

Der Chemismus und Energieumsatz bei schlafenden Kindern.¹⁾

Von

John Howland, St. Louis, Mo., U. S. A.

(Aus der physiologischen Abteilung der Cornell-Universität in New-York [Prof. Graham Lusk] und aus der ersten medizinischen Abteilung des Bellevue-Hospitales in New-York.)

(Der Redaktion zugegangen am 22. Juni 1911.)

Die Versuche, welche im folgenden kurz verzeichnet werden sollen, wurden mit einem, für kleine Kinder und Tiere besonders konstruierten Kalorimeter nach dem Typus von Atwater-Rosa-Benedikt vorgenommen. Der Apparat wird in «the American Journal of Physiology» von Dr. H. B. Williams, der ihn entworfen und konstruiert hat, beschrieben werden.

Das Prinzip des Apparates ist von Benedikt und Carpenter²⁾ angegeben worden, es wurden aber noch gewisse Verfeinerungen angebracht, die es gestatten, auch kleinere Quantitäten genau zu messen. Ein Gebläse treibt innerhalb eines vollständig geschlossenen Systems die Luft aus dem Kalorimeter und durch eine Serie von Absorptionsflaschen hindurch wieder zum Kalorimeter zurück.

Der Wasserdampf wird durch Schwefelsäure, die Kohlensäure durch Natronkalk absorbiert.

Durch Wägen der absorbierenden Substanzen am Anfang und Ende jeder Stunde können die Mengen des Wassers und der Kohlensäure bestimmt werden.

Sauerstoff wird automatisch von einem kleinen Zylinder aus zugeleitet. Der Gewichtsverlust des Zylinders gibt den

¹⁾ Eine ausführliche Mitteilung dieser Versuche wird in englischer Sprache im «American Journal of Diseases of Children» erscheinen.

²⁾ Benedict und Carpenter, Respiration Calorimeters for studying the Respiratory Exchange and Energy Transformations of Man. Publication Nr. 123 of the Carnegie Institution of Washington, 1910.

Sauerstoffverbrauch an, wobei allerdings die zu Beginn und am Ende jeder Stunde im Kalorimeter befindliche Menge, sowie der Wechsel von Luftdruck und Temperatur mit in Rechnung gezogen werden müssen. Die abgegebene Wärme wird aus der Temperaturdifferenz (zwischen Beginn und Ende) einer bekannten Menge Wassers, das im Kalorimeter zirkuliert, berechnet. Für die Temperaturschwankungen des Kalorimeters und auch der Versuchsperson ist eine Korrektur vorgesehen. Die Temperatur der Versuchsperson wird genau gemessen durch ein elektrisches Thermometer, das konstant im Rektum verbleibt.

Häufige Versuche mit brennendem Alkohol und elektrisch erzeugter Wärme haben einen Fehler von weniger als $\frac{2}{10}$ einer Kalorie für 15 Kalorien gezeigt (1,3%).

Um einen möglichst gleichmäßigen Umsatz zu erzielen, wurden die Kinder alle 4 Stunden genährt, also in 24 Stunden 6 mal. Nachdem sie gewöhnt worden waren, das Rektalthermometer für mehrere Tage im Rektum zu behalten, wurden sie unmittelbar nach einer Mahlzeit pünktlich um 1 Uhr mittags in das Kalorimeter gelegt. Das Experiment begann dann kurz vor 2 Uhr mittags. Es wurde im allgemeinen 3 Stunden lang, bis zur nächsten Mahlzeit, fortgesetzt. Bei einigen dieser Experimente, besonders den ersten, wurde der Sauerstoff nicht bestimmt.

Es stellte sich bald heraus, daß ein genauer Vergleich von Stunde zu Stunde und zwischen verschiedenen Kindern nur möglich ist, wenn die Bedingungen genau dieselben sind, und sie sind die gleichen nur während des Schlafes. Die Kinder wurden vor dem Experiment den ganzen Vormittag wachgehalten. Sie schliefen deshalb unmittelbar ein, sobald sie getrunken hatten und in das Kalorimeter gebracht worden waren.

Durch gelegentliche Beobachtungen konnte man sich überzeugen, ob das Kind wach war oder schlief. Noch viel genauer konnte man dies jedoch aus den Temperaturschwankungen der Luft im Kalorimeter und am Kinde ersehen. Diese zeigten dem Beobachter am Kontrolltisch sofort, ob das Kind wach war oder schlief.

Die Wachstunden wurden von den Schlafstunden abgezogen und bei Berechnung des Durchschnittes nicht mitgezählt.

Die Notwendigkeit einer derartigen Berechnung wird durch die Experimente mit den ersten beiden Kindern erwiesen. Die Wärmeproduktion stieg in einem Fall von 13,72 Kalorien per Stunde, wenn das Kind schlief, auf 16,13 Kalorien per Stunde, wenn das Kind wach war und schrie. In dem anderen Fall stieg sie unter denselben Bedingungen von 14,85 Kalorien per Stunde auf 20,58 Kalorien per Stunde.

Rubner und Heubner¹⁾ vernachlässigen in einer Wiedergabe ihrer ausgedehnten Bestimmungen über den respiratorischen Gaswechsel bei schlafenden und wachenden Kindern diese Unterschiede und deuten an, daß ein Säugling keinen wirklich meßbaren Betrag an Arbeit leisten kann. Unsere Zahlen unterstützen diese Feststellung keineswegs, ebensowenig tun dies die Zahlen von Schlossmann und Murschhauser,²⁾ welche berechnet haben, daß die von einem schreienden Kinde abgegebene Kohlensäure nahezu zweimal soviel beträgt, wie die desselben Kindes im Schlaf, und daß ein heftig schreiendes Kind von 5 kg Gewicht eine Arbeit leistet, die einem Fünftel der Arbeit, die von einem Manne bei schwerer körperlicher Anstrengung geleistet wird, äquivalent ist.

Das erste Kind, dessen Stoffwechsel bestimmt wurde, war ein gesunder Junge von drei Monaten. Er wog 4,77 kg und war 58,5 cm lang. Er wurde mit einer Mischung von Milch und Wasser (zu gleichen Teilen) unter Zusatz von 5% Milchzucker ernährt. Das Kind erhielt alle 4 Stunden 200 ccm, also sechs Mahlzeiten täglich.

Von den 2,98 g Stickstoff, die es in seiner Nahrung bekam, schied es in zwei Tagen im Harn je 1,61 und 1,76 g aus. Es nahm langsam und stetig zu. Seine Verdauung war normal. Der Einfachheit halber habe ich in der Tabelle bei der ersten Serie meiner Versuche immer dasselbe Gewicht verzeichnet, trotzdem die Gewichtszunahme 230 g betrug. Im

¹⁾ Rubner und Heubner, Zeitschrift f. Biol., Bd. 38, 1899, S. 315.

²⁾ Schlossmann und Murschhauser, Biochem. Zeitschrift, Bd. 26, 1910, S. 14.

Februar erlitt es einen Anfall von Influenza und Pneumonie, durch welchen sein Gewicht merklich reduziert wurde.

Als es wieder hergestellt und in normaler Verfassung war, wurden neue Versuche mit ihm vorgenommen. Sein Stoffwechsel war derselbe, per Quadratmeter Oberfläche berechnet, wie in der ersten Periode.

Zwei weitere Versuche wurden gemacht zur Feststellung, ob ein Übermaß an stickstoffhaltiger Nahrung eine Vermehrung der Wärmeproduktion zur Folge hätte.

Rubner und Heubner¹⁾ legen auf die Tatsache Gewicht, daß der Umsatz bei mit Kuhmilch ernährten Kindern ein größerer ist, als bei den mit Muttermilch genährten, und führen dies zurück auf den spezifischen dynamischen Effekt, der durch den höheren Eiweißgehalt der Kuhmilch bedingt sei. Es wurden also 15 g Nutrose pro Tag den Mahlzeiten beigegeben, diese 15 g wurden auf die ersten drei Mahlzeiten mit je 5 g verteilt. Nutrose enthält 14,25% Stickstoff. Dieser Zusatz vermehrte den Stickstoff der Nahrung von 2,98 g auf 5,12 g und den Stickstoff des Harns von 1,76 g auf 2,72 g. Der Erfolg war an beiden Tagen ein augenscheinlicher. Es erfolgte ein Ansteigen der Wärmeproduktion von 952 auf 1050 Kalorien per Quadratmeter und Tag, d. h. um etwas über 10%. Während bei gewöhnlicher Ernährung 14% der Wärmeproduktion von der Eiweißnahrung stammten, entfallen bei hohem Eiweißgehalt der Nahrung 20% der Wärmeproduktion auf die Eiweißnahrung.

Ein weiterer Versuch wurde mit dem Kind im Hungerzustand vorgenommen. 18 Stunden vor dem Versuch erhielt es nur leichten Tee mit Saccharin. Es wurde nunmehr eine genaue Bestimmung gemacht: Die produzierte Wärme betrug 13,72 Kalorien per Stunde, also nicht weniger als in den Zeiten, in denen das Kind regelmäßig ernährt wurde. Es scheint also, daß ein Hungern von 18 Stunden den Stoffwechsel nicht in merklichem Grade herabzusetzen vermag. Daß sein Vorrat an Glykogen nicht erschöpft war, wird auch durch den respiratorischen Quotienten von 0,85 bewiesen.

¹⁾ Rubner und Heubner, loc. cit.

An vier Versuchstagen wurde der 24stündige Harn gesammelt. Unter der Annahme, daß die Stickstoffausscheidung gleichbleibt — eine Annahme, welche durch die gleiche Anzahl und Art der Mahlzeiten gerechtfertigt erscheint —, wurde aus der Stickstoffausscheidung und dem Sauerstoffverbrauch eine indirekte Berechnung der Wärmeproduktion nach Zuntz vorgenommen. Bei Zusammenzählen der Einzelbestimmungen jedes Tages ergab es sich, daß die Zahlen der wirklich gemessenen und der berechneten Wärmeproduktion gut übereinstimmten.

Gemessen:		Berechnet:
21. März:	41,61	42,45 Kalorien
29.	15,11	14,62
1. April:	44,90	45,17
12.	45,06	44,28

Diese Übereinstimmung gilt teilweise als Kontrolle für die Messungen, gleich wie dies bis zu einer gewissen Grenze auch mit dem respiratorischen Quotienten der Fall ist.

In jeder Periode wurde diese Tatsache durch ein Absinken von dem hohen Punkt mit fast vollständiger Zuckerverbrennung zu einem niedrigen mit geringer Zuckerverbrennung erwiesen. Am letzten Tage ohne jedwede Zuckerverdauung war der respiratorische Quotient durch drei Stunden hindurch niedrig.

Die durchschnittliche Kohlensäureausscheidung betrug bei gewöhnlicher Ernährung und während des Schlafes 14,6 g per Quadratmeter Körperoberfläche und Stunde.

Das zweite Kind war ein kleiner, aber sehr kräftiger und lebhafter Junge von 7 Monaten. Er wog 4,32 kg und war 61 cm lang. Er gedieh gut während der Monate vor den Versuchen. Seine Verdauung war gut. Bis auf seinen kleinen Wuchs war er vollständig normal.

Er erhielt $\frac{3}{5}$ Milch mit 5% Milchzucker und 30 g Malzextrakt. Er bekam 3,58 g Stickstoff in seiner Nahrung und schied 2,20 g Stickstoff im Harn aus. Die durchschnittliche Wärme, gemessen während 7 Schlafstunden, betrug 14,91 Kalorien oder 1097 Kalorien per Quadratmeter am Tage.

In einem weiteren Versuche erhielt er an drei aufeinanderfolgenden Tagen 30 g Nutrose zu seiner gewöhnlichen Nahrung.

dann wurde an den beiden letzten Tagen sein Stoffwechsel bestimmt. Die Resultate, welche an diesen Tagen innerhalb 5 Stunden erhalten wurden, müssen als Durchschnittswerte angenommen werden. Der Erfolg war sehr auffallend. Die Wärmeproduktion stieg von 14,91 auf 18,81 Kalorien per Stunde oder von 1097 auf 1383 Kalorien per Quadratmeter und Tag; also ein Anwachsen auf 26% über die Wärmeproduktion bei gewöhnlicher Diät.

Infolge der Zugabe von Nutrose zur Nahrung enthielt diese 7,85 g Stickstoff. In dem Urin wurden 4,46 g Stickstoff ausgeschieden, fast zweimal soviel als vorher.

Bei gewöhnlicher Diät stammten 16% der Wärmeproduktion von der Eiweißnahrung her. Bei Hinzufügung von Nutrose stammten 26% der Wärmeproduktion vom Eiweiß her.

Im Vergleich zum ersten Kinde entwickelte das zweite Kind bei gewöhnlicher Diät eine größere Wärme (1097:952).

Diese Tatsache kann auf zwei verschiedene Weisen erklärt werden:

Es ist wahrscheinlich, daß die zur Berechnung der Oberflächenausdehnung gebräuchliche Formel ($12,3 \times \sqrt{\text{Gewicht}}$) keinen allgemeingültigen Wert ergibt. Für lange und magere Kinder scheint die Formel zu kleine Zahlen zu ergeben, denn sie berücksichtigt nur die Gewichtsvarianten. Das zweite Kind war länger als das erste, obgleich es leichter war. Die Länge wird aber bei der Zusammenstellung der Formel nicht in Betracht gezogen. Diese Tatsache ist meiner Meinung nach der Hauptgrund für die widersprechenden Befunde, der Unterschied in den Untersuchungsergebnissen ist also mehr ein scheinbarer als wirklicher. Eine zweite Erklärungsmöglichkeit liegt in dem etwas größeren Eiweißgehalt, welchen das zweite Kind in seiner Nahrung empfing, obgleich es unwahrscheinlich ist, daß solche geringe Unterschiede einen größeren Ausschlag geben könnten. Die durchschnittliche Kohlensäureausscheidung per Quadratmeter Oberfläche und Stunde betrug 16,6 g, war also ebenfalls höher als bei dem ersten Kinde. Sie ist wahrscheinlich auf dieselbe Weise zu erklären.

Bis jetzt gab es keine Versuche, mit welchen diese Resultate verglichen werden können, da eine direkte Bestimmung der durch Kinder produzierten Wärme noch nicht gemacht worden ist. Carpenter und Murlin¹⁾ bestimmten die Wärmeproduktion von schlafenden und neugeborenen Kindern nach der Differenz zwischen der Wärmeproduktion der Mutter mit und ohne ihr Kind. Die durchschnittliche Wärmeproduktion dieser Kinder wurde mit 790 Kalorien per Quadratmeter und Tag berechnet. Diese rohe Bestimmungsmethode kann jedoch nur approximative Werte liefern. Carpenter und Murlin erkennen selbst die Tatsache an, daß die Erwärmung der Kinder durch die Mutter ihre Resultate beeinflußt haben könnte.

Die Bestimmung des respiratorischen Gaswechsels wurde in Rubners und Heubners Versuchen durch 20 von 24 Stunden hindurch vorgenommen, ohne Rücksicht auf Wachen und Schlafen, ein Umstand, welcher die Resultate stark beeinflußt, wie ich gezeigt habe.

Schlossmanns²⁾ Bestimmungen über den respiratorischen Gaswechsel wurden in Perioden von 8 Stunden gemacht, wobei die Kinder nicht immer schliefen. Er machte nur eine Bestimmung bei drei Stunden Dauer, während welcher das Kind die ganze Zeit über schlief, und erhielt 15,52 g Kohlensäure per Stunde und Quadratmeter Oberfläche, eine Zahl, welche halbwegs zwischen den Werten 14,6 meines ersten und 16,6 meines zweiten Falles liegt.

Weitere Untersuchungen habe ich über den Stoffwechsel zweier stark anormaler Kinder vorgenommen.

Das erste dieser beiden war ein Kind von 6 Monaten, das 3,05 kg wog. Es war mehrere Male in dem Hospital gewesen und wurde jedesmal, sobald es an Gewicht regelmäßig zunahm, entlassen, wurde aber in jedem Falle in äußerst schlechtem Ernährungszustande wieder zurückgebracht, da es zu Hause eine durchaus ungenügende Pflege hatte. Es war buchstäblich Haut und Knochen, ohne Fett, und hatte sehr wenig Muskulatur.

¹⁾ Carpenter and Murlin. Archives of Internal Medicine, Bd. 7, 1911, S. 220.

²⁾ Schlossmann, Oppenheimer und Murschhauser, Biochem. Zeitschrift. Bd. 14, 1908, S. 385.

Vor dem Experiment hatte es wenige Gramm zugenommen. seine Verdauung war ziemlich gut.

Es erhielt $\frac{2}{5}$ Milch mit 5% Milchzuckerlösung. An zwei verschiedenen Tagen wurden die Bestimmungen vorgenommen. Seine Wärmeproduktion war gering, sie betrug im Mittel 7,94 Kalorien per Stunde oder 737 Kalorien per Quadratmeter und Tag. Die berechnete Wärmeproduktion war ungefähr ebenso groß, nämlich 729 Kalorien per Quadratmeter. Die Kohlensäureausscheidung war ebenfalls sehr niedrig, 12,97 g per Quadratmeter und Stunde.

Fast gleiche Resultate wurden erhalten mit einem achtjährigen Kind, das im äußersten Grade abgemagert und ohne Muskulatur war. Es hatte vor $6\frac{1}{2}$ Jahren an Meningitis cerebrospinalis gelitten und war idiotisch geblieben, mit kontrahierten Extremitäten. Das Kind wog 5,9 kg, als es in das Hospital aufgenommen wurde, nahm aber bald zu. Versuche wurden mit ihm vorgenommen, als sein Gewicht 6,60 kg betrug. Die Verdauung war immer gut. Es erhielt $\frac{3}{4}$ l Milch ohne Zucker. Drei der Versuche waren vollständig befriedigend. Während der ganzen Versuchszeit schlief das Kind im Kalorimeter. Die an diesen drei Tagen durchschnittlich abgegebene Wärme betrug 13,23 Kalorien per Stunde oder 733 Kalorien per Quadratmeter und Tag, fast genau dieselbe Zahl, wie bei dem vorher erwähnten Kind mit 737 g. Die durchschnittliche Menge der Kohlensäure betrug per Quadratmeter und Stunde 11,1 g. Ein Irrtum in bezug auf die Oberflächenberechnung kann für diese niedrigen Zahlen nicht in Betracht kommen. Jeder Fehler der Formel würde die berechnete Oberfläche zu klein, folglich die Wärmeproduktion per Quadratmeter zu groß erscheinen lassen. Die niedrige Wärmeproduktion rührt unzweifelhaft von dem großen Mangel an lebendem funktionierendem Muskelgewebe her. Das Gesetz, daß die Wärmeproduktion proportional ist zu der Oberfläche des Körpers, bewährt sich also nur für das gut und selbst mäßig ernährte Kind, es trifft aber nicht für das im höchsten Grad abgemagerte Kind zu, dem die Muskulatur mangelt.

1. Kind, 3 Monate alt.

Datum 1911	Ge- wicht kg	Ober- fläche in qm	g O ₂ per Stunde	Kalorien per Stunde Gemessen Berechnet	Kalorien per qm per Tag Gemessen Berechnet	Diät	Verhalten
23. Jan.	4,77	0,3486	—	13,22 13,83	910 950	Verdünnte Milch und Zucker	Die erste Stunde schlafend » letzte » wachend
25. "	4,77	0,3486	—	13,84 13,00	953 895	"	Die ganze Zeit schlafend
2. Febr.	4,77	0,3486	—	15,72	1082	"	Wachend, doch ruhig
4. "	4,77	0,3486	—	16,70 13,93 15,08	1150 959 1038	"	Die erste Stunde wachend » letzten zwei Stunden schlafend
6. "	4,77	0,3486	—	13,39 13,29	922 915	"	Die ganze Zeit schlafend
8. "	4,77	0,3486	—	14,86 14,05	1021 967	"	Die erste Stunde wachend » letzte » schlafend
21. März	4,65	0,3427	3,84 4,35 4,23	12,98 13,80 14,83	909 966 1039	—	Die ganze Zeit schlafend
29. "	4,65	0,3427	4,37 4,53	15,11 —	1058 —	Zusatz v. Nutrose	Die ganze Zeit schlafend
1. April	4,65	0,3427	4,33 4,33 4,62	14,94 15,32 14,64	1046 1073 1025	"	Die ganze Zeit schlafend
12. "	4,65	0,3427	4,37 4,33 4,84	13,72 15,21 16,13	961 1065 1130	Hungern	Die erste Stunde schlafend zweite » wachend » dritte » schreiend

1. Kind, 3 Monate alt.

Datum 1911	Ge- wicht kg	Ober- fläche in qm	g CO ₂ per Stunde	CO ₂ per qm und Stunde	R.-Qu.	Diät	Verhalten
23. Jan.	4,77	0,3486	5,13 5,22	14,7 14,9	—	Verdünnte Milch und Zucker	Die erste Stunde schlafend Die letzte Stunde wachend
25. "	4,77	0,3486	4,71 5,14	13,5 14,7	—		Die ganze Zeit schlafend
2. Febr.	4,77	0,3486	4,88	14,0	—		Wachend, doch ruhig
4. "	4,77	0,3486	5,61 5,29 4,58	16,1 15,2 13,1	—		Die erste Stunde wachend Die letzten zwei Stunden schlafend
6. "	4,77	0,3486	5,03 5,24	14,4 15,0	—		Die ganze Zeit schlafend
8. "	4,77	0,3486	5,86 5,34	16,8 15,3	0,86		Die erste Stunde wachend Die letzte Stunde schlafend
21. März	4,65	0,3427	5,14 5,10 5,24	15,0 14,9 15,3	0,96 0,87 0,90		Die ganze Zeit schlafend
29. "	4,65	0,3427	5,37 5,43	15,7 15,9	0,89 0,87	Nutrose	
1. April	4,65	0,3427	5,17 5,59 5,53	15,1 16,3 16,2	0,87 0,94 0,88		
12. "	4,65	0,3427	5,09 4,57 5,30	14,9 13,3 15,5	0,85 0,77 0,80	Hungernd	Die erste Stunde schlafend Die zweite Stunde wachend Die dritte Stunde schreiend

2. Kind, 7 Monate alt.

Datum 1911	Ge- wicht kg	Ober- fläche in qm	g CO ₂ per Stunde	CO ₂ per qm per Stunde	Diät	Verhalten
10. Febr.	4,32	0,3263	4,98 5,35	15,26 16,4	Verdünnte Milch und Zucker	Die ganze Zeit schlafend
13.	4,32	0,3263	5,29 6,21	16,21 19,03		Die erste Stunde schlafend » zweite » wachend
23.	4,32	0,3263	5,30 5,61 5,62	16,24 17,19 17,19		Die ganze Zeit schlafend
25. »	4,32	0,3263	6,50 6,67 7,02	19,92 20,44 21,51	Zusatz von Nutrose	» » » »
27. »	4,32	0,3263	6,46 6,64 7,38	19,80 20,35 22,62	»	Die ersten zwei Stunden schlafend Die letzte Stunde wachend
14. März	4,32	0,3263	5,70 5,74 6,39	17,47 17,59 19,58	Verdünnte Milch und Zucker	Die erste Stunde schlafend » zweite » wachend » dritte » schreiend

2. Kind, 7 Monate alt.

Datum 1911	Ge- wicht kg	Ober- fläche in qm	Kalorien per Stunde	Kalorien per qm per 24 Std.	Diät	Verhalten
10. Febr.	4,32	0,3263	14,35 15,09	1055 1110	Verdünnte Milch und Zucker	Die ganze Zeit schlafend
13. »	4,32	0,3263	14,02 14,78	1031 1087		Die erste Stunde schlafend » zweite » wachend
23. »	4,32	0,3263	15,25 15,14 15,67	1122 1114 1153		Die ganze Zeit schlafend
25. »	4,32	0,3263	18,37 19,59 19,96	1351 1441 1468	Zusatz von Nutrose	» » » »
27. »	4,32	0,3263	17,29 18,83 20,91	1272 1385 1538		Die ersten zwei Stunden schlafend Die letzte Stunde wachend
14. März	4,32	0,3263	14,85 17,18 20,58	1092 1264 1514	Verdünnte Milch und Zucker	Die erste Stunde schlafend » zweite » wachend » dritte » schreiend

3. Kind, 6 Monate alt.

Datum 1911	Gewicht kg	Oberfläche in qm	g CO ₂ per Stunde	CO ₂ per qm per Stunde	R.-Qu.	Diät	Verhalten
3. April	3,05	0,2587	3,34	13,0	1,13	Verdünnte Milch und Zucker	schlafend
			3,43	13,3	1,0		
5. "	3,05	0,2587	3,24	12,6	1,0	,	,

3. Kind, 6 Monate alt.

Datum 1911	Gewicht kg	Oberfläche in qm	g O ₂ per Stunde	Kalorien per Stunde ge- be- messen rechnet	Kalorien per qm per Tag ge- be- messen rechnet	Diät	Verhalten
3. April	3,05	0,2587	2,16	7,88 7,28	731 675	Verdünnte Milch und Zucker	schlafend
			2,50	8,38 8,56	777 794		
5. "	3,05	0,2587	2,36	7,57 7,71	702 715	,	,

4. Kind, 8 Jahre alt.

Datum 1911	Gewicht kg	Oberfläche in qm	g CO ₂ per Stunde	CO ₂ per qm per Stunde	R.-Qu.	Diät	Verhalten
22. März	6,60	0,4328	5,33	12,3	0,94	3/4 Milch	Die ganze Zeit schlafend
			5,20	12,0	0,97		
			5,29	12,2	0,84		
21. "	6,60	0,4328	4,48	10,3		,	,
			4,66	10,8			
			4,82	11,1			
28. "	6,60	0,4328	4,45	10,3	0,93	,	,
			4,53	10,5	0,79		
			4,63	10,7	0,86		

4. Kind, 8 Jahre alt.

Datum 1911	Gewicht kg	Oberfläche in qm	Kalorien per Stunde	Kalorien per qm per Tag	Diät	Verhalten
22. März	6,60	0,4328	13,11	727	3/4 Milch	Die ganze Zeit schlafend
			14,33	795		
			16,08	892		
21. "	6,60	0,4328	12,17	675	,	,
			12,90	715		
			12,32	683		
28. "	6,60	0,4328	11,82	655	,	,
			13,21	733		
			12,96	719		