

Die Veränderungen der biologischen und anderer Eigenschaften der lange überlebenden roten Blutkörperchen.

Von

Junkichi Sogen.

(宗 支 順 吉)

(Aus der medizinischen Klinik von Prof. T. Kato, Universität
zu Sendai.)

Die Lebensdauer der roten Blutkörperchen im zirkulierenden Blut hat natürlich ihre Grenze. Ständig gehen sie in grosser Zahl zugrunde, und ständig werden dafür neue gebildet. Quincke¹⁾ schätzte die Lebensdauer der einzelnen roten Blutkörperchen auf mindestens 2 bis 3 Wochen, während Brugsch²⁾ und Retzlaff sie auf 20 Tage veranschlagten. Ich glaube, dass es für die Erkenntnis der Biologie der Blutzellen von hohem Interesse ist, die zeitlichen Veränderungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften der roten Blutkörperchen, welche sie während ihrer ganzen Lebensdauer durchlaufen, zu beobachten. Zu diesem Zwecke hat man sich bemüht, die Methode zu finden, durch welche die roten Blutkörperchen im lebenden Zustand *in vitro* möglichst lange aufbewahrt werden. Jüngst haben Rous und Turner³⁾ nachgewiesen, dass die roten Blutkörperchen, wenn sie mit der isotonischen Zitrat- und Zuckerlösung (Dextrose oder Saccharose) in einem bestimmten Mengenverhältnis gemischt werden, über 4 Wochen *in vitro* im lebenden Zustande erhalten werden können. Das von ihnen vorgeschlagene Mischungsverhältnis des Blutes ist 3 Teile Blut auf 2 Teile Citrat- und 5 Teile Zuckerlösung. Aus wiederholten Nachprüfungen konnte ich die Zuverlässigkeit dieser Angabe beweisen, und durch eine von mir modifizierte Methode, die unten besprochen werden wird, habe ich

1) Quincke, D. Arch. f. kl. Med. 1881, Bd. 20, S. 1.

2) Brugsch u. Retzlaff, Verh. d. Kongr. f. inn. Med. 1911, Bd. 28, S. 496.

3) Rous u. Turner, Journ. of exp. Med. 1916, Bd. 23, S. 19.

festgestellt, dass die roten Blutkörperchen vom Kaninchenblut in isotonischer Zitratsaccharoselösung jedesmal über 4 Wochen am Leben erhalten werden können. Ich habe rote Blutkörperchen, die in oben angeführter Weise für lange Zeit lebend erhalten wurden, auf ihre Sauerstoffzehrung sowie die Veränderungen ihrer Resistenz, Viskosität und ihres Volumens hin untersucht, um dadurch einen Einblick in die Lebenserscheinungen der roten Blutkörperchen zu gewinnen.

1. Sauerstoffzehrung der normalen *in vitro* überlebenden roten Blutkörperchen.

Seit den grundlegenden Arbeiten von Morawitz¹⁾ und zahlreichen Untersuchungen von Warburg²⁾ weiss man, dass auch das kernlose rote Blutkörperchen als Lebensbedingung Sauerstoff zehrt und Kohlensäure bildet, dass aber dieser Gaswechsel normalerweise jedenfalls ein so langsamer und träger ist, dass die Menge des binnen einiger Stunden verbrauchten Sauerstoffes kaum messbar ist. Die roten Blutkörperchen von Menschenblut zehren nach 5 Stunden normalerweise nur 4 bis 5 % des vorhandenen Sauerstoffes. Ganz anders aber verhält sich das Blut bei gewissen Anämien, z. B. bei den experimentellen Blutgift- und Aderlassanämien. Hier werden die roten Blutkörperchen im Brutschrank oft schon nach kurzer Zeit, binnen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde, völlig dunkel; sie enthalten keinen Sauerstoff mehr, und statt dessen befindet sich eine entsprechende Menge Kohlensäure darin.

Nun ist es von Interesse, bei normalen kernlosen roten Blutkörperchen, die einen so unbedeutenden Gaswechsel zeigen, den zeitlichen Verlauf des Gaswechsels während der ganzen Lebensdauer der Blutzellen zu studieren, indem man sie möglichst lange bis zum natürlichen Lebensende *in vitro* aufbewahrt.

Methodik: das Blut wird unter aseptischen Kautelen der Carotis des Kaninchens entnommen und mit isotonischer Zitratsaccharoselösung vermischt. Dann sättigt man das Blut durch 10 Minuten langes Schütteln mit Luft, füllt eine kleine Menge davon in ein steriles Gläschen von etwa 3 ccm Inhalt, welches im Innern eine Glasperle enthält und mit gut schliessendem, mit Paraffin gedichtetem Deckel versehen ist, und stellt es in den Brutschrank. Mit einem

1) Morawitz, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1909, Bd. 60, S. 298.

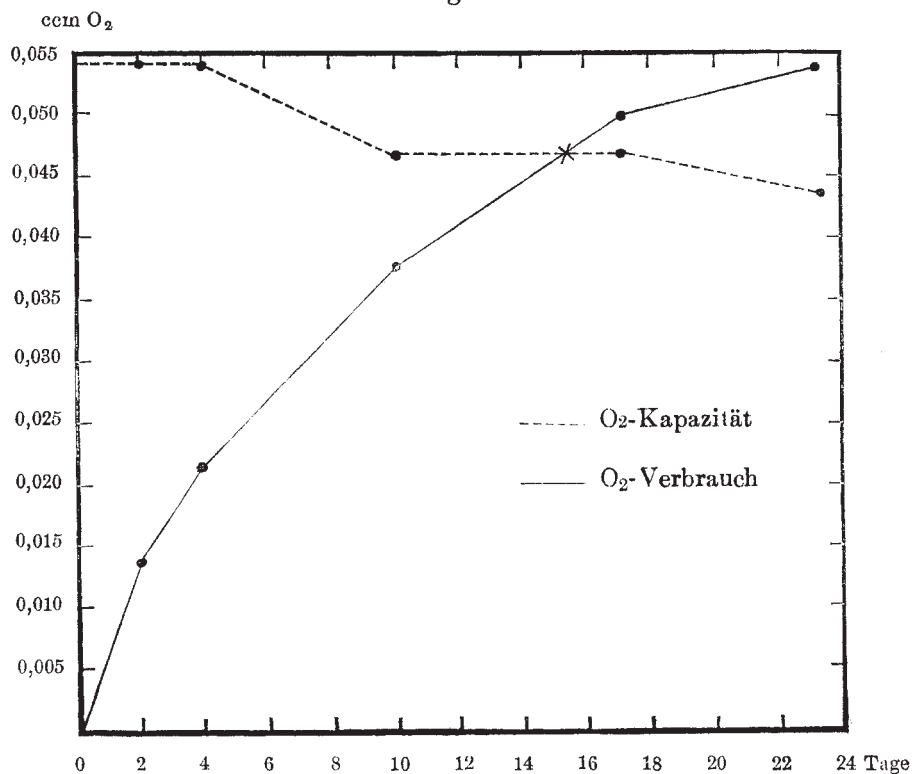
2) Warburg, Hoppe-Seyler's Zeitschrift. 1909, Bd. 59, S. 112.

Teile des Blutes wird dann sofort der O₂- resp. CO₂-Gehalt und die O₂-Kapazität mittelst des Barcroft-Haldane'schen¹⁾ Differentialblutgasapparats bestimmt, ein anderer Teil dient zur Untersuchung der Sauerstoffzehrung nach gewisser Zeit.

Kaninchen 1. 1,75 kg. (Fig. 1) Blutentnahme: 8. I 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0542 } 0,0542 } 0,0544 0,0548 }	19°C 748,7 mm Hg
nach 2 Tagen	0,0148 } 0,0148 } 0,0153 0,0163 }	0,0542 } 0,0542 } 0,0544 0,0548 }	19°C 747 mm Hg
nach 4 Tagen	0,0217 } 0,0217 } 0,0212 0,0203 }	0,0542 } 0,0542 } 0,0546 0,0555 }	20°C 762 mm Hg
nach 10 Tagen	0,0379 } 0,0370 } 0,0374	0,0470 } 0,0470 } 0,0475	19°C 744,2 mm Hg
nach 17 Tagen	0,0506 } 0,0518 } 0,0512	0,0570 } 0,0480 } 0,0475	19°C 753 mm Hg
nach 23 Tagen	0,0542 } 0,0542 } 0,0542	0,0442 } 0,0444 } 0,0433	20°C 747 mm Hg

Fig. 1.

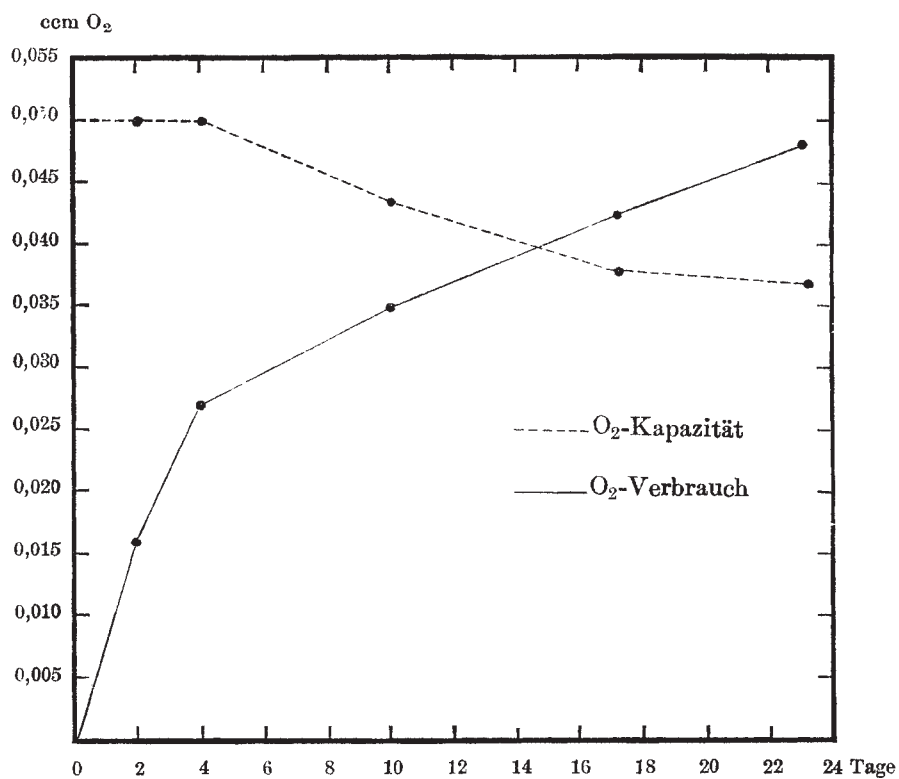


1) Barcroft u. Haldane, Journ. of Physiol. 1912, Bd. 28, S. 232.

Kaninchen 2. 2,3 kg. (Fig. 2) Blutentnahme: 20. I. 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0506 } 0,0506 0,0506 }	18°C 756,3 mm Hg
nach 2 Tagen	0,0163 } 0,0155 0,0148 }	0,0506 } 0,0512 0,0518 }	19°C 756,3 mm Hg
nach 4 Tagen	0,0271 } 0,0271 0,0271 }	0,0506 } 0,0506 0,0506 }	18°C 757 mm Hg
nach 10 Tagen	0,0343 } 0,0347 0,0351 }	0,0434 } 0,0434 0,0434 }	19°C 757 mm Hg
nach 17 Tagen	0,0426 } 0,0426 0,0427 }	0,0325 } 0,0329 0,0333 }	19°C 757 mm Hg
nach 28 Tagen	0,0506 } 0,0506 0,0506 }	0,0325 } 0,0325 0,0325 }	20°C 757 mm Hg

Fig. 2.



Kaninchen 3. 1,85 kg. Blutentnahme: 14. II. 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0560	
nach 2 Tagen	0,0126 } 0,0126	0,0560 } 0,0560	19°C 756 mm Hg
nach 4 Tagen	0,0235 } 0,0235	0,0560 } 0,0564	23°C 743,2 mm Hg
nach 7 Tagen	0,0379 } 0,0381	0,0470 } 0,0474	20°C 753 mm Hg
nach 14 Tagen	0,0434 } 0,0434	0,0416 } 0,0416	18°C 750 mm Hg
nach 21 Tagen	0,0560 } 0,0560	0,0416 } 0,0416	19°C 764 mm Hg

Kaninchen 4. 1,95 kg. Blutentnahme: 3. III. 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0578 } 0,0578	
nach 2 Tagen	0,0145 } 0,0145	0,0578 } 0,0578	18°C 755 mm Hg
nach 4 Tagen	0,0250 } 0,0234	0,0560 } 0,0559	19°C 764 mm Hg
nach 7 Tagen	0,0379 } 0,0379	0,0560 } 0,0560	21°C 748 mm Hg
nach 14 Tagen	0,0542 } 0,0539	0,0488 } 0,0498	23°C 761 mm Hg
nach 21 Tagen	0,0578 } 0,0578	0,0433 } 0,0433	24°C 756 mm Hg

Aus dieser Versuchsreihe ist berechtigterweise der Schluss zu ziehen, dass die O₂-Zehrung bei normalen kernlosen roten Blutkörperchen eine sehr langsame ist; nach 48 Stunden ist ca. 26 % und nach 10 Tagen $\frac{2}{3}$ des vorhandenen Sauerstoffs verbraucht. Es bedarf ca. 3 Wochen, um die ganze Menge des anfangs im Blut enthaltenen O₂ zu verbrauchen. In der ersten Woche ist der Gaswechsel ziemlich

lebhaft, dann wird er mit der Zeit träger, indem die roten Blutkörperchen in der ersten Woche ca. 50 %, in der zweiten ca. 35 % und in der dritten ca. 15 % des Sauerstoffs zehren. Also zehren die roten Blutkörperchen den grössten Teil des O₂, den sie anfangs an sich gebunden haben, beinahe in der ersten Hälfte ihrer ganzen Lebensdauer auf und können nachher bei minimaler Sauerstoffzehrung noch 20 Tage lang weiter leben. Die O₂-Kapazität der roten Blutkörperchen nimmt vom 10. Tage an mehr oder weniger ab, aber doch in sehr geringer Menge; in dem Stadium, wo die roten Blutkörperchen den Sauerstoff total aufgezehrt, haben sie doch ihre Sauerstoffbindungskraft nur wenig eingebüsst; die O₂-Kapazität ist nur um 8 % vermindert.

2. Sauerstoffzehrung der überlebenden roten Blutkörperchen bei Anämien.

Gesunde Kaninchen werden durch täglich wiederholte subkutane Injektionen von salzsauerem Phenylhydrazin anämisch gemacht und der Hämoglobingehalt des Blutes mit dem Sahli'schen Hämometer fortdauernd kontrolliert. Nach gewisser Zeit, nach 8 bis 9 Tagen, wenn der Hämoglobingehalt auf ca. 20 bis 30 % gesunken ist, findet unter aseptischen Kautelen die Blutentnahme statt.

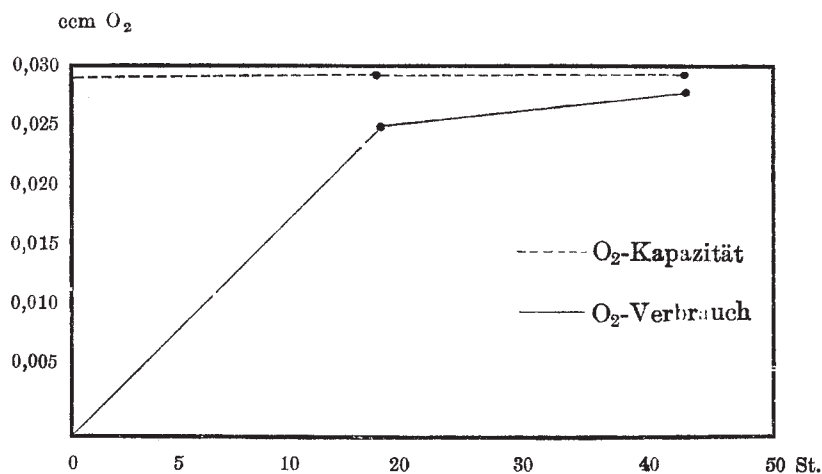
Bei einer anderen Versuchsreihe wird das Blut von gesunden Kaninchen ca. 8 Tage lang durch Aderlass aus den Ohrvenen, täglich 15 bis 20 ccm, entnommen, und die Tiere werden dauernd stark anämisch gehalten. Wenn der Hämoglobingehalt auf ca. 20 bis 30% gesunken ist, wird das Blut der Carotis entnommen.

Die O₂-Zehrung des dadurch erlangten anämischen Blutes wird unter denselben Bedingungen wie beim normalen Blut beobachtet.

Kaninchen 1. Aderlass aus Ohrvene. Körpergewicht von 3,15 kg auf 2,9 kg und Hb-Gehalt von 60 % auf 35 % Sahli reduziert. Blutentnahme am 10. V. 1917. (Fig. 3)

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0295	18°C 758 mm Hg
nach 24 Stunden	0,0253	0,0289	20°C 754 mm Hg
nach 48 Stunden	0,0289	0,0289	19°C 756 mm Hg

Fig. 3.



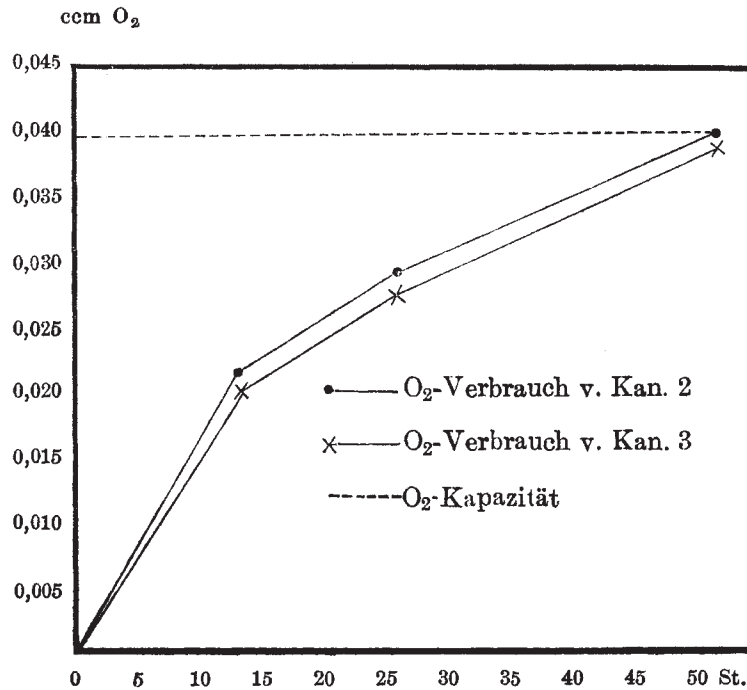
Kaninchen 2. Aderlass aus Ohrvene. Körpergewicht von 2,04 kg auf 1,85 kg und Hb-Gehalt von 65 % auf 30,4 % Sahli abgenommen. Blutentnahme am 14. VII. 1917. (Fig. 4)

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0397	15°C 750 mm Hg
nach 12 Stunden	0,0250	0,0397	15°C 750 mm Hg
nach 24 Stunden	0,0289	0,0397	16°C 748,5 mm Hg
nach 36 Stunden	0,0344	0,0397	15°C 748,5 mm Hg
nach 48 Stunden	0,0398	0,0397	17°C 754 mm Hg

Kaninchen 3. Aderlass aus Ohrvene. Körpergewicht von 2,5 kg auf 2,3 kg Hb-Gehalt von 90 % auf 35 % Sahli abgenommen. Blutentnahme am 2. IV. 1917. (Fig. 4)

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0398	
nach 12 Stunden	0,0199	0,0398	22°C 752 mm Hg
nach 24 Stunden	0,0277	0,0398	18°C 762 mm Hg
nach 48 Stunden	0,0391	0,0398	18°C 758,2 mm Hg

Fig. 4.



Kaninchen 4. Aderlass aus Ohrvene. Körpergewicht von 2,4 kg auf 2,15 kg, Hb-Gehalt von 70 % auf 15 % Sahli abgenommen. Blutentnahme am 24. IV. 1917.

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0296	23°C 756 mm Hg
nach 12 Stunden	0,0296	0,0296	22°C 762 mm Hg

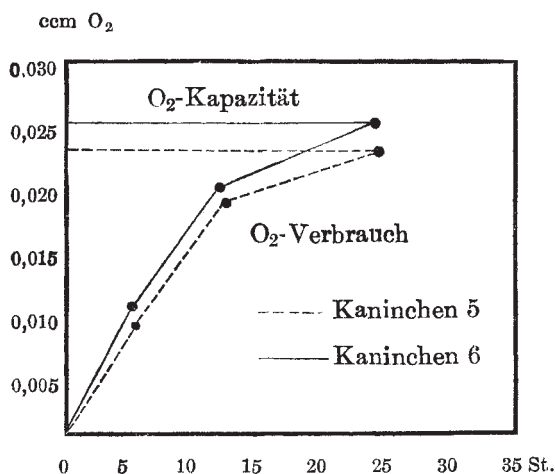
Kaninchen 5. 1,0-2,0 ccm 1 proz. Phenylhydrazin. hydrochlor. subkutan. Körpergewicht von 2,13 kg auf 2,01 kg und Hb-Gehalt von 90 % auf 20 % Sahli reduziert. Blutentnahme am 13. IV. 1917. (Fig. 5)

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0253	24°C 755 mm Hg
nach 5 Stunden	0,0108	0,0253	24°C 755 mm Hg
nach 12 Stunden	0,0216	0,0253	24°C 755 mm Hg
nach 24 Stunden	0,0253	0,0253	24°C 760 mm Hg

Kaninchen 6. 1,0-2,0 ccm 1 proz. Phenylhydrazin. hydrochlor. subkutan.
 Körpergewicht von 2,4 kg auf 1,8 kg und Hb-Gehalt von 80% auf 20% Sahli
 vermindert. Blutentnahme am 10. V. 1917. (Fig. 5).

Zeitdauer nach Blutentnahme	O ₂ -Verbrauch (ccm) pro 1 ccm Blut	O ₂ -Kapazität (ccm)	Temperatur und Barometerstand
Sofort	0	0,0235	23°C 756 mm Hg
nach 5 Stunden	0,0091	0,0235	23°C 756 mm Hg
nach 12 Stunden	0,0199	0,0235	23°C 756 mm Hg
nach 24 Stunden	0,0235	0,0235	23°C 755 mm Hg

Fig. 5.



Wie man aus Obigem sieht, findet ein sehr lebhafter Sauerstoffverbrauch im Blut von Kaninchen mit subchronischen, experimentellen Anämien statt. Innerhalb der ersten 12 Stunden verbrauchen die roten Blutkörperchen den grössten Teil der Gesamtmenge vom gebundenen O₂. Bei den Kaninchen 1, 2 and 3 wird die Gesamtmenge von O₂ binnen 48 Stunden, bei Kaninchen 5 und 6 binnen 24 Stunden und bei Kaninchen 4 binnen 12 Stunden aufgezehrt.

Die totale Aufzehrung von O₂ tritt bei den Blutgiftanämien mehr oder weniger frühzeitig als bei den Aderlassanämien ein. Die O₂-Kapazität bleibt die ganze Dauer hindurch konstant. Morawitz und Itami¹⁾ haben festgestellt, das bei demselben Tiere die Menge des aufgezehrten Sauerstoffes zum Hämoglobingehalt im gleichen Ver-

1) Morawitz u. Itami, D. Arch. f. klin. Med. 1910, Bd. 100, S. 191.

hältnis steht. Aus meinen Versuchen ist zu ersehen, dass die für die Aufzehrung des gesamten Sauerstoffs nötige Zeitdauer proportional zum Hämoglobingehalt zur Zeit der Blutentnahme ist.

Nr. des Kaninchens	Hb-Gehalt (Sahli)	Für totale Sauerstoffverzehrung nötige Zeitdauer
1	35 %	48 Stunden
2	30 %	48 „
3	35 %	48 „
4	15 %	12 „
5	20 %	24 „
6	20 %	24 „

Die O₂-Zehrung ist bei meinen Versuchen etwas träger als in den Morawitz'schen oder Warburg'schen Fällen. Dies beruht wahrscheinlich auf der Verschiedenheit der Bedingungen, unter denen die Versuche ausgeführt wurden, insbesondere auf dem Einfluss der Temperatur.

3. Die Veränderungen des Volumens der roten Blutkörperchen.

Unter denselben Bedingungen kam die zeitliche Veränderung des Volumens zur Beobachtung. Die Methode der Blutentnahme, der Verdünnung und Aufbewahrung der roten Blutkörperchen ist ganz die gleiche wie beim Gasversuch. Zur Volumbestimmung benutzte ich den Hämatokrit von Koeppe; kleine Quantitäten von Blut-Zitrat-Saccharose-Lösung wurden in eine Kapillarröhre aufgesaugt und zentrifugiert, dann das Volum der sedimentierten roten Blutkörperchen von der Skala abgelesen.

Kaninchen A. 1,2 kg. 8. XI. 1916. Zahl in Volumprozent.

	I	II	III	IV	Durchschnitt
Sofort nach Blutentnahme	8	7	8	8	8
nach 10 Tagen	10	10	10	10	10
nach 20 Tagen	10	10	10	10	10
nach 30 Tagen	10	9	10	10	10
nach 40 Tagen	8	10	9	8	9

Kaninchen B. 1,35 kg. 1. XI. 1916. Zahl in Volumprozent.

	I	II	III	IV	Durchschnitt
Sofort nach Blutentnahme	9	9	9	9	9
nach 10 Tagen	11	11	11	11	11
nach 20 Tagen	11	11	11	11	11
nach 30 Tagen	11	11	11	11	11
nach 40 Tagen	10	10	9	8	9

Kaninchen C. 1,6 kg. 28. XI. 1916. Zahl in Volumprozent.

	I	II	III	IV	Durchschnitt
Sofort nach Blutentnahme	9	9	9	9	9
nach 10 Tagen	11	11	11	11	11
nach 20 Tagen	11	11	11	11	11
nach 30 Tagen	11	11	11	11	11
nach 40 Tagen	10	10	9	8	9

Unter den genannten Bedingungen nimmt das Volumen der roten Blutkörperchen vom 10. bis zum 30. Tage zu und vom 40. Tage wieder ab. Es besteht kein Zweifel darüber, dass diese Volumzunahme auf dem Einfluss der Kohlensäure beruht, die als Produkt des Gaswechsels im Blut entsteht. Aus den oben aufgestellten Resultaten ist aber ersichtlich, dass, obwohl die Menge der Kohlensäure am 20. Tage grösser als am 10. Tage ist, doch der Grad der Volumzunahme ganz gleich ist. Dies wird teilweise dadurch erklärt, dass der Unterschied zwischen dem Kohlensäuregehalt in den beiden Perioden sehr gering ist, und teilweise dadurch, dass die Volumzunahme schon am 10. Tage ihr Maximum erreicht hat.

Vom 40. Tage an nimmt das Volumen der roten Blutkörperchen mehr oder minder ab. Dies ist wahrscheinlich dadurch bedingt, dass die roten Blutkörperchen, welche schon über 40 Tage lang in vitro weitergelebt haben, einer Alterserscheinung unterworfen sind und wegen Abnahme ihrer Lebenskraft sich die Reaktion auf Kohlensäure verändert hat und endlich die Schrumpfung der Blutkörperchen eingetreten ist.

4. Die Veränderung der Resistenz der roten Blutkörperchen.

Zur Bestimmung der Resistenz bediente ich mich der von Ham-

burger¹⁾ angegebenen und von Limbeck²⁾ modifizierten Methode. Ich stellte mehrere, verschieden konzentrierte Kochsalzlösungen von 0,5 % bis 0,34 % her, deren Konzentrationen um 0,02 % auseinander lagen. Je 2 ccm der verschiedenen Kochsalzlösungen kommen in kleine Reagenzgläser, und in jedes Gläschen gebe ich dann 3 Tropfen Blut-Zitrat-Saccharoselösung, lasse die Röhren 12 Stunden lang ruhig im Eisschrank stehen und bestimme die hämolytische Grenze.

Ich stelle die Resultate in den folgenden Tabellen zusammen.

Kaninchen A. 1,9 kg. Blutentnahme: 14. X. 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	NaCl- Konzentration %	0,54	0,52	0,5	0,48	0,46	0,44	0,42	0,4	0,38	0,36	0,34
		Sofort	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
10 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	±	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
20 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	+	++	+++	+++	+++	+++	+++
30 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	±	+	+	++	++	+++
40 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	+	++	+++	+++	+++	+++

Kaninchen B. 1,2 kg. Blutentnahme: 14. X. 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	NaCl- Konzentration %	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34
		Sofort	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
10 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
20 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	±	±	+
30 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
40 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++

1) Hamburger, Osmotischer Druck und Ionenlehre. Wiesbaden 1902.

2) Limbeck, Prag. med. Wochenschr. 1890, Nr. 28 u. 29.

Kaninchen C. 1,35 kg. Blutentnahme: 11. XI. 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	NaCl Konzentration %	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34
		Sofort	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		-	-	-	±	+	++	+++	+++	+++	+++	+++
10 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	++
		-	-	-	-	±	+	++	+++	+++	+++	+++
20 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	++
		-	-	-	-	-	+	++	+++	+++	+++	+++
30 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
		-	-	-	±	+	++	++	++	+++	+++	+++
40 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
		-	-	±	-	+	++	++	+++	+++	+++	+++

Kaninchen D. 1,6 kg. Blutentnahme: 28. XI. 1916.

Zeitdauer nach Blutentnahme	NaCl- Konzentration %	0,54	0,52	0,5	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34
		Sofort	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		-	-	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++
		-	±	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
20 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++
		-	±	±	+	+	++	++	+++	+++	+++	+++
30 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
		±	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
40 Tage	Sofort nach 12 St.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
		±	+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Die minimale Resistenz der roten Blutkörperchen nimmt, wie die Tabellen zeigen, mit der Zeit zu und erreicht den Höhepunkt ungefähr am 20. Tage, um dann allmählich wieder abzunehmen. Es ist von Interesse, dass die Resistenz der roten Blutkörperchen, trotz der zeitlichen Zunahme an Kohlensäuregehalt, sich allmählich vergrößert.

5. Die Veränderung der Viskosität der roten Blutkörperchen.

Endlich habe ich die innere Reibung der lange überlebenden roten Blutkörperchen in verschiedenen Lebensperioden mittelst des Determann'schen Viskosimeters bestimmt. Die einzelnen Daten habe ich, wie folgt, tabellarisch aufgestellt.

Kaninchen A. 2. IV. 1917.

	I	II	III	Durchschnitt
Sofort nach Blutentnahme	0,9	0,85	0,9	0,9
nach 10 Tagen	1,0	1,0	1,0	1,0
nach 20 Tagen	1,0	1,0	1,1	1,1
nach 30 Tagen	1,1	1,1	1,0	1,1
nach 40 Tagen	1,0	1,0	1,0	1,0

Kaninchen B. 13. V. 1917.

	I	II	III	Durchschnitt
Sofort nach Blutentnahme	0,8	0,8	0,8	0,8
nach 10 Tagen	0,9	0,9	0,9	0,9
nach 20 Tagen	1,0	0,9	1,0	1,0
nach 30 Tagen	1,0	1,0	1,0	1,0
nach 40 Tagen	0,9	0,9	0,9	0,9

Kaninchen C. 10. V. 1917.

	I	II	III	Durchschnitt
Sofort nach Blutentnahme	0,7	0,7	0,75	0,7
nach 10 Tagen	0,8	0,8	0,8	0,8
nach 20 Tagen	0,9	0,9	0,9	0,9
nach 30 Tagen	0,9	0,8	0,9	0,9
nach 40 Tagen	0,8	0,9	0,75	0,8

Die Viskosität der lebend aufbewahrten roten Blutkörperchen nimmt also 20 Tage lang zu und erreicht das Maximum am 20. bis 30. Tage. Vom 40. Tage an tritt Viskositätsabnahme ein, welche wahrscheinlich auf durch einen Schrumpfungsprozess bedingter Volumabnahme der Blutkörperchen beruht.

Schluss.

1. Die O₂-Kapazität der roten Blutkörperchen von gesunden Kaninchen, welche nach der Methode von Rous und Turner über 40 Tage lang in vitro lebend aufbewahrt sind, zeigt während langer Zeit nur geringe Abnahme.

2. In den ersten zehn Tagen zehren die roten Blutkörperchen

des gesunden Kaninchenblutes den biologisch gebundenen Sauerstoff ziemlich schnell auf; später wird aber die O_2 -Aufzehrung mit der Zeit immer träger. Bei anämisierten Kaninchen wird der Sauerstoff grösstenteils binnen 12 Stunden verbraucht.

3. Die roten Blutkörperchen verbrauchen den grössten Teil von O_2 , den sie anfangs an sich gebunden haben, beinahe in der ersten Hälfte ihrer ganzen Lebensdauer.

4. Bis zum 10. Tage nimmt das Volumen der überlebenden roten Blutkörperchen mit der Zeit zu, um dann bis zum 30. Tage in gleicher Höhe zu bleiben; später nimmt es wieder ab, und am 40. Tage erreicht es das Anfangsvolum.

5. Die osmotische Resistenz gegen hypotonische Salzlösung nimmt bis zum 20. oder 30. Tage dauernd zu, um dann allmählich schwächer zu werden.

6. Die Viskosität nimmt bis zum 20. Tage zu und erreicht das Maximum am 20.-30. Tage.
