Beeinflussung der Bluteiweisskörper und des kolloid-osmotischen Drucks des Bluts durch Einatmung sauerstoffarmer- bzw. kohlendioxidreicher Luft.

I. Mitteilung. Versuch an normalen Hunden.

Von

Fusao Kasugai.

(春日井英夫)

(Aus der Medizinischen Klinik von Prof. Dr. T. Kato,
Tohoku Reichsuniversität zu Sendai.)

Über die Tatsache, dass die Einatmung von der Luft mit abnormer Zusammensetzung wie z. B. von O₂-armer- bzw. CO₂-reicher Luft erhebliche Veränderungen im Blut, selbstverständlich der Blutgase und auch anderer Blutbestandteile zufolge hat, sind bisher viele Arbeiten veröffentlicht worden. Vor allem aber auf Veränderungen der H-Ionenkonzentration und der Kohlehydrate, insbesondere der Milchsäure des Bluts ist seit den letzten Jahren die allgemeine Aufmerksamkeit gerichtet worden.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Einatmung von O₂-armer- bzw. CO₂-reicher Luft zur Steigerung der H-Ionenkonzentration des Bluts führt.

Es haben Barcroft,¹⁾ Mc Ginty u. Gusell,²⁾ Jervell³⁾ und Kodera u. Sugimoto⁴⁾ sowie Kodera⁵⁾ an hiesiger Klinik auch eine Zunahme der Blutmilchsäure durch Einatmung von O₂-armer Luft nachgewiesen; umgekehrt eine Abnahme der nämlichen Säure durch Einatmung von CO₂-reicher Luft ist von Anrep u. Cannan,⁶⁾ Long⁷⁾ und Hayasaka u. Itakura⁸⁾ und Kodera⁵⁾ an hiesiger Klinik erwiesen worden.

1) Barcroft, The respiratory function of the blood, Teil I, Cambridge 1925, 76.

2) Mc Ginty u. Gusell, Americ. Journ. Physiol., 1925, 75, 70.

3) Jervell, Acta med. scand., 1928, Suppl. 24, 59.

4) Kodera u. Sugimoto, Tohoku Journ. Exp. Med., 1934, 24, 37.

5) Kodera, Ibid., 1934, 23, 203.

6) Anrep u. Cannan, Journ. Physiol., 1923, 58, 244.

7) Long, Ibid., 1923, 58, 453.

8) Hayasaka u. Itakura, Tohoku Journ. Exp. Med., 1931, 18, 175.

Über Veränderungen des Bluteiweisses, besonders dessen chemischer oder physikalischer Beschaffenheit durch Einatmung von der Luft mit abnormer Zusammensetzung liegen dennoch bis dahin nur spärliche Untersuchungen vor, und deren Ergebnisse sind nicht immer übereinstimmend.

So haben Eppinger, Kisch u. Schwarz⁹⁾ an Tieren die akute CO₂-Vergiftung, indem sie Tiere die 30% CO₂ enthaltende Luft einatmen liessen, erzeugt und konnten Veränderungen des Bluteiweisses im Sinne der Globulinvermehrung und Albuminverminderung konstatieren, in der Folge hat Popper¹⁰⁾ in vitro auf das Blut direkt CO₂ einwirken lassen und vermisste doch solche Veränderung, wie sie Eppinger und andere Autoren nachgewiesen haben wollen. Ebenso auch Henriques und Klausen¹¹⁾ haben darüber berichtet, dass sie bei Hunden, welche sie eine 50%ige Kohlensäure einatmen liessen, keine nennenswerte Veränderung im Gehalt des Bluteiweisses sowie in der Verteilung desselben nachweisen konnten. An hiesiger Klinik haben Hayasaka und Itakura⁸⁾ bei Tier und Menschen, welche eine Luft mit 5,3–6,8% CO₂ einatmeten, die Bluteiweisskonzentration refraktometrisch gemessen und fanden, dass das Bluteiweiss in den meisten Fällen ab-, manchmal aber zunahm. Tanaka¹²⁾ hat in vitro auf das Blut O₂ oder CO₂ direkt einwirken lassen und konnte in der Hauptsache eine Albuminvermehrung und eine Globulinverminderung nachweisen. Toth¹³⁾ gibt an, dass bei Einatmung von verdünnter Luft bald eine Zunahme, bald aber umgekehrt eine Abnahme des Globulins stattfände. Im Gegensatz hierzu sollen Elias und Taubenhaus¹⁴⁾ beim Kaninchen, welches sie unter dem Unterdruck einige Tage hielten, eine ausgesprochene Albuminzunahme und eine geringe Globulinabnahme konstatiert haben. A. Loewy¹⁵⁾ weist in seiner Monographie darauf hin, dass die Eiweisskörper des Bluts im Höhenklima mannigfache Veränderungen aufweisen.

Durch Erforschungen in den letzten Jahren hat sich ergeben, dass die Eiweisskörper des Bluts nicht nur als Nähr- oder Baustoffe dienen, sondern auch, deshalb, weil sie alleinige Blutkolloide darstellen, für die Erfüllung der Lebensfunktion des Organismus mannigfache heikle Rolle spielen. Der osmotische Druck der Eiweisskörper spielt für den Stoffaustausch zwischen Blut und Gewebe durch die Kapillarwand eine wichtige Rolle. Ferner bilden sich unter pathologischen

9) Eppinger, Kisch u. Schwarz, Das Versagen des Kreislaufes, Berlin 1927, 202.

10) Popper, Zeitschr. f. ges. exp. Med., 1929, 65, 141.

11) Henriques u. Klausen, Biochem. Zeitschr., 1932, 254, 414.

12) Tanaka, Fukuoka Ikadaigaku Zasshi, 1928, 21, 931.

13) Toth, Biochem. Zeitschr., 1928, 201, 412.

14) Elias u. Taubenhaus, Zeitschr. f. ges. exp. Med., 1930, 74, 69.

15) Loewy, Physiologie des Höhenklimas, Berlin 1932, 97.

Bedingungen aus den Bluteiweisskörpern verschiedene Spaltungsprodukte, welche auf den Organismus mancherlei Einflüsse ausüben.

Bei Einatmung von der Luft abnormer Zusammensetzung dürfte das Bluteiweiss notwendig sowohl quantitativ wie auch qualitativ gewisse Veränderungen erfahren, was auch verständlicherweise die Umwälzung der Lebensfunktionen des Organismus bewirken muss.

In der Absicht, mich darüber zu orientieren, inwieweit und in welcher Weise die Beschaffenheit der Bluteiweisskörper durch Inhalation von O_2 -armer- bzw. CO_2 -reicher Luft quantitativ und qualitativ beeinflusst würde, habe ich an Tieren die Bluteiweisskonzentration, das Verhältnis des Albumins zum Globulin, den Rest-N und den kolloid-osmotischen Druck (k. o. D.) des Bluteiweisses bestimmt. Des weiteren habe ich auch die zu obigen Komponenten direkt oder indirekt in inniger Beziehung stehenden Faktoren, nämlich die Blutfarbstoffkonzentration, Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten sowie die O_2 -Unsättigung, O_2 -Kapazität und den CO_2 -Gehalt des Bluts gemessen, und so aus ihren gegenseitigen Relationen zueinander habe ich die Bedeutung der Schwankungen der Bluteiweisskörper bei Einatmung von der Luft abnormer Zusammensetzung einer Betrachtung unterzogen.

Versuchsmethode.

Als Versuchstier wurden gesunde Hunde benutzt. Am Tage des Versuchs wurde dem Versuchstier morgens früh im nüchternen Zustand eine 2%ige Morphinhydrochloridlösung in Mengen von 0,2 ccm pro kg Körpergewicht subkutan injiziert, und nachdem es dadurch völlig beruhigt worden war, wurde es in der Rückenlage an den elektrisch angewärmten Tierhalter gefesselt. Alsdann wurde die Tracheotomie vorgenommen und zwecks Gasinhalation eine Y-förmige, mit Klappen versehene Glaskanüle in die Trachea eingeführt.

Im Ablauf von ungefähr 3 Stunden nach obigem Verfahren begann das Tier die Luft abnormer Zusammensetzung aus einem Spirometer durch das eine Ende der Kanüle zu inhalieren. Der Zeitraum der Einatmung von O_2 -armer Luft erstreckte sich über eine Stunde, die von CO_2 -reicher Luft war auf 30 Minuten beschränkt, weil sie ausgesprochene Störungen beim Versuchstier herbeiführte und so einstündiges Fortsetzen unmöglich erscheinen liess.

Behufs Blutentnahme wurde eine Kanüle in die A. femoralis auf der einen Seite eingelegt, es wurde dann jedesmal die Blutprobe von 7 ccm zu drei Malen, also eine Stunde vor Beginn der Inhalation von abnormer Luft, in derselben unmittelbar nachfolgender Zeit und eine Stunde später entnommen. Diese dreierlei Blutproben wurden zu Bestimmungen des Hämoglobingehaltes, der O_2 -Unsättigung, O_2 -Kapazität, Blut- CO_2 sowie, der Senkungsgeschwindigkeit

der Erythrozyten, des kolloid-osmotischen Drucks und des Bluteiweisses angewandt.

Die O_2 -Unsättigung und O_2 -Kapazität des Bluts wurden mit dem Barcroft'schen Apparat, die Blut- CO_2 mit dem Apparat von Van Slyke bestimmt, der Hämoglobingehalt wurde mittels des Fleischl-Miescherschen Hämometers, der kolloid-osmotische Druck des Bluts nach der Methode von Krogh und Nakazawa¹⁶⁾ gemessen. Die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten wurde nach dem Prinzip von Linzenmeier¹⁷⁾ in den Zeitabschnitten von $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 4, 5 und 24 Stunden ermittelt. Die Eiweissfraktion des Bluts wurde mit dem Apparat von Parnas-Wagner¹⁸⁾ nach der Methode von Howe¹⁹⁾ bestimmt.

Versuchsergebnisse.

I. Versuche bei Einatmung von atmosphärischer Luft.

Als Kontrolle zum Versuch der Einatmung von sauerstoffarmer bzw. kohlensäurereicher Luft wurde dem normalen Hund, der die atmosphärische Luft inhalierte, die Blutprobe im Intervall von einer Stunde zu drei Malen entnommen und an diesen drei Blutproben, die O_2 -Unsättigung, O_2 -Kapazität, den CO_2 -Gehalt, die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten, den kolloid-osmotischen Druck, Rest-N sowie die Eiweissfraktion ermittelt.

Diese Ergebnisse sind in Tab. 1 wiedergegeben.

Wie Tanaka²⁰⁾ berichtet hat, wiesen einzelne Versuchstiere ziemlich starke individuelle Verschiedenheit auf, bei ein und demselben Tier aber waren die Ergebnisse in der ersten, zweiten und dritten Untersuchung im ganzen und grossen nicht so voneinander abweichend.

Die O_2 -Unsättigung war in der zweiten und dritten Bestimmung dem Zeitverlauf des Versuchs entsprechend in ganz geringem Masse gesteigert, die O_2 -Kapazität nahm in wenn auch bescheidenem Masse ab, die Blut- CO_2 war auch mit der Zeit allmählich zur Abnahme geneigt. Dies stimmt mit dem Bericht von Abe²¹⁾ annähernd überein.

Die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten ergab sich individuell verschieden, stand aber im ganzen und grossen mit den Wer-

16) Krogh u. Nakazawa, Biochem. Zeitschr., 1927, **188**, 241.

17) Linzenmeier, Arch. f. Gynäkol., 1920, **113**, 608.

18) Parnas-Wagner, Biochem. Zeitschr., 1921, **125**, 253.

19) Howe, Journ. of Biol. Chem., 1921, **49**, 93, 109, u. 115.

20) Tanaka, Fukuoka Ikadaigaku Zasshi, 1928, **21**, 948.

21) Abe, Tohoku Igaku Zasshi, 1933, **15**, 402.

Tabelle 1.
Einatmung normaler Luft.

Nr.	Körper- gewicht (kg) u. Geschl.	Zeit d. Blut- ent- nahme	Hämo- globin (g/dl)	Pulz- zahl	Atem- zahl	O ₂ -Un- sätti- gung (cem in 100 cem)	O ₂ - kapa- zität (cem in 100 cem)	CO ₂ - Gehalt d. Bluts (Vol.%)	Serum- eiweiss (%)	Koll- osm. Druck (mm H ₂ O)	K. o. Druck pro % (mm H ₂ O)	Serum-N			
												Ge- samt-N (g/dl)	Albu- min-N (g/dl)	Globu- lin-N (g/dl)	Resi- N (g/dl)
1	8,6 ♂	0'	13,94	80	18	2,21	18,58	39,2	8,00	313	39,1	1,08	0,662	0,385	1,7
		60'		82	18	2,39	18,40	38,6	7,94	308	38,8	1,08	0,669	0,385	1,7
		120'		84	18	2,58	18,40	38,6	7,96	310	38,9	1,07	0,661	0,382	1,7
2	8,8 ♂	0'	13,20	54	16	2,81	18,18	57,2	6,70	292	43,6	1,07	0,548	0,477	1,15
		60'		46	17	2,81	17,76	55,1	6,98	294	42,2	1,07	0,548	0,478	1,15
		120'		60	16	3,01	17,96	56,6	6,96	295	42,4	1,07	0,548	0,477	1,15
3	9,5 ♀	0'	14,80	66	12	4,91	19,85	63,6	7,13	265	37,2	1,08	0,596	0,440	1,35
		60'		58	13	4,71	20,26	63,2	7,18	262	36,5	1,07	0,593	0,447	1,35
		120'		60	16	4,71	19,85	61,8	7,18	259	36,3	1,08	0,597	0,440	1,36
4	8,5 ♀	0'	14,80	54	20	3,09	19,44	48,5	7,16	265	37,0	1,14	0,635	0,465	1,37
		60'		58	22	3,29	19,23	52,2	7,18	279	38,9	1,14	0,641	0,464	1,38
		120'		58	22	3,29	19,03	52,2	7,13	278	39,1	1,14	0,639	0,461	1,38
5	8,7 ♂	0'	12,52	50	14	3,69	17,43	51,4	6,32	262	41,5	1,08	0,577	0,465	1,26
		60'		54	16	3,49	17,43	49,6	6,53	262	40,1	1,08	0,584	0,458	1,25
		120'		56	14	3,69	17,63	51,4	6,47	264	40,8	1,08	0,584	0,460	1,25
6	8,5 ♂	0'	11,66	62	18	2,46	13,94	47,4	6,34	278	43,8	1,01	0,540	0,430	1,26
		60'		54	16	2,67	13,53	47,2	6,42	276	43,5	1,01	0,543	0,432	1,26
		120'		60	16	2,67	13,53	47,8	6,34	281	43,5	1,01	0,540	0,436	1,24
7	10,8 ♀	0'	12,94	54	18	2,04	16,69	50,4	7,09	245	34,5	1,02	0,543	0,452	1,20
		60'		60	20	2,23	16,84	50,9	7,02	240	34,2	1,02	0,543	0,452	1,20
		120'		58	18	2,22	16,57	50,6	7,09	240	33,8	1,02	0,543	0,450	1,20
Durch- schnitts- wert		0'	12,30			3,03	17,77	51,1	6,90	274	39,7	1,07	0,584	0,443	1,32
		60'				3,08	17,64	51,0	7,01	274	39,2	1,07	0,587	0,443	1,32
		120'				3,17	17,57	51,3	7,00	275	39,2	1,07	0,586	0,443	1,32

ten von Klieneberger und Carl²²⁾ nahezu im Einklang. Das Bluteiweiss und der k. o. D. und Druck pro % wiesen fast bestimmte Werte auf, wobei niemals zeitliche Verschiedenheit vorkam, hierbei erhobene Werte stimmen also im wesentlichen mit den von Saito u. Nakazawa²³⁾ und Horikawa²⁴⁾ in hiesiger Klinik gewonnenen Werten überein. Gesamt-N, Albumin-N und Globulin-N zeigten allemal, in der ersten, zweiten und dritten Blutprobe, beinahe dieselben Werte. Sie stimmen im ganzen und grossen mit den Werten von Lewinski,²⁵⁾ Ozawa²⁶⁾ und Tanaka²⁰⁾ sowie auch von Horikawa²⁴⁾ an hiesiger Klinik überein. Der Rest-N war auch keiner zeitlichen Veränderung unterworfen; er stimmt mit den Werten von Bang,²⁷⁾ Funaki,²⁸⁾ Ozawa,²⁶⁾ Tanaka,²⁰⁾ Nakao, Kin und Matsuzaki²⁹⁾ u. a. überein.

II. Versuche bei Inhalation von sauerstoffarmer Luft.

Die Luft, deren Sauerstoffgehalt nur um 9,1–11,8% betrug, liess man Versuchstiere einatmen.

Diese Versuchsergebnisse sind in Tab. 2 zusammengestellt.

Die Blutkohlensäure, welche vor Inhalation von sauerstoffarmer Luft im Mittel 46,2 (42,6–50,8) Vol. % betragen hatte, nahm unmittelbar nach Abschluss der Inhalation auf 35,9 (29,6–43,4) Vol. % ab; dieser Wert zeigt also eine Abnahme um 22,4% gegenüber dem Wert vor der Inhalation. Eine Stunde später belief sie sich auf 45,3 (42,6–48,7) Vol. %; dieser Wert näherte sich dem Wert vor der Inhalation, zeigte aber noch eine Abnahme um 1,9% gegenüber demselben.

Vor kurzem liess Okada³⁰⁾ an hiesiger Klinik die Luft, die 8% Sauerstoff enthält, Kaninchen einatmen und fand eine Stunde später eine Abnahme der Kohlensäure um 31,1%; Kōdera⁵⁾ führte die sauerstoffarme, d. h. mit 8,7–10,5% O₂ versetzte, Luft ebenfalls Kaninchen zu, es ergab sich hierbei, dass die Blut-CO₂ dem Zeitablauf nach der Inhalation entsprechend, d. h. in 20', 25', 35', 50', 80', immer mehr abnahm.

22) Klieneberger u. Carl, Die Blutmorphologie der Laboratoriumstiere, Leipzig 1912, 45.

23) Saito u. Nakazawa, Tohoku Journ. Exp. Med., 1932, 19, 235.

24) Horikawa, wird bald in dieser Zeitschr. publiziert.

25) Lewinski, Pflüger's Arch., 1903, 100, 1903.

26) Ozawa, Fukuoka Ikadaigaku Zasshi, 1926, 19, 605.

27) Bang, Biochem. Zeitschr., 1914, 61, 428.

28) Funaki, Tokyo Igakkai Zasshi, 1927, 41, 1855.

29) Nakao, Kin u. Matsuzaki, Chosen Igakkai Zasshi, 1933, 23, 1758.

30) Okada, Nippon Naikagakkai Zasshi, 1930–1931, 17, 173.

Tabelle 2.
Einatmung O₂-armer Luft.

Nr. u. Geschl.	Körper- gewicht (kg)	O ₂ -Gehalt d. Luft (%)	Zeit d. Blut- entnahme	Hämoglobin (g/dl)	Pulszahl	Atemzahl	O ₂ -Un- sätti- gung (cem in 100 cem)	O ₂ - Kapa- zität (cem in 100 cem)	CO ₂ - Gehalt d. Bluts (Vol. %)	Serum- eiweiss (%)	Koll.- osm. Druck (mm (H ₂ O)	Serum-N					Rest-N g/dl
												Ge- samt-N g/dl	Albu- min-N g/dl	Globu- lin-N g/dl	Albumin Globulin		
1 ♂	8,5	11,8	Vor d. Inhal.	10,31	65	12	4,86	11,49	42,6	6,08	209	34,37	0,949	0,594	0,340	1,72	0,015
			Direkt nach d. Inhalation		86	24	25,19	10,91	29,6	6,33	197	31,12	0,998	0,587	0,392	1,50	0,022
			Nach 1 Std.		72	18	7,07	11,25	42,6	6,12	213	34,80	0,989	0,598	0,370	1,62	0,021
2 ♂	9,6	9,3	Vor d. Inhal.	14,80	72	24	3,91	19,12	47,1	6,49	245	37,75	1,016	0,591	0,410	1,42	0,026
			Direkt nach d. Inhalation		80	36	13,90	18,95	34,4	6,77	236	34,86	1,050	0,560	0,460	1,22	0,030
			Nach 1 Std.		78	30	3,48	18,25	47,1	6,53	247	37,82	1,014	0,577	0,413	1,40	0,024
3 ♂	16,7	9,1	Vor d. Inhal.	14,52	86	58	2,60	18,19	46,9	7,07	276	39,03	1,133	0,658	0,456	1,44	0,018
			Direkt nach d. Inhalation		90	90	11,26	17,76	37,9	7,42	270	36,39	1,171	0,648	0,496	1,31	0,027
			Nach 1 Std.		80	72	3,46	18,62	48,7	7,05	275	36,01	1,130	0,642	0,463	1,39	0,024
4 ♂	8,1	9,1	Vor d. Inhal.	13,94	68	12	3,49	17,87	50,8	6,53	247	37,82	0,997	0,557	0,408	1,36	0,031
			Direkt nach d. Inhalation	13,36	86	18	10,90	17,44	32,7	6,75	242	35,90	1,022	0,544	0,443	1,23	0,035
			Nach 1 Std.	13,64	82	18	3,49	17,84	45,5	6,53	241	36,91	0,998	0,567	0,401	1,40	0,030
5 ♂	11,2	10,2	Vor d. Inhal.	12,96	68	18	3,04	11,98	47,0	6,77	300	44,31	1,029	0,592	0,409	1,45	0,028
			Direkt nach d. Inhalation	12,8	86	28	6,08	11,93	43,4	7,09	273	38,50	1,065	0,569	0,460	1,24	0,036
			Nach 1 Std.	12,8	62	20	3,04	11,93	45,2	6,77	299	44,16	1,008	0,583	0,392	1,48	0,033
6 ♂	5,9	9,3	Vor d. Inhal.	11,52	78	18	4,92	12,08	42,8	6,88	244	35,50	0,941	0,469	0,435	1,07	0,037
			Direkt nach d. Inhalation	11,22	106	120	11,18	11,63	37,2	7,12	230	32,30	0,973	0,450	0,485	0,93	0,040
			Nach 1 Std.	11,36	98	30	4,16	11,93	42,8	6,88	243	35,30	0,936	0,474	0,424	1,10	0,038
Durch- schnitts- wert			Vor d. Inhal.	12,81			3,80	15,12	46,2	6,64	253	38,13	1,011	0,575	0,410	1,40	0,026
			Direkt nach d. Inhalation	12,46			13,09	14,77	35,9	6,92	241	34,83	1,046	0,559	0,456	1,24	0,032
			Nach 1 Std.	12,62			4,12	14,97	45,3	6,65	253	38,00	1,012	0,573	0,410	1,40	0,028

Die O₂-Unsättigung, welche vor Inhalation im Mittel 3,80 (2,60–4,92) ccm in 100 ccm aufgewiesen hatte, steigerte sich unmittelbar nach der Inhalation auf 13,09 (6,08–25,19) ccm in 100 ccm; diese Ziffer besagt nämlich eine Zunahme um 244,5% im Vergleich mit dem Wert vor der Inhalation. Eine Stunde nach Abschluss der Inhalation betrug sie 4,12 (3,04–7,16) ccm in 100 ccm; dieser Mittelwert zeigt auch noch eine Zunahme um 8,4% gegenüber dem Ursprungswert.

Die O₂-Kapazität, welche vor der Inhalation im Mittel 15,12 (11,49–19,12) ccm in 100 ccm betragen hatte, sank gleich nach Unterbrechung der Einatmung auf 14,77 (10,91–18,95) ccm in 100 ccm ab; sie nahm also um 2,3% ab gegenüber dem Wert vor der Inhalation; Eine Stunde später zeigte die O₂-Kapazität einen Wert von 14,97 (11,25–18,62) ccm in 100 ccm; sie kam also hier annähernd auf den Anfangswert zurück.

Was die Veränderung der O₂-Unsättigung betrifft, hat Yosomiya³¹⁾ an hiesiger Klinik im an Kaninchen ausgeführten Versuch des progressiven O₂-Mangels nachgewiesen, dass sie mit dem Zeitablauf allmählich zunimmt. Okada³⁰⁾ hat bei Kaninchen, welche die mit nur 8% O₂ versetzte Luft eingeatmet hatte, gefunden, dass die O₂-Unsättigung, welche vor der Inhalation einen Wert von 1,77 ccm in 100 ccm aufgewiesen hatte, in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 10,77 ccm in 100 ccm zunahm und selbst in einstündigem Ablauf nach Abschluss der Inhalation noch einen Wert von 2,24 ccm in 100 ccm aufwies. Okada³⁰⁾ hat bei unveränderter O₂-Kapazität den Sauerstoffgehalt und die prozentuelle Sauerstoffsättigung erheblich abnehmen bemerkt.

Der Hämoglobingehalt wurde in 3 Fällen (im Versuch 4, 5 und 6) bestimmt. Er betrug vor der Inhalation im Durchschnitt 12,81 g/dl, während er unmittelbar nach dem Abschluss derselben bei 12,46 g/dl liegt, also eine Abnahme um 2,8%; in einstündigem Ablauf danach wurde er nahezu auf den Anfangswert wiederhergestellt.

Atemzahl war infolge der Einatmung dieses Gases auf das Doppelte vermehrt, Pulszahl war ebenfalls gesteigert, eine Stunde später aber auf den annähernden Ursprungswert wiederhergestellt.

Was den Serumeiweiss anbelangt, betrug der Gesamt-N, welcher vor der Inhalation einen Mittelwert von 1,011 (0,94–1,133) g/dl aufgewiesen hatte, in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit 1,046 (0,973–1,171) g/dl; er zeigt also eine Zunahme um 3,5% gegenüber dem Vorwert. In einstündigem Ablauf nach dem Abschluss der Inhalation wurde er auf den annähernden Anfangswert wiederhergestellt.

31) Yosomiya, Tohoku Journ. Exp. Med., 1927, 8, 535.

Albumin-N, der vor der Inhalation einen Mittelwert von 0,575 (0,469–0,658) g/dl aufgewiesen hatte, betrug in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit 0,559 (0,450–0,648) g/dl, also eine Abnahme um 2,8% gegenüber dem Vorwert. Eine Stunde später betrug der Albumin-N 0,573 (0,474–0,642) g/dl, also beinahe an den Vorwert herantretend.

Globulin-N, welcher vor der Inhalation im Mittel 0,410 (0,340–0,456) g/dl betragen hatte, belief sich in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 0,456 (0,392–0,496) g/dl, also eine Zunahme um 13,7% gegenüber dem Anfangswert; eine Stunde später betrug er 0,410 (0,370–0,463) g/dl, ein Wert, der nahezu an den Ursprungswert grenzt. Der Albumin-Globulin-Quotient zeigte vor der Inhalation einen Mittelwert von 1,40 sank unmittelbar nach Abschluss derselben auf 1,24 herab, während er eine Stunde später völlig auf den Anfangswert zurückkam.

Rest-N betrug vor der Inhalation im Mittel 0,026 (0,015–0,037) g/dl, belief sich in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 0,032 (0,022–0,040) g/dl; diese Ziffer zeigte eine Zunahme um 23,1% gegenüber dem Vorwert. Eine Stunde später wurde er zu 0,028 (0,021–0,038) g/dl ermittelt, was noch eine Zunahme um 7,7% im Vergleich zum Anfangswert zeigte.

Laubender^{32,33)} bestätigte eine abnorme Vermehrung des Rest-N auf dem 5000 Meter hohen Berg. Ebenso auch von Elias, Löffler u. Taubenhau³⁴⁾ ist eine Zunahme des Rest-N angegeben worden.

Serumeiweiss, welches vor der Inhalation einen Mittelwert von 6,64 (6,08–7,07) % aufgewiesen hatte, vermehrte sich in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 6,92 (6,33–7,42) %, sie zeigte eine Zunahme um 4,2% im Vergleich zum Vorwert; in einstündigem Ablauf danach verminderte sie sich auf 6,65 (6,12–7,05) %, kehrte also beinahe zum Anfangswert zurück.

Kolloid-osmotischer Druck, der vor der Inhalation im Mittel 253 (209–300) mm H₂O aufgewiesen hatte, sank in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 241 (197–273) mm H₂O herab, eine Abnahme um 4,7% gegenüber dem Vorwert; eine Stunde später stieg er wieder auf 253 (213–299) mm H₂O an, ein Wert, der dem Ursprungswert fast gleichkam. Druck pro %, der vor der Inhalation im Mittel

32) Laubender, Biochem. Zeitschr., 1925, **162**, 459.

33) Laubender, Biochem. Zeitschr., 1925, **165**, 427.

34) Elias, Löffler u. Taubenhau, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., 1930, **73**, 755.

38,13 (34,37–44,31) mm H₂O aufgewiesen hatte, sank unmittelbar nach dem Abschluss der Inhalation auf 34,83 (31,22–44,16) mm H₂O herab; diese Ziffer entsprach einer Abnahme um 8,6% im Vergleich zum Vorwert; eine Stunde später betrug er 38,00 (34,80–38,16) mm H₂O, wurde also auf den annähernden Ursprungswert wiederhergestellt.

Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten im Blut, welches unmittelbar nach der Inhalation entnommen wurde, wurde in allen Zeitabschnitten von $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 4, 5 Stunden und weiter selbst nach 24 Stunden beschleunigter gefunden als die im vor der Inhalation entnommenen Blut. Sie kann eine Stunde später beinahe auf die Anfangsgeschwindigkeit zurück.

III. Versuche bei Inhalation von kohlen-säurereicher Luft.

In dieser Versuchsreihe liess man Versuchstiere die Luft, welche CO₂ in 12–25% und O₂ in ca. 20% enthielt, 20–30 Minuten lang einatmen. Diese Ergebnisse sind in Tab. 3 veranschaulicht.

Die Blutkohlensäure, die vor der Inhalation von obiger Luft im Mittel 48,8 (45,0–51,5) Vol. % betragen hatte, wurde direkt nach dem Abschluss der Inhalation zu 75,1 (68,1–78,3) Vol. % ermittelt; diese Ziffer zeigte also eine Zunahme um 53,9% gegenüber dem Vorwert. Eine Stunde danach belief sie sich auf 50,3 (46,8–53,4) Vol. %; sie trat so zwar an den Ursprungswert heran, zeigte aber noch eine Zunahme um 3,1% im Vergleich zu demselben.

Die O₂-Unsättigung, die vor der Inhalation im Mittel 3,79 (2,28–5,33) ccm in 100 ccm betragen hatte, sank in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 3,15 (2,21–4,88) ccm in 100 ccm ab; sie zeigte also eine Abnahme um 16,9% gegenüber dem Vorwert. Eine Stunde später stieg sie wieder auf 3,28 (2,01–4,88) ccm in 100 ccm, so dass sie dem Präinhalationswert sehr näher trat, dennoch eine Abnahme um 13,4% aufwies.

Die O₂-Kapazität, die vor der Inhalation im Mittel 14,65 (12,79–16,42) ccm in 100 ccm aufgewiesen hatte, war in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 14,03 (11,98–16,45) ccm in 100 ccm herabgesetzt; sie zeigte also eine Abnahme um 4,2% im Vergleich zum Vorwert. In einstündigem Ablauf nach der Inhalation stieg sie auf 14,40 (2,82–16,45) ccm in 100 ccm an; es lag hier noch eine Abnahme um 1,7% vor im Vergleich zum Anfangswert.

Über Änderungen der Blutgase bei Inhalation von CO₂-reicher Luft liegen

Tabelle 3.

Einatmung kohlensäurereicher Luft.

Nr. u. Geschl.	Körper- gewicht (kg)	CO ₂ -Gehalt d. Luft (%)	Zeit d. Blut- entnahme	Hämoglobin (g/dl)	Pulszahl	Atemzahl	O ₂ -Sätti- gung (ccm in 100 ccm)	O ₂ - Kapa- zität (ccm in 100 ccm)	O ₂ - Gehalt d. Bluts (Vol %)	Serum- eiweiss (%)	Koll.- osm. Druck (mm (H ₂ O))	K. o. D. pro % (mm (H ₂ O))	Serum-N			
													Ge- samt-N g/dl	Albu- min-N g/dl	Globu- lin-N g/dl	Rest-N g/dl
1 ♀	11,6	13,3	Vor d. Inhal.	11,51	84	18	2,28	12,79	48,5	6,53	255	39,05	0,964	0,523	0,420	0,021
			Direkt nach d. Inhalation		112	42	2,27	13,21	74,6	7,00	237	33,85	1,003	0,471	0,507	0,025
			Nach 1 Std.		74	24	2,27	13,00	50,3	6,70	249	37,16	0,973	0,509	0,441	0,023
2 ♀	11,0	12,5	Vor d. Inhal.	12,34	60	12	5,33	14,65	51,5	6,87	258	37,56	1,022	0,547	0,449	0,026
			Direkt nach d. Inhalation		102	46	4,88	13,32	77,3	7,22	241	33,38	1,062	0,534	0,518	0,032
			Nach 1 Std.		54	12	4,88	13,76	53,4	6,93	261	37,66	1,039	0,554	0,459	0,026
3 ♀	11,9	21,2	Vor d. Inhal.	12,00	68	18	2,68	14,98	50,3	6,25	250	40,00	0,910	0,508	0,402	0,028
			Direkt nach d. Inhalation		84	54	2,11	14,21	78,3	7,05	221	31,35	1,010	0,489	0,529	0,034
			Nach 1 Std.		62	18	2,01	14,59	52,2	6,23	258	41,73	0,948	0,521	0,427	0,030
4 ♀	10,3	14,3	Vor d. Inhal.	12,28	70	12	4,86	13,26	51,6	6,98	262	37,55	1,044	0,566	0,449	0,029
			Direkt nach d. Inhalation		98	50	3,98	11,98	68,2	7,50	237	31,60	1,059	0,530	0,493	0,036
			Nach 1 Std.		80	14	4,40	12,82	49,7	7,02	266	37,89	1,055	0,571	0,454	0,030
5 ♀	16,1	24,6	Vor d. Inhal.	13,36	68	16	3,49	16,42	45,6	7,10	272	38,31	1,068	0,575	0,426	0,047
			Direkt nach d. Inhalation		104	24	2,62	15,04	76,6	7,74	242	31,27	1,130	0,574	0,481	0,055
			Nach 1 Std.		81	18	2,54	15,98	49,2	7,23	271	37,48	1,088	0,576	0,443	0,049
6 ♀	12,0	27,1	Vor d. Inhal.	13,24	74	12	4,11	15,81	45,0	7,01	261	37,23	1,063	0,586	0,454	0,028
			Direkt nach d. Inhalation		120	24	3,03	16,45	75,7	7,59	243	32,01	1,127	0,559	0,531	0,037
			Nach 1 Std.		72	18	3,59	16,45	46,8	7,22	263	36,43	1,060	0,581	0,455	0,024
Durch- schnitts- wert			Vor d. Inhal.	13,30			3,79	14,65	48,8	6,79	260	38,29	1,012	0,559	0,425	0,029
			Direkt nach d. Inhalation				3,15	14,03	75,1	7,35	237	32,24	1,065	0,535	0,501	0,036
			Nach 1 Std.				3,28	14,40	50,3	6,89	261	38,06	1,027	0,559	0,438	0,030

folgende Mitteilungen vor: Itakura³⁵⁾ u. a. an hiesiger Klinik liess Kaninchen die Luft, die 5–10% CO₂ enthielt, einatmen und fand, dass der Kohlensäuregehalt des Bluts auffallend zunimmt und die O₂-Unsättigung des arteriellen Bluts im allgemeinen abnimmt, wobei auch die O₂-Kapazität ziemlich herabgesetzt ist. Koderä³⁶⁾ an hiesiger Klinik liess Kaninchen die Luft mit 7–10% CO₂ inhalieren und fand Zunahme an Blut-CO₂. Tano³⁶⁾ liess Kaninchen in der mit CO₂ gesättigten Luft der CO₂-Vergiftung erliegen und soll im arteriellen Blut beim Vergiftungstod nachgewiesen haben, dass die O₂-Kapazität des prämortalen Bluts 17,20 Vol.%, die des postmortalen Bluts 15,95 Vol.% beträgt, nämlich hier eine Abnahme um 1,25 Vol.% stattfindet, und dass der Kohlensäuregehalt des prämortalen Arterienbluts 34,36 Vol.%, der des postmortalen 66,72 Vol.%, beträgt, nämlich um 32,36 Vol.% zunimmt. Takasugi und Kobayashi³⁷⁾ haben den Bericht erstattet, dass beim Menschen, den sie das Gemisch von Sauerstoff und Kohlensäure inhalieren liessen, O₂-Kapazität und CO₂-Kapazität und CO₂-Gehalt keine merkliche Änderungen aufweisen.

Abe²¹⁾ hat die Angabe gemacht, dass wenn man den Hund die mit 4–8% CO₂ versetzte Luft 10–30 Minuten lang inhalieren lasse, im Laufe der Inhalation der Kohlensäuregehalt des gesamten Arterienbluts erhöht sei, und innerhalb 6 Stunden nach Abschluss der Inhalation wieder auf den Präinhalationswert zurückkäme, und dass die O₂-Unsättigung im Laufe der Inhalation herabgesetzt und die prozentuelle O₂-Sättigung während der Inhalation gesteigert sei.

Der Hämoglobingehalt wurde in 2 Fällen (im Versuch 5 und 6) bestimmt. Im unmittelbaren Anschluss an die beendete Inhalation zeigte er eine Abnahme um 1,7% gegenüber dem Anfangswert, auch in einstündigem Ablauf danach war er mehr oder weniger herabgesetzt.

Hayasaka und Itakura⁸⁾ an hiesiger Klinik haben berichtet, dass beim Menschen, der die mit 5,3–6,8% CO₂ versetzte Luft 5–7 Minuten lang eingeatmet hat, der Hämoglobingehalt gewissermassen zur Abnahme geneigt und die Blutkonzentration verdünnt sei.

Die Pulszahl war durch Inhalation von abnormer Luft im grossen und ganzen auf das Doppelte gesteigert, auch die Atemzahl war ziemlich erhöht. In einstündigem Ablauf nach der Inhalation wurden beide Werte beinahe auf die Ursprungswerte wiederhergestellt.

Schwankungen des Serumeiweisses verhalten sich wie folgt: Gesamt-N, welcher vor der Inspiration im Mittel 1,012 (0,910–1,068) g/dl betragen hatte, belief sich nach dem Abschluss der Inhalation auf 1,065 (1,003–1,130) g/dl; es war also um 5,3% erhöht im Ver-

35) Itakura, Hayasaka u. Yoshida, Nippon Naikagakkai Zasshi, 1928–1929, 16, 108.

36) Tano, Iji Koron, 1935, Nr. 1176, 4; Nr. 1177, 5; Nr. 1178, 5.

37) Takasugi u. Kobayashi, Hokkaido Igakkai Zasshi, 1935, 10, 17.

gleich zum Ursprungswert. In einstündigem Ablauf danach nahm er auf 1,027 (0,948–1,088) g/dl ab; bei Annäherung an den Präinhalationswert zeigt er jedoch noch eine Zunahme um 1,5% gegenüber demselben.

Albumin-N, der vor der Inspiration im Mittel 0,559 (0,523–0,586) g/dl betragen hatte, wurde direkt nach dem Abschluss der Inhalation zu 0,535 (0,471–0,574) g/dl ermittelt; er war gegenüber dem Anfangswert um 4,3% herabgesetzt. Eine Stunde später stieg er auf 0,559 (0,509–0,581) g/dl an, wurde also auf den annähernden Anfangswert wiederhergestellt.

Globulin-N, der vor der Inhalation im Mittel 0,425 (0,402–0,454) g/dl betragen hatte, lag unmittelbar nach dem Abschluss derselben bei 0,501 (0,481–0,531) g/dl; diese Ziffer besagt eine Zunahme um 17,8% gegenüber dem Anfangswert. In einstündigem Ablauf danach war er auf 0,438 (0,427–0,459) g/dl herabgesetzt; er rückte nahe an den Präinhalationswert heran, zeigte aber noch eine Zunahme um 3,1%. Der Albumin-Globulin-Quotient, der vor der Inhalation im Mittel 1,31 (1,20–1,35) gewesen war, war direkt nach derselben auf 1,07 (0,92–1,19) herabgesetzt, er war also gegenüber dem Anfangswert um 18,3% erniedrigt, was auf die relative und absolute Vermehrung des Globulins und die relative und absolute Verminderung des Albumins hindeutet.

Rest-N, der vor der Inhalation durchschnittlich 0,029 (0,021–0,047) g/dl betragen hatte, vermehrte sich in der Inhalation unmittelbar nachfolgender Zeit auf 0,036 (0,025–0,055) g/dl; es ergab hier also dem Anfangswert gegenüber eine Zunahme um 25,8%. In einstündigem Ablauf danach belief sich er auf 0,030 (0,023–0,049) g/dl; er näherte sich im groben genommen dem Präinhalationswert, zeigte aber gegenüber demselben noch eine Zunahme um 3,4%.

Serumeiweiss, das vor der Inhalation im Mittel 6,79 (6,25–7,10) % betragen hatte, belief sich direkt nach der Inhalation im Mittel auf 7,35 (7,00–7,74)%, eine Zunahme um 8,5% gegenüber dem Anfangswert; eine Stunde danach war es im Mittel auf 6,89 (6,23–7,23)% vermindert, hier trat also die fast völlige Wiederherstellung auf den Anfangswert ein.

Über Serumeiweissänderungen durch Inhalation von CO₂-reicher Luft hat Itakura³⁵⁾ u. a. an hiesiger Klinik Beobachtungen mitgeteilt, nach denen bei Einatmung der Kohlensäure das Serumeiweiss zunimmt, der Hämoglobingehalt abnimmt, und dass 30 Minuten später sie abnehmen, so dass die Hydrämie auftritt.

Kolloid-osmotischer Druck des Blutserums, der vor der Inhalation im Mittel 260 (250–272) mm H₂O aufgewiesen hatte, sank direkt nach dem Abschluss der Inhalation auf 237 (221–243) mm H₂O ab, eine Abnahme um 8,8% gegenüber dem Anfangswert; in einstündigem Ablauf danach belief er sich wieder auf 261 (249–271) mm H₂O, er kam fast vollkommen auf den Anfangswert zurück. Druck pro %, der vor der Inhalation im Mittel 38,29 (35,77–40,00) mm H₂O betragen hatte, sank direkt nach der Inhalation auf 32,24 (31,27–33,85) mm H₂O herab, eine Abnahme um 15,8% gegenüber dem Ursprungswert; eine Stunde später wurde er wieder auf denselben erhöht.

Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten hatte unmittelbar nach der Inhalation die Tendenz, sich um ein geringes mehr als vor der Inhalation zu beschleunigen. Man kann sich vorstellen, dass die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten zwar durch mancherlei Faktoren beeinflusst werden könne; vor allem aber dürfte die durch Inhalation von abnormer Luft herbeigeführte Globulinvermehrung im Verhältnis zum Albuminanteil immerhin eine beschleunigte Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten bedingen.

Diskussion.

Aus obigen Versuchsergebnissen sind wir nunmehr zur Erkenntnis gekommen, dass durch Einatmung von O₂-armer- bzw. CO₂-reicher Luft die Vermehrung des Gesamteiweisses des Serums und ebenso auch die relative und absolute Vermehrung des Globulin-N zustande kommen, während andererseits die Verminderung des Albumin-N sich vollzieht. Es erhebt sich die Frage, durch welchen Mechanismus derartige Serumeiweissänderungen auftreten.

Über den eigentlichen Ursprungsort der Bluteiweisskörper sowie über Momente, welche deren Veränderungen hervorrufen, sind in der Literatur verschiedene Meinungen niedergelegt worden, die aber noch nicht zu einem endgültigen Ergebnis geführt haben.

So haben z. B. Pfeiffer,³⁸⁾ Mathews³⁹⁾ und Reymann⁴⁰⁾ u. a. Leukozyten oder Erythrocyten als die Quelle der Bluteiweisskörper angesehen. Motai⁴¹⁾ betont, dass die an Retikuloendothelialzellen reichen Organe in in-

38) Pfeiffer, Zeitschr. f. klin. Med., 1897, **33**, 215.

39) Mathews, Americ. Journ. Physiol., 1900, **3**, 53.

40) Reymann, Zeitsch. f. Imm.-forsch., 1924, **41**, 209, 265 u. 284.

41) Motai, Aichi Igakkai Zasshi, 1930, **37**, 1158.

niger Beziehung zu Bluteiweisskörpern stünden. Jacoby⁴²⁾ und Fillinski⁴³⁾ vertreten die Ansicht, dass die Bluteiweisskörper im Knochenmark und in anderen hämatopoetischen Organen oder aber auch in der Leber gebildet bzw. aufgestapelt seien, Botansky,⁴⁴⁾ Goto,⁴⁵⁾ und Senshu⁴⁶⁾ haben auf eine intime Beziehung zwischen dem Serumeiweiss und der Leber hingewiesen. Herzfeld und Klinger⁴⁷⁾ haben über die Entstehung einzelner Eiweisskörper des Serums die Vorstellung geäussert: Es entstünde durch den Zerfall der Leukocyten, Blutplättchen sowie der Bindegewebszellen zunächst das dem Gewebeiweiss nahestehende Fibrinogen, welches dann in Globulin und weiterhin in Albumin umgewandelt wäre, bis es schliesslich als nicht koagulabler Stickstoff ausgeschieden würde. Berger⁴⁸⁾ nimmt die Existenz irgend welcher spezifischen Zellen an. Rusznýak,⁴⁹⁾ und Moll⁵⁰⁾ äusserten sich, dass das Albumin sich durch seine physikalische und chemische Veränderungen in das Globulin transformiere.

Durch die Untersuchungen an hiesiger Klinik, in denen Saito,⁵¹⁾ Horikawa,⁵²⁾ Tada u. Nakazawa,⁵³⁾ Onozaki,⁵⁴⁾ Yasuda,⁵⁵⁾ Fukuhara⁵⁶⁾ die Eiweisskörper und den k. o. D. des Bluts oder der Lymphe von verschiedenen Seiten studiert haben, ist es wahrscheinlich gemacht worden, dass die Bildung und Regulation der Bluteiweisskörper den Einflüssen der Leber, Niere, Milz und des Reticuloendothelialsystems sowie des Knochenmarks und Zentralnervensystems unterliegen.

Ferner ist es derzeit von vielen Autoren anerkannt worden, dass es unter verschiedenen pathologischen Verhältnissen zu Schwankungen des Albumin-Globulinmischverhältnisses kommt. Hurwitz u. Whipple⁵⁷⁾ wollen diese Albumin-Globulinverschiebung überhaupt als eine toxische Erscheinung aufgefasst wissen. Berger⁴⁸⁾ fasst diese als einen gesteigerten physiologischen Vorgang auf, während Schindera,⁵⁸⁾ Arnd u. Hafner⁵⁹⁾ sie als eine unspezifische Reaktion ansehen.

42) Jacoby, Zeitschr. f. physiol. Chem., 1900, **30**, 149.

43) Fillinski, Wien. klin. Wochenschr., 1925, 1110.

44) Botansky, Journ. Biol. Chem., 1927, **74**, 463.

45) Goto, Nippon Naikagakkai Zasshi, 1929, **17**, 53.

46) Senshu, Journ. of Biochem., 1928, **11**, 53.

47) Herzfeld u. Klinger, Biochem. Zeitschr., 1917, **83**, 42.

48) Berger, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., 1922, **28**, 1.

49) Rusznýak, Biochem. Zeitschr., 1923, **140**, 179.

50) Moll, Hofmeister's Beiträge, 1904, **4**, 563.

51) Saito, Tohoku Journ. Exp. Med., 1932, **19**, 445 u. 462.

52) Horikawa, wird bald in dieser Zeitschr. publiziert.

53) Tada u. Nakazawa, Tohoku Journ. Exp. Med., 1930, **15**, 119.

54) Onozaki, Ibid., 1935, **25**, 131.

55) Yasuda, Nippon Naikagakkai Zasshi, 1935, **23**, 343.

56) Fukuhara, Ibid., 1935, **23**, 343.

57) Hurwitz u. Whipple, Journ. Exp. Med., 1911, **13**, 136.

58) Schindera, Deutsch. Arch. f. klin. Med., 1924, **144**, 113.

59) Arnd u. Hafner, Biochem. Zeitschr., 1926, **167**, 440.

Es liegen aber auch eine Reihe von Mitteilungen darüber vor, dass es im Lauf von gewissen Immunisierungsprozessen zu einer Globulinvermehrung kommt. So haben Mozai⁶⁰⁾ u. Ozawa³⁰⁾ bei Typhus abdominalis und anderen akuten Infektionskrankheiten eine Globulinvermehrung nachgewiesen.

Angesichts des von vielen Autoren anerkannten Umstandes, dass bei akuten Infektionskrankheiten, wie z. B. beim Typhus abdominalis Azidose sich einstellt, könnte man daran denken, dass zwischen Azidose und Serumeiweissänderungen, d. h. Schwankungen des Albumin-Globulin-Verhältnisses irgendeine Beziehung bestünde. Dass im Hunger Azidose eintritt, ist durch experimentelle Untersuchung von Odaira⁶¹⁾ u. a. erwiesen worden. Nach Lewinski²⁵⁾ und Robertson⁶²⁾ gesellen sich hierzu noch Serumeiweissänderungen, d. h. Vermehrung des Gesamteiweisses mit Globulinvermehrung und Albuminverminderung. Ozawa³⁰⁾ hat darüber berichtet, dass es ihm gelang, beim Hund durch Injektion von $\frac{1}{2}$ N-Salzsäure oder durch Kältereizung Azidose herbeizuführen und ähnliche Veränderungen des Eiweissbildes, wie oben erwähnte, zuwege zu bringen.

Aus obigen Anführungen geht klar hervor, dass die Azidose wie oben angeführt, stets mit Serumeiweissänderungen einhergeht und es unterliegt auch keinem Zweifel, dass die Einatmung von O_2 -armer- oder CO_2 -reicher Luft unverfehlt zur Azidose führt, wie meine vorliegende Untersuchung dergetan hat. Da aber Einflüsse der Azidose auf den lebenden Organismus recht komplizierter Natur sind, fällt es uns schwer, zu erklären, in welchem Kausalzusammenhang die Azidose eigentlich mit Serumeiweissänderungen steht.

Nach Landis⁶³⁾ kommt es bei starker Azidose zu deutlicher Steigerung der Permeabilität der Gefässwand. Im Zusammenhang damit ist es wohl denkbar, dass durch Einatmung von O_2 -armer- bzw. CO_2 -reicher Luft die Gewebszellen aufquellen, indem sie das Wasser des Gewebssaftes in sich nehmen, und dass das dadurch nunmehr relativ eiweissreicher gewordene Gewebswasser durch die Gefässwand, deren Permeabilität gesteigert ist, hindurch reichlich in die Blutbahn hineindringt, wobei die Erhöhung der Bluteiweisskonzentration mit einer Hämoglobinverminderung stattfindet. Andererseits wäre es zu erwarten, dass infolge des Eintrittes der Azidose die Erythrozyten

60) Mozai, Iji Shimbun, 1923, 799 u. 875.

61) Odaira, zit. nach Kato, Nippon Naikagakkai Zasshi, 1921, 9, 711.

62) Robertson, Journ. Biol. Chem., 1915, 22, 233.

63) Landis, Americ. Journ. Physiol., 1928, 83, 528.

aufquellen, indem sie dem Blutplasma Wasser entnehmen, wodurch die Bluteiweisskonzentration mehr oder minder erhöht ist.

Es ist aber fraglich, inwieweit hierbei oben geschilderte Faktoren an der Erhöhung der Bluteiweisskonzentration beteiligt wären. Mit höchster Wahrscheinlichkeit wäre es soviel anzunehmen, dass die Leber und andere Organe, welche eben in ähnlicher Weise wie die Leber, zu der Bildung des Bluteiweisses und dessen Regulierung in inniger Beziehung stehen, bei Einatmung von derartiger Luft abnormer Zusammensetzung unter Oxidationsstörungen bzw. Azidose mehrweniger die Alteration ihrer Funktionsleistungen erleiden, wodurch wahrscheinlich die Bildung oder Mobilisation, eventuell Regulationssteuerung des Bluteiweisses abnorm eingestellt werden; es dürfte gleichzeitig mit Schwankungen der Bluteiweisskonzentration die Verschiebung der Albumin-Globulin-Verteilung, nämlich Globulinvermehrung und Albuminverminderung eintreten. Diese sog. Reizwirkung greift meines Erachtens auch in die Vorgänge in Blutkolloiden ein, so dass die Verschiebung der Kolloidaggregate nach grobdispenser Seite hin und die Herabsetzung des kolloid-osmotischen Drucks herbeigeführt werden dürften.

Die Vermehrung des Reststickstoffes dürfte auf der Anomalie des Bluteiweissstoffwechsels und vermehrtem Zerfall des Körper-eiweisses, welche beide durch Einatmung derartiger Luft abnormer Zusammensetzung bedingt sind, beruhen.

Schluss.

I. Beim Hunde ruft die Einatmung von O_2 -armer Luft (9,1–11,8% O_2 -Gehalt) für eine Stunde folgende Veränderungen im Blute hervor.

1. Die Blut- CO_2 nimmt beträchtlich ab, es tritt eine starke Acidosis ein. Die O_2 -Unsättigung weist eine erhebliche Zunahme auf, die O_2 -Kapazität ist zu etlicher Abnahme geneigt, ebenso auch der Hämoglobingehalt.

2. Das Gesamteiweiss des Bluts nimmt zu, das Globulin weist sowohl relativ wie auch absolut eine Vermehrung, das Albumin hingegen eine Verminderung auf, wobei das Albumin-Globulinmischungsverhältnis naturgemäss herabgesetzt ist.

Der Rest-N vermehrt sich.

3. Kolloid-osmotischer Druck des Bluts und Druck pro % sinken ab.

4. Die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten hat die Tendenz zur Beschleunigung.

II. Bei 20–30 Minuten langer Einatmung von CO₂-reicher Luft (12–25% CO₂ und 20% O₂):

1. Nimmt die Blut-CO₂ intensiv zu. Die O₂-Unsättigung weist eine gewisse Abnahme auf, die O₂-Kapazität und der Hämoglobingehalt nehmen auch mehr oder minder ab.

2. Gesamteiweiss des Bluts ist vermehrt, zugleich finden sich auch Globulinvermehrung und Albuminverminderung, es setzt sich also das Albumin-Globulinmischungsverhältnis herab. Rest-N nimmt zu.

3. Kolloid-osmotischer Druck des Bluts sowie Druck pro % sinken ebenfalls ab.

4. Die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrozyten ist zu geringfügiger Beschleunigung geneigt.