

# Studien über das Verhalten des Bluteserums gegenüber Dextrose, Lävulose und Galaktose vor und nach erfolgter parenteraler Zufuhr dieser Zuckerarten.

Von

Emil Abderhalden und E. Bassani.

(Der Redaktion zugegangen am 18. März. 1914.)

Durch zahlreiche Untersuchungen ist festgestellt worden, daß im Bluteserum Fermente auftreten, die vorher mit den angewandten, wohl sehr empfindlichen und eindeutigen Methoden nicht nachweisbar waren, sobald parenteral zusammengesetzte Verbindungen zugeführt werden, die art- oder auch nur blut-fremd sind. Dieser Satz muß nur insofern eingeschränkt werden, als, wie die bisherigen Erfahrungen ergeben haben, die Fermentbildung dann ausbleibt, wenn ein Produkt einverleibt wird, für das der Organismus momentan keine Fermente besitzt. Es wird noch sehr vieler Versuche bedürfen, bis festgestellt ist, ob die Möglichkeit besteht, Fermente hervorzurufen, die der betreffende Organismus bis dahin noch nie gebildet hat. Ferner wird es von Interesse sein, zu verfolgen, ob eine Vererbung der Fähigkeit, bestimmte Fermente zu bilden, vorkommt. Mit all diesen Fragen ist der eine von uns (Abderhalden) schon seit langer Zeit beschäftigt.

Ungezählte Versuche sind zunächst ausgeführt worden, um zu verfolgen, ob das Serum normaler Tiere imstande ist, Glukose, Lävulose oder Galaktose in irgend einer Weise zu verändern. Die Versuche sind in der Weise durchgeführt worden, daß jeweilen Serum mit dem betreffenden Monosaccharid in verschiedenen Konzentrationen gemischt wurde. Dann wurde das Drehungsvermögen der Lösung festgestellt und die Drehung des bei 37° gehaltenen Gemisches bis zu 48 Stunden und zum Teil noch länger verfolgt. Niemals zeigte sich eine Änderung. Derartige Versuche sind zum Teil systematisch durchgeführt worden. Unter anderem hat Herr Dr. Ghiron aus Florenz ganze Reihen von solchen durchgeführt. Es seien unten einige Beispiele von Untersuchungen dieser Art angeführt. Zum

Teil sind sie als Übungsaufgaben zur Erlernung der optischen Methode vorgenommen worden.

Es interessierte uns aus verschiedenen Gründen zu erfahren, ob das Serum imstande ist, Monosaccharide zu verändern und speziell zu spalten, wenn einem Tiere parenteral solche wiederholt zugeführt werden. Ein ganz ähnliches Experiment bietet jede Hyperglukämie. Es ist bedauerlich, daß noch nicht in genügender Weise das Verhalten des Serums vom Diabetiker gegenüber Glukose und anderen Monosacchariden untersucht worden ist. Wir verfügen nur über ganz wenige eigene Beobachtungen. Sie ergaben, daß das Serum zugesetzte Glukose, Galaktose und Lävulose nicht veränderte. An jeder Klinik ließen sich rasch in genügender Zahl derartige Versuche durchführen. Vielleicht ergeben sich doch Unterschiede.

Unsere Versuchsanordnung war eine sehr einfache. Zunächst wurde dem normalen Tiere Blut entnommen. Nachdem sich das Serum ausgepreßt hatte, wurde es abgegossen und so lange zentrifugiert, bis keine Spur von Formelementen zugegen war. Jetzt wurde zu einer bestimmten Menge des Serums — vgl. die genauen Zahlen bei den einzelnen Versuchen — eine Lösung der einzelnen Monosaccharide in physiologischer Kochsalzlösung gegeben. Selbstverständlich wurde jede Bakterienwirkung ausgeschlossen. Die Drehung des Gemisches, das stets im Reagenzglas hergestellt und dann erst ins Polarisationsrohr eingefüllt wurde, wurde sofort bestimmt und dann nochmals, nachdem der Inhalt des Polarisationsrohres die Temperatur von  $37^{\circ}$  angenommen hatte. Dieser letztere Wert bildete die Grundlage für die weiteren Beobachtungen. Die erstere Ablesung zeigt, daß die Mischung eine gleichmäßige ist. Zeigen sich noch Schlieren, dann ist der Versuch unbrauchbar. Bei ungleichmäßiger Mischung können selbstverständlich ganz unrichtige Ergebnisse zustande kommen. Die Ablesung solcher Gemische macht nicht die geringsten Schwierigkeiten. Selbstverständlich muß man einen Apparat benutzen, der Ablesungen auf  $0,01^{\circ}$  gestattet. Das Polarisationsrohr verblieb dann im Brutschrank. Von Zeit zu Zeit wurden wieder Ablesungen gemacht.

Zu gleicher Zeit, wie das Blut entnommen worden war, wurde Glukoselösung oder Galaktose- oder Lävuloselösung in die Blutbahn gebracht. Nach einiger Zeit wurde wieder Blut abgenommen und das aus ihm gewonnene Serum wieder mit den drei Monosacchariden zusammengebracht. Dieser Versuch wurde in einzelnen Fällen mehrfach wiederholt.

Es seien hier die mit Kaninchen durchgeführten Versuche mitgeteilt. Es sind dies nicht alle Versuche, die überhaupt ausgeführt worden sind. Die Ergebnisse waren stets die gleichen, bis auf zwei Beobachtungen. Es blieb das Drehungsvermögen vom Serum + Monosaccharid unverändert. Auch dann, wenn den Versuchstieren — Kaninchen — sehr geringe oder sehr große Mengen von Monosacchariden — 0,1—10 g — zugeführt wurden, ließen sich keine anderen Ergebnisse erzielen. Auch beim Hund waren die Resultate die gleichen, doch ist hier das Beobachtungsmaterial noch kein genügend großes.

In zwei Fällen — im ganzen sind 24 Versuche systematisch durchgeführt worden — zeigte das Glukose-Serumgemisch eine Änderung der Anfangsdrehung. In beiden Fällen war Traubenzucker gespritzt worden. Wir wagen nicht zu entscheiden, welcher Art der Einfluß des Serums auf den Zucker war. Da im einen Fall die wiederholte Beobachtung das gleiche Ergebnis hatte, ist ein Beobachtungsfehler ausgeschlossen. Sobald wieder eine solche Beobachtung vorliegt, soll mit chemischen Methoden geprüft werden, was beim Vermischen von Serum + Traubenzucker und beim Verweilen dieses Gemisches bei 37° vor sich geht.

Auch diese Versuche zeigen deutlich, daß es individuelle Unterschiede gibt. Offenbar spielen die Versuchsbedingungen eine große Rolle. In weitaus den meisten Fällen vermochte die parenterale Zufuhr von Monosacchariden dem Blutplasma resp. -serum keine neuen Eigenschaften gegenüber Glukose, Galaktose und Lävulose zu verleihen, wenigstens waren solche mit der optischen Methode nicht erkennbar. Nur in zwei Fällen von 24 zeigte sich, wie eben erwähnt, eine Änderung des Drehungsvermögens.

Diese Ergebnisse decken sich mit anderen Erfahrungen. Es sind Versuche mit **Aminosäuren** unternommen worden, um festzustellen, ob das Serum bei parenteraler Zufuhr von solchen schließlich imstande ist, solche zu verändern. Auch mit **Purinbasen** sind solche Versuche durchgeführt worden und schließlich auch mit Stoffwechselendprodukten. Zum Teil sind chemische Methoden zum Nachweis von ev. Veränderungen verwendet worden. Die Resultate waren negativ. Die Versuche müssen noch weiter ausgedehnt werden, ehe ein bestimmtes Urteil möglich ist.

Es sind im hiesigen Institute auch Versuche im Gange, um die sogenannte **Glukolyse** mit der optischen Methode zu studieren. Sie ist sehr geeignet hierzu, da sekundäre Veränderungen durch die angewandte Methode ausgeschlossen sind. Die optische Methode zur Verfolgung von Veränderungen optisch aktiver Verbindungen ist ohne Zweifel die subtilste und vor allen Dingen in den meisten Fällen die eindeutigste, weil durch sie selbst keine neuen Bedingungen geschaffen werden. Selbstverständlich muß man jeden Einzelfall kritisch betrachten, da bei Gegenwart mehrerer optisch aktiver Körper sich Komplikationen ergeben können.

Die folgenden Tabellen geben eine Anzahl der ausgeführten Versuche wieder. Die Versuche werden fortgesetzt.

### 1. Untersuchungen mit Serum von normalen Pferden.

Je 1 ccm Serum + 1 ccm Monosaccharid in physiologischer Kochsalzlösung gelöst (resp. im Kontrollversuch + 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung).

Drehungsvermögen des Serums

Zeit in Stunden	+ physiologische Kochsalz- lösung	+2 <sup>o</sup> /oige Glukose- lösung	+4 <sup>o</sup> /oige Glukose- lösung	+8 <sup>o</sup> /oige Glukose- lösung	+2 <sup>o</sup> /oige Lävulose- lösung	+4 <sup>o</sup> /oige Lävulose- lösung	+8 <sup>o</sup> /oige Lävulose- lösung
0	-0,36°	-0,28°	-0,16°	+0,04°	-0,62°	-0,74°	-1,12°
5	-0,36°	-0,28°	-0,15°	+0,04°	-0,62°	-0,74°	-1,12°
8	-0,36°	-0,28°	-0,15°	+0,04°	-0,62°	-0,74°	-1,11°
22	-0,36°	-0,28°	-0,15°	+0,04°	-0,62°	-0,73°	-1,12°
26	-0,36°	-0,28°	-0,15°	+0,04°	-0,62°	-0,74°	-1,12°

## Drehungsvermögen des Serums

Zeit in Stunden	+physio- logische Kochsalz- lösung	+2%ige Glukose- lösung	+4%ige Glukose- lösung	+8%ige Glukose- lösung	+2%ige Lävulose- lösung	+4%ige Lävulose- lösung	+8%ige Lävulose- lösung
0	-0,32°	-0,24°	-0,14°	+0,08°	-0,60°	-0,73°	-1,10°
3	-0,30°	-0,23°	-0,13°	+0,07°	-0,58°	-0,70°	-1,08°
10	-0,34°	-0,25°	-0,15°	+0,08°	-0,61°	-0,74°	-1,11°
26	-0,34°	-0,25°	-0,12°	+0,08°	-0,60°	-0,72°	-1,10°
29	-0,33°	-0,24°	-0,12°	-0,06°	-0,58°	-0,70°	-1,08°

## Drehungsvermögen des Serums

Zeit in Stunden	+physio- logische Kochsalz- lösung	+2%ige Glukose- lösung	+4%ige Glukose- lösung	+8%ige Glukose- lösung	+2%ige Lävulose- lösung	+4%ige Lävulose- lösung	+8%ige Lävulose- lösung
0	-0,30°	-0,26°	-0,12°	+0,02°	-0,58°	-0,72°	-1,10°
2	-0,31°	-0,25°	-0,10°	+0,04°	-0,57°	-0,71°	-1,10°
4	-0,32°	-0,24°	-0,10°	+0,04°	-0,56°	-0,72°	-1,10°
6	-0,30°	-0,23°	-0,09°	+0,04°	-0,57°	-0,72°	-1,11°
8	-0,30°	-0,24°	-0,10°	+0,04°	-0,57°	-0,72°	-1,10°
10	-0,31°	-0,24°	-0,11°	+0,04°	-0,57°	-0,72°	-1,12°
22	-0,31°	-0,24°	-0,10°	+0,03°	-0,57°	-0,72°	-1,10°
24	-0,32°	-0,24°	-0,10°	+0,02°	-0,57°	-0,71°	-1,10°
26	-0,31°	-0,24°	-0,10°	+0,04°	-0,57°	-0,70°	-1,10°
28	-0,30°	-0,25°	-0,12°	+0,03°	-0,56°	-0,71°	-1,10°
34	-0,31°	-0,24°	-0,11°	+0,04°	-0,58°	-0,72°	-1,10°
46	-0,32°	-0,25°	-0,11°	+0,04°	-0,58°	-0,70°	-1,12°
48	-0,31°	-0,24°	-0,11°	+0,04°	-0,58°	-0,71°	-1,12°
50	-0,30°	-0,23°	-0,10°	+0,04°	-0,58°	-0,72°	-1,10°
54	-0,31°	-0,24°	-0,11°	+0,04°	-0,58°	-0,72°	-1,10°
60	-0,32°	-0,24°	-0,10°	+0,04°	-0,58°	-0,71°	-1,10°

## 2. Serum von normalen Rindern.

## Drehungsvermögen von 1 ccm Serum + 1 ccm

Zeit in Stunden	physio- logische Kochsalz- lösung	2%ige Glukose- lösung	4%ige Glukose- lösung	8%ige Glukose- lösung	2%ige Lävulose- lösung	4%ige Lävulose- lösung	8%ige Lävulose- lösung
0	-0,40°	-0,30°	-0,20°	-0,01°	-0,58°	-0,73°	-1,13°
5	-0,40°	-0,30°	-0,20°	+0,00°	-0,56°	-0,72°	-1,12°
8	-0,40°	-0,30°	-0,20°	+0,00°	-0,56°	-0,72°	-1,12°
22	-0,40°	-0,30°	-0,20°	+0,00°	-0,56°	-0,72°	-1,12°

## Drehungsvermögen von 1 ccm Serum + 1 ccm

Zeit in Stunden	physiologische Kochsalzlösung	2%ige Glukose-lösung	4%ige Glukose-lösung	8%ige Glukose-lösung	2%ige Lävulose-lösung	4%ige Lävulose-lösung	8%ige Lävulose-lösung
0	-0,39°	-0,28°	-0,16°	-0,04°	-0,58°	-0,74°	-1,14°
3	-0,38°	-0,27°	-0,16°	-0,04°	-0,60°	-0,74°	-1,12°
10	-0,38°	-0,28°	-0,14°	-0,03°	-0,58°	-0,72°	-1,12°
24	-0,38°	-0,27°	-0,16°	-0,03°	-0,60°	-0,74°	-1,12°
34	-0,38°	-0,28°	-0,17°	-0,04°	-0,60°	-0,75°	-1,12°

## Drehungsvermögen von 1 ccm Serum + 1 ccm

Zeit in Stunden	physiologische Kochsalzlösung	2%ige Glukose-lösung	2%ige Lävulose-lösung
0	-0,40°	-0,31°	-0,60°
3	-0,41°	-0,31°	-0,63°
10	-0,40°	-0,32°	-0,64°
24	-0,42°	-0,33°	-0,64°
30	-0,40°	-0,32°	-0,62°

## 3. Serum vom Menschen.

## 1 ccm Serum + 1 ccm

Zeit in Stunden	physiologische Kochsalzlösung	2%ige Glukose-lösung	2%ige Lävulose-lösung
0	-0,26°	-0,18°	-0,52°
4	-0,25°	-0,18°	-0,52°
8	-0,27°	-0,19°	-0,54°
22	-0,26°	-0,18°	-0,52°
32	-0,28°	-0,20°	-0,53°

Selbstverständlich sind auch viele derartige Versuche mit stündlicher Beobachtung ausgeführt worden. Auch absichtlich hämolytisch gemachte Sera wurden verwendet.

## Kaninchen Nr. 1.

Am 12. 12. 13 wurden dem Tier 10 ccm Blut aus dem Herzen entnommen und unmittelbar darauf 50 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung in dieses injiziert. Das Serum des ent-

nommenen Blutes wurde zu gleichen Teilen — je 1 ccm — mit Traubenzucker, resp. mit Lävulose angesetzt. Die Drehung der Zucker-Serumgemische blieb während der Zeit der polarimetrischen Beobachtung sich unverändert gleich. Am 4. 2. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme, also 56 Tage nach der ersten Injektion, und daran anschließend die Einspritzung von 20 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung. 8 Tage später wurde zum drittenmal aus dem Herzen Blut entnommen und gleich nachher 50 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung subcutan verabreicht. Am 11. 2. 14, am 13. 2. 14 und am 14. 2. 14 wurden insgesamt 40 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung unter die Haut injiziert. Am 16. 2. 14 erfolgte die letzte Blutentnahme, wiederum aus dem Herzen. Die Drehung des Serum-Traubenzucker-, Serum-Lävulose-, Serum-Galaktose-Gemisches änderte sich nicht.

## 4. 2. 14. Blutentnahme von 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
6. 2. 14.	0	—0,30°	—0,42°	—0,30°
	4	—0,30°	—0,43°	—0,31°
7. 2. 14.	18	—0,28°	—0,43°	—0,31°
	24	—0,27°	—0,41°	—0,30°
	32	—0,27°	—0,41°	—0,30°

## 4. 2. 14. Einspritzung von 20 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung in das Herz.

## 10. 2. 14. Blutentnahme von 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
10. 2. 14.	0	—0,31°	—0,44°	—0,30°
	4	—0,27°	—0,46°	—0,30°
11. 2. 14.	16	—0,30°	—0,44°	—0,30°
	24	—0,30°	—0,44°	—0,30°
	32	—0,30°	—0,44°	—0,30°

10. 2. 14.	Einspritzung unter die Haut: 50 ccm	} 5%ige Trauben-	
11. 2. 14.	„ „ „ „ : 10 „		zuckerlösung.
13. 2. 14.	„ „ „ „ : 20 „		
14. 2. 14.	„ „ „ „ : 10 „		

## 16. 2. 14. Blutentnahme aus dem Herzen: 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
16. 2. 14.	0	—0,22°	—0,34°	—0,18°
	3	—0,23°	—0,35°	—0,18°

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
17. 2. 14.	16	— 0,24°	— 0,37°	— 0,17°
	20	— 0,25°	— 0,37°	— 0,17°
	24	— 0,22°	— 0,36°	— 0,17°
	32	— 0,25°	— 0,37°	— 0,18°
	36	— 0,24°	— 0,37°	— 0,18°

### Kaninchen Nr. 2.

Am 16. 12. 13 wurden dem Tier 10 ccm Blut aus dem Herzen entnommen und gleich darauf 10 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung injiziert. Das Serum des vor der Einspritzung entnommenen Blutes wurde genau, wie beschrieben, mit Traubenzucker, Lävulose und Galaktose angesetzt. Die Drehung der Gemische blieb sich unverändert gleich. Die zweite Blutentnahme erfolgte am 22. 1. 14. Unmittelbar nachher erfolgte die Injektion von 30 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung (subcutan). Das Serum änderte mit den verschiedenen Zuckern angesetzt, auch jetzt seine Drehung nicht. Am 31. 1. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme und zwar 10 ccm aus dem Herzen. Im Anschluß daran wurden dem Tier 15 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung injiziert. Auch diesmal änderte sich das Drehungsvermögen des Serum-Zuckergemisches bei der polarimetrischen Untersuchung nicht. Am 14. 2. 14 wurden wieder 30 ccm der gleichen Lösung subcutan verabreicht. Am 18. 2. 14 erfolgte die dritte Blutentnahme. Das Serum wurde in der üblichen Weise angesetzt. Während das Serum-Lävulosegemisch keine Änderung seiner Drehung aufwies, ging bei dem Serum-Traubenzuckergemisch die Drehung von  $-0,30^\circ$  auf  $0^\circ$  und dann von  $0^\circ$  wieder auf  $-0,30^\circ$ , und schließlich von  $-0,30^\circ$  auf  $-0,27^\circ$ . Dasselbe Serum wurde tags darauf ebenso angesetzt. Es fand diesmal nur eine geringfügige Drehungsänderung statt, als Serum + Traubenzuckerlösung gemischt bei  $37^\circ$  aufbewahrt wurden. Am 23. 2. 14 wurde zum letztenmal Blut entnommen, um zu sehen, ob das gleiche Verhalten andauerte. Das Serum-Traubenzuckergemisch ging in seiner Drehung von  $-0,40^\circ$  auf  $0,32^\circ$  zurück.



22. 1. 14. Blutentnahme aus den Ohren: 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
23. 1. 14.	0	-0,28°	-0,35°	-0,23°
	2	-0,28°	-0,35°	-0,23°
24. 1. 14.	18	-0,30°	-0,35°	-0,25°
	21	-0,30°	-0,35°	-0,25°
	30	-0,30°	-0,35°	-0,25°
	35	-0,30°	-0,35°	-0,25°

22. 1. 14. Einspritzung unter die Haut: 30 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung.

31. 1. 14. Blutentnahme (Herz) 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
1. 2. 14.	0	-0,26°	-0,42°	-0,28°
	2	-0,27°	-0,40°	-0,27°
	5	-0,26°	-0,39°	-0,27°
	7	-0,26°	-0,41°	-0,27°
	9	-0,26°	-0,41°	-0,27°
2. 2. 14.	24	-0,27°	-0,39°	-0,28°
	28	-0,26°	-0,38°	-0,28°
	32	-0,27°	-0,38°	-0,27°

31. 1. 14. Einspritzung in das Herz: 15 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung.

14. 2. 13. Einspritzung unter die Haut: 30 ccm 5%ige Traubenzuckerlösung.

18. 2. 14. Blutentnahme aus dem Herzen: 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose
19. 2. 14.	0	-0,30°	-0,39°
	2	-0,23°	-0,38°
	4	-0,18°	-0,38°
20. 2. 14.	22	+0,00°	-0,39°
	24	+0,00°	-0,38°
	26	-0,32°	-0,38°
	28	-0,30°	
	32	-0,22°	
	34	-0,24°	
21. 2. 14.	52	-0,26°	
	53	-0,27°	

	Stunden	Serum + Dextrose
Dasselbe Serum am 20. 2. 14.	0	-0,28°
	4	-0,23°
21. 2. 14.	20	-0,22°
	22	-0,22°
	24	-0,22°
	36	-0,26°

23. 2. 14. Blutentnahme (Herz): 10 ccm.

	Stunden	Dextrose
24. 2. 14.	0	— 0,40°
	2	— 0,38°
	5	— 0,35°
	7	— 0,33°
	11	— 0,32°
25. 2. 14.	28	— 0,32°

## Kaninchen Nr. 3.

Am 18. 12. 13 erfolgte die erste Injektion von 10 ccm einer 5%igen Galaktoselösung. Das Serum des nicht vorbehandelten Tieres zeigte keinen Einfluß auf die zugesetzten Monosaccharide. Am 22. 12. 13 wurden 10 ccm Blut aus dem Herzen entnommen, und darnach 10 ccm einer 5%igen Galaktoselösung injiziert. Die Drehung der Serum-Zuckergemische blieb konstant. Am 7. 1. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme und daran anschließend die intraventrikuläre Injektion von 10 ccm einer 5%igen Galaktoselösung. Das Serum ließ auch jetzt kein Vermögen, die zugefügten Zuckerarten zu verändern, erkennen.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
22. 12. 13.	0	— 0,25°	— 0,40°	— 0,20°
	2	— 0,27°	— 0,40°	— 0,20°
23. 12. 13.	18	— 0,26°	— 0,40°	— 0,20°
	24	— 0,25°	— 0,40°	— 0,20°
24. 12. 13.	32	— 0,25°	— 0,40°	— 0,20°
20. 12. 13.	Einspritzung in das Herz: 10 ccm 5%ige Galaktoselösung.			

7. 1. 14. Blutentnahme: 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
9. 1. 14.	0	— 0,31°	— 0,40°	— 0,25°
	2	— 0,31°	— 0,39°	— 0,27°
	6	— 0,30°	— 0,40°	— 0,25°
10. 1. 14.	24	— 0,28°	— 0,38°	— 0,25°
	28	— 0,28°	— 0,39°	— 0,25°
	32	— 0,28°	— 0,39°	— 0,25°
12. 1. 14.	50	— 0,28°	— 0,39°	— 0,24°

7. 1. 14. Einspritzung (Herz): 10 ccm 5%ige Galaktoselösung.

Gestorben 17. 1. 14.

## Kaninchen Nr. 4.

Am 27. 12. 13 wurden dem Tier 20 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung ins Herz injiziert und am 5. 1. 14 10 ccm Blut aus dem Herzen entnommen. Das Serum des vorbehandelten Tieres zeigte mit den verschiedenen Zuckern angesetzt bei der polarimetrischen Beobachtung keine Drehungsänderung. Am 5. 1. 14 erfolgte die Einspritzung von 10 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung und am 12. 1. 14 darauf die zweite Blutentnahme. Auch diesmal ließ sich bei dem Serum-Zuckergemisch keine Drehungsänderung feststellen.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
5. 1. 14.	0	— 0,25°	— 0,35°	— 0,24°
	2	— 0,25°	— 0,35°	— 0,25°
6. 1. 14.	18	— 0,25°	— 0,34°	— 0,24°
	24	— 0,25°	— 0,32°	— 0,27°
	30	— 0,24°	— 0,32°	— 0,27°
7. 1. 14.	40	— 0,25°	— 0,33°	Trübung
5. 1. 14.	Einspritzung (Herz) 10 ccm 5%ige Traubenzuckerlösung.			
12. 1. 14.	Blutentnahme: 10 ccm.			
	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
13. 1. 14.	0	— 0,39°	— 0,39°	— 0,29°
	3	— 0,37°	— 0,37°	— 0,29°
14. 1. 14.	22	— 0,38°	— 0,38°	— 0,28°
	25	— 0,38°	— 0,39°	— 0,28°
	32	— 0,38°	— 0,38°	— 0,28°
15. 1. 14.	40	— 0,37°	— 0,38°	— 0,28°
	42	— 0,36°	— 0,37°	— 0,28°

## Kaninchen Nr. 5.

Am 7. 1. 14 wurden dem Tier intraventrikulär 10 ccm einer 5%igen Lävuloselösung injiziert, am 12. 1. 14 zunächst 10 ccm Blut entnommen und darauf wieder 10 ccm derselben Lösung in das Herz verabreicht. Das Serum zeigte gegenüber den verschiedenen Zuckern kein Spaltungsvermögen. 2 Tage später, am 14. 1. 14, erfolgte die zweite Blutentnahme. Die polarimetrische Untersuchung des Serum-Zuckergemisches fiel wiederum negativ aus.

12. 1. 14. Blutentnahme: 10 ccm.

	Stunden	+ Dextrose	Serum	
			+ Lävulose	+ Galaktose
12. 1. 14.	0	- 0,34°	- 0,44°	- 0,27°
	2	- 0,35°	- 0,44°	- 0,29°
	6	- 0,35°	- 0,44°	- 0,28°
	10	- 0,35°	- 0,44°	- 0,28°
13. 1. 14.	18	- 0,36°	- 0,45°	- 0,30°
	24	- 0,36°	- 0,44°	- 0,31°
	30	- 0,36°	- 0,44°	- 0,29°
	32	- 0,35°	- 0,43°	- 0,31°

12. 1. 14. Einspritzung: 10 ccm 5%ige Lävuloselösung.

14. 1. 14. Blutentnahme: 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
15. 1. 14.	0	- 0,32°	- 0,42°	- 0,30°
16. 1. 14.	18	- 0,33°	- 0,41°	- 0,28°
	20	- 0,32°	- 0,41°	- 0,29°
	24	- 0,31°	- 0,41°	- 0,30°
	28	- 0,32°	- 0,42°	- 0,30°
	32	- 0,32°	- 0,42°	- 0,30°
17. 1. 14.	46	- 0,32°	- 0,42°	- 0,30°
	50	- 0,33°	- 0,42°	- 0,30°

## Kaninchen Nr. 6.

Die erste Blutentnahme erfolgte am 16. 1. 14 und daran anschließend die subcutane Injektion von 30 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung. Das Serum spaltete nicht. Am 19. 1. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme, resp. die zweite subcutane Injektion derselben Menge der gleichen Lösung. Das Serum wurde in der üblichen Weise angesetzt und zeigte keine Drehungsänderung. Am 19. 2. 14 erfolgte die dritte Injektion von 30 ccm einer 5%igen Traubenzuckerlösung und 2 Stunden später die Blutentnahme mittels Herzpunktion. Auch diesmal zeigte das Serum optisch keine Einwirkung auf die Zuckerlösungen, ebenso am 20. 2. 14. Am 23. 2. 14 erfolgte die letzte Blutentnahme, also 4 Tage nach der letzten Injektion. Das Serum-Traubenzuckergemisch ging in seiner Drehung von - 0,35° auf -- 0,25° zurück.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
17. 1. 14.	0	— 0,31°	— 0,42°	— 0,28°
19. 1. 14.	16	— 0,30°	— 0,40°	— 0,27°
	18	— 0,30°	— 0,41°	— 0,27°
	22	— 0,30°	— 0,40°	— 0,27°
	24	— 0,30°	— 0,40°	— 0,27°
20. 1. 14.	34	— 0,30°	— 0,40°	— 0,27°

16. 1. 14. Einspritzung unter die Haut: 30 ccm 5%ige Traubenzuckerlösung.

19. 1. 14. Blutentnahme: 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
20. 1. 14.	0	— 0,28°	— 0,40°	— 0,27°
	4	— 0,28°	— 0,39°	— 0,27°
	8	— 0,29°	— 0,39°	— 0,27°
	12	— 0,30°	— 0,39°	— 0,28°
21. 1. 14.	28	— 0,31°	— 0,39°	— 0,28°
	32	— 0,31°	— 0,39°	— 0,28°
	36	— 0,31°	— 0,39°	— 0,28°

19. 1. 14. Einspritzung unter die Haut: 30 ccm 5%ige Traubenzuckerlösung.

19. 2. 14, um 16<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr. Einspritzung in das Herz: 30 ccm 5%ige Traubenzuckerlösung.

19. 2. 14, um 18<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr. Blutentnahme (Herz): 10 ccm.

	Stunden	Serum + Dextrose	Serum + Lävulose
20. 2. 14.	0	— 0,18°	— 0,37°
	4	— 0,18°	— 0,36°
	8	— 0,18°	— 0,36°
	12	— 0,21°	— 0,36°
21. 2. 14.	28	— 0,22°	— 0,35°
	32	— 0,22°	— 0,35°
	36	— 0,22°	— 0,35°
22. 2. 14.	52	— 0,21°	— 0,35°

20. 2. 14, um 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr. Blutentnahme (Herz): 10 ccm.

Beobachtung des Verhaltens des Serums 24 Stunden nach der letzten Injektion gegenüber Traubenzucker

21. 2. 14.	0 Stunden	— 0,24°
	4 „	— 0,25°
	8 „	— 0,25°
22. 2. 14.	22 „	— 0,25°
	28 „	— 0,25°

23. 2. 14. Blutentnahme (Herz): 10 ccm.

## Beobachtung 4 Tage nach der letzten Injektion.

## Traubenzucker + Serum

24. 2. 14.	0 Stunden	— 0,35°
	2 „	— 0,26°
	6 „	— 0,27°
	12 „	— 0,24°
	16 „	— 0,25°
25. 2. 14.	34 „	— 0,25°

## Kaninchen Nr. 7.

Am 19. 1. 14 erfolgte die Injektion von 25 ccm einer 5%igen Galaktoselösung in das Herz. Das Serum des nicht vorbehandelten Tieres zeigte kein Spaltvermögen. Am 26. 1. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme. Auch diesmal blieb die Drehung der Serum-Zuckergemische unverändert.

	Stunden	+ Dextrose	Serum + Lävulose	+ Galaktose
21. 1. 14.	0	— 0,30°	— 0,40°	— 0,25°
	4	— 0,31°	— 0,40°	— 0,26°
	8	— 0,30°	— 0,40°	— 0,26°
22. 1. 14.	24	— 0,29°	— 0,40°	— 0,25°
	28	— 0,28°	— 0,39°	— 0,25°
	32	— 0,28°	— 0,40°	— 0,26°
19. 1. 14.	Einspritzung (Herz) von 25 ccm 5%iger Galaktoselösung.			
26. 1. 14.	Blutentnahme: 10 ccm.			
	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
28. 1. 14.	0	— 0,28°	— 0,35°	— 0,25°
	4	— 0,27°	— 0,36°	— 0,25°
	8	— 0,28°	— 0,36°	— 0,25°
	12	— 0,28°	— 0,35°	— 0,25°
	16	— 0,28°	— 0,37°	— 0,25°
29. 1. 14.	32	— 0,30°	— 0,36°	— 0,25°
	38	— 0,29°	— 0,37°	— 0,25°

## Kaninchen Nr. 8.

Am 21. 1. 14 wurden dem Tiere 10 ccm Blut aus dem Ohr entnommen und 20 ccm einer 5%igen Lävuloselösung intraventrikulär verabfolgt. Das Serum des nicht vorbehandelten Tieres war inaktiv. Am 28. 1. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme, ebenfalls aus dem Ohr, hernach die subcutane

Verabreichung von 50 ccm derselben Lösung. Das Drehungsvermögen des Serums blieb unverändert.

		Serum		
	Stunden	+ Dextrose	+ Lävulose	+ Galaktose
22. 1. 14.	0	- 0,27°	- 0,35°	- 0,20°
	4	- 0,28°	- 0,35°	- 0,20°
23. 1. 14.	20	- 0,26°	- 0,35°	- 0,20°
	24	- 0,26°	- 0,34°	- 0,20°
	28	- 0,26°	- 0,34°	- 0,20°
	32	- 0,26°	- 0,34°	- 0,20°

21. 1. 14. Einspritzung (Herz): 20 ccm 5%ige Lävuloselösung.

28. 1. 14. Blutentnahme (Ohren): 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
30. 1. 14.	0	- 0,28°	- 0,38°	- 0,24°
	3	- 0,28°	- 0,38°	- 0,24°
	6	- 0,28°	- 0,38°	- 0,22°
	9	- 0,29°	- 0,38°	- 0,24°
31. 1. 14.	24	- 0,28°	- 0,37°	- 0,24°
	28	- 0,28°	- 0,37°	- 0,23°
	32	- 0,28°	- 0,36°	- 0,23°

28. 1. 14. Einspritzung von 5 ccm 5%iger Lävuloselösung unter die Haut.

9. 2. 14. Gestorben.

### Kaninchen Nr. 9.

Am 24. 1. 14 erfolgte die erste Blutentnahme aus dem Ohr und gleich darauf die Einspritzung von 20 ccm einer 5%igen Galaktoselösung, und zwar in das Herz. Das Serum-Zuckergemisch — Serum vom nicht vorbehandelten Tier — zeigte keine Drehungsänderung. Am 2. 2. 14 wurde wieder Blut entnommen und hernach 50 ccm einer 5%igen Galaktoselösung subcutan verabreicht. Das Serum zeigte auch nach der Injektion kein Spaltvermögen.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
26. 1. 14.	0	- 0,20°	- 0,30°	- 0,18°
	3	- 0,20°	- 0,30°	- 0,19°
	6	- 0,20°	- 0,31°	- 0,20°
	9	- 0,20°	- 0,31°	- 0,20°
	12	- 0,20°	- 0,31°	- 0,20°
28. 1. 14.	29	- 0,19°	- 0,31°	- 0,20°
	32	- 0,18°	- 0,31°	- 0,20°

24. 1. 14. Einspritzung (Herz) von 20 ccm 5%iger Galaktoselösung.

2. 2. 14. Blutentnahme (Ohr): 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
	0	— 0,21°	— 0,34°	— 0,23°
	4	— 0,22°	— 0,34°	— 0,23°
	8	— 0,24°	— 0,34°	— 0,23°
	12	— 0,23°	— 0,33°	— 0,23°
4. 2. 14.	28	— 0,23°	— 0,34°	— 0,23°
	32	— 0,24°	— 0,34°	— 0,23°

2. 2. 14. Einspritzung von 50 ccm 5%iger Galaktoselösung unter die Haut.

Krampfanfälle. — Gestorben 26. 2. 14.

### Kaninchen Nr. 10.

Am 27. 1. 14 wurden 10 ccm Blut aus dem Ohr entnommen und 20 ccm einer 5%igen Lävuloselösung ins Herz injiziert. Das Serum des nicht vorbehandelten Tieres zeigte, mit den einzelnen Zuckern gemischt, keine Änderung der Anfangsdrehung. Am 3. 2. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme; das Serum zeigte auch jetzt keine Einwirkung auf die zugesetzten Monosaccharide.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
29. 1. 14.	0	— 0,27°	— 0,34°	— 0,22°
	2	— 0,26°	— 0,35°	— 0,22°
	4	— 0,26°	— 0,35°	— 0,22°
	6	— 0,26°	— 0,35°	— 0,22°
30. 1. 14.	22	— 0,23°	— 0,34°	— 0,22°
	26	— 0,25°	— 0,34°	— 0,22°
	30	— 0,25°	— 0,34°	— 0,22°

27. 1. 14. Einspritzung (Herz) von 20 ccm 5%iger Lävulose.

3. 3. 14. Blutentnahme (Ohr): 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
4. 2. 14.	0	— 0,20°	— 0,33°	— 0,22°
	2	— 0,20°	— 0,33°	— 0,22°
	4	— 0,19°	— 0,33°	— 0,33°
	6	— 0,20°	— 0,32°	— 0,22°
5. 2. 14.	22	— 0,21°	— 0,32°	— 0,22°
	24	— 0,22°	— 0,31°	— 0,23°
	28	— 0,22°	— 0,31°	— 0,22°

10. 2. 14. Gestorben.

### Kaninchen Nr. 11.

Am 4. 2. 14 erfolgte die erste Blutentnahme und gleich nachher die intraventrikuläre Zufuhr von 20 ccm einer 5%igen



Galaktoselösung. Das Serum des nicht vorbehandelten Tieres behielt mit den einzelnen Zuckerarten gemischt die Anfangsdrehung bei. Am 9. 2. 14 erfolgte die zweite Blutentnahme und daran anschließend die subcutane Verabreichung von 50 ccm einer 5%igen Galaktoselösung. Das Serum zeigte den verschiedenen Zuckern gegenüber kein Spaltvermögen. Dasselbe Resultat ergab das Serum der dritten Blutentnahme, die am 12. 2. 14 erfolgte.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
5. 2. 14.	0	— 0,22°	— 0,35°	— 0,24°
	2	— 0,23°	— 0,35°	— 0,24°
6. 2. 14.	18	— 0,21°	— 0,34°	— 0,23°
	22	— 0,22°	— 0,34°	— 0,24°
	28	— 0,21°	— 0,34°	— 0,24°
4. 2. 14.	Einspritzung (Herz) von 20 ccm 5%iger Galaktose.			
9. 2. 14.	Blutentnahme (Ohr): 10 ccm.			
	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
9. 2. 14.	0	— 0,25°	— 0,34°	— 0,21°
	2	— 0,24°	— 0,34°	— 0,21°
10. 2. 14.	18	— 0,23°	— 0,34°	— 0,20°
	22	— 0,22°	— 0,34°	— 0,20°
	24	— 0,22°	— 0,34°	— 0,20°
	26	— 0,22°	— 0,34°	— 0,21°
	28	— 0,22°	— 0,34°	— 0,21°
9. 2. 14.	Einspritzung (unter die Haut) von 50 ccm 5%iger Galaktose.			
12. 2. 14.	Blutentnahme (Herz): 10 ccm.			
	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
12. 2. 14.	0	— 0,25°	— 0,37°	— 0,22°
	2	— 0,25°	— 0,37°	— 0,20°
13. 2. 14.	18	— 0,27°	— 0,38°	— 0,23°
	22	— 0,26°	— 0,38°	— 0,23°
	24	— 0,28°	— 0,38°	— 0,24°
	28	— 0,26°	— 0,38°	— 0,24°

### Kaninchen Nr. 12.

Dem Tiere wurden am 7. 10. 13, 11. 2. 14 insgesamt 60 ccm einer 5%igen Galaktoselösung subcutan verabfolgt und am 13. 2. 14 aus dem Ohr 10 ccm Blut entnommen. Das Serum veränderte die ihm zugesetzten Monosaccharide nicht. An demselben Tag wurden weitere 20 ccm derselben Lösung unter die Haut gespritzt, ebenso am 14. 2. 14. Am 17. 2. 14

erfolgte die letzte Blutentnahme. Das Serum besaß auch diesmal kein Spaltungsvermögen.

7. 2. 11. Einspritzung von 30 ccm 5%iger Galaktoselösung ins Herz und von 20 ccm unter die Haut.  
 10. 2. 14. Einzpritzung von 30 ccm 5%iger Galaktoselösung unter die Haut.  
 11. 2. 14. Einspritzung von 10 ccm 5%iger Galaktoselösung.  
 13. 2. 14. Blutentnahme (Ohr): 10 ccm unter die Haut.

	Stunden	Lävulose	Galaktose
13. 2. 14.	0	— 0,35°	— 0,25°
	2	— 0,35°	— 0,26°
14. 2. 14.	18	— 0,36°	— 0,25°
	22	— 0,37°	— 0,26°
	24	— 0,37°	— 0,26°
15. 2. 14.	32	— 0,37°	— 0,26°

13. 2. 14. Einspritzung von 20 ccm 5%iger Galaktoselösung unter die Haut.

14. 2. 14. Einspritzung von 20 ccm 5%iger Galaktoselösung unter die Haut.

17. 2. 14. Blutentnahme (Ohr): 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
18. 2. 14.	0	— 0,28°	— 0,39°	— 0,25°
	2	— 0,28°	— 0,39°	— 0,26°
19. 2. 14.	18	— 0,29°	— 0,38°	— 0,25°
	22	— 0,29°	— 0,38°	— 0,26°
	24	— 0,28°	— 0,39°	— 0,27°
	32	— 0,30°	— 0,40°	— 0,26°

Gestorben: 2. 3. 14.

### Kaninchen Nr. 13.

Dem Tiere wurden am 10., 11., 13., 14. Febr. 1914 50 ccm einer 5%igen Lävuloselösung ins Herz und 40 ccm derselben Lösung subcutan verabfolgt. Am 17. 2. 14 erfolgte die erste Blutentnahme und eine weitere Einspritzung von 30 ccm derselben Lösung direkt ins Herz. Das Serum spaltete nicht. Ebenso wenig das am 23. 2. 14 entnommene.

10. 2. 14. Einspritzung von 30 ccm 5%iger Lävuloselösung in das Herz.  
 11. 2. 14. Einspritzung von 10 ccm 5%iger Lävuloselösung unter die Haut.  
 13. 2. 14. Einspritzung von 20 ccm 5%iger Lävuloselösung in das Herz.  
 14. 2. 14. Einspritzung von 30 ccm 5%iger Lävuloselösung unter die Haut.  
 17. 2. 14. Blutentnahme: 10 ccm.

	Stunden	Dextrose	Lävulose	Galaktose
17. 2. 14.	0	- 0,23°	- 0,33°	- 0,21°
	3	- 0,23°	- 0,33°	- 0,20°
19. 2. 14.	19	- 0,24°	- 0,32°	- 0,19°
	22	- 0,24°	- 0,32°	- 0,17°
	25	- 0,23°	- 0,33°	- 0,17°
	30	- 0,23°	- 0,32°	- 0,18°
19. 2. 14.	Einspritzung von 30 ccm 5%iger Lävuloselösung in das Herz.			
23. 2. 14.	Blutentnahme (Herz): 10 ccm.			

	Stunden	Lävulose
24. 2. 14.	0	- 0,33°
	2	- 0,32°
	5	- 0,33°
	9	- 0,32°
	13	- 0,31°
25. 2. 14.	29	- 0,31°
	32	- 0,32°
7. 3. 14.	Gestorben.	

