro Kilo Körpergewicht und 24 Stunden schied der Säugling in Periode I 26.6 g, in Periode II 24 g, im Mittel der beiden Perioden also 25.3 g. Die Wasserdampfausscheidung war in der ersten Periode fast gleichmäßig, schwankte jedoch in der II. Periode recht beträchtlich, und zwar schied der Säugling an Wasserdampf pro Kilo Körpergewicht und 24 Stunden in der ersten Periode 78 g, in der zweiten 42 g aus (konf. Wasserstoffwechsel).

Vergleicht man die gewonnenen Zahlen für die Respiration z. B. mit den bei einem gesunden zweimonatigen normalen Brustkind gewonnenen (Rubner und Henbner)<sup>1</sup>, so sieht man, daß die Werte bei diesem kleiner sind. Besonders gilt das für die Werte des Wasserdampfes; sie betragen

<sup>1</sup> Rubner und Henbner, *Zeitschrift für Biologie*. XXXVI. 1. 1898 und *Zeitschrift für exper. Pathologie*. Bd. I. S. 1. 1905.

Versuchstag	I. Periode					II. Periode				
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Versuchszeit, Stunden	22.5	22.9	22.9	22.9	22.8	23	22.9	22.8	22.8	22.9
Gesamt-Ventilation	207.1	211.0	210.3	210.9	210.4	213.1	212.5	210.4	209.95	210.0
Zahl der Pausen	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.
Einstrom pro cbm	0.70	0.66	0.63	0.613	0.61	0.70	0.70	0.713	0.61	0.594
Ausstrom pro cbm	1.0	0.953	0.936	0.89	0.87	1.0	0.984	1.10	0.87	0.932
pro 24 Stunden	66.24	65.52	67.44	61.44	61.44	66.5	63.1	65.8	57.4	74.4
pro Stunde	2.76	2.73	2.81	2.56	2.56	2.77	2.63	2.78	2.39	3.1
pro kg Körpergewicht und 24 Stunden	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	26.6
auf 1 qm Oberfläche und 1 Stunde	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32
Einstrom pro cbm	5.9	5.72	5.72	4.78	4.78	5.12	5.12	5.12	4.78	5.12
Ausstrom pro cbm	7.14	6.87	6.6	6.02	5.48	5.37	5.37	5.37	4.78	5.12
pro 24 Stunden	180.96	215.28	201.6	215.0	154.56	128.4	128.4	128.4	146.4	160.8
pro Stunde	7.54	8.97	8.4	8.96	6.44	5.31	5.31	5.31	6.1	6.7
pro kg Körpergewicht und 24 Stunden	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
auf 1 qm Oberfläche und 1 Stunde	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
pro 24 Stunden	197	141.8	202.1	216	151.7	60.0	132	89	131	172
pro kg und 24 Stunden auf 1 qm Oberfläche und 1 Stunde	141.8	202.1	216	216	151.7	60.0	132	89	131	172
+ Gewichts- zunahme der Wäsche	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf	Wasserdampf
Wasserdampf	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen	Wasser in Grammen

Tabelle III B. Kind Koza.

nämlich beim Brustkind 20.2 für Kohlensäure und 38.2 für Wasserdampf. Berechnet man die Kohlensäure und Wasserdampfung auf die Oberfläche, so beträgt die Ausscheidung pro Stunde und Oberfläche in Periode I 14.6 g Kohlensäure und 42.7 g Wasser, in Periode II 13.6 g Kohlensäure und 23.8 g Wasser.<sup>1</sup>

Vergleicht man diese Werte mit den von Rubner und Henbner beim gesunden Brustkind ermittelten (13.5), so sind sie für die Kohlensäure fast identisch. Für das Wasser beträgt der Wert bei Rubner und Henbner 22.9, er ist also verglichen mit der ersten Periode bedeutend kleiner, dagegen identisch mit dem Wert der II. Periode.

#### Stoffersetzung und Gesamtstoffwechsel.

An dieser Stelle seien Retention und Resorption der einzelnen Nahrungsteile besprochen. Die Trockensubstanz der Milchmengen betrug in jeder einzelnen Periode im Mittel 319.6 g; die des ausgeschiedenen Trockenkotes 28 g. Es sind also ungefähr 9 Proz. der Nahrung nicht ausgenutzt worden (bei Stühlen von normaler Konsistenz). Das von Rubner und Henbner untersuchte Brustkind hatte eine etwas bessere Ausnutzung; verloren wurden von diesem nur 5.6 Proz. In der folgenden Tabelle IV geben wir eine Übersicht über den N- und C-Stoffwechsel.

Über die Resorption des N läßt sich bekanntlich nur mit Vorbehalt etwas aussagen, die Retentionswerte ergeben sich aus folgender Tabelle:

	I. Periode	II. Periode	in 10 Tagen
N-Zufuhr	5.11 g	5.25 g	10.36 g
N-Ausscheidung	2.29 g	2.86 g	5.15 g
N-Retention	2.82 g	2.39 g	5.21 g
in Prozenten der Einfuhr	55 Proz.	45.5 Proz.	50 Proz.

Der Ansatz pro die betrug im Mittel aus Periode I und II 0.52 g. Das Verhältnis von C: N bewegte sich zwischen den Werten 0.7 bis 1.2 und in Periode II von 0.67 bis 0.89. Dieser Wert stimmt sehr gut mit den sonst bei Brustkindern gefundenen überein.

Berechnet man unter Zugrundelegung der Stickstoffwerte den Eiweißanteil, so verhält sich dieser folgendermaßen:

	I. Periode	II. Periode	in 10 Tagen
N-Zufuhr (als Eiweiß)	4.34 g	4.46 g	8.81 g
N-Retention	2.82 g	2.39 g	5.21 g
N-Ansatz in Prozenten der Eiweißzufuhr	64 Proz.	53 Proz.	59 Proz.

<sup>1</sup> Wir haben für die Berechnung der Oberfläche die von Lissauer eingeführte Konstante 10.3 verwendet, mit Rücksicht darauf, daß Lissauer die Oberfläche direkt an Frühgeborenen ermittelt hat. *Jahrbuch f. Kinderheilkunde*. LVIII. 403. 1903.

Tabelle IV. Kind Kozza.

Tag	N in der Nahrung	N im Harn	N im Harn und Kot	N-Bilanz	C in der Nahrung	C im Resp. u. Kot	C-Bilanz
1.	0.936	0.2198	0.4582	+ 0.4784	30.83	21.72	+ 9.11
2.	1.018	0.290	0.4582	+ 0.5598	32.66	21.53	+ 11.13
3.	0.945	0.3159	0.4582	+ 0.4868	30.16	22.05	+ 8.11
4.	1.079	0.3234	0.4582	+ 0.6208	34.45	22.64	+ 11.81
5.	1.130	0.3730	0.4582	+ 0.6718	36.07	20.42	+ 13.65
Summe	5.108	1.5221	2.2911	+ 2.8961	164.0	108.36	+ 55.64
Im Mittel pro die	1.022	0.3044	0.4582	+ 0.5638	32.80	21.67	+ 11.13
6.	1.009	0.376	0.5712	+ 0.5278	32.19	21.97	+ 10.22
7.	1.099	0.370	0.5712	+ 0.5278	35.07	21.05	+ 14.02
8.	1.064	0.371	0.5712	+ 0.4928	33.95	21.78	+ 12.17
9.	1.069	0.4865	0.5712	+ 0.4978	34.10	19.49	+ 14.61
10.	1.005	0.4484	0.5712	+ 0.4338	32.06	24.13	+ 7.93
Summe	5.246	2.0519	2.8562	+ 2.3898	167.38	108.42	+ 58.96
Im Mittel pro die	1.049	0.410	0.5712	+ 0.4778	33.46	21.68	+ 11.78
				Mittel aus Per. I und II pro die = + 0.52906 g N			Mittel aus Per. I und II pro die = + 11.45

## Kohlenstoff-Stoffwechsel.

Tabelle V. Kind Kozza.

Tag	C-Resp. g	C-Harn g	C-Kot g	Gesamt-C in der Ausfuhr g
1.	18.06	0.26	3.4	21.72
2.	17.87	0.26	3.4	21.53
3.	18.39	0.26	3.4	22.05
4.	18.98	0.26	3.4	22.64
5.	16.76	0.26	3.4	20.42
Summe im Mittel pro die	90.06	1.30	17.0	108.36
	18.01	0.26	3.4	21.67
6.	18.13	0.33	3.51	21.97
7.	17.21	0.33	3.51	21.95
8.	17.94	0.33	3.51	21.78
9.	15.65	0.33	3.51	19.49
10.	20.29	0.33	3.51	24.13
Summe im Mittel pro die	89.22	1.65	17.55	108.42
	17.84	0.33	3.51	21.68

Wie aus der Tabelle IV zu ersehen ist, reinierte das Kind 11.13 g C pro die in Periode I, 11.78 g pro die in Periode II (im Mittel also 11.45). In der ganzen Periode verlief der C-Stoffwechsel folgendermaßen:

	I. Periode	II. Periode	in 10 Tagen
C-Zufuhr	164 g	167.4 g	333.4 g
C-Ausscheidung durch den Kot	17 g	17.5 g	34.5 g
C-Retention	147 g	150 g	297 g
C-Ausnutzung	90 Proz.	89.5 Proz.	89.5 Proz.

Berechnung des Eiweiß- und Fettansatzes aus der Kohlenstoff- und Stickstoffbilanz.

	I. Periode	II. Periode
N-Ansatz pro die im	0.5638 g	0.4778 g
C-Ansatz pro die im	11.13 g	11.78 g
C als Eiweiß	1.86 g	1.58 g
	(0.5638 × 3.3)	(0.4778 × 3.3)

Das Kind hat also außer C in Form von Eiweiß eine beträchtliche Menge C wesentlich in Form von Fett angesetzt.

Wir können unter Berücksichtigung der Kalorienmengen und -gaben die Energiebilanz des Kindes berechnen.

	I. Periode	II. Periode
Kalorienaufnahme pro die	365.7 g	373.1 g
Kalorien im Harn	3.0 g	3.0 g
Kalorien im Kot	40.4 g	39.6 g
Summe	43.4 g	42.6 g
Für den Körper verfügbare Kalorien	322.3 g	330.51 g

Dem Eiweißansatz entsprechen

$$(0.5638 \times 34.7) \quad 19.56 \text{ Kal.} \quad (0.4778 \times 34.7) \quad 16.58 \text{ Kal.}$$

Dem Fettansatz

$$\text{entsprechen} \quad (9.27 \times 12.3) \quad 114.0 \text{ Kal.} \quad (10.2 \times 12.3) \quad 125.46 \text{ „}$$

Einnahten  $\frac{133.56 \text{ Kal. f. Ansatz}}{142.04 \text{ Kal. f. Ansatz}}$

Für Ansatz  $\frac{322.3 \text{ Kal.}}{133.56 \text{ „}} \quad \frac{330.51 \text{ Kal.}}{142.04 \text{ „}}$

Kal. zur Wärmebildung  $\frac{188.74 \text{ „}}{188.47 \text{ „}}$

pro die  $\frac{188.74 \text{ „}}{188.47 \text{ „}}$

Mittel aus I und II  $\frac{1002 \text{ Kal.}}{(864)}$

Pro Quadratmeter Oberfläche  $\frac{1002 \text{ Kal.}}{(864)}$

(Faktor) 11.9  $\frac{1002 \text{ Kal.}}{(864)}$

im Mittel: 973.

## Wasserstoffwechsel.

Tabelle VI. Kind Koza.  
Wasser-Bilanz.

	Wasser in der Nahrung	Wasser im Urin	Wasser im Kot	Wasser durch Haut und Lunge	Gesamt-Wasser- ausscheidung	Bilanz (ohne Berücksichtigung des Oxydationswassers)
I. Periode im Mittel pro die II. Periode	453	297	21	181·7	499·7	- 47
im Mittel pro die II. Periode	462·6	316	18·6	117	451·6	+ 11
im Mittel aller Perioden pro die	457·8	306	19·6	149·3	475	- 17·2

Wie die Tabelle zeigt, ist die Wasserbilanz in der I. Periode negativ und zwar beträgt sie —47 g pro die, in der II. Periode ist sie positiv und beträgt pro die +11 g. Diese Bilanz ist aufgestellt ohne Berücksichtigung des sogenannten Oxydationswassers. Dieses kann ermittelt werden erstens rechnerisch und zweitens aus den Wasserstoffanalysen.

## Oxydationswasser nach Berechnung.

	I. Periode	II. Periode
Oxydationswasser des Nahrungs-N	4·34	4·46
Oxydationswasser des Harn-N	0·5	0·75
Oxydationswasser f. Fett in Nahrung	23·0	22·5
Oxydationswasser f. Kohlenhydrat in Nahrung	20·0	20·4
	46·84	46·61

Das dem N im Kot entsprechende Oxydationswasser  $0·154 \times 9$  1·38  $0·16 \times 9$  1·44  
Das dem Fett im Kot entsprechende Oxydationswasser (55·2 Proz. Gesamtfett  $3·15 \times 1·07$ ) 3·37  $2·92 \times 1·07$  3·12  
4·75 4·56

(50 Proz. Fett) 3·12  
—4·75  
42·09 —4·56  
42·05

## Oxydationswasser nach der direkten Bestimmung

aus den H-Analysen der Nahrung, des Kotes und des Harns.

	I. Periode	II. Periode
Nahrung(Trockensubstanz) in 100 cem		
Milch im Mittel	10·92 g H <sub>2</sub> O	10·42 g H <sub>2</sub> O
also im Mittel pro die	53·8 g H <sub>2</sub> O	54·9 g H <sub>2</sub> O
Kot (Trockensubstanz)	83·1 Proz. H <sub>2</sub> O	3·06 g H <sub>2</sub> O
im Mittel also pro die	4·73 g H <sub>2</sub> O	0·61 g H <sub>2</sub> O
Harn, Gesamtmenge	3·06 g H <sub>2</sub> O	3·9 g H <sub>2</sub> O
pro die	0·61 g	0·78 g
also $53·8 - (5·34) = 48·46$ g Oxydationswasser pro die		also $54·9 - 5·5 = 49·4$ g Oxydationswasser pro die

Wir sehen also, daß das direkt bestimmte und berechnete Oxydationswasser in seinen Werten ziemlich gut übereinstimmt. Wir betrachten den Wert des aus den Analysen bestimmten Oxydationswassers als genauer und setzen bei der Berechnung der Wasserbilanz nur diesen Wert ein. Die Wasserbilanz ist demnach die folgende (pro Tag):

	I. Periode	II. Periode	Mittel aus I u. II
Wasserzufuhr in der Nahrung (+ Oxydationswasser)	501·5	511·4	506·7
Gesamtwasserausscheidung	499·7	451·6	475
Retention	+ 1·8	+ 59·8	+ 31·7

Wie verhält sich nun der tatsächlich ermittelte Gewichtszuwachs zu dem aus dem Ansatz von Eiweiß, Fett usw. berechneten?  
Der tägliche Stoffmetsatz des Kindes war folgender:

	N	Fett	Zucker
I. Periode	1·02	21·4	34·4
II. Periode	1·05	20·97	35·1

Unter der Verwendung des Faktors 3·4 kann man aus dem N-Ansatz den Fleischansatz berechnen. Danach beträgt dieser in der I. Periode 16·6 g pro die, in der II. Periode 14·05 g pro die. Der Fettsatz wird ermittelt durch Multiplikation mit dem Faktor 1·3; er beträgt in der I. Periode 14·06, in der II. Periode 15·17 pro die. Im ganzen also hat das Kind angesetzt 30·66 g in der I. Periode und 29·22 g in der II. Periode, im Mittel 29·64. Das Kind hat tatsächlich an Gewicht zugenommen



in der I. Periode 170 g; also pro die . . . . .	34 g
in der II. Periode 230 g; also pro die . . . . .	46 g
im Mittel . . . . .	40 g

Es ist also eine Differenz von etwa 10 g zwischen dem tatsächlichen Gewicht und dem aus der Berechnung ermittelten, — eine Differenz, die nicht allzu groß ist, wenn man berücksichtigt, daß der Faktor 3.4 für Fleischansatz ungenau ist, besonders wegen des Verhältnisses von N : Wasser-gehalt des Fleisches, das schwanken kann. Man kann obige Berechnung noch anders durchführen, wenn man aus dem N-Ansatz den Eiweißansatz berechnet und zwar auf Trockenkrausen bezogen und andererseits die direkt bestimmte Wasserbilanz in Rechnung zieht.

Diese Berechnung lautet folgendermaßen:

I. Periode		II. Periode	
Eiweißansatz = $0.5651 \times 6.5$	= 3.67	= $0.4780 \times 6.5$	= 3.1
Fettansatz	= 14.06		= 15.17
Summe	17.73	Summe	18.27
Wasseransatz	+ 1.85		+ 59.8
	+ 19.53		+ 78.07
Tatsächliche Zunahme	38 g		46 g

Ansatz berechnet aus Mittel von I. und II. Periode:

Eiweiß . . . . .	3.38
Fett . . . . .	14.61
Wasser . . . . .	31.7
	49.69

tatsächliche Zunahme pro die 42 g.

Der Grund der Unstimmigkeiten der Berechnung und der Ermittlung in den einzelnen Perioden ist höchstwahrscheinlich in der Ungenauigkeit des Wasserstoffwechsels in einer so kurzen Zeit zu sehen.

#### Aschestoffwechsel.

	I.	II.	Mittel aus 10 Tagen
Einnahmen pro die Ausgaben (Harn und Kot)	Periode 1.09 g	Periode 1.11 g	1.1 g
Retention	0.80 „	0.92 „	0.86 „
	0.29 g	0.19 g	0.24 g
Nutzungswert in Proz. der Zufuhr Pro Kilogramm und Tag	26 Proz. 0.116 g	17 Proz. 0.07 g	22 Proz. 0.093 g

Es handelt sich also um eine gut positive Aschebilanz.

#### II. Versuch. Kind Goerz.

Der II. Versuch wurde an einem am 2. Lebenstag eingeleiteten Frühgeborenen aus dem 7. bis 8. Schwangerschaftsmonat ausgeführt. Das Kind, von 1640 g Geburtsgewicht und 45 cm Länge, zeigte zunächst bei Sondenfütterung mit Frauenmilch und Aufenthalt in der Wärmewanne eine Abnahme bis auf 1570 g, um dann dauernd zuzunehmen bei gutem Allgemeinbefinden und normalen Stühlen.

Der Versuch bei dem Kinde wurde begonnen im Alter von vier Wochen am 13. Mai. Das Kind hatte an diesem Tage ein Gewicht von 2060 g und blieb im Versuch bis zum 24. Mai mit einer Unterbrechung von einem Tag; es hatte am Schluß ein Gewicht von 2270 g. Das Allgemeinbefinden in dieser ganzen Zeit war ein gutes, die Stühle waren etwas zerfahren, drei bis viermal täglich. Gegen Schluß des Versuches wurden sie fast normal. Die Temperatur bewegte sich etwas unter der Norm und schwankte etwa um  $1^{\circ}$  von 36.1 bis 37.1, während das Kind vorher und nachher seine Temperaturlinie ziemlich konform mit der Linie 37<sup>o</sup> hatte. Die Ernährung bestand in der ganzen Zeit aus Frauenmilch, die dem Kinde per Sonde gereicht wurde; die Mengen der zugeführten Frauenmilch bewegten sich um ungefähr 400 g. Das Kind hat sich auch nach dem Versuche weiterhin gut entwickelt.

#### Stoffwechsel.

Als Nahrung diente wie im ersten Versuch Frauenmilch (Mischmilch), gesammelt wie im ersten Versuch. Die chemische Zusammensetzung war folgende:

N . . . . .	0.195 Proz.
Fett . . . . .	4.3
Zucker . . . . .	6.91
Asche . . . . .	0.213

Die Einnahmen waren an den verschiedenen Tagen ziemlich gleichmäßig, mit Ausnahme des ersten Tages in der I. Periode, an dem das Kind etwas mehr zu trinken bekam. Die Menge bewegte sich zwischen 350 bis 400 g, im Mittel der 10 Tage 380 g.

Das Kind bekam also, da sein Mittelgewicht in der I. Periode 2120 g, in der II. Periode 2245 g betrug, in der I. Periode 144 Kal. pro Kilo, in der II. Periode 137 Kal., im Mittel beider Perioden 140 Kal. pro Kilo, also mehr als der Bedarf deckt. Die Oberfläche des Säuglings betrug in der I. Periode 0.1700 qm, in der II. Periode 0.1763 qm (mit der Konstante 10.3 berechnet).

I. Periode.		II. Periode.	
5.	418.9	0.817	0.203
6.	392.5	0.765	0.25
7.	360.0	0.702	1.07
8.	389.2	0.776	1.20
9.	349.6	0.682	0.25
10.	356.8	0.696	1.05
Summe	2276.0	4.438	1.53
Mittel pro die	379.3	0.739	0.253
1.	579	1.129	0.26
2.	397.4	0.775	0.209
3.	359.8	0.701	0.221
4.	358.0	0.698	0.197
Summe	1694.2	3.303	1.05
Mittel pro die	423.5	0.825	0.26

Tag	Aufgenommene Milchmenge	N	Pette	Zucker	Asche	G	Menge	N	G	G/N	Asche	fench	trocken	N	G	Asche	N-Harn + N-Kot, Summe im Mittel	Asche in Kot und Harn

Tabelle VII. Kind Goerz.

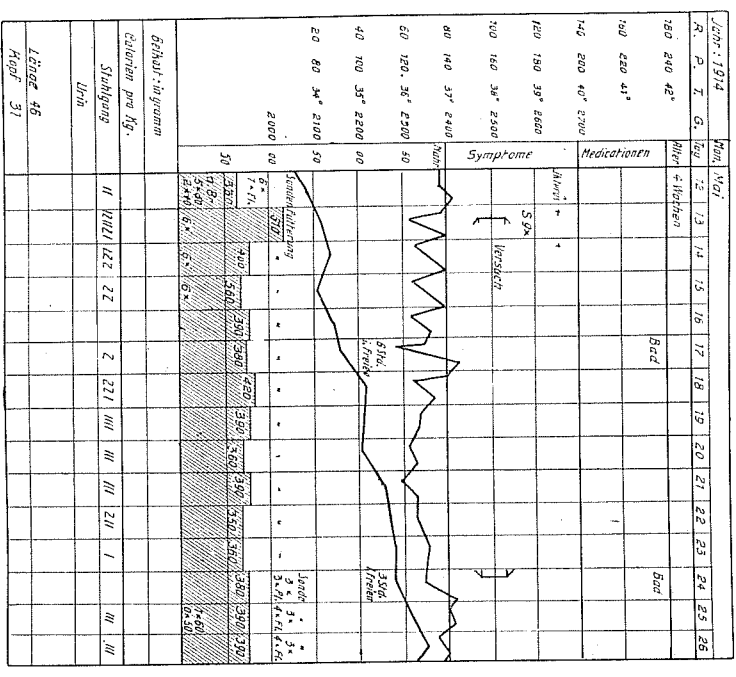


Fig. 3. Graphische Darstellung des Gewichtes, der Temperatur, der Nahrungsaufnahme während des Versuchs von Kind Werner G.

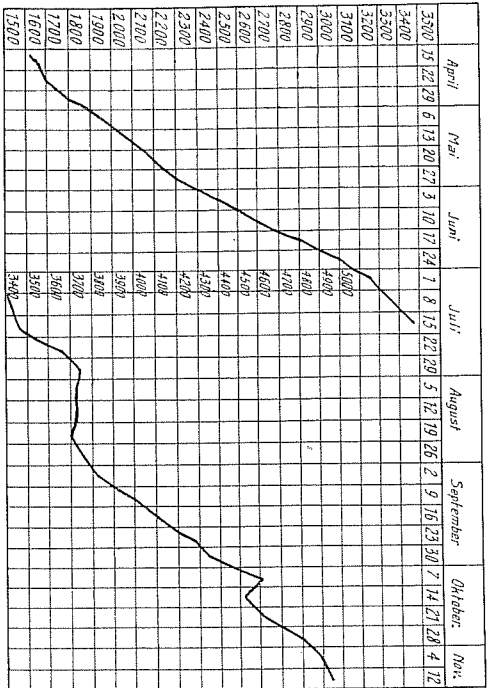


Fig. 4. Gewichtskurve von Kind Werner G.

## Ausgaben.

Der Urin des Kindes war ebenso wie bei dem ersten Frühgeborenen ziemlich arm an Trockensubstanz und zwar enthielt er 0.6 Proz. Der Kot war sehr fetthaltig, so daß er nicht ohne weiteres zur Analyse verwandt werden konnte, sondern der entfettete Kot und das Fett gesondert analysiert werden mußten.

Das Kind schied in den 4 Tagen der I. Periode 171 g feuchten Kot aus, wovon 49 g Trockensubstanz waren, in den 6 Tagen der II. Periode 280 g feuchten Kot entsprechend 81 g Trockensubstanz.

## Respiratorischer Stoffwechsel.

Der Versuch dauerte 10 Tage und war aus äußeren Gründen so eingeteilt, daß die I. Periode 4, die II. Periode 6 Tage umfaßte. Das Kind war unruhiger als das erste und hat auch etwas mehr gespien.

Selbstverständlich wurden die gespienen Mengen gewogen und in Rechnung gestellt. Die Versuchsbedingungen waren, obwohl der Versuch im Mai ausgeführt wurde (der andere im März), fast die gleichen wie beim ersten Versuch; Temperatur und Feuchtigkeit sowohl im Kasten wie im Zimmer waren sehr gleichmäßig. Die Temperatur im Kasten bewegte sich zwischen 20 und 23°, die Feuchtigkeit zwischen 65 und 67 Proz.

Tabelle VIII. Kind Goerz.

Datum	Temperatur	Temperatur	Feuchtigkeit	Feuchtigkeit
	im Zimmer Grad	im Kasten Grad	im Kasten Proz.	im Zimmer Proz.
1.	19	20	58	58
2.	19	21	61	61
3.	18	20	56	54
4.	19	20	56	59
5.	23	22	58	59
6.	23	21	62	61
7.	21	21	51	54
8.	22	21	62	59
9.	23	22	57	57
10.	24	23	67	63

Die Kohlensäureausscheidung war sehr gleichmäßig und betrug pro Stunde 3.46 in der I. Periode und 2.33 in der II. Periode; pro 24 Stunden schied der Säugling in der I. Periode im Mittel 59, in der II. Periode 56 aus.

Nicht so gleichmäßig verlief die Wasserdampfausscheidung; sie schwankte zwischen 5.0 und 8.0 g pro Stunde und betrug im Mittel 6.73, in der II. Periode 2.6 und 5 und betrug 3.14 g pro Stunde im Mittel. Die Wasserdampfausscheidung pro 24 Stunden war im Mittel der I. Periode 161 g, in der II. Periode rund 100 g, war also in der II. Periode bedeutend geringer. Pro Quadratmeter Oberfläche und Stunde schied der Säugling aus 14.5 g CO<sub>2</sub> und 39.5 g H<sub>2</sub>O. Das sind fast dieselben Werte wie bei Frühgeborenem I.

Tabelle IXA. (Goerz.)

Tag	Stundenwerte		Tageswerte		Mittlere Temperatur Grad	Kasten- Feuchtig- keit Proz.
	CO <sub>2</sub> g	H <sub>2</sub> O g	CO <sub>2</sub> g	H <sub>2</sub> O g		
1.	2.7	7.91	64.8	189.84	20	58
2.	2.38	5.82	57.1	139.68	21	61
3.	2.43	5.1	58.3	120.2	20	56
4.	2.35	8.2	56.4	196.8	20	56
Minimum	2.35	5.0	56.4	120.2		
Maximum	2.7	8.2	64.8	196.8		
Mittel	2.46	6.73	59.16	161.52		
II. Periode.						
5.	2.28	4.58	54.72	109.9	22	58
6.	2.48	4.4	59.5	105.6	21	62
7.	2.51	—	60.24	—	21	51
8.	2.16	2.62	51.84	62.88	21	62
9.	2.35	3.9	56.4	93.6	22	57
10.	2.2	5.2	52.8	124.8	22	57
Minimum	2.16	2.62	51.84	62.88		
Maximum	2.51	5.2	60.24	124.5		
Mittel	2.33	3.74	53.9	99.3		

## Stoffersetzung und Gesamtstoffwechsel.

## N-Stoffwechsel.

Zufuhr	I. Periode (4tägig)	II. Periode (6tägig)	In 10 Tagen
Ausscheidung	3.3 g	4.43 g	7.73 g
Retention	1.52 „	2.46 „	3.99 „
In Prozenten pro die zugef. Nahrung	+1.78 g	+1.97 g	+4.14 g
	54 Proz.	44 Proz.	53 Proz.

Ansatz pro die von N betrug im Mittel aus Periode I und II 0.39 g, war also kleiner als bei dem Frühgeborenen I.

Versuchsstag	I. Periode										II. Periode									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Versuchszeit, Stunden	244.64	247.86	248.56	246.0	248.76	248.79	249.26	248.35	248.08	243.65	22.25	22.9	22.8	22.7	22.8	22.8	22.7	22.9	22.9	22.3
Gesamt-Ventilation	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	0.562	0.618	0.627	0.583	0.591	0.578	0.580	0.585	0.578	0.602
Zahl der Pausen	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	6 a 10 Min.	0.849	0.838	0.85	0.800	0.80	0.808	0.81	0.785	0.785	0.785
Einstrom pro cbm	64.8	57.12	58.32	56.4	54.72	59.52	51.84	60.24	51.84	52.8	2.7	2.38	2.43	2.35	2.28	2.41	2.51	2.16	2.35	2.2
Ausstrom pro cbm	64.8	57.12	58.32	56.4	54.72	59.52	51.84	60.24	51.84	52.8	2.7	2.38	2.43	2.35	2.28	2.41	2.51	2.16	2.35	2.2
pro 24 Stunden	64.8	57.12	58.32	56.4	54.72	59.52	51.84	60.24	51.84	52.8	2.7	2.38	2.43	2.35	2.28	2.41	2.51	2.16	2.35	2.2
pro Stunde	2.7	2.38	2.43	2.35	2.28	2.41	2.51	2.16	2.35	2.2	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
pro kg Körpergewicht und 24 Stunden	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47
auf 1 qm Oberfläche und 1 Stunde	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47	14.47
Einstrom pro cbm	5.98	6.302	6.94	6.07	6.59	7.55	7.86	7.08	9.36	9.84	5.98	6.302	6.94	6.07	6.59	7.55	7.86	7.08	9.36	9.84
Ausstrom pro cbm	6.70	6.94	139.68	6.83	7.05	7.96	8.10	9.36	9.84	124.8	6.70	6.94	139.68	6.83	7.05	7.96	8.10	9.36	9.84	124.8
pro 24 Stunden	189.94	139.68	120.2	196.8	109.92	105.6	62.88	93.6	93.6	124.8	189.94	139.68	120.2	196.8	109.92	105.6	62.88	93.6	93.6	124.8
pro Stunde	7.91	5.82	5.01	8.2	4.58	4.4	2.62	3.9	3.9	5.2	7.91	5.82	5.01	8.2	4.58	4.4	2.62	3.9	3.9	5.2
pro kg Körpergewicht und 24 Stunden	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1
auf 1 qm Oberfläche und 1 Stunde	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1	39.5	39.5	76.1
pro 24 Stunden	141.6	115.2	115.2	194.4	105.6	105.6	55.2	96	96	138	141.6	115.2	115.2	194.4	105.6	105.6	55.2	96	96	138
pro kg und 24 Stunden	141.6	115.2	115.2	194.4	105.6	105.6	55.2	96	96	138	141.6	115.2	115.2	194.4	105.6	105.6	55.2	96	96	138
auf 1 qm Oberfläche und 1 Stunde	141.6	115.2	115.2	194.4	105.6	105.6	55.2	96	96	138	141.6	115.2	115.2	194.4	105.6	105.6	55.2	96	96	138

Tabelle IX B. Kind Goerz.

Tag	Wasser in Grammen				Kohlensäure in Grammen			
	Wasserdampf	Wasserdampf- und Gewichts- und Zunahme der Wäsche	Wasserdampf- und Gewichts- und Zunahme der Wäsche	Wasserdampf- und Gewichts- und Zunahme der Wäsche	Wasserdampf	Wasserdampf- und Gewichts- und Zunahme der Wäsche	Wasserdampf- und Gewichts- und Zunahme der Wäsche	Wasserdampf- und Gewichts- und Zunahme der Wäsche
1.	1.129	0.209	0.825	0.206	0.817	0.203	0.696	0.240
2.	0.775	0.221	0.701	0.197	0.765	0.240	0.776	0.238
3.	0.701	0.197	0.698	0.197	0.702	0.210	0.682	0.238
4.	0.698	0.197	0.698	0.197	0.776	0.238	0.682	0.238
Summe	3.3	1.52	3.3	0.825	4.43	2.466	4.43	0.240
Im Mittel pro die	0.825	0.381	0.825	0.206	0.739	0.411	0.739	0.240
5.	0.817	0.203	0.817	0.203	0.817	0.203	0.817	0.203
6.	0.765	0.240	0.765	0.240	0.765	0.240	0.765	0.240
7.	0.702	0.210	0.702	0.210	0.702	0.210	0.702	0.210
8.	0.776	0.238	0.776	0.238	0.776	0.238	0.776	0.238
9.	0.682	0.238	0.682	0.238	0.682	0.238	0.682	0.238
10.	0.696	0.240	0.696	0.240	0.696	0.240	0.696	0.240
Summe	4.43	2.466	4.43	0.825	4.43	2.466	4.43	0.240
Im Mittel pro die	0.739	0.411	0.739	0.206	0.739	0.411	0.739	0.240

Tabelle X. Kind Goerz.

Tag	N in der Nahrung		N im Harn und Kot		N-Bilanz	C in der Nahrung		C in Resp. und Kot
	in der Nahrung	im Harn	im Harn und Kot	in der Nahrung		in Resp. und Kot		
1.	1.129	0.209	0.825	0.206	0.304	39.77	95.57	
2.	0.775	0.221	0.701	0.197	0.074	27.30	23.63	
3.	0.701	0.197	0.698	0.197	0.003	24.71	23.63	
4.	0.698	0.197	0.698	0.197	0.001	24.59	23.63	
Summe	3.3	1.52	3.3	0.825	0.475	116.37	95.57	
Im Mittel pro die	0.825	0.381	0.825	0.206	0.444	29.09	23.63	
5.	0.817	0.203	0.817	0.203	0.014	39.77	95.57	
6.	0.765	0.240	0.765	0.240	0.025	27.30	23.63	
7.	0.702	0.210	0.702	0.210	0.002	24.71	23.63	
8.	0.776	0.238	0.776	0.238	0.004	24.59	23.63	
9.	0.682	0.238	0.682	0.238	0.004	24.59	23.63	
10.	0.696	0.240	0.696	0.240	0.004	24.59	23.63	
Summe	4.43	2.466	4.43	0.825	0.475	116.37	95.57	
Im Mittel pro die	0.739	0.411	0.739	0.206	0.444	29.09	23.63	

Tabelle XI. Kind Goerz.

Tag	C-Resp.		C-Harn		C-Kot	Gesamt-C in der Ausfuhr
	g	g	g	g		
1.	17.67	0.26	7.24	7.24	7.24	95.57
2.	15.57	0.26	7.24	7.24	7.24	23.63
3.	15.90	0.26	7.24	7.24	7.24	23.63
4.	15.39	0.26	7.24	7.24	7.24	23.63
Summe	64.53	1.05	29.99	29.99	29.99	95.57
Im Mittel pro die	16.13	0.26	7.24	7.24	7.24	23.63
5.	14.92	0.25	8.93	8.93	8.93	146.63
6.	16.23	0.25	8.93	8.93	8.93	24.43
7.	16.43	0.25	8.93	8.93	8.93	24.43
8.	14.13	0.25	8.93	8.93	8.93	24.43
9.	15.39	0.25	8.93	8.93	8.93	24.43
10.	14.40	0.25	8.93	8.93	8.93	24.43
Summe	91.5	1.53	53.6	53.6	53.6	146.63
Im Mittel pro die	15.25	0.25	8.93	8.93	8.93	24.43

C-Stoffwechsel.

Zufuhr	I. Periode (4tägig)		II. Periode (6tägig)		In 10 Tagen
	g	g	g	g	
Ausscheidung im Kot	116.37	156.3	156.3	156.3	272.7
Ausnutzung	30.0	53.6	53.6	53.6	83.6
In Prozenten	86.4	74	74	74	189.1
Retention pro die	5.46	1.62	1.62	1.62	69

Der geringen C-Retention in der II. Periode entspricht auch eine sehr geringe Gewichtszunahme.

Berechnung des Eiweiß- und Fettansatzes aus der C- und N-Bilanz.

	I. Periode	II. Periode
N-Ansatz pro die	0.444 g	0.328 g
C-Ansatz pro die	5.46 "	1.62 "
C f. angesetztes Eiweiß	$0.444 \times 3.3 = 1.46$ "	$0.328 \times 3.3 = 1.08$ "
C für Fettansatz demnach	4.00 g	0.54 g

Außer einem Ansatz in Form von Eiweiß hat das Kind C in Form von Fett angesetzt und zwar entsprechend der tatsächlichen Gewichtszunahme in der I. Periode 4 g, in der II. Periode nur 0.5 g.

## Energiebilanz.

	I. Periode	II. Periode
Kalorienaufnahme pro die	325.3	291.3
Kalorien im Harn	1.7	1.7
Kalorien im Kot	83.5	103.0
Für den Körper verfügbare Kalorien	85.2	104.7
Dem Eiweißansatz entsprechen	240.15	186.6
Dem Fettansatz entsprechen	(0.444 × 34.7)	(0.328 × 34.7)
	(4 × 12.3)	(0.54 × 12.3)
	49.2	6.6
	64.6	18.0
Einnahmen	240.15	186.6
Für Ansatz	64.6	18
Kal. z. Wärmebildung pro die	175.6	168.6
Mittel aus I und II	1002	172 Kal.
Pro Quadratmeter Oberfläche	1002	944
Im Mittel	973 Kal.	

## Wasserstoffwechsel.

Tabelle XII. Kind Goerz.

	Wasser in der Nahrung	Wasser im Urin	Wasser im Kot	Wasser durch Haut und Lunge	Gesamt-Wasser-ausscheidung	Bilanz (ohne Berücksichtigung des Oxydationswassers)
I. Periode (4täg.) im Mittel pro die	370	243	33	163	439	-69
II. Periode (6täg.) im Mittel pro die	331	239	33.4	100	373	-42
Im Mittel aller Perioden pro die	356	241	33	131	405	-55

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, hat der Säugling in der I. Periode pro die 69 g H<sub>2</sub>O verloren, in der II. Periode 42 g. Diese Bilanz ist aufgestellt ohne Berücksichtigung des Oxydationswassers.

## Oxydationswasser durch direkte Bestimmung

(H- bzw. H<sub>2</sub>O-Analysen der Trockensubstanz der Nahrung, des Kotes und des Harns).

Nahrung	I. Periode		II. Periode	
	Kot	Harn	Kot	Harn
In 100 cem Milch im Mittel waren enthalten 10.44 g H <sub>2</sub> O, im Mittel pro die	44.21 g	11.9 g	47.6 g, pro die	2.41 g, pro die
also 44.21 - 12.5 = 31.7 g Oxydationswasser pro die.			12.9 g	0.6 g

Nahrung	I. Periode		II. Periode	
	Kot	Harn	Kot	Harn
In 100 cem Milch im Mittel 10.44 g, im Mittel pro die	77.5 g, pro die	3.3 g, pro die	77.5 g, pro die	3.3 g, pro die
also 39.7 - 13.45 = 26.25 Oxydat H <sub>2</sub> O pro die.	12.9 g	0.55 g	12.9 g	0.55 g

Daß der Wert für das Oxydationswasser in der II. Periode kleiner ist als in der I. Periode, erklärt sich aus der geringeren Menge der aufgenommenen Milch in der II. Periode.

## Oxydationswasser durch Berechnung.

	I. Periode	II. Periode
Das dem Nahrungs-N entsprechende Oxydationswasser	0.825 × 4.25 = 3.5	0.739 × 4.25 = 3.14
Das dem Harn-N entsprechende Oxydationswasser	0.206 × 1.6 = 0.33	0.228 × 1.6 = 0.36
Oxydationswasser für Fett in der Nahrung	18.3 × 1.07 = 19.6	17.55
Oxydationswasser für Zucker in der Nahrung	29.2 × 0.58 = 16.9	15.2
Summe d. Oxydationswasser Abzüglich des dem Kot-N entsprechenden Oxydationswassers	0.175 × 9 = 1.57	1.65

Abzüglich des dem Fett im Kot (80 Proz.) entsprechenden Oxydationswassers

$$9.8 \times 1.07 = 10.48 \quad 10.8 \times 1.07 = 11.5$$

$$\frac{27}{22.5} \quad (\text{direkt bestimmt} = 26)$$

Ergebnis (nach der Analyse - 31)

Die Wasserbilanz war also (pro Tag):

	I. Periode	II. Periode	Mittel aus I u. II
Wasserzufuhr in Nahrung + Oxydationswasser	401.7	357	379
Gesamt-Wasserausscheidung	439	373	405
Retention	-37.7	-16	-26

Ansatz und Gewichtszunahme.

Der tägliche Stoffmetsatz des Kindes war folgender:

	I. Periode	II. Periode
0.825 N	0.739 N	
18.3 Fett	16.6 Fett	
29.2 Kohlenhydrat	26.2 Kohlenhydrat	

Der N-Ansatz betrug pro die in der

	I. Periode	II. Periode
Demnach der Fleischansatz	0.444 N	0.328 N
Fettansatz	13.0 Fleisch	9.64 Fleisch
Berechneter Anwuchs	5.5	0.7
Tatsächliche Gewichtszunahme pro die	18.5	19.35
	25 g	10 g

Unter Berücksichtigung des Wasserstoffwechsels und Berechnung des Eiweiß(N)ansatzes als Trockenkasein fällt die Rechnung folgendermaßen aus:

	I. Periode	II. Periode
Eiweißansatz	$0.444 \times 6.5 =$	$0.328 \times 6.5 =$
Fettansatz	2.8	2.1
	5.5	0.7
Summe	8.3	2.8
Wasserbilanz	-37	-16
Demnach	-28.7	-13.2
Tatsächliche Gewichtszunahme pro Tag	25 g	10 g

Ansatz berechnet aus Mittel von I und II pro die:

Eiweißansatz (als Trockenkasein)	2.4
Fettansatz	3.1
Wasser	5.5
	-26.0
Tatsächliche Gewichtszunahme	-20.5
	12 g pro Tag.

Aschestoffwechsel.

	I. Periode	II. Periode
Einnahmen pro die	0.898	0.804
Ausgaben	0.705	0.750
Nutzungswert in Prozenten der Zufuhr pro Kilogramm und Tag	+0.193 21.4 Proz.	+0.054 6.7 Proz.
	+0.09	+0.024

Ergebnisse.

Zur Untersuchung gelangten zwei lebenskräftige frühgeborene Säuglinge aus dem Anfang des 8. Schwangerschaftsmonats mit einem Geburtsgewicht von 2050 bzw. 1640 g. Beide Frühgeborene entwickelten sich vor und nach dem Versuch sehr gut. Frühgeborenes I (2050 g Geburtsgewicht) hat in 7 Monaten 3400 g (pro Monat 490 g) zugenommen, Frühgeborenes II in 4 Monaten 2170 g (pro Monat 540 g). Kind I hat sein Geburtsgewicht in 105, Kind II in 80 Tagen verdoppelt. In bezug auf das Längewachstum entwickelten sie sich wie folgt:

Kind I: bei der Geburt . . . . .	44 cm
1. Monat . . . . .	50 cm
2. Monat . . . . .	52 cm

(Normales Kind bei 50 cm Geburtslänge im 2. Monat 57 cm Länge.)

Kind II: bei der Geburt . . . . .	45 cm
1. Monat . . . . .	46 cm
2. Monat . . . . .	48 cm
3. Monat . . . . .	52.5 cm
4. Monat . . . . .	54.7 cm
5. Monat . . . . .	59.4 cm
6. Monat . . . . .	61.5 cm

(Normales Kind bei 50 cm Geburtslänge im 6. Monat 66 cm Länge.) Auch das Längewachstum war also ein gutes.

Die Kinder waren während des Versuches 4 bzw. 5 Wochen alt, die Versuchsdauer umfaßte 10 Tage (in zwei 5- bzw. 4- und 6-tägigen Perioden).

Die Gewichtszunahme in diesen 10 bzw. 11 Tagen (1 Tag Unterbrechung zwischen den zwei Perioden) betrug 450 bzw. 210 g. Das eine Kind (I) entwickelte sich also in der Versuchszeit besser, die Nahrungszufuhr war allerdings bei demselben größer und zwar im Mittel 125 Kal. (Reinkalorien) pro Kilo und Tag gegenüber 113 Kal. in der I. und nur 83 in der II. Periode bei dem anderen Kinde (II). Beide Kinder hatten einen sehr hohen Eiweißansatz. Bezüglich des Fettansatzes ist zu bemerken,

daß das Frühgeborene I (2050 g Geburtsgewicht) sehr viel Fett ansetzte (5.6 g pro Kilo und Tag), das Frühgeborene II dagegen setzte in der I. Periode 2.5 g pro Kilo und Tag und in der II. nur 0.3 g. Kind II schied durch den Kot sehr viel Fett aus, infolgedessen war auch die kalorische Ausnutzung der Nahrung eine recht schlechte. Die chemische Zusammensetzung der Nahrung war

bei Kind I:	Eiweiß . . . . .	1.22 Proz.
	Fett . . . . .	4.16 "
	Zucker . . . . .	6.6 "
bei Kind II:	Eiweiß . . . . .	1.21 "
	Fett . . . . .	4.32 "
	Zucker . . . . .	6.91 "

Die Milch war also besonders fettreich.

	Kind I	Kind II
Fett in der Nahrung in		
10 Tagen . . . . .	217 g	171.5 g
Fett im Kot . . . . .	(55 Proz.) 32 "	(80 Proz.) 104 "
Resorbiert . . . . .	185 g	67.5 g
In Prozenten der Zufuhr . . . . .	85 Proz.	39 Proz.

Ist die Ausnutzung des Fettes bei Kind I nicht gut zu nennen, so ist sie bei Kind II entschieden als schlecht zu bezeichnen. Das Kind hat auch dementsprechend wenig, in der II. Periode so gut wie gar kein Fett angesetzt und entwickelte sich in bezug auf das Gewicht nicht besonders gut.

Während Kind I pro Tag (Mittel aus 11 Tagen) 41 g zunahm, wies Kind II nur eine Zunahme von 20 g auf. Verfolgt man die Gewichtskurve getrennt in den beiden Perioden, so betrug die Zunahme pro Tag:

	I. Periode (5 Tage)	II. Periode (5 Tage)
Kind I	38 g	46 g
	I. Periode (4 Tage)	II. Periode (6 Tage)
Kind II	25 g	10 g

Das Kind II hat also besonders in der II. Periode viel zu wenig zugenommen, was aber sicherlich nur der geringen Nahrungszufuhr zuzuschreiben ist, denn es gedieh späterhin relativ sogar besser als Kind I. Der Vergleich zweier frühgeborener Säuglinge, von denen einer sehr kräftig, der andere sehr wenig während des Versuches an Gewicht zunahm, kam in bezug auf den Stoffwechsel, den Energieumsatz und Ansatz (Wachstumsanwuchs) von großem Interesse sein. Ehe wir uns aber näher mit dem

Anwuchs beschäftigen, wollen wir noch den „physiologischen Nutzeffekt“ berechnen.

	Kotza		Goerz	
	I. Periode	II. Periode	I. Periode	II. Periode
Kalorienzufuhr pro die	365.7	373	325.3	291.3
Verlust in Harn und Kot	43.4	42.6	85.2	104.7
Also verwertet an Kalorien	88 Proz.	88 Proz.	73.8 Proz.	64 Proz.
Verloren an Kalorien	12 "	12 "	26 "	36 "
Davon durch den Kot	11.2 "	10.6 "	25.6 "	25.3 "

Wie bereits erwähnt und wie die Tabelle zeigt, ist die kalorische Ausnutzung eine schlechte, besonders schlecht bei Kind II speziell in Periode II. Die von Rubner und Henbner untersuchten Brustkinder hatten eine bedeutend günstigere Ausnutzung der Spannkraft. Brustkind I 92 Proz., Brustkind II 94 Proz. Auffallend ist es, daß die kalorischen Verluste hauptsächlich auf den Kot kommen, was darauf hindeutet, daß eine Resorptionsstörung der Energiespender (und zwar anscheinend dem Hauptanteil nach des Fettes) im Darm vorlag. Daß bei Frühgeborenen die Fettausnutzung beeinträchtigt ist, war bereits in der Literatur angedeutet und findet durch diese Versuche ihre Bestätigung.

Wie verteilt sich nun der Wachstumsanwuchs? Wir wollen zuerst den

#### N- und Eiweißansatz

besprechen.

Der N-Ansatz pro Tag betrug (im Mittel aus Periode I und II) bei der Frühgeburt I 0.52 g, Frühgeburt II 0.39 g. Rechnen wir 15 Proz. als Reststickstoff von der N-Zufuhr ab, so ist N als Eiweiß rethiniert worden.

	Frühgeburt I	Frühgeburt II
Prozent der Zufuhr	50 Proz.	53 Proz.
Ansatz in Prozenten d. Eiweißzufuhr	59.0 "	53.5 "
N-Zufuhr pro die und Kilogramm	0.39 "	0.36 "
Körpergewicht	(0.33 als reines Eiweiß)	(0.3 als reines Eiweiß)
N-Ansatz pro die und Kilogramm	0.2	0.17
	(Rubner-Henbner, Brustkind 5 kg schwer, N-Ansatz pro Kilogramm und die 0.053.)	

Der Eiweißansatz war also pro Kilogramm und Tag sehr hoch, die N-Ausnutzung eine ausgezeichnete. Vergleicht man den Anwuchs und die N-Ausnutzung mit dem von Rubner und Henbner untersuchten, 5 kg schweren, 8 Wochen alten Brustkind, so zeigt es sich, daß unsere Früh-

geborenen das  $3\frac{1}{2}$ - bis 4fache an N angesetzt haben. Auch wenn man berücksichtigt, daß das von Rubner und Heubner untersuchte Kind etwa 3 Wochen älter und das N-Angebot etwa um die Hälfte kleiner war, ist der N-Anwuchs ein sehr großer. Die frühgeborenen Säuglinge haben im Stadium eines sehr intensiven Wachstums das ihnen dargebotene Eiweiß sehr gut und sehr ökonomisch verwertet und zum Aufbau der Zelle verbraucht. Trotz der allgemeinen schlechten kalorischen Verwertung der Energiespender betrug die N-Retention in Prozenten der N-Zufuhr 50 bzw. 53 Proz. und in Prozenten der N-Zufuhr als reines Eiweiß 59 bzw. 54 Proz. (Kind Rubner-Heubner 39 Proz.).

Der aus dem N-Ansatz berechnete Fleischansatz pro Kilogramm und die ist:

	I. Periode	II. Periode
I. Kind Koza	6.6	5.1
II. „ Goetz	6.1	4.0

#### Fettansatz.

	Pro Tag		Pro Kilogramm und Tag	
	I. Periode	II. Periode	I. Periode	II. Periode
Kind I (Koza)	14.06	15.17	5.66	5.5
Kind II (Goetz)	5.5	0.7	2.5	0.3
Nach Camerer <sup>1</sup> aus der Zusammensetzung eines 10 Wochen alten, 5kg schwer. Brustkindes	2.92		0.58	
Rubner-Heubner, atrophisches Kind <sup>2</sup>	3.07		1.02	
Niemann <sup>3</sup> , Untergew., Rekonval. Kind, IV. Vers., 12 bis 17 Tage	26.1		4.4	

Auch der Fettansatz ist also sehr hoch (mit Ausnahme bei Kind II in der II. Periode), trotz einer, wie wir sehen, sehr schlechten Verwertung des Fettes. Der Fettstoffwechsel unserer Frühgeborenen zeigt eine gewisse Analogie mit dem der Atrophiker. Beide haben die ausgesprochene Neigung, den Fettbestand ihres Körpers zu erhöhen, die Atrophiker, weil ihr Fettpolster aus pathologischen, die Frühgeburt, weil ihr Fettpolster aus physiologischen Gründen zu klein ist.

<sup>1</sup> Jahrbuch für Kinderheilkunde. LVI. 544. 1902.

<sup>2</sup> Zeitschrift für Biologie. XXXVIII. 315. 1899.

<sup>3</sup> Jahrbuch für Kinderheilkunde. LXXIV. 650. 1911.

Verwertung der Nahrung für Ansatz und Wärmebildung. Pro Quadratmeter Oberfläche und Tag war die Wärmebildung:

Frühgeburt I 973. Kal im Mittel aus Periode I und II.  
Frühgeburt II 994. Kal im Mittel aus Periode I und II.

Die Kinder lagen sehr ruhig bei einer Körpertemperatur, die während der 10 Tage zwischen 36.2° bzw. 36.1° und 37.4° bzw. 37° schwankte. Unter Berücksichtigung dieser Körpertemperatur und der Umgebungstemperatur ist bei dem hohen Anwuchs ohne weiteres anzunehmen, daß eine Steigerung der Wärmeerzeugung, wenn auch wahrscheinlich im geringen Maße, stattgefunden hat. Wie hoch diese Steigerung ist, können wir nicht sagen, auch wissen wir nicht, über wieviel hinaus die Kost abhandelt war. Einen besseren Einblick werden wir vielleicht aus der Berechnung der Wärmebildung und des Ansatzes pro Kilogramm Körpergewicht gewinnen.

	Wärmebildung, Kal. pro Tag und Oberfläche	Kalorien pro Kilogramm und Tag			Anwuchs in Proz. der Zufuhr
		Netto-Zufuhr	Ansatz	Wärmebildung	
Rubner-Heubner, Brustkind, 5.2 kg, 8 Wochen alt	1006 (nach Lissauer 1132)	67.4	—	67.6	—
Rubner (nach Angaben von Camerer-Söldner berechnet) 4 kg schweres, 7 Monate altes Kind	1200	107.4	14.5	92.9	13.5
Frühgeborenes I (Koza):					
I. Periode	1002	130	54	76.0	41
II. Periode	944	121.5	52.2	69.3	43
Im Mittel aus 10 Tagen (Per. I + Per. II)	973	126	53	73	42
Frühgeborenes II (Goetz)					
I. Periode (4tägig)	1032	113.3	30.4	82.7	26
II. Periode (6tägig)	956	83.3	8	75	10

Diese Zusammenstellung gibt uns in der Tat einige nicht unwesentliche Aufschlüsse. Zunächst fällt es auf, daß unsere Frühgeborenen (mit Ausnahme von Kind II in Periode II) einen enorm hohen Prozentsatz der ihnen zugeführten Nahrung zum Anwuchs verwendet haben. Ziehen wir nun die II. Periode des Kindes II in unsere Betrachtung ein. In dieser Periode hat das Kind sehr wenig und zwar durchschnittlich 10 g täglich aufgenommen. Wir können also, ohne



einen beträchtlichen Fehler zu begehen, annehmen, daß die Nahrungszufuhr von 83 Kal. pro Kilogramm bei diesem Kinde nicht allzu weit von dem „Erhaltungsbedarf“ entfernt ist. Bei dieser Annahme wird der Nahrungszüberschuß bei Kind I in Periode I rund 60 Proz., in Periode II rund 50 Proz., im Mittel also 55 Proz. betragen haben. In gleicher Weise berechnet war der Nahrungszüberschuß bei Kind II Periode I 40 Proz. Wenn der Wert für die Wärmeproduktion bei Minimalbedarf wenig unterhalb 950 Kal. liegt, so beträgt die Steigerung der Wärmebildung bei Kind I (Mittel aus Periode I und II) etwa 3 Proz. und bei Kind II (Periode II) etwa 8 Proz. Von den 55 bzw. 40 Proz. Nahrungszüberschuß haben unsere frühgeborenen Säuglinge (in großer Ruhe, meistens Schlafzustand, Nahrung per Sonde gereicht) also 94 bzw. 80 Proz. zum Wachstumsansatz verwertet. Die oben angeführten Zahlen sind natürlich nur Näherungswerte, aber sie zeigen doch deutlich die Tendenz der in intensivem Wachstum befindlichen Frühgeborenen, den ihnen über den Minimalbedarf gebotenen Überschuß zum Anwuchs auszunutzen. Das 7 Wochen alte, 4 kg schwere, normale Brustkind hat von seinem Nahrungszüberschuß (32 Proz.) 56 Proz. zum Anwuchs verwendet.

Die Wärmebildung unserer frühgeborenen Säuglinge hält sich auf dem Niveau von rund 1000 Kal. per Quadratmeter Körperoberfläche.<sup>1</sup> Der Stoffwechsel (die Wärmeproduktion) im Wachstum begriffener, in Ruhe befindlicher Frühgeburt (bei Frauenmilchernahrung) ist im großen und ganzen derselbe wie bei normalen, wachsenden, ruhigen Brustkindern. Die gleiche Ruhe, Temperatur und Ernährungsverhältnisse vorausgesetzt, ist also die Wärmebildung der intensiv wachsenden Frühgeburt gegenüber den normalen Brustkindern nicht gesteigert. Sie ist eher ein wenig vermindert, weil infolge der hohen Ansatzfähigkeit fast die ganze über den Minimalbedarf gehende Energiemenge zum Anwuchs verbraucht wird. Es bestätigt sich also bei den Frühgeborenen der von Rubner aufgestellte Satz, daß die Wachstumsarbeit an den Stoffwechsel des Säuglings über den von der jugendlichen Zelle beanspruchten Ansatz keine beträchtlichen Anforderungen stellt.

<sup>1</sup> F. G. Benedict und J. B. Talbot (*The Gaseous Metabolism of Infants*, Washington 1914, p. 82, 101, 143) haben aus ihren kurzfristigen, auf mehrere Monate sich erstreckenden und im Atwater-Benedict-Apparat ausgeführten Versuchen die Wärmebildung eines frühgeborenen Säuglings (menschlich, Geburtsgewicht 1.45 kg, in den ersten 4 Wochen Frauenmilch) zu 1032 Kal. (Faktor 10.3) bestimmt. Auch die von ihnen bestimmten Kohlensäurewerte stimmen, auf die Oberflächeninhalt und pro Kilogramm berechnet, mit unseren überein.

Der Wasserstoffwechsel der beiden Frühgeborenen weist ziemlich Schwankungen auf. Die Wasserbilanzen sind nicht nur bei beiden Kindern, sondern auch bei ein und demselben Kinde in den beiden Perioden verschieden. Kind I hat in der I. Periode 47 g Wasser pro Tag verloren, in der II. Periode hat es 11 g pro Tag im Körper zurückbehalten. Berücksichtigt man das mit der Nahrung eingeführte Oxydationswasser, so werden die Wasserbilanzen in beiden Perioden positiv und zwar pro die in der I. 1.8 g, in der II. 59.8 g. Kind II hat in beiden Perioden Wasser vom Körper abgegeben und zwar pro die in der I. Periode 69 g, in der II. Periode 42 g. Auch nach Einberechnung des Oxydationswassers bleibt der Wasserverlust bestehen: I. Periode pro die 87 g, II. Periode pro die 16 g. Worin diese Schwankungen liegen, kann man nicht ohne weiteres sagen. Zunächst spielt wohl der methodische Fehler eine gewisse Rolle, aber ebensogut können diese Verschiedenheiten durch die für den Wasserstoffwechsel immer noch zu kurzen Perioden bedingt sein. Man tut gut, für die Wasserbilanzen die beiden Perioden zusammenzuziehen. Dann bekommen wir unter Berücksichtigung des Oxydationswassers folgende Werte pro die:

Frühgeburt I	Frühgeburt II
+ 31.7 g	— 26 g

Versucht man eine Beziehung von Wasserstoffwechsel unserer Frühgeborenen zu ihrem Mineralstoffwechsel (Gesamtasche) herauszufinden, so zeigt sich folgendes: Kind I weist bei positiver Wasserbilanz eine Aschenretention auf (pro Tag +0.24 g), Kind II verliert 26 g Wasser, reinert aber 0.12 g Asche pro Tag (Mittel aus Periode I und II). In der zweiten (längeren) Periode hat dieses Kind bedeutend weniger Asche reinert. (+0.054 g pro die).

Die prozentuale Verteilung der Wasserausscheidung war:

	Urin	Kopf	Haut u. Lunge
Kind I:			
I. Periode	59.4	4.2	36.3
II. Periode	70.0	4.1	25.9
Mittel aus I und II	64.7	4.2	31.3
Kind II:			
I. Periode	55.35	7.5	37.0
II. Periode	64.0	9.0	26.5
Mittel aus I und II	59.67	8.2	31.7

Die Wasserausscheidung durch den Kot war bei Kind II um das Doppelte größer als bei der Frühgeburt I. Tatsächlich hatte Früh-

geburt II sehr viel und meistens dünne Stühle. Die durch Haut und Lunge ausgeschiedenen Wassermengen sind bei beiden Kindern gleich; pro Kilogramm und Tag haben sie (durch Haut und Lunge) im Mittel beider Perioden 55 bzw. 60 g ausgeschieden. Das sind recht hohe Mengen, die vom kalorischen Gesichtspunkte aus betrachtet einen beträchtlichen Wärmeverlust durch Verdunstung ergeben.

	Wärmebildung in Kal.	Wasser durch Verdunstung in g	Kal. in verdunstetem Wasser	Wärme durch Verdunstung in Proz.
Kind I:				
I. Periode	188·7	182	109	57·7
II. Periode	188·5	117	70·2	37·2
Mittel aus I und II				47
Kind II:				
I. Periode	176	163	98	55·7
II. Periode	169	100	60	35·6
Mittel aus I und II				45·6

47 bzw. 45·6 Proz. der Wärmeabgabe fallen also auf die Wasserverdampfung. Die Kinder lagen sehr ruhig, das Moment einer starken Lungenventilation kann also für die hohe Wasserdampfausscheidung nicht in Betracht kommen. Man muß aber berücksichtigen, daß die den Kindern mit der Nahrung zugeführte Wassermenge sehr groß war (176 bzw. 160 g pro Tag und Kilogramm Körpergewicht).

Fassen wir kurz die Ergebnisse zusammen, die wir aus den Gesamtstoffwechselversuchen an zwei frühgeborenen Säuglingen gewonnen haben: Die beiden Frühgeborenen haben bei einer im allgemeinen ungünstigen kalorischen Ausnutzung der Nahrung insbesondere bei schlechter Fettansnutzung das ihnen mit der Nahrung gereichte Eiweiß sehr gut zum Aufbau ihrer Zellen verwertet. Vom energetischen Standpunkte ist die Tatsache bedeutungsvoll, daß fast der gesamte Nahrungsüberschuß zum Anwuchs verbraucht wurde. Die Wärmebildung war nicht gesteigert.

## ARCHIV

FÜR

## ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER,  
REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM WALDEYER,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UND

DR. MAX RUBNER,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1915.

== PHYSIOLOGISCHE ABTEILUNG. ==  
ZWEITES UND DRITTES HEFT.

MIT ZWEI TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT &amp; COMP.

1916

