

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie Dortmund-Münster.
Vorstand: Prof. Dr. E. Atzler.)

Arbeitspausen und Nahrungsresorption bei körperlicher Schwerarbeit.

Von
B. Engelmann.

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 21. Januar 1931.)

I. Einleitung.

Der Zweck jeder Arbeitspause besteht darin, die entstandene Ermüdung zu beseitigen und die Leistungsfähigkeit wiederherzustellen. Die Frage nach Dauer, Anzahl und Verteilung der Arbeitspausen ist daher eine der Kardinalfragen wissenschaftlicher Arbeitsorganisation. Wesentlich mitbestimmend für die Einteilung der Pausen ist die Notwendigkeit, dem Arbeiter die Gelegenheit zu geben, Nahrung aufzunehmen. Diese Notwendigkeit, die im Vergleich zu der Notwendigkeit des Ausruhens teilweise überwertet worden ist, war für die Pausenfestsetzung ursprünglich wohl allein maßgebend.

Jede Pause hat neben der positiven Wirkung der Ermüdungsbeseitigung auch eine negative; denn es kommt zum Übungsverlust, und eine neue Einarbeit ist erforderlich. Findet während der Pause eine Nahrungsaufnahme statt, so ist neben der erwarteten „kräftigenden“ Wirkung die erschlaffende, müdemachende Wirkung, namentlich ausgiebiger Mahlzeiten, bekannt und gefürchtet.

Über den physiologischen Mechanismus dieser Verdauungsträgheit, die wohl jedem Menschen aus eigener Erfahrung bekannt ist, macht man sich gewöhnlich folgende einfache Vorstellung: Die lebhaftere Tätigkeit der Verdauungsorgane führt zu einer Blutüberfüllung im Splanchnicusgebiet. Die Folge ist eine relative Blutarmut des Gehirns und der Muskulatur. Wird nun in diesem Zustande schwere Muskelarbeit geleistet, so kommt es zu einem „Wettstreit um das Blut“. Die arbeitende Muskulatur muß stark durchblutet werden. Darunter leidet die Blutversorgung der Verdauungsorgane, die Sekretion der Verdauungssäfte sinkt, die Verdauung wird unvollkommen, die Resorption wird schlecht. Unter dem Eindruck dieser Vorstellung hält man schwere Arbeit nach einer reichlicheren Mahlzeit für unzutraglich und verlangt eine ausreichende Ruhepause nach dem Essen.

Diese Überlegungen sind durch Untersuchungen keineswegs genügend gestützt, um so allgemein angewendet werden zu können (*Durig*¹).

Aus dem Fragenkomplex greifen wir die Frage heraus, ob die Nahrungsresorption durch schwere Körperarbeit verschlechtert und ob die Resorption durch verschieden lange Ruhepausen nach Nahrungsaufnahme beeinflußt wird.

II. Frühere Untersuchungen.

Einer kurzen Übersicht über die älteren Befunde ist zweckmäßig eine Definition des Begriffes der „Nahrungsausnutzung“ voranzuschicken.

Bei derartigen Untersuchungen ist es üblich, die festen Exkremente als den unverdauten Teil der Nahrung anzusehen. Die Differenz zwischen den in der Nahrung eingeführten Nährstoffmengen und den im Kot entleerten ergibt dann die Menge der resorbierten Nahrungsbestandteile. Das in Prozenten ausgedrückte Verhältnis zwischen resorbierten und eingeführten Nährstoffen nennt man den Verdauungs- oder Resorptionskoeffizienten.

Diese Betrachtungsweise ist nicht ganz korrekt. Bekanntlich enthalten die Faeces neben den unverdauten Resten der Nahrung Verdauungssäfte und Bakterien, deren Bestandteile teilweise nicht aus der Nahrung, sondern aus dem Körper stammen. Die aus den Faecesuntersuchungen gewonnenen Werte für Stickstoff, Ätherextrakt usw. liegen daher etwas höher, als es den nichtresorbierten Nahrungsresten entsprechen würde.

Für die praktische Ernährungsfrage ist diese Fehlerquelle aber von untergeordneter Bedeutung (siehe auch *Kestner* und *Knipping*², sowie *Atwater*³, *Pincussen*⁴) denn „die Gesamtsumme der Exkremente“ stellt tatsächlich die Summe dessen vor, was vom Körper zur Energielieferung und Gewebsbildung nicht benutzt wird bzw. ihm verlorengeht.

Versuche von *Grandeau* und *Leclerc*⁵ an 3 Droschkenpferden haben bei Ziehen im Schritt, und noch mehr bei Ziehen im Trab eine verminderte Nahrungsresorption gegenüber der Ruhe ergeben. Zwei sorgfältige Untersuchungsreihen an Hunden aus dem Zuntzschens Institut von *Rosenberg*⁶ (1892) und *Gerhard*⁷ (1910) haben keinen Einfluß der Arbeit auf die Nahrungsresorption feststellen können, auch dann nicht, wenn der Hund erst 3½—4 Stunden nach der Mahlzeit, auf der Höhe der Darmverdauung, die Arbeit begann.

Am Menschen ist diese Frage (1890—1900) von *Atwater*⁸ im Rahmen seiner umfassenden Stoff- und Kraftwechselforsuche behandelt worden. Er ließ 3 Versuchspersonen auf einem Fahrradergometer 8—16 Stunden arbeiten und studierte den Einfluß der Muskeltätigkeit auf die Resorption der Nahrung. Im Interesse anderer, gleichzeitig angestellter Untersuchungen, waren die Nährstoffe zum Teil besonders präpariert und so zusammengestellt, daß sich der Körper im Stickstoff- und Kohlenstoffgleichgewicht befand. Nur in einigen Experimenten mit schwerer Arbeit wurde eine nicht ausreichende Kost verabreicht, „so daß der Körper genötigt war, mehr oder weniger aus seinem aufgespeicherten Vorrat zu schöpfen“. Die Mittagspause betrug einschließlich Essen 35 Minuten. *Atwater* fand unter

¹ In „Körper und Arbeit“ v. *Atzler*.

² Praktikum der physiol. Chemie, 3. Teil. ³ *Erg. Physiol.* 3, Teil 1.

⁴ Handbuch der Biochemie von *Oppenheimer*, Bd. 5, S. 340.

⁵ Zit. nach *Zuntz* und *Schumburg*, *Physiol. des Menschen*, S. 194.

⁶ *Pflügers Arch.* 52, 401.

⁷ *Pflügers Arch.* 133, 397.

⁸ l. c.

diesen Bedingungen, „daß die Menge der verrichteten Arbeit keinen Einfluß auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe ausübte“.

Zuntz¹ untersuchte gelegentlich seiner bekannten Hochgebirgs-Expedition 1895—1903 die Beziehungen zwischen Körperarbeit und Nahrungsresorption. Er kam mit seinen Mitarbeitern zu dem Ergebnis, daß während der Wintermonate Verbesserung, während der Sommermonate Verschlechterung in der „Ausnutzung“ der Nahrung durch Märsche einträte. Erklärt wird diese Erscheinung damit, daß in den Sommermonaten der Darm zu katarrhalischen Veränderungen neigt, die nicht immer deutlich in Erscheinung zu treten brauchen.

In seiner Physiologie des Marsches geht Zuntz² gemeinsam mit Schumburg noch einmal auf diese Frage ein. Die eine Vp. litt an Unregelmäßigkeiten der Darmfunktion (Neigung zu Diarrhoen); ihre Versuchsergebnisse konnten also keine Verwendung finden. Bei der anderen Vp. zeigte sich ein geringer Einfluß der Marscharbeit auf die N.-Ausscheidung im Kot im Sinne einer Erhöhung. Allerdings pflegten die Vpn. vor Beginn der Märsche nur ein leichtes Frühstück zu verzehren, nahmen dagegen auf halbem Wege einen etwas reichlicheren Imbiß.

Zur Klärung der besonderen Frage, wie lange sollen die Pausen nach den Mahlzeiten in industriellen Betrieben bemessen werden, erscheinen die geschilderten Untersuchungen am Menschen wegen der wenig befriedigenden Übereinstimmung, vor allem aber wegen der angewandten Versuchsbedingungen nicht geeignet.

III. Methodik.

Bei der Aufstellung unseres Versuchsplanes waren wir vor allem darauf bedacht, die Anordnung den realen Verhältnissen eines Arbeitstages bzw. einer Arbeitswoche möglichst ähnlich zu gestalten.

Die Vp. war ein 38 Jahre alter früherer Bergarbeiter mit einem Körpergewicht von 72 kg, der auch mit Land- und Gartenarbeit vertraut war. Er wohnte während des 4wöchigen Versuches zwecks genauer Kontrolle der Nahrungsaufnahme im Institut und erhielt eine kräftige gemischte Kost, deren Menge er je nach Bedarf frei wählen konnte. Ihre einzelnen Bestandteile wurden vor der Zubereitung bzw. Aufnahme exakt abgewogen. Nichtgenossene Speisereste wurden zurückgewogen.

Die Zusammensetzung der Nahrung wurde aus den Angaben der Schall-Heißlerschen Tabellen und des Königschen Handbuches ermittelt, ein Verfahren, das für den vorliegenden Zweck als ausreichend erachtet werden kann. Gewisse Schwierigkeiten machte die Ermittlung der aufgenommenen Stärke. Für den Stärkegehalt der rohen Kartoffel, der nach König zwischen 15 und einigen 20% schwankt, haben wir 18% eingesetzt, für feines Weizenmehl, dessen Zusammensetzung unter anderem von der Art der Vermahlung und dem Grad der Feinheit abhängt, einen Stärkegehalt von 70%, für Wassernudeln 72%, für Erbsen 50%, für Reis 71%, für Haferflocken 60%. Für die Abnahme des Stärkegehaltes des Mehles durch den Backprozeß haben wir nach Neumann³ etwa 5% angenommen. Die Zusammensetzung der Backwaren wurde auf Grund der Backrezepte der hiesigen Bäckereien berechnet.

¹ Höhenklima und Bergwanderungen.

² l. c.

³ Brotgetreide und Brot (1914).

Die Speisekarte einer Mittagsmahlzeit war z. B. folgende:

400 g Kartoffeln
 200 g Blumenkohl
 70 g Butter
 1 Ei
 150 g gehacktes Rindfleisch
 50 g Bratbutter

oder:

200 ccm Milch
 20 g Mehl
 1 Ei
 15 g Zucker
 500 g Kartoffeln
 150 g Rindfleisch
 70 g Butter
 100 g grüner Kopfsalat

Als zweites Frühstück wurde z. B. gegeben:

125 g Graubrot
 60 g Mainzer Käse
 30 g Fleischwurst
 40 g Butter
 20 g Kaffee in $\frac{1}{2}$ l Wasser
 80 ccm Milch
 25 g Zucker.

Nach Möglichkeit wurde für Abwechslung in der Kost gesorgt, wobei der Austausch der Speisen nach dem Gesichtspunkt eines annähernd gleichen Verdauungskoeffizienten stattfand.

Die tägliche errechnete Calorienzufuhr betrug in der 1. Versuchsperiode im Durchschnitt 5900, in der 2. 5500, und in der 3. 5600 kg Calorien.

Die Ernährung muß demnach als durchaus kräftig bezeichnet werden, selbst wenn wir die in der Literatur verzeichneten Angaben über den Calorienverbrauch von Schwerstarbeitern zugrunde legen. Nach *Kestner* und *Knüpping*¹ ergaben sich für den Nahrungsbedarf landwirtschaftlicher Arbeiter, besonders vor der maschinellen Durchdringung der Landwirtschaft, Zahlen von 5—6000 kg Calorien und darüber.

Die Arbeit, die auf 8 Stunden pro Tag bemessen war, wurde in der Zeit vom 25. IV. bis 23. V. bei mittleren Tagestemperaturen von 8—16° C und maximalen Tagestemperaturen von 11—21° C ausgeführt. Sie wurde meist unter Aufsicht verrichtet und bestand zum Teil im Umgraben von 80—100 qm Grasnarbe pro Tag; zum Teil darin, daß die Vp. von einer Lehmgrube Boden losstach, in einen Schubkarren lud, etwa 30 m fuhr und dort aufkippte. (Inhalt des Karrens etwa 0,09 cbm loser Boden, Spaten 30 cm Höhe, 20 cm Breite.) Sonnabend Nachmittag erhielt er leichtere Arbeit: Tischlerarbeit, leichte Transportarbeit und dergl. Der Sonntag war arbeitsfrei.

Die ganze Versuchsserie zerfiel in 3 Perioden, die sich nur bezüglich der Pausen nach den Mahlzeiten unterschieden. In der ersten Versuchsperiode von 12 Tagen wurde die übliche Tageseinteilung durchgeführt, d. h.:

¹ Die Ernährung des Menschen, 1926.

Versuchsperiode I.

Morgenfrühstück, dann:

- 8 —10 Arbeit
- 10 —10¹/₂ Frühstück
- 10¹/₂—13 Arbeit
- 13 —14 Mittag
- 14 —16¹/₂ Arbeit
- 16¹/₂—17 Kaffee
- 17 —18 Arbeit.

Rechnen wir für Waschen und Essen etwa 25 Minuten, so standen ihm nach der Mittagsmahlzeit einige 30 Minuten Ruhe zur Verfügung, da ein Arbeitsweg nicht zurückzulegen war.

In der 2. Versuchsperiode von 9 Tagen begann die Arbeit ohne jede Pause nach den Mahlzeiten, der Arbeitstag war dementsprechend bereits gegen 17 Uhr beendet.

In der 3. Periode von 8 Tagen schließlich wurden außerordentlich lange Ruhepausen gewährt, in denen sich die Vp. ruhig auf einen Liegestuhl hinlegen mußte. An einzelnen Tagen verfiel er hierbei auch in einen leichten Schlaf. Die Tageseinteilung gestaltete sich folgendermaßen:

Versuchsperiode III.

Morgenkaffee, dann:

- 7— 9 Arbeit
- 9—10 Frühstück + Ruhe
- 10—13 Arbeit
- 13—15 Mittag + Ruhe
- 15—17 Arbeit
- 17—18 Kaffee + Ruhe
- 18—19 Arbeit.

Im Anschluß an die letzte Arbeit erhielt er bei allen 3 Versuchsperioden das Abendbrot.

Der 24-Stunden-Urin wurde sorgfältig gesammelt. Der Kot wurde von der Vp. jeden Morgen regelmäßig abgesetzt, so daß eine Abgrenzung des Kotes überflüssig wurde. Vom 13. zum 14. V. und besonders vom 21. zum 23. V. trat eine stärkere Änderung in den ausgeschiedenen Mengen und dementsprechend auch in den Ausscheidungswerten ein.

Die Trocknung des Kotes geschah nach dem Verfahren von *Podu* durch langsames Eindicken auf einem schwach siedenden Wasserbade und mehrmaliges Übergießen mit Alkohol bis zur Pulverisierbarkeit. Der Stickstoffgehalt der Ausscheidungen wurde nach *Kjeldahl* bestimmt. Die Bestimmung des Fettgehaltes in den Faeces geschah nach *Soxhlet* durch Ätherextraktion. In der extrahierten Kotprobe waren dann noch die als Seife gebundenen Fettsäuren zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurden die Proben mit durch ein paar Tropfen Salzsäure angesäuertem Alkohol verrieben, der Alkohol auf dem Wasserbade verjagt und die wiedergetrocknete Substanz abermals im Soxhletschen Apparat extrahiert. Die Summe des 1. und 2. Ätherextraktes ergab dann das „Gesamtfett“ in den Faeces.

Die Kohlehydrate im Stuhl wurden als Stärke bestimmt, da der Stuhl Erwachsener bekanntlich frei von löslichem Zucker ist. Auch Stärke, die unverdaut in den Dickdarm gelangt, kann durch Kotfermente noch weiter in Dextrose verwandelt und dann resorbiert werden. Kleine Stärkemengen finden sich aber

Tabelle I.

Datum (1930)	Aufgenommen				Ausgeschieden				Resorbiert				Resorptions- koeffizient				N-Bilanz			
	Eiweiß	Fett	Kohle- hydr.	Ges.- Cal.	Faeces frisch	Ei- weiß	Fett	Kohle- hydr.	Fett	Kohle- hydr.	Ei- weiß	Fett	Kohle- hydr.	N-Zu- fuhr	N-Ausscheid.		Kot	Urin		
															Cal.	Kot			Urin	
25. IV.	223,0	393,0	454,2	7470	138	12,82	5,15	4,14	209,75	390,0	450,06	94,2	98,7	99,2	30,56	2,05	10,65	+ 22,9		
26. IV.	168,0	360,0	550,42	6711	211	21,19	9,25	7,53	146,29	350,25	542,89	87,5	97,4	98,7	26,90	3,39	10,93	+ 12,48		
27. IV.	104,88	176,84	296,53	3961	200	18,06	7,53	7,75	86,82	169,31	288,78	82,7	95,8	97,4	16,79	2,89	13,65	+ 0,24		
28. IV.	152,81	354,02	446,91	6599	178	11,50	5,18	4,98	141,30	348,84	441,93	92,5	98,6	98,8	24,50	1,84	11,66	+ 10,93		
29. IV.	161,38	311,48	509,82	6281	270	22,56	9,03	6,59	138,82	302,45	503,23	86,3	97,1	98,9	25,90	3,61	13,95	+ 8,26		
30. IV.	125,12	437,37	504,76	7204	103	8,75	4,65	2,90	116,25	432,40	501,86	83,0	99,0	99,4	20,10	1,40	14,76	+ 3,84		
I. V.	165,27	364,38	529,00	6779	260	16,25	10,14	6,76	149,05	354,24	522,24	90,3	97,3	98,7	26,50	2,60	14,09	+ 9,74		
2. V.	145,95	197,06	422,70	4433	301	25,0	13,67	9,16	121,0	183,39	413,54	88,0	93,0	97,8	23,40	4,00	15,20	+ 4,15		
3. V.	136,05	397,06	460,70	5890	178	12,25	6,37	5,26	123,8	390,69	455,44	91,0	98,5	98,7	21,80	1,96	13,54	+ 6,27		
4. V.	113,94	226,09	335,90	4491	113	25	8,75	4,70	3,29	105,2	221,39	333,61	92,5	97,8	99,4	18,22	1,40	15,83	+ 0,99	
5. V.	210,27	220,85	396,22	5432	147	13,32	6,40	5,49	146,95	214,45	390,73	93,6	97,2	98,7	33,70	2,13	12,21	+ 19,3		
6. V.	162,26	333,17	499,00	6495	275	15,65	10,07	5,84	196,6	323,10	493,16	90,4	97,0	98,9	26,00	2,50	12,62	+ 10,84		
7. V.	125,33	332,64	431,40	5905	178	12,5	6,94	5,50	112,83	325,7	425,90	89,9	98,0	98,8	20,10	2,00	13,26	+ 4,78		
8. V.	131,86	380,81	565,27	6888	197	17,12	8,74	6,52	114,74	372,07	558,75	87,2	97,9	98,9	21,10	2,72	13,46	+ 4,90		
9. V.	154,88	254,14	326,05	4801	136	10,28	5,35	4,11	144,6	248,79	321,94	93,5	98,0	98,8	24,80	1,65	15,93	+ 7,22		
10. V.	132,48	308,98	396,46	5608	169	14,52	7,04	5,34	117,96	301,94	391,12	89,0	97,7	98,7	21,20	2,33	13,67	+ 5,19		
11. V.	119,10	131,67	304,32	3436	99	28	11,09	5,21	3,31	108,01	126,46	301,01	90,7	96,2	98,9	19,10	1,78	14,70	+ 2,56	
12. V.	148,81	327,78	450,75	6072	163	12,7	5,22	4,56	136,11	322,56	446,19	91,6	98,4	98,9	23,80	2,03	13,99	+ 7,79		
13. V.	149,39	397,78	479,20	6995	333	26,48	11,96	10,32	122,9	385,82	468,88	82,2	97,0	98,0	23,90	4,23	14,45	+ 5,20		
14. V.	95,74	179,50	317,90	3764	69	6,08	2,72	1,95	89,66	176,78	315,95	93,7	98,5	99,4	15,30	0,97	12,73	+ 1,59		
15. V.	123,92	368,95	410,68	6138	290	21,38	14,86	7,39	102,54	354,09	403,29	82,7	96,0	98,1	19,80	3,42	13,48	+ 2,92		
16. V.	116,85	226,55	350,0	4410	296	21,61	12,91	7,23	95,24	213,64	372,77	81,5	94,1	97,9	18,70	3,46	15,80	- 3,66		
17. V.	111,29	337,55	407,30	5719	236	20,5	11,51	6,17	90,79	326,04	401,13	81,5	97,0	98,5	17,80	3,28	13,24	+ 1,28		
18. V.	139,36	193,61	324,81	4161	166	33,88	7,41	4,78	105,48	186,20	320,03	88,3	96,4	98,5	19,10	2,22	14,80	+ 2,97		
19. V.	110,78	306,44	506,74	6037	263	18,11	12,10	6,67	112,67	294,35	500,07	86,2	96,3	98,6	20,90	2,90	15,10	+ 2,92		
20. V.	121,67	369,09	349,70	5947	282	16,39	8,52	6,30	105,28	360,57	443,40	86,6	97,9	98,2	19,50	2,62	12,45	+ 4,37		
21. V.	150,44	361,97	567,51	6742	91	8,16	4,42	2,02	142,28	369,75	565,49	94,6	99,2	99,6	24,10	1,31	13,93	+ 8,83		
22. V.	111,92	372,01	415,60	6146	367	28,36	19,30	9,05	83,56	352,71	406,55	74,8	95,0	97,8	17,90	4,53	11,52	+ 1,83		
23. V.	110,5	417,05	324,50	5933	128	11,6	8,12	3,35	98,9	408,93	321,15	89,4	98,4	99,0	17,70	1,86	16,24	- 2,6		

recht häufig im normalen Stuhl und ihre Bestimmung ist für Versuche über Nahrungsresorption, wie *Knipping* und *Rona*¹ mit Recht hervorheben, von erheblicher Bedeutung. Die Stärke wurde nach *Strassburger*² bestimmt.

IV. Versuchsergebnisse.

Wir geben zunächst eine Generaltabelle (1), in die alle wesentlichen Daten aufgenommen sind. Die täglich abgesetzte Kotmenge betrug im Mittel 180–200 g, entsprechend einer Trockenkotmenge von 40 bis 45 g. Die täglich ausgeschiedene Harnmenge betrug 1580–2060 ccm und der tägliche Harn-N im Mittel 13,8 g. Die Kurve der Stickstoffaufnahme und der Stickstoffbilanz ist der größeren Übersichtlichkeit wegen in Abb. 1 graphisch dargestellt. Die Kurve zeigt, daß die N-Bilanz fast während der ganzen Versuchsperiode positiv ist. Wenn auch eine positive Bilanz bei der reichlichen Ernährung, die qualitativ sicher besser war als sie die Vp. gewöhnt war, und der gleichzeitigen schweren

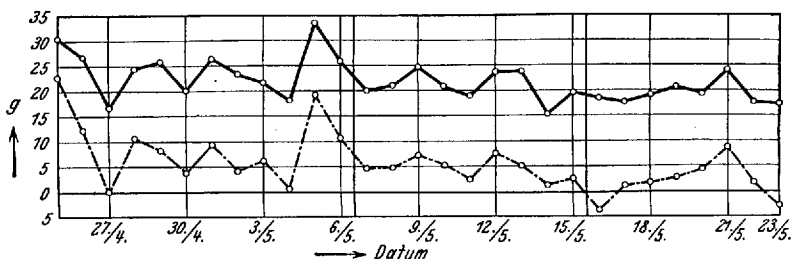


Abb. 1. Beziehungen zwischen N-Zufuhr und N-Bilanz.

Arbeit an sich nicht unmöglich ist, so ist doch zu bedenken, daß die Aufstellung einer N-Bilanz bei gemischter Kost niemals einen hohen Grad von Zuverlässigkeit erreichen kann, wenn die Stickstoffwerte der einzelnen Nahrungsmittel aus Tabellen entnommen werden.

Wesentlich ist ferner, daß unsere Bilanz insofern unvollständig ist, als sie die Stickstoffabgabe durch die Haut vernachlässigt. Bei Schwerarbeit kann die Stickstoffabgabe im Schweiß 12–15% der im Harn und Kot ausgeschiedenen Menge betragen. Bei Berücksichtigung dieser Momente würde die Neigung der N-Bilanzkurve, sich eng an die Nulllinie anzulehnen, deutlicher in Erscheinung treten. Zu beachten ist, daß die Kurve der N-Aufnahme und die Bilanzkurve in bezug auf die Einzelabschnitte wie auch auf den Gesamtverlauf fast genau parallel gehen: Die N-Aufnahme betrug in der ersten Versuchsperiode 24,9 g pro Tag, sie sank in der zweiten Periode auf durchschnittlich 21,04 g und in der dritten Periode auf 19,48 g. Man darf das wohl als ein Anzeichen dafür ansehen, daß der N-Stoffwechsel während der ganzen Versuchsperiode keine wesentlichen Störungen erfahren hat.

¹ l. c.

² Praktikum der physiol. Chemie. Bd. 3.

Wir gelangen nun zur Besprechung der Resorptionskoeffizienten, deren Verlauf in Abb. 2 graphisch dargestellt ist. Es fällt auf, daß die Schwankungen der Kurven aller drei Nährstoffe einen annähernd parallelen Verlauf nehmen. Wie zu erwarten war, liegt die Kurve für Kohlehydrat absolut am höchsten, etwa zwischen 98 und 99%. Die Fettkurve erreicht nur selten 99%, geht manchmal auf 94% und darunter, während

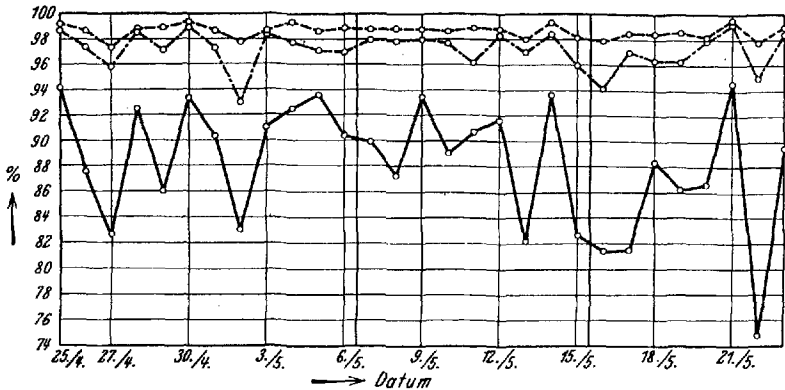


Abb. 2. Tägliche Resorptions-Koeffizienten für - - - - Stärke, - · - · - Fett, ——— Eiweiß.

die Eiweißkurve meist zwischen 93 und 85% verläuft, mit einzelnen Spitzen darüber und darunter. Der besonders steile Kurvenan- und -abstieg vom 21. zum 23. V. ist durch die obenerwähnte geringe Kotverhaltung bedingt.

Wir sehen schon aus den Kurven, daß der Unterschied zwischen den 3 Versuchsperioden offenbar nicht groß ist. Während die Kohlehydrat- und Fettkurve annähernd horizontal verlaufen, liegt bei der Eiweißkurve der dritte Abschnitt etwas tiefer als die beiden ersten. Zieht man diese Kurve zusammen, d. h. nimmt man die aus 2—3 Tagen gewonnenen Mittelwerte als Kurvenpunkte, so wird der Verlauf noch deutlicher (s. Abb. 3). Recht übersichtlich werden diese Verhältnisse, wenn

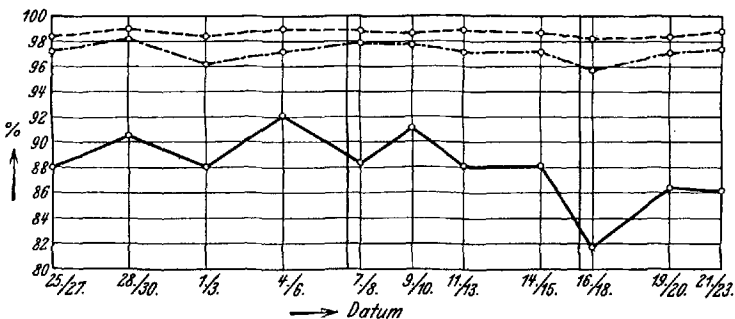


Abb. 3. Mittelwerte der Resorptions-Koeffizienten für - - - - Stärke, - · - · - Fett, ——— Eiweiß.

man die Durchschnittswerte der 3 Versuchsperioden und die mittleren Fehler dieser Durchschnittswerte tabellarisch darstellt (Tab. 2).

Tabelle 2. *Mittelwerte der Resorptionskoeffizienten für Eiweiß, Fett und Kohlehydrate.*

Versuchsperiode	Zahl der Einzelversuche	Eiweiß	Mittlerer Fehler des Mittelwertes	Fett	Mittlerer Fehler des Mittelwertes	Kohlehydrate (Stärke)	Mittlerer Fehler des Mittelwertes
I.	12	89,75	± 1,02	97,28	± 0,28	98,72	± 0,17
II.	9	88,90	± 1,40	97,52	± 0,30	98,72	± 0,14
III.	8	85,4	± 1,17	96,78	± 0,52	98,51	± 0,21

Zwischen den beiden ersten Perioden lassen sich keine Unterschiede feststellen. Die Werte der dritten Periode liegen für alle drei Nährstoffe niedriger. Für Kohlehydrate und Fette übersteigt die Differenz nicht die Bereiche der mittleren Fehler, bei Eiweiß dagegen ist dies der Fall. Die Resorption von Eiweiß war in der dritten Versuchsperiode ohne Zweifel im Durchschnitt etwas schlechter als in den beiden vorangegangenen.

V. Diskussion.

Die Versuchsanordnung war, wie eingangs ausgeführt, so getroffen, daß in der ersten Periode auf die Mahlzeit eine kurze Ruhepause folgte, während in der zweiten Periode die Arbeit unmittelbar nach dem Essen fortgesetzt wurde. Wenn also der „Wettstreit um das Blut“ zu einer Verschlechterung der Resorption führen würde, so hätten wir in dieser zweiten Versuchsperiode niedrigere Resorptionskoeffizienten zu erwarten als in der ersten. Wir sehen, daß das nicht der Fall ist. Die Durchschnittswerte sind vollkommen gleich, der Verlauf an den einzelnen Tagen ist in der zweiten Periode sogar regelmäßiger als in der ersten.

Noch auffälliger aber ist die dritte Periode. Hier mußte entsprechend der langen auf die Mahlzeit folgenden Pausen der „Wettstreit um das Blut“ am meisten zugunsten der Verdauungsorgane ausfallen. Wir hatten also, wenigstens für Eiweiß, eine noch bessere Resorption zu erwarten; für Kohlehydrate und Fette dürfte eine weitere Steigerung des Koeffizienten kaum möglich sein. Die Werte für Eiweiß liegen aber im Gegenteil etwas niedriger als in den vorangehenden Perioden. Hieraus den Schluß ziehen zu wollen, daß eine ausgedehnte Pause nach der Mahlzeit die Resorption für Eiweiß verschlechtert, scheint uns allerdings zu weit gegangen. Zur Stütze einer derartigen Behauptung wäre ein größeres Versuchsmaterial nötig, das einen Zufall bzw. eine nicht erkannte Einwirkung anderer Art mit größerer Sicherheit ausschließt.

Auch bei vorsichtiger Auswertung der Ergebnisse können wir aber feststellen, daß durch Arbeitsbeginn unmittelbar nach der Mahlzeit die Resorption jedenfalls nicht verschlechtert, durch eine Pause nach dem Essen jedenfalls nicht verbessert wird.

Es liegt auf der Hand, daß durch diese Feststellung die Frage Mahlzeit und Arbeitspause keineswegs gelöst ist. Die Forderung, auf eine reichliche Mahlzeit eine Ruhepause folgen zu lassen, ist auch weiterhin zu vertreten — wir selbst neigen dazu, das zu tun —, nur wird man zur Begründung dieser Forderung nicht mehr anführen dürfen, daß die Resorption unter dem Wiederbeginn der Arbeit unmittelbar nach dem Essen leidet.

VI. Zusammenfassung.

An einem Arbeiter, der unter Arbeitsbedingungen, die den realen Verhältnissen entsprachen, Schwerarbeit leistete, wurde die Resorption von Kohlehydrat, Fett und Eiweiß untersucht. Es zeigte sich, daß die Resorption durch einen Arbeitsbeginn unmittelbar nach dem Essen nicht verschlechtert, durch eine Pause, die länger als in der Praxis üblich ist, nicht verbessert wird.
