

# Biochemische Zeitschrift.

Beiträge  
zur chemischen Physiologie und Pathologie.

Herausgegeben von

E. Buchner - Würzburg, P. Ehrlich - Frankfurt a. M., F. Hofmeister - Straßburg i. Els., C. von Noorden - Wien, E. Salkowski - Berlin, N. Zuntz - Berlin

unter Mitwirkung von

M. Ascoli - Catania, L. Asher - Bern, J. Bang - Lund, G. Bertrand - Paris, A. Bickel - Berlin, F. Blumenthal - Berlin, A. Bonanni - Rom, F. Bottazzi - Neapel, G. Bredig - Karlsruhe i. B., A. Durig - Wien, F. Ehrlich - Breslau, G. Embden - Frankfurt a. Main, S. Flexner - New York, S. Fränkel - Wien, E. Freund - Wien, U. Friedemann - Berlin, E. Friedmann - Berlin, O. v. Fürth - Wien, G. Galcotti - Neapel, H. J. Hamburger - Groningen, A. Heffter - Berlin, V. Henri - Paris, W. Heubner - Göttingen, R. Höber - Kiel, M. Jacoby - Berlin, R. Kobert - Rostock, M. Kumagawa - Tokio, F. Landolf - Buenos Aires, L. Langstein - Berlin, P. A. Levene - New York, L. v. Liebermann - Budapest, J. Loeb - New York, W. Loeb - Berlin, A. Loewy - Berlin, A. Magnus - Levy - Berlin, J. A. Mandel - New York, L. Marchlewski - Krakau, P. Mayer - Karlsbad, J. Meisenheimer - Berlin, L. Michaelis - Berlin, J. Morgenroth - Berlin, W. Nernst - Berlin, W. Ostwald - Leipzig, W. Palladin - St. Petersburg, W. Paull - Wien, R. Pfeiffer - Breslau, E. P. Pick - Wien, J. Pohl - Breslau, Ch. Porcher - Lyon, F. Roehmann - Breslau, P. Rona - Berlin, S. Salaskin - St. Petersburg, N. Sieber - St. Petersburg, M. Siegfried - Leipzig, S. P. L. Sørensen - Kopenhagen, K. Spiro - Straßburg, E. H. Starling - London, J. Stoklasa - Prag, W. Straub - Freiburg i. B., A. Stutzer - Königsberg i. Pr., F. Tangl - Budapest, H. v. Tappeiner - München, H. Thoms - Berlin, J. Traube - Charlottenburg, A. J. J. Vandevelde - Gent, W. Wiechowski - Prag, A. Wohl - Danzig, J. Wohlgemuth - Berlin.

Redigiert von

C. Neuberg - Berlin.

*Sonderabdruck aus 44. Band, 3. und 4. Heft.*

Fritz Verzar:

Die Arbeit des Pankreas und sein Einfluß auf die  
Verbrennung der Kohlenhydrate.



Dr. Jendrassik

Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1912.

A DEBRECZENI M. KÖR. TUD. EGYESÜL.

UDVOSZÁG

KÖNYVTÁRA

Die

# Biochemische Zeitschrift

erscheint in zwanglosen Heften, die in kurzer Folge zur Ausgabe gelangen und in Bänden von ca. 32 Bogen vereinigt werden sollen. Der Preis eines jeden Bandes beträgt M. 14,—. Die Biochemische Zeitschrift ist durch jede Buchhandlung sowie durch die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

*In der Regel können Originalarbeiten nur Aufnahme finden, wenn sie nicht mehr als 1½ Druckbogen umfassen. Sie werden mit dem Datum des Eingangs versehen und der Reihe nach veröffentlicht, sofern die Verfasser die Korrekturen rechtzeitig erledigen. — Mitteilungen polemischen Inhalts werden nur dann zugelassen, wenn sie eine tatsächliche Richtigstellung enthalten und höchstens 2 Druckseiten einnehmen.*

*Manuskriptsendungen sind an einen der Herausgeber in Berlin,*

*Herrn Prof. Dr. E. Salkowski, NW. 6, Charité, Schumannstr. 20  
oder Herrn Prof. Dr. N. Zuntz, NW. 23, Lessingstr. 50  
oder an den Redakteur,*

*Herrn Prof. Dr. C. Neuberg, Berlin-Charlottenburg 2, Grolmanstr. 12,  
zu richten.*

*Die Verfasser erhalten 60 Sonderabdrücke ihrer Abhandlungen kostenfrei, weitere gegen Berechnung. Für den 16 seitigen Druckbogen wird ein Honorar von M. 40,— gezahlt.*

**Verlagsbuchhandlung von Julius Springer**

**Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.**

44. Band.	Inhaltsverzeichnis.	3. und 4. Heft.	Seite
<b>Quagliariello, G.</b>	Die Änderung der Wasserstoffionenkonzentration während der Hitzeoagulation der Proteine . . . . .		157
<b>Quagliariello, G.</b>	Über die Hydroxylionenkonzentration des Blutes bei der Temperaturerhöhung nach dem Wärmestich . . . . .		162
<b>Rohonyi, Hugo.</b>	Die Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration bei der Pepsinwirkung und das Säurebindungsvermögen einiger hydrolytischer Spaltungsprodukte des Eiweißes . . . . .		165
<b>Glaser, Otto C.</b>	Die Entwicklungsarbeit im Fundulusei . . . . .		180
<b>Berczeller, L.</b>	Über die lipolytische Wirkung verschiedener Organextrakte . . . . .		185
<b>Berczeller, L.</b>	Kritisch-Experimentelles über die Bestimmung der Fette und Lipide des Blutes und über die sogenannte „Lipolyse“ . . . . .		193
<b>Verzár, Fritz.</b>	Die Arbeit des Pankreas und sein Einfluß auf die Verbrennung der Kohlenhydrate . . . . .		201
<b>Belák, Alexander.</b>	Die Wirkung des Phlorizins auf den Gaswechsel und die Nierenarbeit . . . . .		213
<b>Tangl, Franz.</b>	Ein Respirationsapparat für mittelgroße Tiere (Schweine, Schafe) . . . . .		235
<b>Tangl, Franz.</b>	Die minimale Erhaltungsarbeit des Schweines. (Stoff- und Energieumsatz im Hunger) . . . . .		252
<b>Weiser, Stephan.</b>	Über den Ca-, Mg-, P- und N-Umsatz des wachsenden Schweines . . . . .		279
<b>Zuntz, N.</b>	Zur Erklärung der Versuchsergebnisse von Chauveau über die Minderwertigkeit der Fette Kohlenhydraten gegenüber als Energiespender bei Muskelarbeit . . . . .		290
<b>Siegfried, M. und R. Zimmermann.</b>	Berichtigung . . . . .		292

E 232/46

A DEBRECZENI M. KIR. TUD. EGYETEM  
BELKÖLTSÉG  
K Ö N Y V T Á R A

**Die Arbeit des Pankreas und sein Einfluß auf die Verbrennung der Kohlenhydrate.<sup>1)</sup>**

Von  
**Fritz Verzár.**

(Aus dem Institut für physiologische Chemie der Universität Budapest.  
Direktor: Franz Tangl.)

(Eingegangen am 30. Juni 1912.)

Die Versuche, mit denen ich die Größe der Pankreasarbeit messen und den Einfluß dieses Organes auf die Oxydation der Kohlenhydrate prüfen wollte, wurden zu derselben Zeit ausgeführt, als ich die Arbeit der Leber bestimmte, über die ich bei einer früheren Gelegenheit berichtete<sup>2)</sup>. Mit genau derselben Methodik und Versuchsanwendung habe ich versucht, die Größe der Pankreasarbeit zu ermitteln. Ich kann mich also diesbezüglich ganz kurz fassen, indem ich auf meine eben erwähnte Arbeit und auf die Arbeit Tangls<sup>3)</sup> verweise, in der das Prinzip, auf dem diese Ausschaltungsversuche beruhen, eingehend besprochen ist.

Die Ausschaltung des Pankreas aus dem Stoffwechsel vollführte ich in meinen Versuchen durch Totalexstirpation, die ich nach 3 bis 4 Respirationsversuchen an curarisierten Hunden machte. Da die Hunde nicht am Leben erhalten werden mußten, konnte die sonst langwierige Operation der totalen Pankreasextirpation ohne Asepsis in sehr kurzer Zeit, in etwa 15 bis 20 Minuten ausgeführt werden, so daß das Tier nicht einmal aus dem Thermostaten entfernt werden mußte. Die Respirationsversuche wurden gleich nach dem Vernähen der Bauchwunde fortgesetzt.

<sup>1)</sup> Diese Arbeit wurde in der vorliegenden Form auf dem Intern. Physiologenkongreß in Wien (2. X. 1910) vorgetragen.

<sup>2)</sup> Verzár, diese Zeitschr. 34, 52, 63.

<sup>3)</sup> Tangl, ebenda 34, 1.



Tabelle I.

Versuchsreihe 1. Körpergewicht: 7000 g. Datum: 29. VIII. 1910.

Nr.	Anfang	Dauer	Atemvolum pro Minute	O <sub>2</sub> -Abnahme		CO <sub>2</sub> -Zunahme	O <sub>2</sub> -Verbrauch		CO <sub>2</sub> -Ausgabe	CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Körpertemperatur am Anfang u. Ende d. Versuchs ° C	Arterieller Blutdruck Hg mm	Anmerkungen
				in d. Ventilationsluft			pro Minute						
				ccm	‰		‰	ccm					
1	12 <sup>h</sup> 18'	9' 57"	1868	3,79	2,87	70,78	52,12	0,736	39,4 39,5	133			
2	12 <sup>h</sup> 38'	9' 05"	2016	3,57	2,79	71,96	54,47	0,757	39,5 39,6	138			
3	1 <sup>h</sup> 03'	8' 37"	2043	3,50	2,69	71,52	53,21	0,744	39,7 39,8	125			
4	1 <sup>h</sup> 42'	8' 36"	1963	3,03	2,47	59,53	46,86	0,787	39,7 39,7	92	Totalexstirpation des Pankreas von 1 <sup>h</sup> 15' bis 1 <sup>h</sup> 33'; Gewicht des Pankreas: 21 g.		
5	3 <sup>h</sup> 19'	8' 24"	1949	3,25	2,47	63,26	46,42	0,733	39,2 39,2	135			
6	4 <sup>h</sup> 12'	8' 42"	1980	3,05	2,35	60,37	44,82	0,743	39,4 39,6	112			
7	5 <sup>h</sup> 25'	8' 27"	2020	3,09	2,50	62,49	48,69	0,779	39,8 39,7	111			
8	6 <sup>h</sup> 25'	8' 04"	2037	3,18	2,42	64,71	47,53	0,735	39,8 39,8	89			
9	7 <sup>h</sup> 21'	9' 03"	2019	3,05	2,21	61,49	42,83	0,696	39,7 39,5	61			

Tabelle II.

Versuchsreihe 2. Körpergewicht: 3950 g. Datum: 24. I. 1910.

1	11 <sup>h</sup> 06'	10' 22"	1602	2,30	2,12	36,77	32,65	0,888	38,4 38,4	138	
2	11 <sup>h</sup> 24'	10' 33"	1590	2,31	2,12	36,78	32,29	0,878	38,4 38,3	141	
3	11 <sup>h</sup> 47'	10' 41"	1576	2,39	2,17	37,58	32,93	0,876	38,3 38,4	148	
4	1 <sup>h</sup> 15'	11' 09"	1655	2,22	1,90	36,69	30,07	0,820	38,3 38,3	146	Von 12 <sup>h</sup> 5' bis 12 <sup>h</sup> 25' totale Exstirpation des Pankreas.
5	2 <sup>h</sup> 21'	10' 07"	1672	2,33	2,03	39,01	32,47	0,832	38,5 38,6	151	
6	3 <sup>h</sup> 36'	10' 16"	1622	2,42	2,00	39,23	31,04	0,791	38,8 38,5	126	
7	4 <sup>h</sup> 33'	10' 33"	1646	—	1,95	—	30,77	—	38,6 38,8	132	
8	5 <sup>h</sup> 35'	12' 23"	1612	2,36	1,98	38,11	30,52	0,801	38,6 38,6	131	
9	6 <sup>h</sup> 40'	10' 23"	1608	2,26	1,89	36,37	29,02	0,798	38,6 38,6	108	

Tabelle III.

Versuchsreihe 3. Körpergewicht: 8000 g. Datum: 2. IX. 1910.

1	2 <sup>h</sup> 00'	8' 00"	2152	2,66	2,42	57,13	50,26	0,879	38,3 38,2	129	
2	2 <sup>h</sup> 21'	7' 55"	2165	2,65	2,45	57,34	51,23	0,893	38,2 38,2	126	

Tabelle III (Fortsetzung).

Nr.	Anfang	Dauer	Atemvolum pro Minute	O <sub>2</sub> -Abnahme		O <sub>2</sub> -Verbrauch pro Minute	CO <sub>2</sub> -Ausgabe pro Minute	CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Körpertempera- tur am Anfang u. Ende d. Versuchs ° C	Arterieller Blutdruck Hg mm	Anmerkungen		
				in d. Ventila- tionsluft	CO <sub>2</sub> -Zu- nahme							cm	cm
3	2 <sup>h</sup> 42'	7' 22"	2168	2,74	2,48	59,34	52,01	0,877	38,3 38,3	125			
4	3 <sup>h</sup> 29'	7' 42"	2153	2,66	2,38	57,19	49,52	0,866	38,5 38,5	118	Von 2 <sup>h</sup> 55' bis 3 <sup>h</sup> 10' totale Exstirpation des Pan- kreas. Gewicht des Pan- kreas: 15,5 g.		
5	4 <sup>h</sup> 06'	8' 09"	2142	2,74	2,40	58,71	49,54	0,844	38,3 38,4	128			
6	6 <sup>h</sup> 25'	8' 10"	2171	2,76	2,23	59,92	46,61	0,770	38,6 38,6	123			
7	7 <sup>h</sup> 32'	7' 56"	2137	2,84	2,18	60,59	46,65	0,770	38,5 38,4	120			
8	8 <sup>h</sup> 50'	7' 59"	2163	2,85	2,29	61,61	47,61	0,773	38,3 38,3	128			

Obduktionsbefund: Vom Pankreas bloß ein pfenniggroßer, blutleerer Rest vor-  
handen; Darm nicht nekrotisch; in der Bauchhöhle kein Blut.

Tabelle IV.

Versuchsreihe 4. Körpergewicht: 4000 g. Datum: 29. VI. 1910.

1	9 <sup>h</sup> 16'	15' 15"	1109	3,48	2,77	38,57	29,74	0,771	36,2 36,2	139	
2	9 <sup>h</sup> 40'	14' 35"	1091	3,34	2,65	36,49	27,95	0,765	36,4 36,7	140	
3	10 <sup>h</sup> 10'	16' 54"	1090	3,46	2,81	37,69	29,66	0,787	36,9 37,1	138	
4	10 <sup>h</sup> 52'	16' 12"	1091	3,41	2,71	37,24	28,69	0,771	36,9 37,0	135	
5	11 <sup>h</sup> 42'	15' 07"	1123	2,64	2,26	29,61	24,40	0,824	37,0 37,0	69	Ca. 11 <sup>h</sup> totale Exstirpation des Pankreas.
6	12 <sup>h</sup> 08'	15' 30"	1117	2,71	2,28	30,31	25,45	0,840	37,0 37,1	72	
7	12 <sup>h</sup> 39'	14' 51"	1116	2,90	2,42	32,31	26,86	0,835	37,1 37,1	92	
8	1 <sup>h</sup> 25'	15' 47"	1152	2,68	2,29	30,83	25,39	0,824	36,4 36,3	88	
9	2 <sup>h</sup> 10'	14' 27"	1127	3,22	2,98	36,33	32,63	0,899	36,4 36,5	117	Von 1 <sup>h</sup> 45' bis 2 <sup>h</sup> 35' In- fusion von 100 ccm 10 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> - iger Traubenzuckerlsg.
10	3 <sup>h</sup> 40'	15' 27"	1122	2,83	2,53	31,79	27,48	0,865	36,8 36,7	94	
11	4 <sup>h</sup> 33'	14' 23"	1113	2,89	2,40	32,10	26,67	0,828	37,0 37,1	82	Nach der Zuckerinfusion 25 ccm Harn, enthaltend 0,53 g Traubenzucker.

Obduktionsbefund: Pankreas total entfernt; Darm nicht nekrotisch;  
in der Bauchhöhle wenig Blut.

Tabelle V.

Versuchsreihe 5. Körpergewicht: 6800 g. Datum: 2. VII. 1910.

Nr.	Anfang	Dauer	Atemvolum pro Minute ccm	O <sub>2</sub> -Ab- nahme	CO <sub>2</sub> -Zu- nahme	O <sub>2</sub> -Ver- brauch pro Minute ccm	CO <sub>2</sub> - Ausgabe ccm	CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Körpertempera- tur am Anfang u. Ende d. Versuchs ° C	Arterieller Blutdruck Hg mm	Anmerkungen		
				in d. Ventila- tionsluft								pro Minute	
				%	%							ccm	ccm
1	12 <sup>h</sup> 55'	10' 38"	1706	3,00	2,27	51,18	37,50	0,729	38,5 38,6	152			
2	1 <sup>h</sup> 30'	10' 56"	1747	2,94	2,27	51,28	38,16	0,744	38,7 38,7	145			
3	2 <sup>h</sup> 10'	10' 31"	1726	2,95	2,35	51,00	39,19	0,768	38,6 38,5	149			
4	2 <sup>h</sup> 50'	8' 49"	1809	2,32	2,07	41,94	35,84	0,854	38,4 38,4	75	Von 2 <sup>h</sup> 25' bis 2 <sup>h</sup> 35' to- tale Pankresexstirpation; Gewicht des Pan- kreas: 13,7 g.		
5	3 <sup>h</sup> 15'	9' 18"	1787	2,63	2,38	46,99	41,08	0,874	38,6 38,6	103			
6	3 <sup>h</sup> 41'	9' 26"	1800	2,66	2,36	47,86	40,92	0,855	38,6 38,6	124			
7	4 <sup>h</sup> 09'	9' 18"	1779	2,51	2,26	44,71	38,62	0,864	38,6 38,6	109			
8	4 <sup>h</sup> 45'	9' 30"	1804	2,80	2,94	50,54	51,56	1,020	38,3 38,2	129	Von 4 <sup>h</sup> 20' bis 5 <sup>h</sup> 10' In- fusion von 170ccm 10%/o- iger Traubenzuckerlsg.		
9	5 <sup>h</sup> 13'	9' 16"	1804	2,87	2,73	51,83	47,63	0,919	38,4 38,6	134			
10	6 <sup>h</sup> 03'	9' 47"	1876	2,65	2,23	49,66	41,87	0,840	39,0 39,0	91			
11	6 <sup>h</sup> 45'	9' 36"	1854	2,49	2,27	46,17	40,40	0,875	39,0 39,0	120	Nach der Zuckerinfusion 49ccm Harn, enthaltend 1,42 g Traubenzucker.		

Obduktionsbefund: Pankreas total entfernt; Duodenum etwas bläulich verfärbt;  
nicht gangränös.

Tabelle VI.

Versuchsreihe 6. Körpergewicht: 4150 g. Datum: 31. I. 1910.

1	10 <sup>h</sup> 32'	9' 36"	1774	1,86	1,71	33,04	28,80	0,872	37,8 37,8	169	
2	10 <sup>h</sup> 47'	9' 09"	1824	1,84	1,71	33,49	29,64	0,885	37,7 37,5	158	
3	11 <sup>h</sup> 03'	9' 13"	1777	1,95	1,80	34,60	30,44	0,880	37,5 37,4	160	
4	11 <sup>h</sup> 23'	9' 22"	1806	1,95	1,74	35,16	29,84	0,849	37,6 37,7	151	
5	12 <sup>h</sup> 11'	8' 52"	1866	1,70	1,58	31,68	27,85	0,879	37,7 37,7	122	Von 11 <sup>h</sup> 45' bis 11 <sup>h</sup> 57' totale Exstirpation des Pankreas.
6	1 <sup>h</sup> 09'	10' 20"	1857	1,65	1,55	30,59	27,23	0,890	37,7 37,7	88	

Tabelle VI (Fortsetzung).

Nr.	Anfang	Dauer	Atemvolum pro Minute	O <sub>2</sub> -Abnahme		O <sub>2</sub> -Verbrauch	CO <sub>2</sub> -Ausgabe	CO <sub>2</sub> / O <sub>2</sub>	Körpertempera- tur am Anfang u. Ende d. Versuchs ° C	Arterieller Blutdruck	Anmerkungen
				in d. Ventilationsluft	pro Minute						
7	2 <sup>h</sup> 18'	9' 40"	1826	1,76	1,64	32,12	28,47	0,886	37,9 37,9	133	
8	3 <sup>h</sup> 16'	8' 39"	1847	1,64	1,57	30,20	27,39	0,907	37,9 37,9	89	
9	4 <sup>h</sup> 18'	9' 08"	1843	2,18	1,95	40,22	34,30	0,853	37,9 37,9	92	Von 3 <sup>h</sup> 30' bis 4 <sup>h</sup> 45' In- fusion von 150 ccm einer 3% igen Lösung von lös- licher Stärke in 0,75%o- iger Kochsalzlösung.
10	4 <sup>h</sup> 45'	9' 03"	1849	2,22	1,83	41,00	32,23	0,786	37,9 37,9	143	
11	5 <sup>h</sup> 37'	9' 26"	1830	1,92	1,71	35,11	29,71	0,846	38,1 38,0	105	Im Harn viel Stärke: starke Jodreaktion!
12	7 <sup>h</sup> 17'	9' 45"	1654	1,94	1,70	32,15	26,77	0,833	38,0 38,1	—	

Tabelle VII.

Versuchsreihe 7. Körpergewicht: 4500 g. Datum: 28. I. 1910.

1	11 <sup>h</sup> 20'	9' 22"	1952	1,83	1,70	35,71	31,53	0,833	38,4 38,5	135	
2	11 <sup>h</sup> 40'	9' 06"	1961	1,94	1,75	38,07	32,67	0,858	38,4 38,3	124	
3	11 <sup>h</sup> 58'	8' 30"	2031	—	1,66	—	31,91	—	38,3 38,3	109	
4	12 <sup>h</sup> 55'	9' 59"	1917	1,77	1,61	33,89	29,18	0,861	38,5 38,7	53	Von 12 <sup>h</sup> bis 12 <sup>h</sup> 25' totale Exstirpation des Pan- kreas.
5	1 <sup>h</sup> 05'	9' 23"	1980	1,71	1,59	33,86	29,80	0,880	38,4 38,5	50	
6	2 <sup>h</sup> 32'	8' 03"	2002	2,16	1,75	43,15	33,32	0,772	38,7 38,9	74	Von 1 <sup>h</sup> 41' bis 3 <sup>h</sup> 31' In- fusion von 150 ccm einer 3% igen Lösung von lös- licher Stärke in 0,75%o- iger Kochsalzlösung.
7	3 <sup>h</sup> 12'	8' 30"	2020	2,01	1,57	40,56	30,07	0,742	38,4 38,3	63	
8	4 <sup>h</sup> 04'	8' 39"	2047	1,78	1,50	36,36	29,03	0,798	38,4 38,3	38	
9	5 <sup>h</sup> 27'	8' 29"	2108	1,76	1,49	37,03	29,66	0,801	38,3 38,3	—	
10	6 <sup>h</sup> 26'	7' 24"	2247	1,77	1,53	39,70	32,40	0,816	38,7 38,7	—	

In der Mehrzahl der Versuche habe ich dann 2 bis 3 Stunden nach der Exstirpation des Pankreas in die Vena jugularis Dextroselösung bzw. Amylum solubile-Lösung einfließen lassen und den respiratorischen Gaswechsel neuerdings bestimmt. Diese Versuche sollten darüber Aufschluß geben, ob sich die Kohlenhydrate nach der Pankreasexstirpation am Stoffwechsel beteiligen.

Die Ergebnisse der Versuche sind in den vorstehenden Tabellen I bis VII mit allen nötigen Einzelheiten angeführt.

### 1. Die Arbeit des Pankreas.

Die Exstirpation des Pankreas ist ein so gewaltiger Eingriff, daß er begreiflicherweise viele und tiefgehende Veränderungen in zahlreichen Funktionen hervorruft. Ohne in die Besprechung dieser Veränderungen eingehen zu wollen, muß ich doch hervorheben, daß in den meisten Versuchen ein bedeutendes Sinken des Blutdrucks zu bemerken ist, das auf eine erhebliche Veränderung der Zirkulationsverhältnisse hinweist. Bedenkt man nun auch noch, daß das Pankreas sehr ausgedehnte chemische Korrelationen mit vielen anderen Organen unterhält und deren Stoffumsatz beeinflusst, so ist es naheliegend, daß die Ausschaltung des Pankreas Änderungen in der Respiration verursacht, die nicht nur vom Wegfall seiner eigenen Arbeit stammen. Die Änderung im  $O_2$ -Verbrauche ist also das Maß dieses Gesamteinflusses des Pankreas auf den Stoffwechsel des ganzen Organismus und nicht allein des Stoffumsatzes im Pankreas selbst. Bei jenen Organen, die keine so weitgehende Korrelationen haben wie das Pankreas, kann der Unterschied zwischen diesen beiden Größen ein geringer sein.

Immerhin kann auch beim Pankreas an die Möglichkeit gedacht werden, daß die „Korrelationsstörungen“ nicht sofort nach dem Ausschalten der Organe oder wenigstens nicht mit voller Intensität eintreten, so daß man die sofort nach der Exstirpation beobachtete Veränderung des Gaswechsels wenigstens zum allergrößten Teil auf den Fortfall der eigentlichen Pankreasarbeit beziehen kann.

Ich habe zunächst aus den oben mitgeteilten Daten die Veränderungen des  $O_2$ -Verbrauchs und der  $CO_2$ -Ausgabe nach der Pankreasexstirpation berechnet, und zwar habe ich, um die Wirkung der eben besprochenen Korrelationsstörungen möglichst auszuschließen, nur die zwei ersten Versuche nach der Exstirpation bei der Berechnung berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Berechnung zeigt die Tabelle VIII.

Es stellt sich aus diesen Zahlen heraus, daß der  $O_2$ -Verbrauch wie auch die  $CO_2$ -Ausgabe nach der Pankreasexstirpation fast ausnahmslos sinken, nur in 2 Versuchen ergibt sich eine sehr

Tabelle VIII.

Veränderung im respiratorischen Gaswechsel nach der Pankreas-  
exstirpation.

Ver- suchs- reihe Nr.	O <sub>2</sub> -Verbrauch				CO <sub>2</sub> -Ausgabe			
	vor der Pankreas- exstirpation	nach	Veränderung		vor der Pankreas- exstirpation	nach	Veränderung	
	pro Minute		ccm	‰	pro Minute		ccm	‰
ccm	ccm	ccm			ccm			
1	71,42	61,40	-10,02	-14,03	53,27	46,64	-6,63	-12,45
2	37,04	37,85	+ 0,81	+ 2,19	32,63	31,25	-1,38	- 4,23
3	59,94	58,61	+ 0,67	+ 1,15	51,17	48,56	-2,61	- 5,10
4	37,50	30,76	- 6,74	-18,00	29,01	25,53	-3,48	-12,00
5	51,16	45,38	- 5,78	-11,29	38,28	39,12	+ 0,84	+ 2,19
6	34,07	31,15	- 2,92	- 8,57	29,68	27,76	- 1,92	- 6,47
7	36,89	33,88	- 3,01	- 8,16	32,10	29,49	-2,61	- 8,13
	Mittelwert -8,26				- 6,33			

geringe Erhöhung des O<sub>2</sub>-Verbrauchs und einmal eine sehr geringe Zunahme der CO<sub>2</sub>-Ausgabe. Aber auch in diesen Versuchen zeigt der 1. Versuch unmittelbar nach der Pankreasexstirpation eine Abnahme, und nur, weil im Verlauf der nächsten Stunde bereits O<sub>2</sub>-Verbrauch bzw. CO<sub>2</sub>-Produktion wieder ansteigen, ergibt sich ein höherer Mittelwert. Der Ausfall schwankt zwischen 8 bis 18‰. Auch ist die Abnahme des O<sub>2</sub>-Verbrauchs ausnahmslos größer als die der CO<sub>2</sub>-Ausgabe. Im Durchschnitt aller Versuche nimmt der O<sub>2</sub>-Verbrauch nach der Pankreasexstirpation um 8,26‰, die CO<sub>2</sub>-Ausgabe um 6,33‰ ab.

Dieser Ausfall würde also allerdings mit der oben betonten Reserve der Arbeit des Pankreas entsprechen, die demnach eine ziemlich bedeutende sein müßte, da das Gewicht des Pankreas nur ca. 0,3‰ des Körpergewichts beträgt<sup>1)</sup>. Ich möchte aber dieser Arbeitsgröße kein besonderes Gewicht beilegen, weil ja die bereits oben erwähnten Korrelationsstörungen auch für die 2 ersten Versuche nach der Pankreasexstirpation nicht ganz ausgeschlossen werden können. Mohr<sup>2)</sup>, der an nicht curarierten Tieren arbeitete, fand nach der Pankreasexstirpation

<sup>1)</sup> In Versuch 1 betrug das Gewicht des Pankreas 0,30‰, in Versuch 5 0,29‰ des Körpergewichts.

<sup>2)</sup> Mohr, Zeitschr. f. experim. Pathol. u. Ther., 4910.

eine Erhöhung des Gaswechsels, während Colasanti und Bonnani<sup>1)</sup> die CO<sub>2</sub>-Produktion um  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{2}{3}$  kleiner fanden.

## 2. Der respiratorische Quotient nach der Pankreasextirpation.

Im weiteren Verhalten des Gaswechsels nach der Extirpation ist in den meisten Versuchen ein allmähliches Ansteigen des O<sub>2</sub>-Verbrauchs, wie auch der CO<sub>2</sub>-Produktion zu beobachten, allerdings nicht ausnahmslos.

Bemerkenswert ist das Verhalten des respiratorischen Quotienten. Es ist bekannt, daß letzterer nach der Pankreasextirpation sinkt, was damit erklärt wird, daß nun weniger Kohlenhydrate verbrannt werden. In den Versuchen, wo der respiratorische Quotient sogleich nach dem Eingriffe untersucht wurde, ist das nicht immer der Fall. In den Versuchen 1 und 6 blieb er ziemlich unverändert. In den Versuchen 2 und 3 sank er. In den Versuchen 4, 5, 7 stieg er.

In drei Versuchen (Nr. 1, 2, 3) verfolgte ich die Respiration längere Zeit, bis zu 6 bis 7 Stunden nach der Extirpation, ohne weitere Eingriffe. Es zeigte sich, daß der respiratorische Quotient, der in der ersten Zeit bis etwa 3 Stunden nach der Extirpation ziemlich gleich auf der nach der Operation erreichten Höhe blieb, nun langsam, aber fortwährend sinkt.

Das würde dafür sprechen, daß nach der Pankreasextirpation nach und nach aus dem Körper etwas verschwindet, was normalerweise den respiratorischen Quotienten hochhält (Pankreashormon).

Mohr (l. c.) fand nach der Pankreasextirpation in den ersten Stunden sehr niedrige Quotienten, 0,53 bis 0,72; später höhere, bis 0,766.

## 3. Kohlenhydratverbrennung nach der Pankreasextirpation.

Eine wichtige Rolle des Pankreas bei der Verwertung der Kohlenhydrate ist zweifellos festgestellt. Dagegen wissen wir noch nicht, ob die Verwertung der Kohlenhydrate nach der Pankreasextirpation vollständig fehlt. Wir wissen also nicht, ob ohne Pankreas Kohlenhydrate im tierischen Organismus

<sup>1)</sup> Colasanti und Bonnani, Bull. della reg. Acc. med. di Roma 1897. Zit. n. Luciani Physiol.

vollständig verbrannt werden können. Porges und Salomon<sup>1)</sup> exstirpierten das Pankreas und unterbanden dann sämtliche Bauchgefäße und fanden ebenso wie Porges<sup>2)</sup> bei Unterbindung der Bauchgefäße bei normalen Tieren eine Erhöhung des respiratorischen Quotienten. Porges hatte gefolgert, daß die Erhöhung des respiratorischen Quotienten hierbei beweist, daß nach Ausschaltung der Leber Kohlenhydrate verbrannt werden. Ich habe bereits früher auf die Unzulänglichkeit dieses Beweises für die aufgeworfene Frage hingewiesen und kann deshalb auch aus dem Ergebnis von Porges und Salomon nicht den von den Autoren gezogenen Schluß ziehen, daß im „Diabetes die Zuckerverbrennung nicht gestört“ sei.

Durch einen polemischen Artikel von Porges<sup>3)</sup> bin ich gezwungen, die Gründe, warum die Versuche von Porges nicht zu den weitgehenden Schlüssen berechtigen, die er aus seinen Versuchen zieht, noch einmal zu beleuchten. Porges stützt seine Ansicht nun damit: „...ist es mein gutes Recht, meine Versuchsergebnisse in meinem Sinne zu verwenden, denn bis jetzt sind ähnliche Ergebnisse, d. h. regelmäßige, anscheinend gesetzmäßige Erhöhungen des respiratorischen Quotienten bis zu dem für Kohlenhydratverbrennung gültigen Werte noch bei keiner anderen Organausschaltung erhalten worden.“

Diese Stütze der Porgesschen Erklärung muß fallen gelassen werden, da Tangl gezeigt hat, daß auch nach Exstirpation der Nieren in 8 Fällen von 9 (abgesehen von seinem als unsicher bezeichneten Versuch 4), ein Steigen des respiratorischen Quotienten zu beobachten ist. Man wird aber wohl kaum hieraus folgern wollen, daß nach Nierenausschaltung mehr Kohlenhydrate verbraucht werden. Meine Mahnung zur Vorsicht bei einer so weitgehenden Verwendung des respiratorischen Quotienten nach einem derartigen Eingriffe, wie es die Ausschaltung sämtlicher Bauchorgane ist, ist also wohl durchaus berechtigt. Außerdem muß in Porges' Versuchen auch noch die durch die Nierenausschaltung bewirkte Erhöhung hineingespielt haben, so daß seine Versuche also auch insofern nicht eindeutig sind<sup>4)</sup>.

---

1) Porges und Salomon, diese Zeitschr. 27, 143.

2) Porges, ebenda 36, 131.

3) Porges, ebenda 36, 342.

4) Ohne auf die Polemik Porges' weiter einzugehen, bemerke ich, 1. daß er die gewünschte Aufklärung über Fütterung meiner Tiere auf S. 59 meiner Arbeit (24 bis 36stündiges Hungern) findet. 2. In bezug auf Bedeutung meiner Versuche ist S. 53 ausgeführt, daß es sich nur um Bestimmung der Respiration nach Ausschaltung des Gebiets der Vena portae handelt.

Wie bereits oben erwähnt, habe ich die oben aufgeworfene Frage, ob Kohlenhydrate auch ohne Pankreas verbrannt werden, in der Weise zu lösen gesucht, daß ich nach der Pankreasextirpation den Tieren verschiedene Kohlenhydrate beibrachte, und zwar in zwei Versuchen 10% Dextrose- und in zwei Versuchen 3%ige, in physiologischer Kochsalzlösung gelöste Amylum solubile-Lösung in die Vena jugularis sehr langsam (in etwa 50 Minuten) injizierte.

Tabelle IX.

Veränderung im respiratorischen Gaswechsel der pankreaslosen Tiere nach der Dextroseinfusion.

Versuchsreihe Nr.	O <sub>2</sub> -Verbrauch				CO <sub>2</sub> -Ausgabe			
	vor   nach der Dextrose- infusion		Veränderung		vor   nach der Dextrose- infusion		Veränderung	
	pro Minute				pro Minute			
	ccm	ccm	ccm	%	ccm	ccm	ccm	%
4	30,76	33,41	+ 2,65	+ 8,6	25,53	28,93	+ 3,40	+ 13,3
5	45,38	49,55	+ 4,17	+ 9,2	39,12	45,36	+ 6,24	+ 15,9

In Versuch 4 und 5 (siehe auch Tabelle IX) habe ich Dextrose eingeführt. Sowohl O<sub>2</sub>-Verbrauch wie CO<sub>2</sub>-Produktion nahm zu, letztere aber mehr, so daß in beiden Fällen der respiratorische Quotient deutlich stieg. In Versuch 4 von 0,824 auf 0,899, in Versuch 5 von 0,864 auf 1,020, so daß man wohl mit Sicherheit den Schluß ziehen darf, daß wenigstens ein Teil des injizierten Zuckers vollständig verbrannt wurde.

Zur Verbrennung des Zuckers ist also die Anwesenheit des Pankreas nicht nötig. Es sind zwei Möglichkeiten vorhanden: Entweder können die Organe auch ohne Pankreas Kohlenhydrate verbrennen, oder aber es war in meinen Versuchen von dem zu der Verbrennung der Kohlenhydrate möglicherweise nötigen inneren Sekret des Pankreas (Pankreashormon) noch genügend vorhanden, da ja die Zuckereinjektion erst kurze Zeit nach der Pankreasextirpation folgte<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die soeben erschienene Mitteilung von Knowlton und Starling (Centralbl. f. Physiol. 26, 169) macht nach Versuchen am Säugerherzen die letztere Annahme wahrscheinlich.

Tabelle X.

Veränderung im respiratorischen Gaswechsel der pankreaslosen Tiere nach der Stärkeinfusion.

Ver- suchs- reihe Nr.	O <sub>2</sub> -Verbrauch				CO <sub>2</sub> -Ausgabe			
	vor der Stärke- infusion	nach	Veränderung		vor der Stärke- infusion	nach	Veränderung	
	pro Minute		ccm	%	pro Minute		ccm	%
ccm	ccm	ccm			ccm			
6	31,15	37,12	+ 5,97	+ 19,2	27,76	30,75	+ 2,99	+ 10,8
7	33,88	39,36	+ 5,48	+ 16,2	29,49	30,89	+ 1,49	+ 5,1

Bei der Ausnutzung intravenös eingeführter Stärke liegen die Verhältnisse anders (Tabelle X). Ich habe in einer früheren Arbeit<sup>1)</sup> gezeigt, daß dieselbe verbrannt wird, wenn man sie so langsam injiziert, daß sie vorher im Blut saccharifiziert werden kann, sonst wird sie unverändert ausgeschieden.

In Versuchsreihe 6 und 7 wurde zuerst das Pankreas exstirpiert und dann so langsam, daß erfahrungsgemäß bei normalen Tieren eine Verbrennung erfolgt wäre, Stärke injiziert. Während bei normalen Tieren hiernach der R.Q. sogleich ansteigt, hauptsächlich durch Zunahme der CO<sub>2</sub>-Produktion, zeigt sich in diesen Versuchen keine Spur davon.

Man könnte den Einwand erheben, daß das Steigen des R.Q. nach der Stärkeinfusion verdeckt wurde durch das fortwährende Sinken derselben, wie es — wie oben erwähnt — nach der Pankreasekstirpation auftritt. Dieser Einwand ist hinfällig, da das Sinken des R.Q. erst später und allmählich eintritt und auch nicht groß genug ist, um das zu erwartende Steigen des Quotienten zu verdecken; vor allem sprechen die Dextroseversuche gegen eine solche Möglichkeit, in denen ja eine Erhöhung des Quotienten prompt erfolgte.

Im Gegenteil sinkt in allen Versuchen nach der Injektion der R.Q. dadurch, daß der O<sub>2</sub>-Verbrauch stark, die Kohlensäureproduktion nur wenig erhöht wird.

Ich kann das nur als Kochsalzwirkung erklären. Wie ich gezeigt habe<sup>2)</sup>, erhöht NaCl den O<sub>2</sub>-Verbrauch und erniedrigt

<sup>1)</sup> Verzář, diese Zeitschr. 34, 66.

<sup>2)</sup> Verzář, diese Zeitschr. 34, 41.

den R.Q. Da nun die Stärke in diesen Versuchen keinen Einfluß auf den Gaswechsel hatte, zeigte sich nur die Kochsalzwirkung.

Wir sehen also, daß intravenös infundierte Stärke bei Abwesenheit des Pankreas im Gegensatz zur Dextrose nicht verbrannt wird. Da ich fand, daß intravenös eingeführte Stärke nur dann ausgenutzt wird, wenn sie im Blute saccharifiziert wird, so kann diese Tatsache damit erklärt werden, daß bei den pankreaslosen Tieren die Stärke im Blute nicht saccharifiziert und darum auch nicht verbrannt wurde. Wir wissen, daß nach totaler Pankreasexstirpation in den ersten Tagen die Blutdiastase stark abnimmt, was zuletzt wieder von Wohlgemuth<sup>1)</sup> bestätigt wurde. Darum kann aber auch die Stärke nicht verzuckert werden.

### Zusammenfassung.

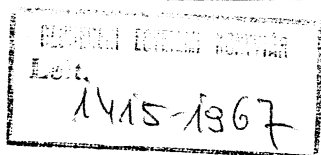
Nach Exstirpation des Pankreas sinkt der O<sub>2</sub>-Verbrauch und die CO<sub>2</sub>-Produktion, um aber dann wieder zu steigen. Die tiefgreifenden Korrelationsstörungen machen es hier kaum möglich, die Arbeit des Pankreas zu berechnen. Betrachtet man aber nur die Abnahme des O<sub>2</sub>-Verbrauchs in der ersten Stunde, so läßt sich etwa ein Wert von 8% des gesamten O<sub>2</sub>-Verbrauches auf das Pankreas beziehen.

Nach der Exstirpation sinkt der respiratorische Quotient kontinuierlich, um erst nach mehreren Stunden einen konstanten niederen Wert einzunehmen. Das scheint zu beweisen, daß nach der Exstirpation nach und nach eine Substanz verschwindet, die den respiratorischen Quotienten des normalen Tieres hochhält, bzw. die Verbrennung der Kohlenhydrate regelt.

Injiziert man kurze Zeit nach Exstirpation des Pankreas Dextrose intravenös, so findet man ein Steigen des respiratorischen Quotienten zum Zeichen, daß Zucker auch ohne Pankreas verbrannt wird.

Intravenös injizierte Stärke wird jedoch nicht verbrannt, da sie wahrscheinlich im Blute nicht vorher saccharifiziert werden kann.

<sup>1)</sup> Wohlgemuth, diese Zeitschr. 21, 381.



Vor kurzem erschienen:

# Die aromatischen Arsenverbindungen

Ihre Chemie nebst einem Überblick über  
ihre therapeutische Verwendung

Von

**Dr. Hans Schmidt**

Preis M. 2,80; in Leinwand gebunden M. 3,40

## Inhaltsverzeichnis

- I. Einleitendes und Übersichtstafel.
  - II. Synthetische Methoden (Einführung von Arsen in den Benzolkern):
    1. Arsensäureschmelze von Aminen, 2. von Phenolen, 3. Meyersche,
    4. Barthsche Reaktion, 5. Umsetzung von  $\text{AsCl}_3$  mit Benzol usw.,
    6. mit Quecksilberarylen, 7. mit Halogenbenzol durch Natrium in ätherischer Lösung, 8. Synthesen mit Hilfe von magnesiumorganischen Verbindungen. Allgemeines.
  - III. Die aromatischen Arsenverbindungen, nach den Oxydationsstufen geordnet:
    1. Arylarsinsäuren, 2. Arylarsenoxyde, 3. Dihydroxyarsenverbindungen, 4. Arsenverbindungen, 5. Tetraaryldiarsine, 6. Arsine und Arsoniumverbindungen.
  - IV. Die am Arsen halogenierten aromatischen Arsenverbindungen.
  - V. Die am Arsen geschwefelten aromatischen Arsenverbindungen.
  - VI. Weitere Substituenten im Benzolkern der aromatischen Arsenverbindungen:
    1. Alkyle (Homologe), 2. Carboxylgruppe, 3. Sulfogruppe, 4. Halogene, 5. Hydroxylgruppe, 6. Nitrogruppe, 7. Aminogruppe, Tabellen, 8. Quecksilber.
  - VII. Aromatische Arsenverbindungen im weiteren Sinne (Benzyl-, Indol-, Campherarsenverbindungen, Arsenrichloridanilin, Arsenanilinbrechweinstein, Ester der arsenigen und der Arsensäure usw.).
  - VIII. Analytisches.
  - IX. Überblick über die therapeutische Verwendung.
  - X. Literaturverzeichnis.
- Nachtrag.

---

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung.**

---

Im Juni 1911 erschien:

# Der Harn

## sowie die übrigen Ausscheidungen und Körperflüssigkeiten von Mensch und Tier

Ihre Untersuchung und Zusammensetzung  
in normalem und pathologischem Zustande

Ein Handbuch für Ärzte, Chemiker und Pharmazeuten  
sowie zum Gebrauch an landwirtschaftlichen Versuchsstationen

Unter Mitarbeit hervorragender Fachmänner herausgegeben von

**Dr. Carl Neuberg**

Universitätsprofessor und Abteilungsvorsteher am Tierphysiologischen Institut  
der Königl. Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin

Zwei Teile. 1862 Seiten großoktav mit zahlreichen Textfiguren und Tabellen

Preis M. 58,—; in 2 Halblederbänden gebunden M. 63,—

### Inhaltsübersicht

**Allgemeine Untersuchung des Harns.** Von Dr. P. Mayer-Karlsbad.

**Die Untersuchung der anorganischen Harnbestandteile** (wie der anorganischen Stoffe in den Sekreten). Von Prof. Dr. S. Fränkel-Wien.

**Die Untersuchung der organischen, stickstofffreien Substanzen des Harns.** Von Prof. Dr. C. Neuberg-Berlin.

**Die stickstoffhaltigen Körper des Harns.** Von Privatdozent Dr. A. L. Andersen-Kopenhagen.

**Der Nachweis von Arznei- und Giftstoffen in Harn, Faeces, Blut usw.** Von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Heffter-Berlin.

**Fermente und Antifermente im Harn.** Von Prof. Dr. M. Jacoby-Berlin.

**Die mikroskopische Harnuntersuchung.** Von Prof. Dr. med. et phil. C. Posner-Berlin.

**Harn- und Blutfarbstoffe und deren Chromogene sowie Melanine.** Von Prof. Dr. R. v. Zeynek-Prag.

**Blut, Lymphe, Transsudate, Exsudate, Eiter, Cysten, Milch und Colostrum (exkl. Farbstoffe).** Von Prof. Dr. Ivar Bang-Lund.

**Fermente, Antifermente, Antikörper des Blutes.** Von Prof. Dr. M. Jacoby-Berlin.

**Die mikroskopische Untersuchung des Blutes.** Von Dr. A. Pappenheim-Charlottenburg.

**Speichel, Mageninhalt, Pankreassaft, Darmsekrete, Galle, Sperma, Prostataflüssigkeit, Sputum, Nasensekret, Tränen, Schweiß und Fisteln der betr. Organe.** Von Professor Dr. J. Wohlgemuth-Berlin.

**Die chemische Untersuchung der Faeces.** Von O. Schumm-Hamburg.

**Klinische Untersuchungsmethoden der Faeces.** Von Prof. Dr. A. Albu-Berlin.

**Kurze Übersicht über die bakteriologische Untersuchung des Harns.** Von Prof. Dr. J. Morgenroth-Berlin und Dr. L. Halberstaedter-Charlottenburg.

**Die Gase des Organismus und ihre Analyse.** Von Prof. Dr. A. Loewy-Berlin.

**Calorimetrie.** Von Prof. Dr. A. Loewy-Berlin.

**Die Anstellung von Stoffwechselversuchen an Mensch und Tier.** Von Prof. Dr. W. Caspari-Berlin.

**Über die Anwendung der Capillaranalyse bei Harnuntersuchungen.** Von Prof. Dr. Friedrich Goppelsroeder-Basel.

**Physikalisch-chemische Untersuchung des Harns und der anderen Körperflüssigkeiten.** Von Prof. Dr. Fil. Bottazzi-Neapel.

**Mikrochemische quantitative Analyse.** Von Prof. Dr. S. Fränkel-Wien.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.