Zur Kenntnis der Aschebestandteile in der frei gewählten Kost des Menschen.¹

Von

Robert Tigerstedt.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Helsingfors.)

Vor ein paar Jahren veröffentlichte Sundström² eine eingehende Untersuchung über die Ernährung der Landbevölkerung in Finnland, welche sich speziell auf die Analyse zahlreicher Durchschnittsproben der Kost stützte. Diese Proben stellten so genau wie möglich je ein Zehntel der während der Beobachtungsperiode von dem betreffenden Versuchsindividuum genossenen Kost dar.

Die Proben wurden am Wasserbade getrocknet, dann in einer Stahlmühle fein gepulvert und sehr sorgfältig gemahlen.

In der Arbeit von Sundström finden sich Angaben über die in diesen Kostmassen genossenen Mengen von Stickstoff, Fett, Kohlehydraten und Gesamtasche, sowie auch direkte kalorimetrische Bestimmungen des Brennwertes.

Da indessen, soviel ich weiß, bis jetzt keine ausführlichere Untersuchung über die Aschebestandteile in der frei gewählten Kost des Menschen vorliegt, schien es mir von Interesse zu sein, die betreffenden Durchschnittsproben auch auf Phosphor, Calcium und Magnesium zu analysieren. Da Sundström nicht Gelegenheit hatte, auch diese Substanzen in den Kreis seiner Untersuchungen zu ziehen, vertraute ich die Ausführung dieser Analysen Fräulein Karin Nybergh und Herrn Erik Lahenius an und gestatte mir, die dabei gewonnenen Resultate hier kurz mitzuteilen.

---

¹ Der Redaktion am 15. August 1910 zugegangen.

² S. Sundström, *Untersuchungen über die Ernährung der Landbevölkerung in Finnland*. Helsingfors 1908.

Skandin. Archiv. XXIV.

Die Analysen wurden in folgender Weise ausgeführt:

Die Substanz wurde zuerst in einer Platinschale verascht, die Asche gewogen und in Salzsäure gelöst, wobei die Kieselsäure zurückblieb. Die Konzentration der fertigen Lösung war im allgemeinen 1:100.¹

Die Bestimmung des Calciums wurde an 50^{cem} der Lösung gemacht; die Lösung wurde mit Ammoniak neutralisiert und dann mit Essigsäure angesäuert. Aus dieser Lösung wurde das Calcium durch Ammoniumoxalat ausgefällt. Der Niederschlag blieb 24 Stunden lang stehen, dann wurde abfiltriert und gegläht.

Das Filtrat nach der Calciumbestimmung wurde auf dem Wasserbade zu einem geringen Volumen konzentriert, und dann das Magnesium aus ammoniakalischer Lösung mit Ammoniumphosphat ausgefällt.

Bei der Phosphorbestimmung wurde die Lösung (10^{cem}) zuerst ammoniakalisch und dann stark salpetersauer gemacht, wonach der Phosphor durch Zusatz von 75^{cem} Molybdatlösung gefällt wurde. Das Phosphormolybdat wurde abfiltriert und in warmem Ammoniak (1:3) gelöst. Nach dem Erkalten wurde der Phosphor mit einer Mischung von $MgCl_2$ und NH_4Cl mit Zusatz von NH_3 als NH_4MgPO_4 gefällt. Der Niederschlag blieb mindestens 12 Stunden lang stehen, dann wurde abfiltriert und gegläht.

Der größte Fehler bei den aus den Analysen berechneten, auf die Asche bezogenen Prozentzahlen beträgt bei CaO etwa 0.8 bis 1.0 Proz., bei MgO etwa 0.2 bis 0.3 Proz. und bei P_2O_5 etwa 0.4 bis 0.5 Proz.

Die der vorliegenden Mitteilung zugrunde liegenden Beobachtungen beziehen sich auf insgesamt 64 verschiedene Individuen, und zwar 3 Kinder im Alter von 2 bis 3 Jahren, 9 Kinder im Alter von 4 bis 7 Jahren, 11 Kinder im Alter von 8 bis 11 Jahren, 4 Mädchen im Alter von 12 bis 16 Jahren, 5 Jünglinge im Alter von 12 bis 16 Jahren, 21 erwachsene Frauen und 11 erwachsene Männer. An 8 dieser Individuen wurden zwei Beobachtungsreihen gemacht, weshalb die Gesamtzahl der Beobachtungen 72 beträgt.

Indem ich bezüglich aller Einzelheiten auf die Arbeit von Sundström verweise, teile ich im Anhang seine Resultate in betreff der täglichen Aufnahme von Stickstoff, Fett, Kohlehydraten, Asche und Kalorien mit. Die Nummern beziehen sich auf die Analysennummern bei Sundström.

Die Zahl der Beobachtungstage beträgt in 49 Fällen 7, in 11 Fällen 4 und in 12 Fällen 3, insgesamt also 423 Tage.

Ich stelle zunächst in den folgenden Tabellen die Resultate nach dem Alter der Versuchsindividuen geordnet zusammen.

Zu bemerken ist, daß zu den hier aufgenommenen Mengen der Aschebestandteile noch die im Trinkwasser vorhandenen, die indessen nur gering sind, hinzukommen.

¹ Vgl. v. Wendt, *Dies Archiv*. 1905. Bd. XVII. S. 215.

Kinder im Alter von 2 bis 3 Jahren.

Nr.	Alter und Geschlecht	Asche g	P ₂ O ₅ g	CaO g	MgO g	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO g	Rest g
102	K. 2	14.8	3.20	2.21	0.44	5.85	8.95
146	M. 3	11.2	2.45	2.30	0.34	5.09	6.11
137	M. 2	10.8	2.44	2.11	0.39	4.94	5.86

Kinder im Alter von 4 bis 7 Jahren.

Nr.	Alter und Geschlecht	Asche g	P ₂ O ₅ g	CaO g	MgO g	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO g	Rest g
36	K. 7	29.5	4.42	2.38	0.83	7.63	21.87
101	M. 6	28.5	5.11	2.36	0.61	8.08	20.42
144	M. 7	26.1	5.84	4.24	0.81	10.89	15.21
21	M. 6	23.6	5.55	3.00	0.93	9.48	14.12
107	M. 6	21.9	3.98	2.58	0.54	7.10	14.80
23	M. 4	20.8	4.76	2.34	0.72	7.82	12.98
135	M. 7	18.4	3.95	1.89	0.33	6.17	12.23
136	M. 4	15.2	3.16	2.23	0.40	5.79	9.41
17	K. 4	15.1	2.88	2.20	0.54	5.62	9.48

Kinder im Alter von 8 bis 11 Jahren.

Nr.	Alter und Geschlecht	Asche g	P ₂ O ₅ g	CaO g	MgO g	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO g	Rest g
63—65	K. 11	39.2	7.03	4.05	1.21	12.29	26.91
66—68	K. 9	39.1	6.64	2.82	0.94	10.40	28.70
22	K. 8	33.7	6.68	3.60	1.22	11.40	22.30
143	M. 9	30.3	5.94	4.22	0.85	11.01	19.29
114	K. 9	29.7	6.15	3.29	0.91	10.35	19.35
142	K. 9	29.4	7.02	4.93	1.08	13.03	16.37
15	K. 10	27.6	5.13	2.10	1.01	8.24	19.36
29	M. 10	27.0	4.24	1.02	0.94	6.20	20.80
141	M. 11	26.9	6.22	4.50	0.96	11.68	15.22
4	M. 10	23.9	4.29	2.90	0.71	7.90	16.00
134	M. 10	21.4	4.49	3.11	0.88	8.48	12.92

Mädchen im Alter von 12 bis 16 Jahren.

Nr.	Alter, Jahre	Asche	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO	Rest
		g	g	g	g	g	g
7	15	60.4	9.39	3.30	2.30	14.99	45.41
13 ¹	13	44.8	7.82	3.07	1.55	12.44	32.36
14 ¹	13	40.1	7.23	4.07	1.50	12.80	27.30
3	15	33.7	5.64	2.23	1.02	8.94	24.76
132	16	29.5	5.32	2.77	0.96	9.05	20.45

Jünglinge im Alter von 12 bis 16 Jahren.

Nr.	Alter, Jahre	Asche	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO	Rest
		g	g	g	g	g	g
60—62	16	48.7	7.76	3.46	1.22	12.44	36.26
28	13	42.7	8.13	1.97	1.52	11.62	31.08
127	12	33.4	6.34	2.71	1.07	10.12	23.28
126	12	33.1	6.20	2.56	1.08	9.84	23.26
95—97	14	29.1	6.94	3.40	0.97	11.31	17.79

Erwachsene Frauen.

Nr.	Alter, Jahre	Asche	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO	Rest
		g	g	g	g	g	g
40	18	54.4	7.07	2.38	1.47	10.92	43.48
140	19	51.4	8.00	4.92	1.12	14.04	37.36
70—72	40	51.2	9.75	5.41	1.47	16.63	34.57
11 ²	32	47.8	7.49	2.51	1.70	11.70	36.10
6	26	47.2	7.85	3.54	1.60	12.99	34.21
57—59	21	47.0	8.69	4.25	1.59	14.53	32.47
12 ²	32	46.9	8.57	2.74	1.89	13.20	33.70
32 ²	20	44.7	7.75	4.66	1.56	13.97	30.73
139	35	44.5	8.86	4.98	1.22	15.06	29.44
39	21	44.1	5.80	2.19	0.96	8.95	35.15
19 ²	34	38.4	6.05	2.49	0.92	9.46	28.94
125	18	37.6	7.02	3.67	1.24	11.93	25.67
33 ²	20	37.3	4.15	2.93	0.91	7.99	29.31
110	25	37.0	5.73	3.01	1.30	10.04	26.96
20 ²	34	36.3	6.38	2.44	1.33	10.15	25.15

¹ Nr. 13 und 14 beziehen sich auf eine und dieselbe Person.² Nr. 11 und 12 eine und dieselbe Person, ebenso Nr. 19 u. 20, 32 u. 33.

(Fortsetzung.)

Nr.	Alter, Jahre	Asche	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO	Rest
		g	g	g	g	g	
31	49	36.2	5.90	3.37	1.38	10.65	25.55
109	51	34.9	4.99	3.59	1.26	9.84	25.06
34 ¹	18	34.6	5.12	2.40	1.00	8.52	26.08
78	24	32.9	6.27	3.47	1.26	11.00	21.90
35 ¹	18	30.3	5.04	2.12	0.83	7.99	22.31
26	25	28.6	5.15	3.06	0.82	9.03	19.57
104	18	26.8	4.24	1.59	0.35	6.18	20.62
130	42	26.4	4.86	3.38	0.84	9.08	17.32
53	37	23.6	3.88	2.27	0.80	6.95	16.65
121	51	23.0	4.19	2.70	0.67	7.56	15.44

Erwachsene Männer.

Nr.	Alter, Jahre	Asche	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO	Rest
		g	g	g	g	g	
103	24	80.3	10.18	5.55	1.78	17.51	62.79
113	17	70.9	11.74	7.83	2.31	21.88	49.02
37	35	70.8	11.56	4.54	2.10	18.20	52.60
138 ²	42	65.3	13.77	10.23	1.97	25.97	39.33
38	31	63.0	8.59	2.69	1.57	12.85	50.15
18	36	60.6	10.81	6.01	2.16	18.98	41.62
9 ²	33	59.3	11.41	4.32	2.18	17.91	41.39
10 ²	33	59.0	10.60	4.22	2.07	16.99	42.01
5	36	56.1	7.39	4.32	1.78	13.49	42.61
1	32	55.0	9.81	6.46	1.72	17.99	37.01
115 ²	42	52.3	10.79	6.84	1.78	19.41	32.89
25	32	51.3	8.02	2.87	1.39	12.28	39.02
42—44 ²	45	44.5	6.41	3.66	1.21	11.28	33.22
120 ²	46	42.8	7.80	4.79	1.29	13.88	28.92

In den folgenden Tabellen sind diese Resultate übersichtlich zusammengestellt.

¹ Nr. 34 und 35 eine und dieselbe Person.

² Nr. 9 und 10 eine und dieselbe Person; ebenso 42—44 und 120, sowie Nr. 115 und 138.

Generaltabelle I.

Charakteristik	Asche	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Summe von P ₂ O ₅ , CaO, MgO	Rest	Zahl der Beob.
	g	g	g	g	g	g	
Kinder, 2—3 J.	12.27	2.70	2.21	0.39	5.30	6.97	3
Maximum	14.8	3.20	2.30	0.44	5.85	8.95	
Minimum	10.8	2.44	2.11	0.34	4.94	5.86	
Kinder, 4—7 J.	22.12	4.41	2.58	0.64	7.63	14.50	9
Maximum	29.5	5.84	4.24	0.93	10.89	21.87	
Minimum	15.1	2.88	1.89	0.33	5.62	9.41	
Kinder, 8—11 J.	29.80	5.83	3.32	0.97	10.12	19.74	11
Maximum	39.2	7.03	4.93	1.22	13.03	28.70	
Minimum	21.4	4.24	1.02	0.71	6.20	12.92	
Mädchen, 12—16 J.	41.70	7.08	3.10	1.47	11.64	30.06	5
Maximum	60.4	9.39	4.07	2.30	14.99	45.41	
Minimum	29.5	5.32	2.28	0.96	8.94	20.45	
Jünglinge, 12—16 J.	37.40	7.07	2.82	1.17	11.06	26.34	5
Maximum	48.7	8.13	3.46	1.52	12.44	36.26	
Minimum	29.1	6.20	1.97	0.97	9.84	17.79	
Erwachsene Frauen	38.48	6.35	3.20	1.10	10.73	27.75	25
Maximum	54.4	9.75	5.41	1.89	16.63	43.48	
Minimum	23.0	3.88	1.59	0.35	6.18	15.44	
Erwachsene Männer	59.30	9.92	5.31	1.81	17.04	42.26	14
Maximum	80.3	13.77	10.23	2.31	21.88	62.79	
Minimum	42.8	6.41	2.69	1.21	11.28	28.92	

Da sich die in der Literatur vorhandenen Angaben über den Umsatz der Aschebestandteile im menschlichen Körper oft auf die Elemente und nicht auf die Oxyde beziehen, habe ich in folgender Generaltabelle II die Mittelwerte der einzelnen Gruppen auf P, Ca und Mg umgerechnet.

Generaltabelle II.

Charakteristik	Asche	P	Ca	Mg
	g	g	g	g
Kinder, 2—3 J.	12.27	1.18	1.58	0.24
„ 4—7 J.	22.12	1.93	1.84	0.39
„ 8—11 J.	29.80	2.55	2.37	0.59
Mädchen, 12—16 J.	41.70	3.09	2.21	0.89
Jünglinge, 12—16 J.	37.40	3.09	2.01	0.71
Erwachsene Frauen	38.48	2.77	2.29	0.66
„ Männer	59.30	4.33	3.79	1.09

Endlich stelle ich in den Generaltabellen III und IV die Resultate nach der Menge der genossenen Nahrung (Kalorien) geordnet zusammen, um die Abhängigkeit der Zufuhr der Aschebestandteile von der absoluten Nahrungszufuhr zu veranschaulichen.

Generaltabelle III.

Kal.	P ₂ O ₅ g	CaO g	MgO g	Zahl der Beobachtungen
> 4000	10.86	6.10	2.02	7
Maximum	13.77	10.23	2.31	
Minimum	7.39	4.22	1.78	
4000—3500	9.46	3.79	1.85	6
Maximum	11.41	6.84	2.30	
Minimum	8.02	2.69	1.39	
3500—3000	8.18	4.02	1.53	10
Maximum	9.81	6.46	1.72	
Minimum	7.07	1.97	1.12	
3000—2500	6.93	3.51	1.23	10
Maximum	8.86	4.98	1.55	
Minimum	4.99	2.28	0.94	
2500—2000	5.64	2.96	1.03	17
Maximum	7.02	4.93	1.38	
Minimum	3.88	1.02	0.80	
2000—1500	5.12	2.85	0.78	16
Maximum	6.34	4.50	1.08	
Minimum	3.95	1.59	0.33	
1500—1000	3.36	2.34	0.51	4
Maximum	4.19	2.70	0.67	
Minimum	2.88	2.20	0.40	
< 1000	2.44	2.21	0.37	2
Maximum	2.45	2.30	0.39	
Minimum	2.44	2.11	0.34	

Auf die Elemente berechnet ergeben die Mittelzahlen dieser Tabelle folgendes:

Generaltabelle IV.

Kal.	P g	Ca g	Mg g
> 4000	4.74	4.36	1.22
4000—3500	4.13	2.71	1.12
3500—3000	3.57	2.87	0.92
3000—2500	3.03	2.51	0.74
2500—2000	2.46	2.11	0.62
2000—1500	2.24	2.04	0.47
1500—1000	1.47	1.67	0.31
< 1000	1.07	1.58	0.22

Da eine Zusammenstellung der Literatur über den Mineralstoffwechsel, meines Erachtens, in eine diesem Gegenstand speziell gewidmete monographische Darstellung und nicht in eine Mitteilung über direkte Beobachtungen gehört, will ich den Umfang dieser Arbeit nicht dadurch vergrößern, daß ich zum Vergleich mit meinen Resultaten alle hierhergehörigen früheren Beobachtungen im Detail herbeiziehe, und ich werde mich daher darauf beschränken, die früheren Erfahrungen über das Gleichgewicht beim Mineralstoffwechsel in größter Kürze zu erwähnen.¹

Die beim erwachsenen Menschen bei Zufuhr von Phosphor im Harn abgegebene Phosphormenge variiert bei positiver Bilanz im allgemeinen zwischen 0.74 und 2.74^g pro Tag. Wenn wir die niedrigsten und die höchsten Zahlen, welche für die Frage nach dem Phosphorbedarf des erwachsenen Menschen keine Bedeutung haben, da sie sich auf ganz besondere Verhältnisse beziehen, ausschließen, würde bei Phosphorgleichgewicht die tägliche Phosphorabgabe im Harn etwa 1.06 bis 1.75^g betragen. Hierzu ist für die Phosphorausscheidung in die Darmsekrete, sowie für den nicht-ausgenutzten Phosphor rund etwa 1^g (0.5 bis 2^g) hinzuzufügen.

Es dürfte daher die tägliche Zufuhr von Phosphor bei stattfindendem Phosphorgleichgewicht etwa 2.0 bis 3.5^g betragen.

In der Kost der erwachsenen Männer war die Phosphormenge durchschnittlich etwas höher, nämlich 4.33^g; bei den erwachsenen Frauen betrug sie im Mittel 2.77^g.

Diejenige Gruppe, wo die Nahrungszufuhr etwa der eines mittleren Arbeiters entspricht, 3000 bis 3500 Kal. (Generaltabelle IV), genießt durchschnittlich 3.57^g Phosphor pro Tag.

Nach einigen Bilanzversuchen über den Calciumumsatz des erwachsenen Menschen würde der tägliche Bedarf an Calcium nicht größer als etwa 1^g sein. Bei den hier zusammengestellten Beobachtungen ist die mittlere Calciummenge in der täglichen Kost bei den erwachsenen Männern 3.79 und bei den erwachsenen Frauen 2.29^g.

Bei einer Zufuhr von 3000 bis 3500 Kal. ist die Calciummenge in der Kost durchschnittlich 2.87^g gewesen.

In bezug auf den Bedarf des erwachsenen Menschen an Magnesium folgt aus früheren Bilanzversuchen, daß Magnesiumgleichgewicht bei einer täglichen Zufuhr von etwa 0.5^g erreicht wird. Bei den vorliegenden Bestimmungen enthielt die Kost bei den erwachsenen Männern durchschnittlich 1.09 und bei den erwachsenen Frauen durchschnittlich 0.66^g Magnesium.

¹ Vgl. Nagels *Handbuch der Physiologie*. Bd. I. S. 529 f.

Bei einer Aufnahme von 3000 bis 3500 Kal. beträgt die Magnesiumzufuhr 0.92g.

Bei einem mittleren Arbeiter ist also die tägliche Aufnahme von Phosphor 3.57, von Calcium 2.87 und von Magnesium 0.92g gewesen.

Wie es in bezug auf den Stickstoff gilt, daß das Gleichgewicht mit sehr verschiedenen Stickstoffmengen erzielt werden kann, so dürfte auch von den mineralischen Bestandteilen der Kost gelten, daß die zur Erhaltung des Gleichgewichts notwendige Menge nicht absolut konstant ist, sondern daß sie innerhalb vielleicht sehr weiter Grenzen variieren kann.

Dies geht gewissermaßen auch aus den hier zusammengestellten Beobachtungen hervor. Wenn wir die Angaben über die Menge von Phosphor, Calcium und Magnesium in der Kost der erwachsenen Männer bzw. der erwachsenen Frauen durchmustern, so finden wir hierbei ganz bedeutende individuelle Variationen. Die Grenzwerte betragen:

für den Phosphor bei den Männern: 6.01 bis 2.80g; bei den Frauen: 4.26 bis 1.69g;

für das Calcium bei den Männern: 7.31 bis 1.92g; bei den Frauen: 3.86 bis 1.13g;

für das Magnesium bei den Männern: 1.39 bis 0.73g; bei den Frauen: 1.14 bis 0.21g.

Wenn unsere Versuchspersonen während der Beobachtungsdauer sich im P-, Ca- und Mg-Gleichgewicht befanden, bzw. nicht an Mangel des einen oder des anderen Elementes litten, was ja sehr wahrscheinlich ist, da sie ihre gewöhnliche Kost genossen, so geht aus diesen Erfahrungen unmittelbar hervor, daß die Mengen von Phosphor, Calcium und Magnesium, mit welchen ein erwachsener Mensch sich im Gleichgewicht befinden kann, innerhalb ziemlich weiter Grenzen variieren können.

Es lassen sich also aus den hier mitgeteilten Erfahrungen ebenso wenig Schlüsse über den absoluten Bedarf des erwachsenen Menschen an den betreffenden Substanzen ziehen, wie aus der Ermittlung der Stickstoffmenge in der frei gewählten Kost Aufschlüsse über den absoluten Bedarf des Menschen an Stickstoff erhalten werden können. In beiden Fällen bekommen wir nur Aufschlüsse darüber, wie ein in bestimmten Verhältnissen lebender Mensch aus den zu seiner Verfügung stehenden Nahrungsmitteln seine Kost zusammensetzt und hier speziell, welche Mengen der betreffenden Aschebestandteilen jedenfalls genügen müssen. Auch ist es äußerst wahrscheinlich, daß die täglich

genossenen Mengen von Phosphor, Calcium und Magnesium an verschiedenen Orten, je nach den dort vorhandenen und gebräuchlichen Nahrungsmitteln, größere oder kleinere Abweichungen von den von mir gefundenen darbieten können.

Die Differenz: Gesamtasche minus [Phosphorsäure + Kalk + Magnesia] besteht zum allergrößten Teil aus Kochsalz. Beim erwachsenen Manne hat die Zufuhr von Kochsalz also durchschnittlich 42^g, bei der erwachsenen Frau durchschnittlich 28^g betragen. Die Aufnahme von Kochsalz muß als sehr hoch bezeichnet werden, da ja die tägliche Abgabe von Kochsalz im Harn im allgemeinen auf etwa 15^g geschätzt werden kann.

Das Verhältnis zwischen Phosphor, Calcium und Magnesium bei den verschiedenen Altersstufen ist aus folgenden Tabellen ersichtlich, von welchen sich V auf die Oxide und VI auf die Elemente bezieht:

Tabelle V.

Charakteristik	P ₂ O ₅ : CaO : MgO
Kinder, 2—3 J.	6.92 : 5.67 : 1.00
„ 4—7 J.	6.89 : 4.03 : 1.00
„ 8—11 J.	6.01 : 3.43 : 1.00
Mädchen, 12—16 J. . .	4.87 : 2.11 : 1.00
Jünglinge, 12—16 J. . .	6.04 : 2.41 : 1.00
Erwachsene Frauen . . .	5.39 : 2.71 : 1.00
„ Männer	5.48 : 2.93 : 1.00

Tabelle VI.

Charakteristik	P : Ca : Mg
Kinder, 2—3 J.	4.91 : 6.58 : 1.00
„ 4—7 J.	4.95 : 4.72 : 1.00
„ 8—11 J.	4.32 : 4.02 : 1.00
Mädchen, 12—16 J. . .	3.47 : 2.48 : 1.00
Jünglinge, 12—16 J. . .	4.35 : 2.83 : 1.00
Erwachsene Frauen . . .	4.20 : 3.47 : 1.00
Erwachsene Männer . . .	3.97 : 3.48 : 1.00

Wie aus diesen Zusammenstellungen ersichtlich, ist die Calciummenge im Vergleich mit der Menge von Phosphor bei den jüngeren Kindern viel größer als bei den älteren Kindern und bei den erwachsenen Individuen, wie auch aus folgender Zusammenstellung hervorgeht, wo die Zahlen nach der Größe der Kalorienzufuhr gruppiert sind (vgl. Generaltabelle III und IV).

Tabelle VII.

Kalorienzufuhr	$P_2O_5 : CaO : MgO$
> 4000	5.38 : 3.02 : 1.00
4000—3500	5.11 : 2.05 : 1.00
3500—3000	5.35 : 2.63 : 1.00
3000—2500	5.63 : 2.85 : 1.00
2500—2000	5.47 : 2.87 : 1.00
2000—1500	6.56 : 3.65 : 1.00
1500—1000	6.59 : 4.59 : 1.00
< 1000	6.26 : 5.90 : 1.00

Tabelle VIII.

Kalorienzufuhr	$P : Ca : Mg$
> 4000	3.88 : 3.66 : 1.00
4000—3500	3.70 : 2.42 : 1.00
3500—3000	3.88 : 3.12 : 1.00
3000—2500	4.10 : 3.40 : 1.00
2500—2000	3.97 : 3.40 : 1.00
2000—1500	4.77 : 4.34 : 1.00
1500—1000	4.74 : 5.39 : 1.00
< 1000	4.86 : 7.18 : 1.00

Im Durchschnitt erhalten wir:

bei > 4000 bis 2000 Kal.: $P_2O_5 : CaO : MgO = 5.39 : 2.68 : 1.00$;
bzw.: $P : Ca : Mg = 3.91 : 3.20 : 1.00$.

Noch deutlicher tritt dieses Überwiegen des Calciums in der Kost der jüngeren Individuen aus der Berechnung des Verhältnisses $P_2O_5 : CaO$ bzw. $P : Ca$ hervor. Wir finden dann nämlich folgendes:

Charakteristik	$P_2O_5 : CaO$	$P : Ca$
Kinder, 2—3 J. . . .	1.22 : 1.00	0.75 : 1.00
„ 4—7 J. . . .	1.71 : 1.00	1.05 : 1.00
„ 8—11 J. . . .	1.76 : 1.00	1.08 : 1.00
Mädchen, 12—16 J. . .	2.28 : 1.00	1.40 : 1.00
Jünglinge, 12—16 J. .	2.51 : 1.00	1.54 : 1.00
Erwachsene Frauen . .	1.98 : 1.00	1.21 : 1.00
„ Männer , . . .	1.87 : 1.00	1.14 : 1.00

Nach der absoluten Größe der Kostmasse gruppiert, ergibt sich folgendes:

Kalorienzufuhr	$P_2O_5 : CaO$	$P : Ca$
> 4000	1.78 : 1.00	1.09 : 1.00
4000—3500	2.52 : 1.00	1.52 : 1.00
3500—3000	2.04 : 1.00	1.24 : 1.00
3000—2500	1.98 : 1.00	1.21 : 1.00
2500—2000	1.91 : 1.00	1.17 : 1.00
2000—1500	1.80 : 1.00	1.10 : 1.00
1500—1000	1.43 : 1.00	0.88 : 1.00
< 1000	1.06 : 1.00	0.68 : 1.00

Im Durchschnitt beträgt dies:

für > 4000 bis 2000 Kal.: $P_2O_5 : CaO = 2.08 : 1$
bzw.: $P : Ca = 1.27 : 1$.

Die Ursache dieses bei verschiedenen Altersstufen vorkommenden, wesentlichen Unterschiedes in bezug auf das gegenseitige Verhältnis zwischen Phosphor und Calcium ist in erster Linie von dem relativen Anteil der Milch in der genossenen Kost abhängig.

Die Aufnahme der einzelnen Nahrungsmittel bei den hier untersuchten Individuen gestaltet sich durchschnittlich folgendermaßen:

Charakteristik	Fleisch	Speck	Fisch frisch	Fisch gesalzen	Milch	Butter	Roggen- brot weich	Roggen- brot, trocken	Mehl u. Grütze	Kar- toffeln
	g	g	g	g	g ¹	g	g	g	g	g
Kinder 2—3 J.	13	7	7	1	607	10	54	17	30	47
Kinder 4—7 J.	15	12	12	4	899	16	199	15	28	170
Kinder 8—11 J.	35	14	27	11	1019	16	250	58	38	224
Mädchen 12—16 J.	43	16	37	21	1115	42	424	15	31	599
Jünglinge 12—16 J.	86	19	—	12	837	12	302	122	85	397
Erwachsene Frauen	59	13	48	25	913	20	329	50	51	374
Erwachsene Männer	81	7	42	45	1514	49	358	236	128	652

Es verhält sich also die Milchmenge zu der Gesamtmenge der übrigen Nahrungsmittel

bei Kindern von 2 bis 3 Jahren wie 3.26:1

„ „ „ 4 „ 7 „ „ 1.91:1

„ „ „ 8 „ 11 „ „ 1.78:1

„ Mädchen „ 12 „ 16 „ „ 0.91:1

„ Jünglingen „ 12 „ 16 „ „ 0.81:1

„ erwachsenen Frauen „ 0.94:1

„ erwachsenen Männern „ 0.95:1

Im Durchschnitt für die vier letzten Gruppen erhalten wir 0.90:1.

In der Kuhmilch finden sich nach Abderhalden 0.1911 Proz. P_2O_5 , 0.1671 Proz. CaO und 0.0231 Proz. MgO, welche sich wie 8.28:7.23:1 verhalten; das Verhältnis P_2O_5 :CaO ist 1.14:1.

Bei Kindern von 2 bis 3 Jahren finden wir P_2O_5 :CaO gleich 1.22:1.00 und bei etwas älteren Kindern (4 bis 11 Jahre) 1.74:1.00, während diese Relation bei erwachsenen Frauen und Männern durchschnittlich 1.93:1.00 beträgt.

Die Präponderanz der Milch in der Kost macht sich also in bezug auf die Verhältniszahl zwischen P_2O_5 und CaO ganz deutlich geltend, denn bei den anderen Nahrungsmitteln ist ja der Gehalt an CaO im Vergleich mit dem der Milch sehr niedrig.

¹ Ganze Milch + abgerahmte Milch + saure Milch zusammen.

Anhang.

Die Zufuhr der organischen Nahrungsstoffe und Kalorien
bei den Versuchspersonen.

Die Nr. beziehen sich auf die Analysennummer bei Sundström.

Nr.	Charakteristik und Alter	Trocken- substanz	N	Fett	Kohle- hydrate	Kalorien	Beobachtungs- dauer
		g	g	g	g		Tage
1	Mann, 32 J.	676	20.6	70	423	3190	3
3	Mädchen, 15 J.	503	12.3	99	294	2608	3
4	Mädchen, 10 J.	387	11.7	65	225	1970	3
5	Mann, 36 J.	901	17.9	181	552	4699	7
6	Frau, 26 J.	661	17.7	91	412	3224	7
7	Mädchen, 15 J.	862	19.6	91	588	3912	7
9	Mann, 33 J.	864	21.2	66	606	3854	4
10	Derselbe	800	21.9	105	589	4173	3
11	Frau, 32 J.	721	14.2	64	521	3293	4
12	Dieselbe	782	15.6	80	558	3688	3
13	Mädchen, 13 J.	632	15.8	39	450	2835	3
14	Dasselbe	646	14.6	67	447	3009	4
15	Mädchen, 10 J.	354	8.0	37	240	1653	4
17	Knabe 4 J.	236	6.3	31	150	1144	7
18	Mann, 36 J.	911	21.1	74	645	4057	7
19	Frau, 34 J.	508	12.4	37	355	2234	4
20	Dieselbe	600	13.1	46	436	2710	3
21	Mädchen, 6 J.	364	8.7	38	248	1713	7
22	Knabe, 8 J.	508	10.6	42	366	2292	7
23	Mädchen, 4 J.	345	8.4	49	223	1669	4
25	Mann, 32 J.	736	18.6	120	449	3649	7
26	Frau, 25 J.	441	11.3	71	271	2181	7
28	Jüngling, 13 J.	738	12.4	72	546	3415	7
29	Mädchen, 10 J.	465	7.0	39	356	2103	7
31	Mann, 49 J.	491	10.7	50	339	2256	7
32	Frau, 20 J.	637	14.8	80	420	3045	3
33	Dieselbe	488	9.6	44	346	2155	4
34	Frau, 18 J.	522	12.4	58	352	2460	3
35	Dieselbe	400	9.6	38	272	1816	4
36	Knabe, 7 J.	433	9.5	50	294	2013	7
37	Mann, 35 J.	1081	24.7	76	780	4854	7
38	Mann, 31 J.	843	17.5	83	587	3783	7
39	Frau, 21 J.	523	12.9	51	347	2357	7
40	Frau, 18 J.	744	16.8	63	521	3389	7
42	Mann, 45 J.						
	Frühstück	186	5.9	20	113	865	7
43	Mittag	276	7.1	25	189	1214	7
44	Abendbrot	144	3.9	17	93	688	7
53	Frau, 37 J.	413	12.9	58	251	2002	3
57	Frau, 21 J.						
	Frühstück	225	5.1	14	164	990	7
58	Mittag	243	6.4	36	147	1167	7
59	Abendbrot	185	6.1	18	117	878	7
60	Jüngling, 16 J.						
	Frühstück	236	6.3	26	150	1075	7
61	Mittag	240	7.6	32	140	1170	7
62	Abendbrot	148	4.7	19	92	724	7

(Fortsetzung.)

Nr.	Charakteristik und Alter	Trocken- substanz g	N g	Fett g	Kohle- hydrate g	Kalorien	Beobachtungs- dauer Tage
63	Knabe, 11 J.						
	Frühstück	208	5.7	34	123	1027	7
64	Mittag	180	6.1	29	99	904	7
65	Abendbrot	176	5.8	27	101	889	7
66	Knabe, 9 J.						
	Frühstück	188	5.5	28	112	917	7
67	Mittag	194	5.7	27	116	933	7
68	Abendbrot	162	4.8	24	97	791	7
70	Frau, 40 J.						
	Frühstück	258	9.6	22	160	1185	7
71	Mittag	249	7.5	15	167	1112	7
72	Abendbrot	225	8.3	18	140	1061	7
78	Frau, 24 J.	481	12.4	41	329	2166	4
95	Jüngling, 14 J.						
	Frühstück	176	4.5	18	121	828	7
96	Mittag	174	4.2	17	118	805	7
97	Abendbrot	151	4.4	13	103	736	7
101	Mädchen, 6 J.	358	10.4	41	223	1729	7
102	Knabe, 2 J.	221	7.6	38	121	1125	7
103	Mann, 24 J.	926	20.3	80	639	4059	3
104	Frau, 18 J.	331	8.4	45	207	1600	7
107	Mädchen, 6 J.	340	7.7	74	184	1772	7
109	Mann, 51 J.	561	14.9	41	392	2564	7
110	Frau, 25 J.	541	12.3	47	380	2481	7
113	Mann, 17 J.	999	24.6	64	710	4416	7
114	Knabe, 9 J.	517	14.0	44	356	2414	7
115	Mann, 42 J.	766	23.5	63	505	3530	7
120	Mann, 46 J. ¹	590	16.6	52	392	2714	7
121	Frau, 51 J.	302	9.0	23	201	1392	4
125	Frau, 18 J.	514	14.2	35	352	2298	3
126	Knabe, 12 J.	432	11.3	30	298	1899	7
127	Knabe, 9 J.	427	10.8	27	299	1917	7
130	Frau, 42 J.	365	12.2	36	227	1696	4
132	Mädchen, 16 J.	443	13.2	52	279	2111	7
134	Mädchen, 10 J.	377	10.8	42	246	1816	7
135	Mädchen, 7 J.	332	9.7	37	216	1597	7
136	Mädchen, 4 J.	241	8.4	29	145	1171	7
137	Mädchen, 2 J.	192	6.3	26	116	960	7
138	Mann, 42 J. ²	915	29.4	81	585	4284	7
139	Frau, 35 J.	553	19.7	52	333	2555	7
140	Frau, 19 J.	655	21.0	56	418	3022	7
141	Mädchen, 11 J.	391	10.7	43	253	1873	7
142	Knabe, 9 J.	425	15.1	47	254	2017	7
143	Mädchen, 9 J.	409	13.0	43	255	1877	7
144	Mädchen, 7 J.	391	13.4	34	248	1805	7
146	Mädchen, 3 J.	187	6.3	37	99	963	7

¹ Derselbe wie Nr. 42—44.² Derselbe wie Nr. 115.

Nachtrag bei der Korrektur.

Nachdem die vorstehende Abhandlung schon im Druck war, empfang ich eine am 9. September 1910 herausgegebene Arbeit von Sherman, Mettler und Sinclair, worin unter anderem auch die Menge von Phosphor, Calcium und Magnesium in der frei gewählten Kost untersucht worden ist.

Diese Untersuchung bezieht sich auf einige amerikanische Kostmassen, deren Gehalt an den genannten Elementen auf Grund von vorliegenden Durchschnittszahlen berechnet und also nicht direkt analysiert worden ist.

Die Resultate sind in folgender Tabelle eingetragen:

Charakteristik	Kalorien	P ₂ O ₅ g	CaO g	MgO g
Arbeiter, Maine	6780	5.88	1.27	1.21
Neger-Farmer, Alabama . . .	4955	3.25	0.21	0.74
Mechaniker, Tennessee . . .	4060	3.58	0.90	0.72
Studentin, ebenda	3595	4.05	1.22	0.63
Studentin, ebenda	3560	2.08	0.46	0.34
Farmer, Connecticut	3545	3.53	1.15	0.55
Weibl. Student, Ohio	3330	2.88	0.97	0.67
Maler, Pittsburg	3305	3.44	0.90	0.48
Jurist, ebenda	3280	2.82	0.83	0.40
Lehrer, Chicago	3260	3.97	1.09	0.55
Lehrer, New York	3180	3.92	1.69	0.54
Glasbläser, Pittsburg	3085	2.73	0.49	0.36
Farmer, Tennessee	2820	3.56	0.83	0.59
Lehrer, Indiana	2780	3.64	1.42	0.44
Arbeiter, Pittsburg	2525	2.40	0.50	0.34
Arbeiter, ebenda	2440	1.52	0.40	0.19
Arbeiter, New York	2430	2.27	0.50	0.29
Arbeiter, ebenda	2335	2.41	0.47	0.30
Neger, Alabama	2240	2.05	0.08	0.52
Näherin, New York	1500	1.84	0.68	0.23

Im Durchschnitt ergibt dies, nach der Kalorienzufuhr gruppiert, folgendes:

¹ Sherman, Mettler and Sinclair, Calcium, Magnesium and Phosphorus in food and nutrition. U. S. Department of agricult. Off. of experim. stat. Bul. CCXXVII. Washington 1910.

Kalorien	P ₂ O ₅ g	CaO g	MgO g	Zahl der Beobachtungen
> 4000	4.24	0.79	0.89	3
4000—3500	3.22	0.94	0.51	3
3500—3000	3.29	0.99	0.50	6
3000—2500	3.20	0.92	0.46	3
2500—2000	2.06	0.36	0.32	4
2000—1500	1.84	0.68	0.23	1

Wie ersichtlich, ist der Gehalt dieser Kostmassen an Phosphor, Calcium und Magnesium wesentlich niedriger als in der von Sundström untersuchten Kost. Zum großen Teil hängt dies damit zusammen, daß die Milch in der amerikanischen Kost eine viel geringere Rolle spielt als in der finnländischen. Während die mittlere tägliche Zufuhr von Milch in dieser bei den Frauen 913 und bei den Männern 1574^g beträgt, ist sie bei den von den amerikanischen Autoren berechneten zwanzig Kostmassen durchschnittlich nur etwa 250^g gewesen, und das Maximum ist, soviel ich habe finden können, nicht höher als 674^g.

Auch finden wir in sechs anderen von den erwähnten Autoren berechneten Kostmassen, wo bei einer mittleren Zufuhr von 4080 Kal. die tägliche Milchgabe durchschnittlich 1016^g betrug, in der Kost durchschnittlich 4.65^g P₂O₅, 1.83^g CaO und 0.71^g MgO; die Maxima sind: 5.21^g P₂O₅, 2.33^g CaO und 1.02^g MgO.