

Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 37 (1942-1944)

Artikel: Beziehungen zwischen Zuckerresorption und Phosphatstoffwechsel : Einfluss von einigen Anionen auf die Resorption von Glucose und Phosphat aus dem Dünndarm

Autor: Laszt, L.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308180>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Beziehungen zwischen Zuckerresorption und Phosphatstoffwechsel

**Einfluss von einigen Anionen auf die Resorption von Glucose
und Phosphat aus dem Dünndarm**

von L. LASZT.

Die Fragen der Aufnahme von Stoffen aus dem Magendarmkanal und auch aus den Körperflüssigkeiten in die lebenden Zellen, mit denen sich die Resorptionsphysiologie beschäftigt, sind in einem wesentlichen Teil Permeabilitätsfragen, da sie in bedeutendem Masse von dem Vorhandensein von Membranen beeinflusst werden. Somit ist auch in der Membran bzw. der Membrannatur der Zellenoberflächen, die Ursache zu suchen, weshalb der Stoffaustausch im Organismus nicht den uns aus der unbelebten Natur bekannten Gesetzen der freien Diffusion folgt. Das Vorhandensein einer oder mehrerer Membranen in einem System modifiziert mehr oder weniger den Stoffaustausch, wie er nach den Gesetzen der Diffusion und der Osmose erwartet werden kann, je nach dem chemischen und physikalischen Aufbau der Membranen. Dementsprechend schreiben wir einer Membran eine verschiedene Permeabilität zu. Wir wissen, dass es Stoffe gibt, zum Beispiel starke Elektrolyte, die eine hohe Diffusionsfähigkeit zeigen und in die lebende Zelle vielfach nicht oder kaum einzudringen vermögen. Umgekehrt werden manche Stoffe mit geringerem Diffusionsvermögen leichter in die Zelle aufgenommen. Weiterhin vollzieht sich die Aufnahme eines Stoffes in die Zelle bzw. in die Körperflüssigkeit nicht bis zum Eintritt des Diffusionsgleichgewichtes. Aus all dem ist es gerechtfertigt die Zellhaut als eine die einfache Diffusion beeinflussende Grenzfläche, anzunehmen, wobei zunächst die Beschaffenheit der Zellhaut nicht berücksichtigt werden muss. Die Resorptionsforschung ist nun bestrebt, zu untersuchen, ob und wieweit die

Vorgänge bei der Resorption von Stoffen im Organismus nach den physikalischen Kräften der Diffusion und der Osmose vor sich gehen oder noch von anderen Vorgängen mitbeeinflusst werden. Zu einer der interessantesten biologischen Erscheinungen gehört gerade die Resorption der Monosaccharide aus dem Dünndarm. Legt man die oben erwähnten physikalischen Kräfte zu Grunde und betrachtet die Darmschleimhaut als eine einfach gebaute tote Membran, so müssten im Darmlumen gelöste Stoffe die Schleimhaut gemäss ihrer Diffusionsfähigkeit passieren, welche vor allem von der Grösse der Teilchen, der Temperatur und dem Diffusionsgefälle abhängig ist. Somit müsste aus einer aequimolaren Lösung von stereoisomeren Hexosen gleichviel und aus Pentosen mit kleinerem Molekül mehr resorbiert werden. In Wirklichkeit ist aber dies nicht der Fall, sondern Hexosen mit grösserem Molekül werden schneller als Pentosen und die gleich grossen Hexosen unter sich verschieden schnell resorbiert (1,2,3). Schon HÖBER (4) zeigte, dass bei der Zuckerresorption die physikalischen Gesetze sich nicht ganz deutlich widerspiegeln, und wies auf die Möglichkeit hin, dass die Zucker während der Resorption in der Darmschleimhaut irgendwie umgebaut werden, welcher Vorgang zu einer Erhöhung des Diffusionsgefälles führt und somit zu einer Beschleunigung der Resorption. Eine ähnliche Ansicht vertrat auch VERZÁR (5). Ausgehend von den Befunden von MAGEE (6), dass Phosphat die Resorption von Glucose beschleunigt, dagegen die Resorption von Xylose nicht beeinflusst, nahmen WILBRANDT und LASZT (7) an, dass der Vorgang, welcher diese Selektivität der Hexosenresorption bedingt, mit einer Phosphorylierung des betreffenden Zuckers in der Darmschleimhaut verknüpft ist, welche ihrerseits zu einer Erhöhung des Diffusionsgefälles des zu resorbierenden Zuckers führt. Zum Beweis wurde direkt gezeigt, dass die Darmschleimhaut Hexosen phosphorylieren kann und dass diese Fähigkeit durch Zusatz von Monojodessigsäure aufgehoben wird (7,8,9). Weiter wurde gezeigt, dass bei mit Monojodessigsäure vergifteten Ratten die Resorption von Hexosen gehemmt ist, wobei diese alle etwa gleich schnell aufgenommen werden. Dagegen bleibt die Xyloseresorption durch Monojodessigsäure unbeeinflusst (7).

Von anderer Seite mit verschiedenen phosphorylierungshemmenden Stoffen ausgeführte Untersuchungen haben zu gleichen

Ergebnissen geführt (10, 11, 12). In späteren Versuchen fanden LASZT und DALLA TORRE (13), dass bei der Resorption von Monosacchariden aus dem Darm eine Sekretion von Phosphat in das Darmlumen stattfindet, die sich als für die Zuckerresorption spezifisch erwies. Die Sekretions- bzw. Rückresorptionsgeschwindigkeit des Phosphats geht parallel mit der Reihenfolge, in der die Zucker resorbiert werden.

Da im Blute der resorbierte Zucker zum grössten Teil in freier Form vorliegt, wurde angenommen, dass das sezernierte Phosphat beim Durchtritt der vorderen Zellwand zur Phosphorylierung des Zuckers verwendet und beim Austritt aus der Zelle in der hinteren Zellwand, wieder abgegeben wird. In allen weiteren Versuchen hat sich die gegenseitige Beeinflussung von Zucker- und Phosphatresorption gezeigt (14, 15).

Bei parallelen Untersuchungen über den Einfluss von Schilddrüsenhormon und Kaliumjodid auf die Zuckerresorption gelangten wir mit dem Letzteren zu Ergebnissen, welche deutlich auf den Zusammenhang zwischen Zucker- und Phosphatresorption hinweisen. Diese veranlassten uns, die Wirkung einiger weiterer Anionen auf die Resorption von Zucker und Phosphat zu verfolgen.

Methodik.

Zur Durchführung dieser Versuche bedienen wir uns der bei Resorptionsuntersuchungen von uns gewöhnlich angewandten Methode (7). Wir verwenden männliche Ratten von 190-250 g Körpergewicht, die 24 Stunden lang gehungert haben, in Urethannarkose. Die Temperatur der Tiere wird während des Resorptionsversuchs konstant gehalten und vorher und nachher rektal kontrolliert. In eine 30 cm lange Darmschlinge werden 3 ccm der zur Resorption bestimmten Flüssigkeit injiziert. Nach 30 Minuten Resorptionsdauer wird die Darmschlinge vorsichtig herausgeschnitten, von aussen gut mit destilliertem Wasser abgespült, der Inhalt in ein 50 ccm Messkölbchen entleert und das Innere der Darmschlinge mit destilliertem Wasser, unter leichtem Druck, durchgespült. Nach Auffüllen des Kölbchens auf 50 wird in einem aliquoten Teil der Flüssigkeit der Zucker- bzw. Phosphorgehalt bestimmt.

Die Zuckerbestimmung führten wir nach BERTRAND, die Phosphorbestimmung photometrisch aus.

Versuchsergebnisse.

Resorption von Glucose und Phosphat aus dem Darm bei Normalratten. In Tabelle 1 sind die Resultate der Glucoseresorption zusammengestellt. Es wurden in die Darmschlinge 3 ccm einer 10%igen Zuckerlösung injiziert. In Übereinstimmung mit früheren Versuchen sind in einer 1/2 Stunde von einer 10%igen Glucoselösung 50,2% resorbiert und 0,132 mg Phosphor in das Darmlumen sezerniert worden.

TABELLE 1

Resorption von Glucose aus dem Dünndarm bei Normalratten.

Vers. Nr.	Tiergew. g	Temp. °C	Resorpt.-dauer Min.	Eingegebene Menge Glucose mg	Resorbiert		Sezernierte Menge P mg
					mg	%	
310	230	36,5	30	300	162	54,0	0,120
312	200	37,0	30	300	148	49,0	0,127
314	225	36,7	30	300	152	51,0	0,140
325	240	36,5	30	300	158	53,0	0,145
329	220	36,2	30	300	143	48,0	0,130
332	210	37,0	30	300	150	50,0	0,138
337	240	36,8	30	300	141	47,0	0,125
Mittel:					150,6	50,2	0,132

Die Phosphatlösung wurde aus einem Puffergemisch von pH 7,0 hergestellt und soweit verdünnt, dass 1 ccm Lösung 1 mg Phosphor enthielt. In die Darmschlinge wurden 3 ccm davon injiziert. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, werden nach einer 1/2 Stunde 48,5% Phosphor resorbiert.

Einfluss von Natriumjodid auf die Glucose- und Phosphatresorption aus dem Dünndarm. Die Ratten, die zu diesen Versuchen dienten, erhielten 3-4 Stunden vor dem Resorptionsversuch mit der Magensonde 3 ccm von einer $\frac{\text{Mol.}}{75}$ Natriumjodid- bzw. Kalium-

jodidlösung. Die 10%ige Glucoselösung, von der 3 ccm in die Darmschlinge injiziert wurden, war ebenfalls mit $\frac{\text{Mol.}}{75}$ Natriumjodid hergestellt. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich, hat Jodid eine deutlich hemmende Wirkung auf die Glucoseresorption (36,5% und 50,2% bei nicht behandelten Ratten).

TABELLE 2

Resorption von Phosphat aus dem Dündarm bei Normalratten.

Vers. Nr.	Tiergewicht g	Temperatur °C	Resorpt.-dauer Min.	Eingegebene Menge P mg	Resorbiert Menge P mg	
340	223	36,9	30	3,0	1,70	57,0
341	213	36,5	30	3,0	1,52	51,0
350	188	37,3	30	3,0	1,25	42,0
354	193	37,0	30	3,0	1,45	48,0
358	219	37,5	30	3,0	1,43	47,0
362	200	36,2	30	3,0	1,50	50,0
364	220	36,5	30	3,0	1,625	54,0
366	215	36,5	30	3,0	1,25	42,0
370	235	36,8	30	3,0	1,37	44,0
374	240	37,0	30	3,0	1,47	49,0
Mittel:					1,456	48,5

TABELLE 3

Einfluss von Natriunjodid auf die Glucoseresorption aus dem Dünndarm.

Vers. Nr.	Tiergew. g	Temp. °C	Resorpt.-dauer Min.	Eingegebene Menge Glucose mg	Resorbierte Menge Glucose		Sezernierte Menge P mg
					mg	%	
313	220	36,8	30	300	95	32	0,195
316	245	37,0	30	300	120	40	0,188
317	225	36,7	30	300	105	35	0,205
319	240	36,5	30	300	118	39	0,212
Mittel:					109,5	36,5	0,200

Ebenso wie die Glucoseresorption wird, wie weiter aus Tabelle 3 hervorgeht, die Rückresorption des in das Darmlumen sezernierten Phosphors gehemmt.

Bei den Versuchen über die Phosphatresorption wurden die Tiere in gleicher Weise mit Jodid vorbehandelt. Auch enthielt das injizierte Phosphat $\frac{\text{Mol.}}{75}$ Jodid. Es zeigte sich (Tabelle 4), dass

die Phosphatresorption bei mit Jodid behandelten Tieren ebenfalls stark herabgesetzt ist.

TABELLE 4

Einfluss von Natriumjodid auf die Phosphatresorption aus dem Dünndarm.

Vers. Nr.	Tiergew. g	Tempe- ratur °C	Resorpt.- dauer Min.	Eingegebe- ne Menge P mg	Resorbierte Menge P	
					mg.	%
339	205	36,8	30	3,0	1,05	35
346	195	37,0	30	3,0	0,92	31
365	216	37,2	30	3,0	1,12	34
367	181	36,5	30	3,0	1,30	43
368	200	37,2	30	3,0	1,15	38
382	195	37,5	30	3,0	0,89	30
Mittel:					1,07	35,7

Einfluss von Rhodanid auf die Glucose- und Phosphatresorption aus dem Dünndarm. Die Wirkung des Jodidions auf den Ablauf des Lactacidogenstoffwechsels im Muskel wurde von EMBDEN und LEHNARTZ (16) untersucht. Diese zeigten, dass die Abspaltung von Phosphorsäure durch Jodidzusatz aktiviert wird. Sie stellten auch fest, dass eine ebensolche Aktivierung durch andere Anionen nach der Hofmeister'schen Reihe vor sich geht. Am stärksten wirken Rhodanid und Jodid, dann Nitrat, Bromid und Chlorid. Von diesen Beobachtungen ausgehend, haben wir nun auch den Einfluss anderer Anionen auf die Resorption von Glucose und Phosphat untersucht. Bei den Versuchen zur Bestimmung des Einflusses des Rhodanids sind wir ebenso vorgegangen wie oben. Die Tiere erhiel-

ten 3-4 Stunden vor dem Versuch 3 ccm $\frac{\text{Mol.}}{75}$ Rhodanid als Natriumsalz. Die in die Darmschlinge eingeführte Glucose bzw. das Phosphat wurden ebenfalls, um vergleichbare Verhältnisse zu erhalten, in $\frac{\text{Mol.}}{75}$ Natriumrhodanid gelöst. In Tabelle 5 sind die Resultate der Glucoseresorption unter der Wirkung von Rhodanid zusammengestellt.

TABELLE 5

Einfluss von Rhodanid auf die Glucoseresorption aus dem Dünndarm.

Vers. Nr.	Tiergew. g	Temp. °C	Resorpt.-dauer Min.	Eingegebene Menge Glucose mg	Resorbierte Menge Glucose		Sezernierte Menge P mg
					mg.	%	
331	257	36,2	30	300	140	47	0,120
334	245	36,0	30	300	150	50	0,130
335	220	36,2	30	300	158	53	0,138
336	210	36,5	30	300	143	48	0,133
Mittel:					147,8	49,3	0,130

Es ist daraus zu ersehen, dass Rhodanid weder auf die Resorption von Glucose noch auf die Rückresorption des sezernierten Phosphats einen Einfluss hat. Von der injizierten Menge Phosphat wird gleich viel resorbiert wie bei Normaltieren (Tabelle 6).

TABELLE 6

Einfluss von Rhodanid auf die Phosphatresorption aus dem Dünndarm.

Vers. Nr.	Tiergewicht g	Temperatur °C	Resorpt.-dauer Min.	Eingegebene Menge P mg	Resorbierte Menge P	
					mg	%
371	210	37,0	30	3	1,50	50
372	230	36,5	30	3	1,60	53
375	205	37,2	30	3	1,55	52
376	220	37,0	30	3	1,48	49
Mittel:					1,53	51,7

Chlorionen haben ebenfalls keinen hemmenden Einfluss auf die Phosphatresorption (Tabelle 7).

TABELLE 7

Einfluss von Chlor auf die Phosphatresorption aus dem Dünndarm.

Vers. Nr.	Tierge- wicht g	Tempe- ratur °C	Resorpt.- dauer Min.	Eingegebe- ne Menge P mg	Resorbierte Menge P	
					mg	%
385	240	36,2	30	3,0	1,65	55
387	225	36,8	30	3,0	1,51	50
388	220	36,0	30	3,0	1,75	58
Mittel:					1,637	54,8

Einfluss von Sulfid auf die Glucose- und Phosphatresorption aus dem Dünndarm. Vor kurzem berichtet auch MOLLGAARD (17) von Untersuchungen über die Wirkung von Sulfid auf die Resorption bei jungen Schweinen. Er fand, dass schon tägliche Dosen von etwa 500 mg Sulfid die Resorption von Calcium und Phosphor aus dem Darm selektiv hemmen und zu rachitischen Knochenstörungen führen. Nach Verabreichung von Vitamin D wird die Resorption wieder normal und die Knochenveränderungen heilen aus.

Bei unsern Versuchen hat sich gezeigt, dass wenn die Tiere, wie oben vor und während dem Resorptionsversuch mit $\frac{\text{Mol.}}{75}$

Natriumsulfid behandelt werden, die Glucoseresorption, wie aus Tabelle 8 ersichtlich, stark gehemmt ist und entsprechend auch die Rückresorption des sezernierten Phosphors, in ähnlicher Weise, wie wir dies bei experimenteller Rachitis bei Ratten beobachtet haben (15).

Nicht nur die Rückresorption des während der Glucoseresorption in den Darm sezernierten Phosphors wird unter dem Einfluss von Sulfidionen gehemmt, sondern auch die Resorption des in den Darm injizierten Phosphors, wie aus Tabelle 9 hervorgeht.

TABELLE 8

Einfluss von Sulfid auf die Glucoseresorption aus dem Dünndarm.

Vers. Nr.	Tier- gewicht g	Temp. °C	Resorp- tions- dauer Min.	Eingegebe- ne Menge Glucose mg	Resorbierte Menge Glucose		Sezernierte Menge P mg
					mg.	%	
320	247	36,2	30	300	90	30	0,2375
323	250	36,5	30	300	85	28	0,2360
324	212	36,5	30	300	85	28	0,1875
328	220	36,7	30	300	92	31	0,2100
330	210	36,2	30	300	90	30	0,2350
Mittel:					88,4	29,5	0,2230

TABELLE 9

Einfluss von Sulfid auf die Phosphatresorption aus dem Dünndarm.

Vers. Nr.	Tierge- wicht g	Tempe- ratur °C	Resorp- tions- dauer Min.	Eingegebe- ne Menge P mg	Resorbierte Menge P	
					mg	%
342	203	36,5	30	3,0	1,000	33
344	210	36,7	30	3,0	0,805	27
348	205	36,2	30	3,0	1,115	38
363	190	37,1	30	3,0	0,800	27
Mittel:					0,918	30,6

Sowohl Nebennierenrinden-Hormon als auch Vitamin *D* haben eine fördernde Wirkung auf die Resorption von Glucose und Phosphor (18). Werden Ratten 1 Tag vor dem Resorptionsversuch mit $\frac{1}{2}$ mg Desoxycorticosteronacetat und am Tag des Versuches, 2 Stunden vorher, mit 1 ccm Cortin behandelt, so wird dadurch der hemmende Einfluss des Sulfidions aufgehoben (Tabelle 10).

Bei den Versuchen mit Vitamin *D* erhielten die Tiere 6 Stunde vor dem Resorptionsversuch 6 Tropfen *Vi-Dé* (1 ccm = 20 000 *I.E.*). Wie aus der Tabelle 11 hervorgeht, wird nach vorheriger Vitamin *D*-Behandlung die Sulfidwirkung aufgehoben, ja die Resorption von Phosphat ist sogar höher als bei nicht behandelten Normaltieren.

TABELLE 10

Einfluss von Nebennierenrinden-Hormon auf die Resorption von Phosphat aus dem Dünndarm bei mit Sulfid behandelten Ratten.

Vers. Nr.	Tier- gewicht g	Tempe- ratur °C	Resorp- tions- dauer Min.	Eingegebe- ne Menge P mg	Resorbierte Menge P	
					mg	%
343	218	36,5	30	3,0	1,750	58
347	230	36,2	30	3,0	1,275	43
351	250	36,0	30	3,0	1,710	57
355	210	36,8	30	3,0	1,620	54
Mittel:					1,588	52,9

TABELLE 11

Einfluss von Vitamin *D* auf die Resorption von Phosphat aus dem Dünndarm bei mit Sulfid behandelten Ratten.

Vers. Nr.	Tier- gewicht g	Tempe- ratur °C	Resorp- tions- dauer Min.	Eingegebe- ne Menge P mg	Resorbierte Menge P	
					mg	%
345	195	36,2	30	3,0	1,725	57
352	219	36,5	30	3,0	1,720	56
356	200	36,2	30	3,0	1,720	57
Mittel:					1,715	57,2

Diskussion.

Die Epithelzellen der Darmschleimhaut verhalten sich bei der Resorption von Substanzen aus dem Darmlumen nicht wie eine tote Membran, sondern sie haben je nach dem zu resorbierenden Stoff bestimmte Aktivitäten, die durch verschiedene Eingriffe beeinflusst werden können. Der Vorgang, der für die Selektivität der Hexosenresorption verantwortlich ist, wird durch Zugabe von Jodid- und Sulfidionen zum Teil gehemmt, dagegen nicht durch Rhodanid- bzw. Chlorionen, was nicht nur theoretische,

sondern auch praktische Bedeutung hat, besonders die Wirkung von Sulfidionen. Diese können nämlich zweifellos bei Verdauungsstörungen in geringen Mengen im Darm entstehen, und es müsste besonders in der Säuglingsernährung darauf Rücksicht genommen werden. Die Wirkung der Sulfidionen wird durch Vitamin *D* und Nebennierenrinden-Hormon aufgehoben, die in den Phosphorylierungsprozess eingreifen. Die Tatsache, dass sowohl die Glucose- als auch die Phosphatresorption gehemmt werden, spricht wiederum für unsere Annahme, dass die Hexosen bei der Resorption in der Darmschleimhaut phosphoryliert werden. Diese Meinung wird weiter gestützt durch die beiden letzten Untersuchungen von CSÁKY (19) und KJERULF-JENSEN, KAJ (20). CSÁKY fand nämlich, dass eine Methylierung der Glucose an verschiedenen C-Atomen die Resorption nur dann hemmt, wenn dadurch die Phosphorylierungsmöglichkeit blockiert wird, KJERULF-JENSEN, KAJ hat anderseits bei der Resorption von Fructose, Galactose und Glucose die Ester dieser Zucker direkt in der Darmschleimhaut aufgefangen.

Um Anhaltspunkte über die Wirkung der Sulfid- und Jodidionen auf die Resorption zu bekommen, haben wir die Hefegärung, die bekanntlich durch Phosphorylierung der Hexose eingeleitet wird, unter Zusatz dieser beiden Ionen untersucht und fanden, dass schon bei Konzentrationen der Sulfid- und Jodidionen von 0,0001 M die Gärung bei Zimmertemperatur vollständig aufhört, Rhodanid dagegen hat gar keinen Einfluss. Die Gärungsbestimmung wurde mit dem Lohnstein'schen Apparat vorgenommen (1,5%ige Glucoselösung unter Zusatz von 0,1 ccm einer 10%igen Hefesuspension wurde innert 5-6 Stunden vollständig vergoren, hingegen gar nicht wenn noch Sulfid- oder Jodionen hinzugegeben wurden).

Zusammenfassung.

Es wurde der Einfluss von einigen Anionen auf die Resorption von Glucose und Phosphat im Dünndarm untersucht.

Jodid- und Sulfidionen hemmen sowohl die Glucose als auch die Phosphatresorption. Dagegen haben Rhodanid- und Chlorionen keinen Einfluss.

Die Hemmung der Phosphatresorption durch Sulfidionen wird nach Verabreichung von Nebennierenrinden-Hormon oder Vitamin *D* wieder aufgehoben.

Sowohl Sulfid als auch Jodid hemmen die Hefegärung.

Es wird auf die Bedeutung der Phosphorylierung bei der Resorption von Monosacchariden hingewiesen.

*Aus dem Physiologischen Institut
der Universität Fryburg.*

Literatur.

1. NAGANO, J.: *Pflügers' Arch.* **11**, 312. 1902.
2. CORI, C.F., J.: *Biol. Chem.* **66**, 691. 1925. Proc. Roy. Soc. London, **22**, 497. 1925.
3. WILBRANDT, W. und LASZT, L.: *Biochem. Z.* **259**, 398. 1933.
4. HÖBER, R.: *Pflügers Arch.* **74**, 246. 1899.
5. VERZÁR, F.: *Erg. Physiol.* **32**, 391. 1931.
6. MAGEE, H.E. und REID, E.: *J. Physiol.* **73**, 181. 1931.
7. WILBRANDT, W. und LASZT, L.: *Biochem. Z.* **259**, 398. 1933. Arbeiten Ung. biol. Forschungs-Institut, **VI**, 247. 1933.
8. LASZT, L.: *Biochem. Z.* **276**, 44. 1935.
9. LASZT, L. und SÜLLMANN, H.: *Biochem. Z.* **278**, 401. 1935.
10. LUNDSGAARD, E.: *Biochem. Z.* **264**, 209, 221. 1933.
11. WERTHEIMER, E.: *Pflügers Arch.* **223**, 514. 1934.
12. ABDERHALDEN, E. und EFFKEMANN G.: *Biochem. Z.* **268**, 460. 1934.
13. LASZT, L. und DALLA TORRE, L.: *Schweiz. Med. Wschr.* 1416. 1941.
14. LASZT, L.: *Verh. Schweiz. Physiol.* Januar 1941.
15. LASZT, L.: *Verh. Schweiz. Physiol.* Juli 1941.
16. EMBDEN, G. und LEHNARTZ, E.: *Z. Physiol. Chem.* **134**, 243. 1924.
17. MOLLGAARD, H.: *Biedermanns Zbl. Abt. B.* **15**, 1. 1943.
18. LASZT, L.: *Verh. Schweiz. Physiol.* Januar 1942.
19. CSÁKY, T.: *Z. Physiol. Chem.* **277**, 47. 1942.
20. KJERULF-JENSEN, KAJ: *Acta Physiol. scand.* **4**, 225. 1942.