

Aus dem Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, Dresden - Weißer Hirsch

## **O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna**

Programmierung und Kreislauf-Meßergebnisse

Von M. VON ARDENNE und H. G. LIPPMANN

Mit 8 Abbildungen

### 1. Sauna- und O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Methodik

Der Saunaprozeß löst durch Steigerung der Blutdruckamplitude eine Zunahme der Sauerstoffversorgung aller Körpergewebe während der relativ kurzen Phasen erhöhter Körperkerntemperatur aus. Diese Hauptwirkung erreicht dadurch nicht die volle mögliche Größe, weil während der Zeitspanne erhöhter Körperkerntemperatur die Hb-O<sub>2</sub>-Beladung des Blutes je nach Lebensalter mehr oder weniger vermindert ist. Bei der üblichen Prozeßprogrammierung mit mehrmaliger Hyperthermie bewirkt die Sauna weiter ein Training des Herz-Kreislauf-Systemes und des Wärmeregulations-Systemes sowie eine Aktivierung der körpereigenen Immunabwehr (Resistenzsteigerung). Schließlich werden bekanntlich die Lungenleistung und die Exkursionsfähigkeit des Bewegungsapparates verbessert. So ist es verständlich, daß der Saunaprozeß [1, 2, 3, 4] zu einer wichtigen Methode der Prophylaxe und Medizin geworden ist. Die Zahl bestehender Saunaanlagen in der Welt ist auf mehrere Millionen einzuschätzen. Allein in Finnland bestehen 578000 Saunahäuschen [2]. Für die Bundesrepublik Deutschland werden 2500 öffentliche Saunaanlagen und 15000 kleinere Saunaanlagen in Privathaushalten angegeben [2]. Diese Zahlen mögen genügen, um erkennen zu lassen, daß die methodische Verbesserung des Saunaprozesses erhebliche Auswirkungen sowohl in medizinischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht haben kann.

Die vorliegenden Untersuchungen steuern das Ziel an, durch Verbesserung des Saunaprozesses die O<sub>2</sub>-Versorgung aller Körpergewebe in der Phase erhöhter Körperkerntemperatur möglichst weit zu steigern. Hierbei kam es darauf an:

1. die Blutdruckamplitude weiter zu vergrößern,
2. die einleitend erwähnte Minderung der Hb-O<sub>2</sub>-Beladung des Blutes bei erhöhter Körperkerntemperatur zu vermeiden,
3. die O<sub>2</sub>-Utilisation in den Körpergeweben durch Gabe geeigneter Pharmaka wesentlich zu verbessern.

Die Zielsetzung ergab sich für uns aus drei unabhängigen Beobachtungen, daß im lebenden Organismus eine sehr eindrucksvolle Zunahme des O<sub>2</sub>-Stoffwechsels der Gewebe dann eintritt, wenn gleichzeitig der Sauerstoffpartialdruck der Inspirationsluft erhöht wird (von 150 Torr normal auf 320 Torr bzw. 400 Torr bei Organismen in höherem Lebensalter) und Pharmaka, wie z. B. Dipyridamol, Vitamin B<sub>1</sub>, Mg-Orotat gegeben werden, welche die O<sub>2</sub>-Utilisation in den Geweben stimulieren.

So zeigte sich, daß eine solche O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Methodik den mit langzeitiger 40°C-Hyperthermie verbundenen Krebs-Mehrschritt-Therapie-Prozeß auch für

Menschen in höherem Lebensalter und bereits geschwächtem Gesundheitszustand verträglich werden läßt [5, 6]. Durch Vergrößerung des  $pO_2$  der Inspirationsluft auf den 2- bis 2,5fachen bzw. 5fachen Normalwert wird erreicht, daß die Hb- $O_2$ -Beladung des Blutes auch für die 40°C-Bindungskurve und sogar für ältere Menschen mit schon herabgesetzter Lungenleistung trotz vermindelter Kontaktzeit in der Lunge fast den Sättigungswert annimmt [5]. Durch diesen Schritt allein gelingt es daher, die Minderung der Hb- $O_2$ -Beladung des Blutes bei erhöhter Körperkerntemperatur und gesteigertem Blut-Minutenvolumen zu vermeiden.

Weiter wurde bei In-vivo-Versuchen zur Krebs-Metastasen-Prophylaxe [7] [5, Anhang A 31.2] gemessen, daß im Metastasierungsmodell die bei den Kontrollen bestehende Metastasenzahl von 100% durch Erhöhung des  $pO_2$  der Inspirationsluft auf 400 Torr zurückging auf 80%, aber sich weiter reduzierte auf 5 bis 10%, wenn zur Verbesserung der  $O_2$ -Utilisation Vitamin-B-Komplex gegeben wurde.

Schließlich wurden bei Messungen über die Konzentration energiereicher Phosphate im Gehirn von Ratten gefunden [8, Abb. 7] [5], daß nach 90 Minuten Steigerung des  $pO_2$  der Inspirationsluft auf 320 Torr die ATP-Konzentration von 100% Normalwert auf 140% ansteigt, daß aber der Gewinn durch Gabe von Dipyridamol und Vitamin  $B_1$  in gut verträglicher Dosierung sich noch auf 160% steigern läßt (Gewinnfaktor durch Pharmakongabe 1,15).

Die geschilderten drei Beobachtungen führten zum Konzept der  $O_2$ -Mehrschritt-Sauna [5, Anhang A 31.6] und veranlaßten uns zu nachstehender quantitativer Untersuchung über die Veränderung wichtiger Bestimmungsgrößen durch den normalen Saunaprozeß und durch den  $O_2$ -Mehrschritt-Sauna-Prozeß.

## 2. Sauna-Meßmodell und -Meßprogramm

Für die Durchführung der Versuche wurden 7 männliche Probanden im Alter zwischen 23 und 68 Jahren gewonnen, die in der Regel im Abstand von 1 bis 2 Wochen das Versuchsprogramm mindestens 2mal absolvierten. Sämtliche Probanden verfügten über einen guten körperlichen Allgemeinzustand und konnten als klinisch gesund gelten, verfügten jedoch nicht alle gleichermaßen über Erfahrungen mit der Sauna. Die Versuche wurden grundsätzlich frühmorgens nach vorausgegangener Einnahme eines kleinen Frühstücks ohne weitere Vorbereitung am gänzlich unbedeckten Probanden begonnen. Der Versuchsablauf gliederte sich in folgende Phasen:

Phase 1 – 30 Minuten Liegezeit im Vorraum;

Phase 2 – ansteigendes Fußbad (38 bis 43°C) über 12 Minuten Dauer;

Phase 3 – 1. Saunagang, dessen Dauer nicht fest programmiert, sondern vom subjektiven Wohlbefinden und vom Erreichen des vorgegebenen Grenzwertes der Körperkerntemperatur von etwa 40°C bestimmt wurde;

Phase 4 – Aufenthalt im Vorraum unter Ruhebedingungen bis zum Abklingen der Temperatur- und Kreislaufveränderungen;

Phase 5 – 2. Saunagang mit sofort anschließendem Ganzkörpertauchbad (16 bis 18°C) für 2 Minuten;

Phase 6 – Schlußaufenthalt im Vorraum für 30 Minuten und abschließendes Reinigungsbad.

Die für die Versuchsdurchführung zur Verfügung stehenden Räume umfaßten den in Abbildung 1 abgebildeten Saunaraum (16 m<sup>3</sup>), der allseitig holzverkleidet war und durch einen elektrisch betriebenen Ofen beheizt wurde. Das Bereiten der Sauna galt als abgeschlossen, wenn sich in unmittelbarer Nähe der Decke eine Temperatur von etwa 100°C und in unmittelbarer Nähe des Fußbodens eine Temperatur von etwa 50°C eingestellt hatte (Raumhöhe 2,5 m), woraus eine Temperaturzone zwischen 60 und 70°C in einer Höhe von etwa 80 cm über Fußboden resultierte (Aufenthaltszone des Probanden). Durch dosierte Wasserverdunstung wurde eine relative Luftfeuchtigkeit der Aufenthaltszone zwischen 26 und 29% eingestellt. Die Versuchsdurchführung in liegender Körperhaltung wurde vor allem zur Vermeidung eines nennenswerten Raumtemperatur-Gradienten in der Aufenthaltszone und zur Schaffung einheitlicher Basisbedingungen für die Meßwertgewinnung gewählt.

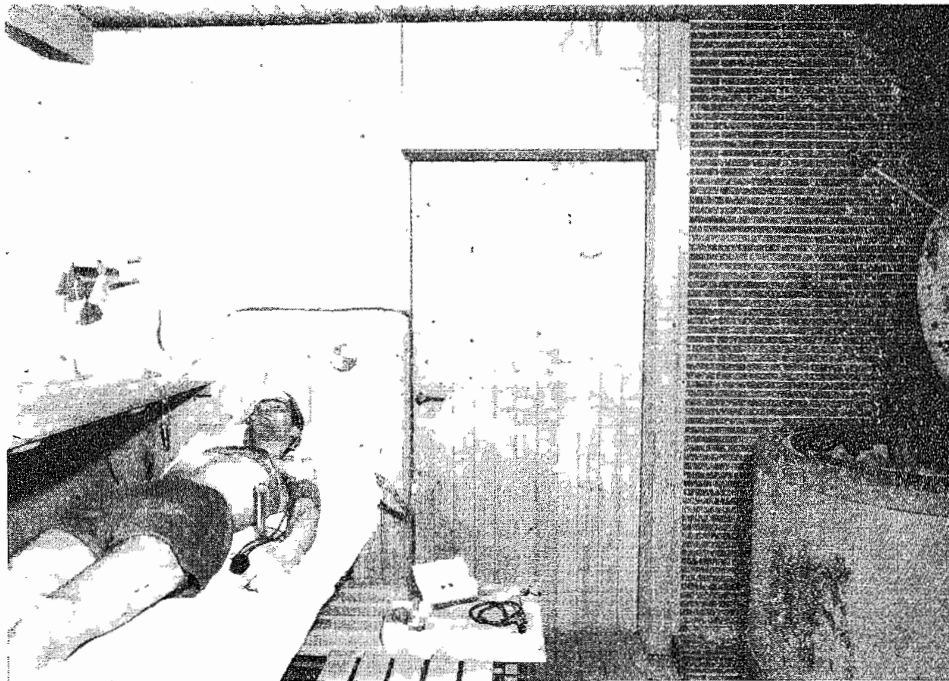


Abb. 1. Blick in die Sauna mit Probandenliege in der Temperaturzone T<sub>g</sub>, mit intranasaler Sonde zur O<sub>2</sub>-Zufuhr sowie mit Meßkabel und Gegensprechanlage zu den Vorräumen

Der in Abbildung 2 abgebildete Vorraum (24 m<sup>3</sup>) war als Baderaum mit allseitig gefliesten Wänden einschließlich Wanne, Dusche und Liege für den Probanden eingerichtet. Die Temperatur in der Aufenthaltszone des Probanden wurde zwischen 31 und 33°C, die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 75 und 85% gehalten. Die Regie des Versuchsablaufes und die Abnahme des größten Teiles der Meßwerte des Probanden erfolgte von dem in Abbildung 3 fotografierten Meßraum, der unter üblichen klimatischen Bedingungen stand.

Das Meßprogramm ist in Tabelle I zusammengefaßt. Es enthielt die Erfassung von Klimadaten der beiden Versuchsräume und weiter die Registrierung von Temperatur- und Kreislaufparametern sowie die Ermittlung von Blutdaten des Probanden.

Erfafte Klimadaten in den Versuchsräumen waren:

1. Raumtemperaturen in verschiedenen Bereichen (Thermoelemente - Multiflexgalvanometer).
2. Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit (Barometer, Hygrometer mit visueller Ablesung) sowie
3.  $pO_2$  der Raumluft in den Aufenthaltszonen ( $pO_2$ -Meter MF 65, Metra Radebeul).

Mit Ausnahme des Blutdruckes (nach herkömmlicher Methode mit Manschette am Oberarm gemessen) wurden alle Klima-, Temperatur- und Kreislaufdaten mittels elektronischer Wandler registriert<sup>1</sup> (s. Seite 354).

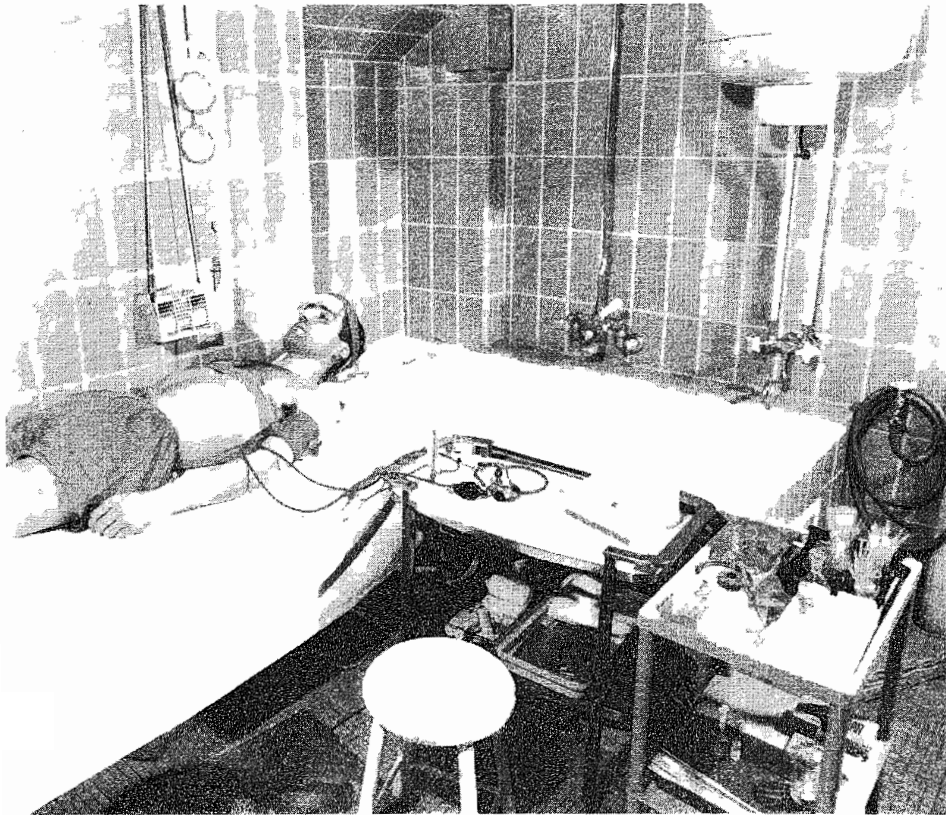


Abb. 2. Blick in den Sauna Vorraum mit seinen Hilfseinrichtungen zur Abwicklung des Meßprogrammes

<sup>1</sup> Der Arbeitsgruppe Medizinische Elektronik unseres Institutes (Leiter: Dr.-Ing. G. BÖHME), insbesondere Herrn Dipl.-Ing. G. STELZER und Herrn Ing. G. FÖRSTER, sei an dieser Stelle für die Wartung der Meßeinrichtungen gedankt.



Abb. 3. Blick in den O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna-Meßraum mit Elektrokardiotachograph und den Geräten zur Fernmessung von Temperaturen, Puls, pO<sub>2</sub>-Werten

Tabelle I. Meßprogramm zur Studie „O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna“

Meßobjekt	Nr.	Bestimmungsgröße	Kurzbezeichnung	Meßzeitpunkt min
Vorraum-Klimadaten	V 1	Temperatur im Vorraum	T <sub>V</sub>	t = 0 bis 200
	V 2	Temperatur im Fußbad	T <sub>F</sub>	während des Bades
	V 3	Temperatur im Tauchbad	T <sub>T</sub>	während des Bades
	V 4	relative Luftfeuchtigkeit	rel LF <sub>V</sub>	t = 0 bis 200
	V 5	pO <sub>2</sub> der Inspirationsluft	pO <sub>2V</sub>	t = 0 bis 200
Sauna-Klimadaten	S 1	Temperatur in Liegezone	T <sub>S1</sub>	t = 0 bis 200
	S 2	Temperatur über dem Boden	T <sub>S2</sub>	t = 0 bis 200
	S 3	relative Luftfeuchtigkeit	rel LF	t = 0 bis 200
	S 4	pO <sub>2</sub> der Inspirationsluft	pO <sub>2</sub>	t = 0 bis 200
	S 5			
Proband	1	Körperkerntemperatur	T <sub>K</sub>	t = -45 bis 200
	2	Puls (peripher und KTG)	f <sub>P</sub>	t = -45 bis 200
	3	Blutdruck	RR	t = -30 bis 200
	4	Atemfrequenz	f <sub>A</sub>	t = -30 bis 200
	5	pO <sub>2</sub> -arterielles Blut	pO <sub>2art</sub>	t = -30 bis 100
	6	Blutglukosekonzentration	c <sub>GK(K)</sub>	t = -30 bis 100
	7	Leukozyten	LEZ	t = -30 bis 100
	8	Hämoglobin, Erythrozyten, Hämatokrit	Hb, Ery, Hk	t = -30 bis 200
	9	subjektives Befinden	SB	t = -30 bis 200

1. Peripherer Puls mittels photoelektrischen Wandlers am Ohr läppchen (Pulsmeßgerät Institut von Ardenne);
2. EKG und KTG in modifizierter 2. Extremitätenableitung (Elektroden auf der Axillarlinie in Höhe des 5. ICR und am linken Unterschenkel; Elektrokardiotachograph VEB Meßgerätewerk Zwönitz);
3. Atemfrequenz mittels Thermistor im Respirationsstrom (Atemfrequenzmeßgerät Institut von Ardenne);
4. Körpertemperatur durch sublinguale Position eines Thermofühlers im hinteren Teil der Mundhöhle (Temperaturmeßgerät Institut von Ardenne).

Sämtliche Meßwertnehmer waren durch einen Stirnreif (Abb. 2) am Kopf des Probanden fixiert und über einen frei beweglichen Kabelbaum mit den Anzeigeelementen verbunden, die sich außerhalb der beiden Versuchsräume befanden (Abb. 3). Alle Meßwerte der Raum- und Probandenparameter wurden mit Ausnahme der Phase 1 (alle 10 min) in Abständen von 3 min gewonnen. Blutentnahmen aus dem mit Finalgon<sup>®</sup> arterialisierten Ohr läppchen erfolgten vor der Phase 1 und gegen Ende jeder einzelnen Phase (ohne Phase 2). Sie umfaßten die Bestimmung von  $pO_2$  ( $pO_2$ -Meter MF 65 Metra Radebeul mit Mikromeßkammer, Temperaturkorrektur nach SEVERINGHAUS [9]), Glukose (Glukoseoxydase/Peroxydase/o-Dianisidin n. [10]), Hämoglobin, Erythrozyten, Hämokrit und Leukozyten (stand. Arbeitsvorschriften DAB 7).

Während des gesamten Versuchsablaufes stand der Patient unter unmittelbarer ärztlicher Kontrolle, so daß weitere subjektive und objektive Beurteilungen von allgemeinem Verhalten und Reaktionsvermögen des Organismus möglich waren.

Zur Erprobung des  $O_2$ -Mehrschritt-Therapie-Effektes unter Saunabedingungen erfolgte die Wiederholung des Versuches unter sonst gleichen Bedingungen. Der Proband erhielt dazu 60 Minuten vor Beginn der Phase 1 75 mg Dipyridamol (Curantyl<sup>®</sup>, VEB Arzneimittelwerk Dresden), 30 mg Thiaminhydrochlorid (Vitamin B<sub>1</sub>, VEB Jenapharm) und 1 g Ascorbinsäure (Ascorvit<sup>®</sup>, VEB Jenapharm)<sup>1</sup> per os und mit Beginn der Phase 1 über die gesamte Versuchsdauer ein Luft- $O_2$ -Gemisch mit einem Anteil von 40%  $O_2$  in einer Menge von 3 bis 5 l/min (nasale Applikation).

### 3. Blutdruckamplitude und Hb- $O_2$ -Beladung des Blutes als relative Maßzahlen für die Gewebe- $O_2$ -Versorgung

Wenn die Hauptwirkung des optimal gestalteten Saunaprozesses in der zeitweiligen Steigerung der  $O_2$ -Versorgung des Gewebes gesehen wird, dann ist es für die experimentelle Arbeit dieser Problematik wichtig, über wegweisende Maßzahlen zu verfügen. Aus unserem Sauna-Meßprogramm erlauben die Bestimmungsgrößen Blutdruck und arterieller  $O_2$ -Partialdruck die Ableitung von relativen Maßzahlen für die Gewebe- $O_2$ -Versorgung.

Als erste relative Maßzahl darf die Blutdruckamplitude angesehen werden. Diese Annahme ist berechtigt, obwohl die Blutdruckamplitude eine Resultante aus dem Zusammenspiel verschiedener Faktoren (Herzleistung, peripherer Widerstand, Blutviskosität) darstellt, weil beim Saunaprozeß bekanntlich der periphere Widerstand vermindert wird [2]. Tatsächlich finden auch wir bei den

<sup>1</sup> Eine verbesserte Kombination ist als  $O_2$ -Mehrschritt-Kapsel beim VEB Jenapharm in Vorbereitung.

meisten durchgeführten Messungen unmittelbar nach Beginn der Hyperthermiephase ein Absinken des diastolischen Blutdruckes infolge Abnahme des peripheren Kreislaufwiderstandes (Weitstellungen in der peripheren Strombahn und Eröffnung arteriovenöser Kurzschlußverbindungen). Wenn trotz Abnahme des peripheren Widerstandes in der Hyperthermiephase eine signifikante Vergrößerung der Blutdruckamplitude beobachtet wird, so stellt diese Zunahme einen unteren Maßzahl-Grenzwert für die eintretende Verbesserung der integralen Durchblutung aller Gewebe des Organismus dar. In Wirklichkeit muß die eintretende Verbesserung infolge der Abnahme des peripheren Kreislaufwiderstandes noch größer sein, als sich dies in dem Anwachsen der Blutdruckamplitude widerspiegelt. Wegen der Schwierigkeit einer meßtechnischen Miterfassung des peripheren Widerstandes wollen wir uns im folgenden damit begnügen, die Blutdruckamplitude als relative Maßzahl für die Gewebe-O<sub>2</sub>-Versorgung zu verwenden, die nach vorstehenden Betrachtungen auf keinen Fall ein zu günstiges Bild liefert.

Als zweite relative Maßzahl ist die eintretende Änderung der Hb-O<sub>2</sub>-Beladung des Blutes in Sättig. % im Verhältnis zur arteriovenösen Differenz der Hb-O<sub>2</sub>-Beladung in Sättig. % anzusehen (siehe hierzu [6, Seite 766 und 768]). Für die arteriovenöse Differenz legen wir als mittleren Wert der Hyperthermiephase für Probanden im mittleren Lebensalter  $\Delta\text{HbO}_2 = 30$  Sättig. % und von 35 Sättig. % für Probanden im Alter von 70 Jahren den späteren Abschätzungen zugrunde. Diese relative Maßzahl, die, wie in den genannten Beispielen gezeigt, aus dem gemessenen arteriellen pO<sub>2</sub>-Wert und aus der gemessenen mittleren Körperkerntemperatur abzuleiten ist, charakterisiert die O<sub>2</sub>-Transportleistung des Blutes zum Gewebe (Temperaturkorrektur der pO<sub>2</sub>-Werte und Erreichung der Hb-O<sub>2</sub>-Werte nach [9]).

#### 4. Meßergebnisse bei Besuch einer normalen Sauna

Der zeitliche Verlauf der wichtigsten Bestimmungsgrößen während des Besuches einer normalen Sauna ist für 3 unserer 7 Probanden in den Abbildungen 4, 5 und 6 links eingetragen. Unter den übrigen Bestimmungsgrößen der Tabelle I waren nur noch bei der Leukozytenzahl wesentliche Schwankungen während des Saunabesuches zu beobachten. Die erhaltenen Leukozytenzahlen sind in der Darstellung Abbildung 7 zusammengefaßt. In Übereinstimmung mit der alten Erfahrung, daß in der Sauna die körpereigene Abwehr stimuliert wird, ist aus der Darstellung im Mittel eine leichte Zunahme der Leukozytenzahl nach der Hyperthermiephase zu erkennen. Zum Gesetz und zum Mechanismus der unspezifischen körpereigenen Abwehr durch die lysosomenreichen (unter ihren aeroben Existenzbedingungen im Gewebe stark gärenden und zusätzlich lokal übersäuernden) polymorphkernigen Leukozyten, siehe M. VON ARDENNE, Gegenwärtige Vorstellungen zum Zusammenhang zwischen der Manifestierung der Krebserkrankung und der beeinflussbaren Höhe der körpereigenen Krebsabwehrschwelle des Organismus, in: Naturwiss. Rundschau 24 (1971) 520 (Nr. 116).

Die Meßwerte der Blutdruckamplitude und Hb-O<sub>2</sub>-Sättig. % während des Besuches der normalen Sauna sind in der Tabelle II links für 7 Probanden eingetragen. Aus einer weiteren vertikalen Spalte ergibt sich der gefundene Zahlenwert für die Zunahme der Blutdruckamplitude beim Übergang von 37°C- zur 40°C-Hyperthermiephase. Für die Zunahme der Blutdruckamplitude resultiert

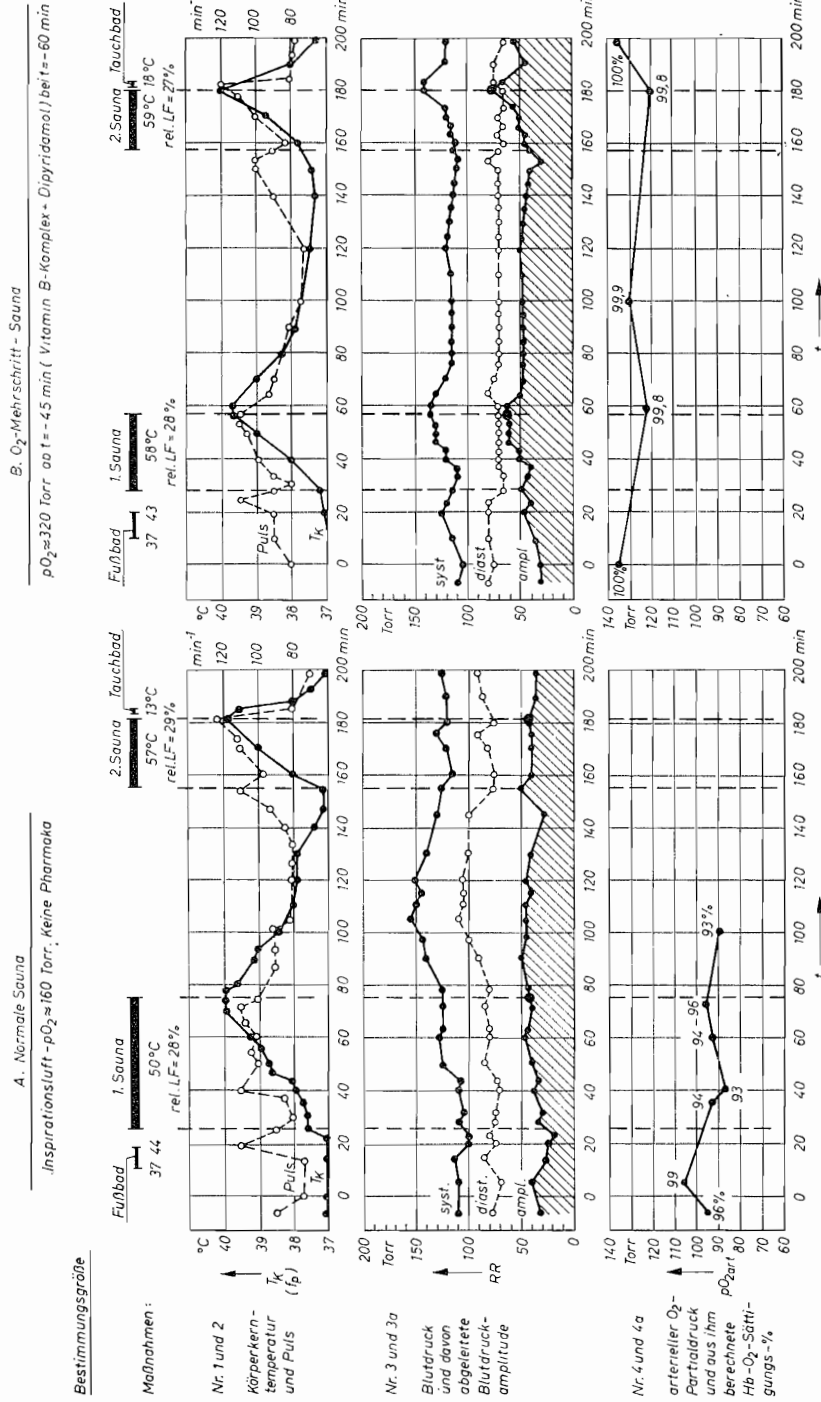


Abb. 4. Die wichtigsten Kreislaufgrößen eines 34-jährigen Probanden ( $P_1$ ,  $\delta$ , 68 kg, 182 cm) während des Besuches einer normalen Sauna (A) und einer  $O_2$ -Mehrschritt-Sauna (B). Proband liegend in Zone der angegebenen Temperatur  $T_{S1}$



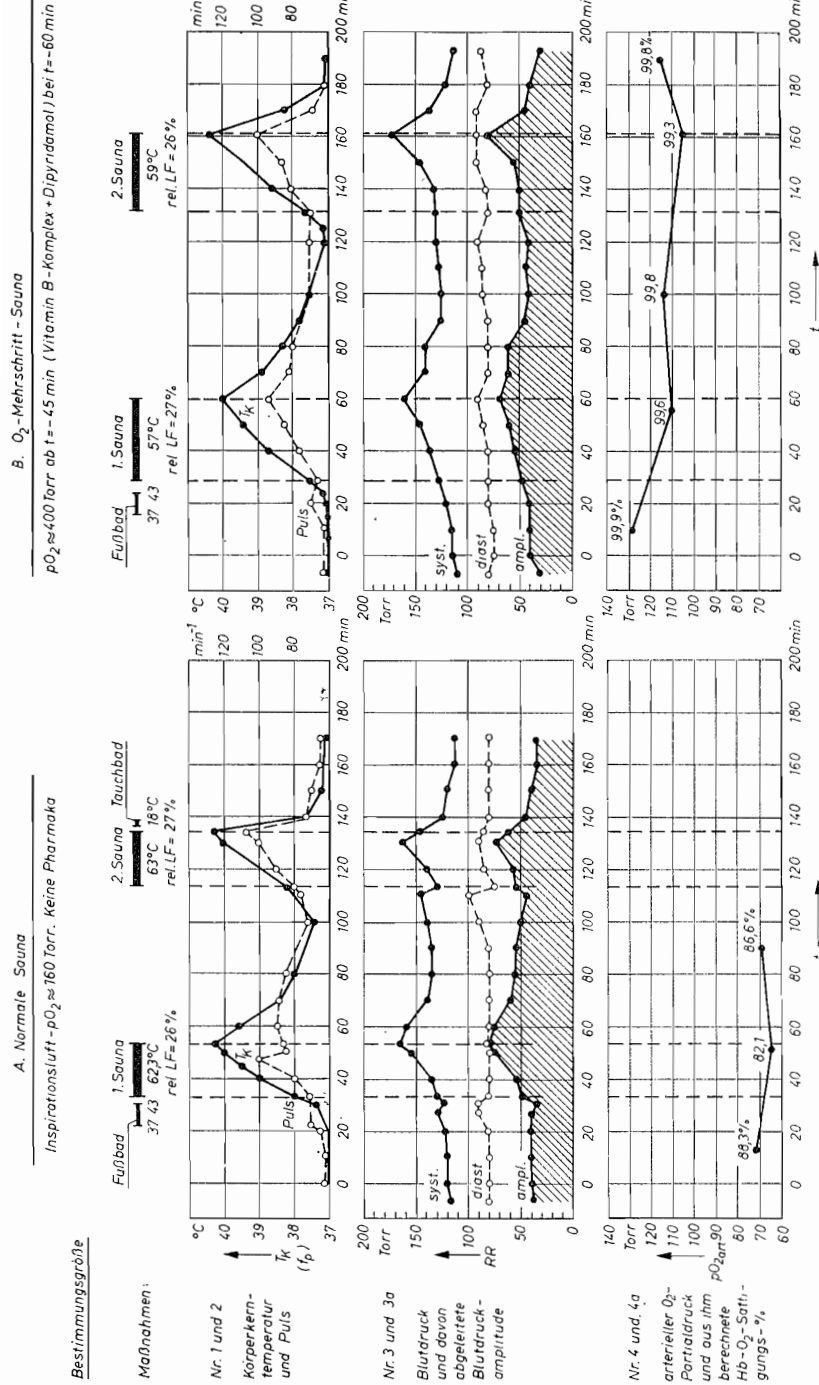


Abb. 5. Die wichtigsten Kreislaufgrößen eines 68jährigen Probanden (P<sub>7</sub>, 5. 64 kg, 164 cm) während des Besuches einer normalen Sauna (A) und einer O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna (B). Proband liegend in Zone der angegebenen Temperatur T<sub>S</sub>

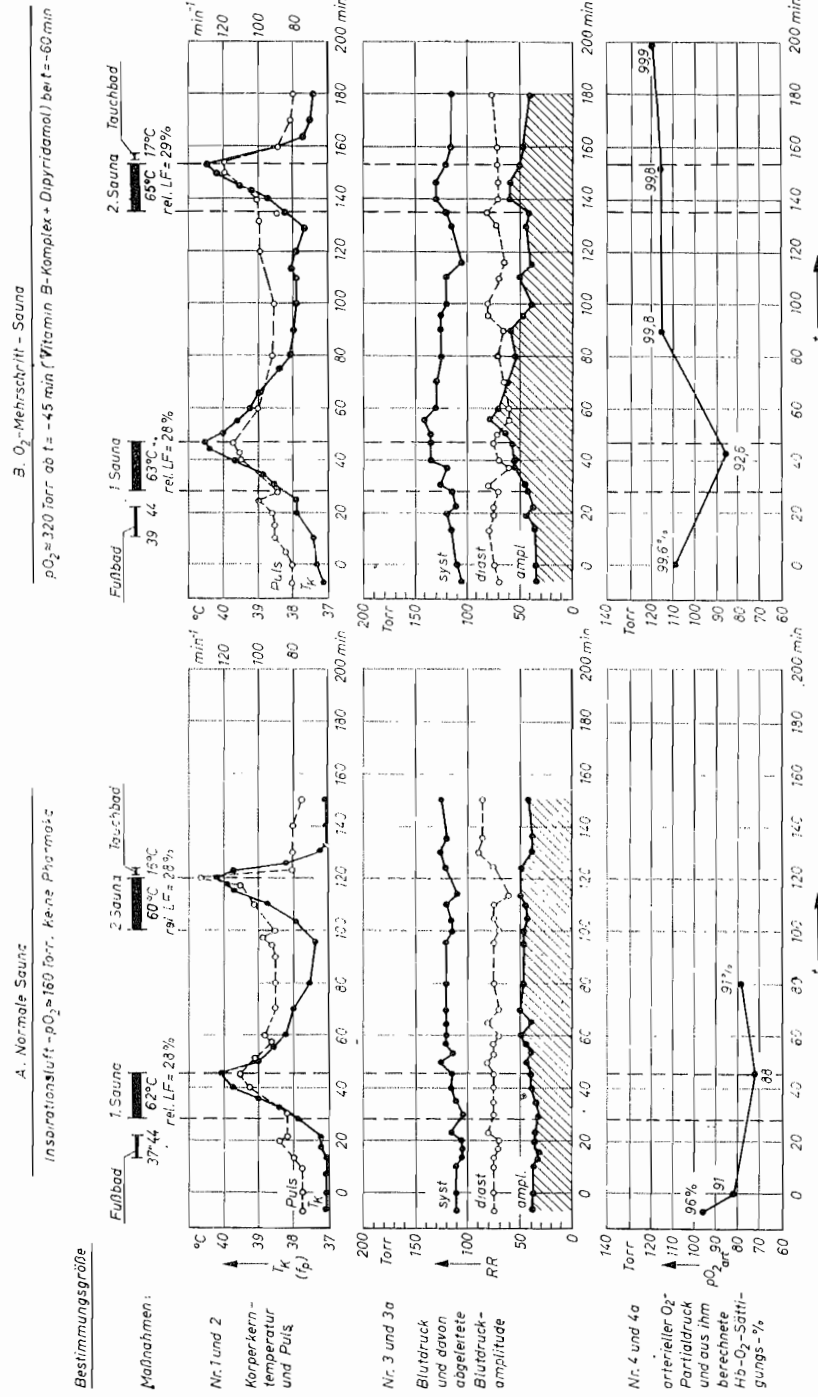


Abb. 6. Die wichtigsten Kreislaufgrößen eines 30jährigen Probanden ( $P_3$ , 5, 73 kg, 180 cm) während des Besuches einer normalen Sauna (A) und einer  $O_2$ -Mehrschritt-Sauna (B). Proband liegend in Zone der angegebenen Temperatur  $T_s$

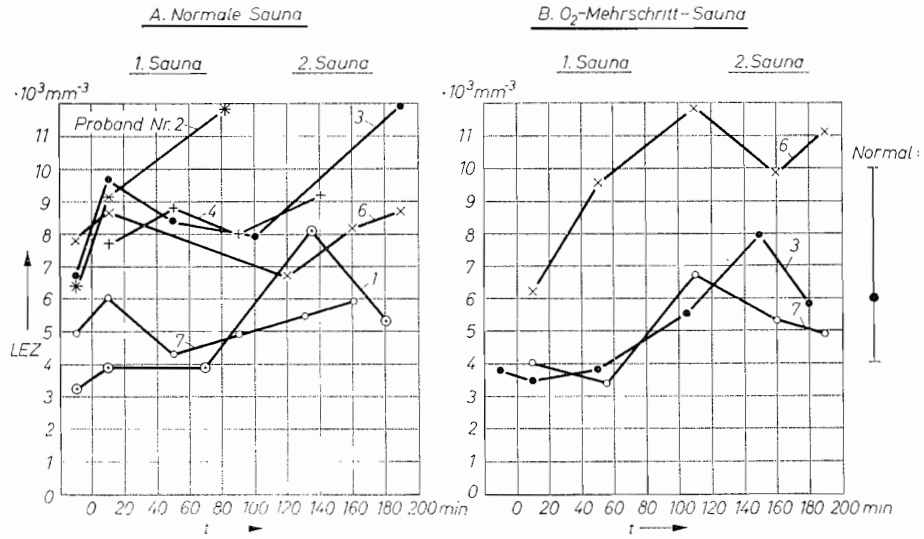


Abb. 7. Die Leukozytenzahl LEZ als Funktion der Zeit  $t$  während des Besuches der normalen Sauna (A) und der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna (B). Ergebnis: Leichte Zunahme LEZ durch Sauna-Besuch in den Fällen A und B

Tabelle II. Zusammenstellung von Meßergebnissen an Probanden verschiedenen Alters zur Einschätzung des durch die O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna erzielten Fortschrittes gegenüber der normalen Sauna

Nr.	Proband			A. Normale Sauna	
	Alter (Jahre)	Geschlecht	Körpermasse (kg)	Blutdruckamplitude bei Erreichen $T_R \approx 40^\circ\text{C}$ (Torr)	Hb-O <sub>2</sub> -Sättigung während Sauna (Sättigung in %)
1	34	♂	68	1. Sauna 42 2. Sauna 48 Mittelwert: 45	94
2	30	♂	73	1. Sauna 40 2. Sauna 48 Mittelwert: 44	89
3	50	♂	64	1. Sauna 48 2. Sauna 44 Mittelwert: 46	93,6
4	26	♂	65	1. Sauna 86 2. Sauna 80 Mittelwert: 83	92,5
5	23	♂	97	1. Sauna 100 2. Sauna 70 Mittelwert: 85	91,4
6	33	♂	63	1. Sauna 108 2. Sauna 110 Mittelwert: 109	90
7	68(!)	♂	64	1. Sauna 80 2. Sauna 62 Mittelwert: 71	82(!)
8	Mittelwert			69	90

Tabelle II. Fortsetzung

Nr.	Proband			B. O <sub>2</sub> -Mehrschritt-Sauna		
	Alter (Jahre)	Geschlecht	Körpermasse (kg)	Blutdruckamplitude bei Erreichen T <sub>K</sub> ≈ 40 °C (Torr)	Hb-O <sub>2</sub> -Sättigung während Sauna (Sättigung in %)	APT-Gewinn durch O <sub>2</sub> -Utilisation (verbesserte Pharmaka)
1	34	♂	68	1. Sauna 64 2. Sauna 72 Mittelwert: 68	100	Zunahme der ATP-Konzentration z. B. im Gehirn <sup>2</sup>
2	30	♂	73	1. Sauna 60 2. Sauna 54 Mittelwert: 57	97,0	Zunahme der ATP-Konzentration z. B. im Gehirn
3	50	♂	64	1. Sauna 65 2. Sauna 59 Mittelwert: 62	99,8	Zunahme der ATP-Konzentration z. B. im Gehirn
4	26	♂	65	1. Sauna 2. Sauna Mittelwert:		
5	23	♂	97	1. Sauna 110 2. Sauna 106 Mittelwert: 108	99,3	Zunahme der ATP-Konzentration z. B. im Gehirn
6	33	♂	63	1. Sauna 114 2. Sauna 92 Mittelwert: 103	98,0	Zunahme der ATP-Konzentration z. B. im Gehirn
7	68(!)	♂	64	1. Sauna 68 2. Sauna 80 Mittelwert: 74	99,6	Zunahme der ATP-Konzentration z. B. im Gehirn
8						
			Mittelwert	79	99	

Nr.	Proband			Gewinnfaktoren B/A			
	Alter (Jahre)	Geschlecht	Körpermasse (kg)	Blutdruckamplitude G <sub>1</sub>	Hb-O <sub>2</sub> -Sättigung Entladungsgewicht <sup>1</sup> G <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> -Utilisation Pharmaka <sup>2</sup> G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub> · G <sub>2</sub> · G <sub>3</sub>
1	34	♂	68	$\frac{68}{45} = 1,5$	$1 + \frac{6\%}{30\%} = 1,2$	im Gehirn ≈ 1,15	≈ 2,06
2	30	♂	73	$\frac{57}{44} = 1,3$	$1 + \frac{8\%}{30\%} = 1,27$	≈ 1,15	≈ 1,90
3	50	♂	64	$\frac{62}{46} = 1,35$	$1 + \frac{6,2\%}{30\%} = 1,2$	≈ 1,15	≈ 1,90
4	26	♂	65				
5	23	♂	97	$\frac{108}{85} = 1,27$	$1 + \frac{7,9\%}{30\%} = 1,26$	≈ 1,15	≈ 1,84
6	33	♂	63	$\frac{103}{109} = 0,95$	$1 + \frac{8\%}{30\%} = 1,27$	≈ 1,15	≈ 1,39
7	68(!)	♂	64	$\frac{74}{71} = 1,04$	$1 + \frac{17,6\%}{35\%} = 1,5$	≈ 1,15	≈ 1,80
8							
			Mittelwert	1,24	1,27	≈ 1,15	≈ 1,80

<sup>1</sup> Siehe Arbeit Nr. 89, Abb. 1<sup>2</sup> Siehe Arbeit Nr. 95, Tabelle I

ein Mittelwert von 1,70. Aus einer weiteren vertikalen Spalte ergibt sich die gefundene Abnahme der O<sub>2</sub>-Transportleistung des Blutes beim Übergang von 37°C- zur 40°C-Hyperthermiephase. Es resultiert als Mittelwert eine Abnahme auf den Wert 0,89. Durch Produktbildung der beiden relativen Maßzahlen ergibt sich für die normale Sauna ein gemittelter O<sub>2</sub>-Versorgungsgewinn in der 40°C-Hyperthermiephase von  $G_3 = 1,51$ .

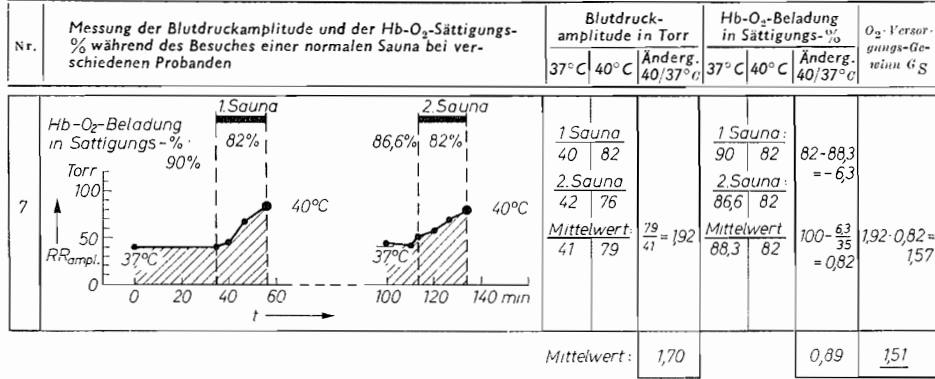
Im Sinne unserer Zielsetzung war durch weitere Messungen zu klären, in welchem Grade der O<sub>2</sub>-Versorgungsgewinn der normalen Sauna  $G_3$  durch die O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Methodik vergrößert werden kann.

Tabelle III. Programmierung der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna

Nr.	Maßnahme			Literatur <sup>1</sup> (Bemerkungen)
	Bezeichnung	Dosierung (für 75 kg Körper- gewicht)	zeitliche Programmierung	
1	O <sub>2</sub> -Utilisation fördernde Pharmaka			[Nr. 89, 95, 109]
1.1	Vitamin B <sub>1</sub> oral	D = 30–60 mg	Zeitpunkt	
1.2	Vitamin C oral	D = 1 g	t = –60 min	
1.3	Dipyridamol oral (Curantyl, Persantin)	D = 75–150 mg	evtl. = –30 min	
1.4				
2	pO <sub>2</sub> -Erhöhung der Inspirationsluft O <sub>2</sub> -Inhalation	auf 320 Torr (bzw. 400 Torr bei älteren Menschen) Luft-O <sub>2</sub> -Gemisch 40% O <sub>2</sub> -Anteil 3 bis 5 l min <sup>-1</sup>	von t = –60–30 min bis Beginn Nr. 5 (Tauchbad) bzw. Ende Nr. 8	[Nr. 89, 95, 109]
3	Fuß- (und Arm-)bad	T ansteigend von 38 bis 43°C	von t = 0 bis 10 min	
4	1. Saunagang	bis zur Erreichung einer Körperkern- temperatur von $T_K \geq 40^\circ\text{C} \leq 41^\circ\text{C}$	von t = 10 bis x min (x > 15 < 30 min bei Temperatur der Aufenthaltszone zwischen 60 und 75°C)	
5	Ganzkörper- Tauchbad	T = 16 bis 20°C ~ 2 min	Zeitpunkt t = x + 2 min	
6	Abklingphase	sog. klimatische Behaglichkeits- bedingungen	von t = x + 2 min bis x + 2 + y min (y ≈ 15 bis 30 min)	(körperliche Ruhe)
7	Wiederholung von Nummer 4 bis 6 (2. Saunagang)	gleiche Dosierung	von t = x + 2 + y min bis . . .	
8	evtl. weitere Wiederholung von Nummer 4 bis 6 (3. Saunagang)	gleiche Dosierung	entsprechend	

<sup>1</sup> Die angegebenen Zahlen entsprechen den Nummern der Arbeiten in der 2. Auflage von M. VON ARDENNE: Theoretische und experimentelle Grundlagen der Krebs-Mehrschritt-Therapie. Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1970.

Nr.	Messung der Blutdruckamplitude und der Hb-O <sub>2</sub> -Sättigungs-% während des Besuches einer normalen Sauna bei verschiedenen Probanden	Blutdruckamplitude in Torr		Hb-O <sub>2</sub> -Beladung in Sättigungs-%		O <sub>2</sub> -Versorgungs-Gewinn G <sub>S</sub>
		37°C	40°C	37°C	40°C	
1	<p>Hb-O<sub>2</sub>-Beladung in Sättigungs-%: 97% (37°C), 94% (40°C)   97% (37°C), 94% (40°C)</p>	33	43	97	94	94-97 = -3 1,30 - $\frac{3}{0,9}$ = 1,17
2	<p>Hb-O<sub>2</sub>-Beladung in Sättigungs-%: 89% (37°C), 91% (40°C)   89% (37°C), 91% (40°C)</p>	35	40	91	89	89-91 = -2 1,14 - $\frac{2}{0,94}$ = 1,07
3	<p>Hb-O<sub>2</sub>-Beladung in Sättigungs-%: 94% (37°C), 93,6% (40°C)   93,7% (37°C), 93,6% (40°C)</p>	42	50	94	93,6	93,6 - 93,85 = -0,25 1,17 - $\frac{0,25}{0,99}$ = 1,16
4	<p>Hb-O<sub>2</sub>-Beladung in Sättigungs-%: 96% (37°C), 91,4% (40°C)   96% (37°C), 93,6% (40°C)</p>	45	90	96	91,4	91,4 - 96 = -4,6 1,93 - $\frac{4,6}{0,85}$ = 1,63
5	<p>Hb-O<sub>2</sub>-Beladung in Sättigungs-%: 93,5% (37°C), 89,8% (40°C)   93,5% (37°C), 93% (40°C)</p>	45	100	93,5	89,8	91,4 - 93,5 = -2,1 1,89 - $\frac{2,1}{0,93}$ = 1,75
6	<p>Hb-O<sub>2</sub>-Beladung in Sättigungs-%: 95,0% (37°C), 91,0% (40°C)   93,0% (37°C), 89,0% (40°C)</p>	42	108	95	91	90 - 94 = -4 2,6 - $\frac{4}{0,86}$ = 2,21



O<sub>2</sub>-Versorgungsgewinn: Normale Sauna 51%  
O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna 170%

$$G_5 \cdot G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 = 1,51 \cdot 1,80 = 2,70$$

Abb. 8. Wirkung der normalen Sauna

### 5. Meßergebnisse bei Besuch der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna

Der zeitliche Verlauf der wichtigsten Bestimmungsgrößen während des Besuches der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna ist für die gleichen 3 Probanden und für gleiche Anfangsbedingungen (Tageszeit, Nahrungsaufnahme usw.) auf der rechten Seite der Abbildungen 4, 5 und 6 eingetragen. Schon ein flüchtiger Blick auf die Gegenüberstellung zeigt, daß die O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Methodik zu einer Verstärkung der Blutdruckamplitudenzunahme während der Hyperthermiephase und zu einer bedeutenden Steigerung der Hb-O<sub>2</sub>-Beladung des Blutes führt. Eine Auswertung des Verlaufes dieser beiden Größen während des Besuches der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna für 6 Probanden bringt die Tabelle III.

### 6. Diskussion

Der Gewinnfaktor  $G_{B/A}$  zur Gewebe-O<sub>2</sub>-Versorgung beim Übergang von der normalen Sauna zur O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna ergibt sich aus dem Produktwert  $G_1 \cdot G_2 \cdot G_3$ .

Der Gewinnfaktor  $G_1$  berücksichtigt die durch O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Methodik vergrößerte Zunahme der Blutdruckamplitude bei Erreichen der Körperkern-temperatur  $T_K \approx 40^\circ C$ . Er berechnet sich daher einfach aus dem Verhältnis der mit Erreichen von  $40^\circ C$  gemessenen Blutdruckamplituden bei O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna und normaler Sauna. Der Mittelwert betrug nach unseren Messungen  $G_1 = 1,24$ .

Der Gewinnfaktor  $G_2$  berücksichtigt die Zunahme der Hb-O<sub>2</sub>-Sättig.-%-Zahl, welche durch Erhöhung des pO<sub>2</sub> der Inspirationsluft eintritt. Zu seiner Berechnung wird diese Zunahme, wie schon oben erwähnt, in Relation gesetzt zur arteriovenösen Differenz in Höhe von 30 bzw. 35% Hb-O<sub>2</sub>-Beladung. Der Mittelwert betrug nach unseren Messungen  $G_2 = 1,27$ .

Der Gewinnfaktor  $G_3$  berücksichtigt die Erhöhung der O<sub>2</sub>-Utilisation in den Geweben des Organismus durch Gabe der O<sub>2</sub>-aktiven Pharmaka. Da zu dieser Größe keine auf den Gesamtorganismus sich beziehende Messungen von uns durchgeführt worden sind, müssen wir uns bei ihr mit einer rohen Schätzung

begnügen. Unter der Annahme, daß der durch  $O_2$ -aktive Pharmaka erzielte  $O_2$ -Versorgungsgewinn in den Geweben des Körpers etwa jener (bei Verdoppelung des  $pO_2$  der Inspirationsluft und gleicher Pharmakondosierung) gemessenen Zunahme der Konzentration energiereicher Phosphate im Rattengehirn [6, Nr. 95] [11] entspricht, ergibt sich  $G_3 \approx 1,15$ .

Als Mittelwert des Gewinnfaktors  $G_{B/A}$  für den durch die  $O_2$ -Mehrschritt-Sauna gegenüber der Normal-Sauna erzielten Fortschritt ergibt sich der Zahlenwert  $\approx 1,80$ . Bemerkenswert ist die relativ geringe Streuung des resultierenden Gewinnfaktors bei den verschiedenen Probanden.

Beträgt im Durchschnitt der  $O_2$ -Versorgungsgewinn der Gewebe bei Erreichen von  $40^\circ C$  in der normalen Sauna 50% ( $G_S \approx 1,5$ ), so steigert sich dieser Gewinn unter Zugrundelegung unserer Messungen und Einschränkungen auf 170% ( $G_S \cdot G_{B/A} = 1,5 \cdot 1,8 = 2,7$ ).

Der durch das  $O_2$ -Mehrschritt-Prinzip erschlossene Sauna-Fortschritt berechtigt nach vorstehender Untersuchung zu großen Hoffnungen. Hier stehen wir vor einem fruchtbaren Felde künftiger medizinischer Forschung. Vor allem gilt es zu erkunden, ob durch periodische Nutzung der  $O_2$ -Mehrschritt-Sauna die  $O_2$ -Mangelkrankheiten und präkanzerösen Zustände des höheren Lebensalters [z. B. 6, Anhang A 31.5] zurückgedrängt werden können.

#### 7. Vorschlag für die Programmierung der $O_2$ -Mehrschritt-Sauna

Die bei unseren Messungen angewendeten Programmierungen des Saunaprozesses sind in den Darstellungen der Abbildungen 4, 5 und 6 oben mit angegeben. Im Rahmen der Untersuchung erschien es nicht zweckmäßig, den Gesamtprozeß möglichst kurz zu halten. Eine völlig andere Lage besteht für die praktische Nutzung der Sauna. In der Hoffnung hochbelasteten Bergarbeitern dadurch neue Hilfe für ihre Gesunderhaltung zu erschließen, wurde die Errichtung einer Groß-Sauna nach dem  $O_2$ -Mehrschritt-Prinzip bei dem VEB Kalikombinat „Werra“ eingeleitet (Sozialistische Arbeitsgemeinschaft Forschungsinstitut M. von Ardenne Dresden — VEB Medizintechnik Leipzig — VEB Kalikombinat „Werra“. Deshalb sei abschließend ein Vorschlag für die zeitsparende Programmierung der  $O_2$ -Mehrschritt-Sauna durch die Tabelle III unterbreitet. Für die individuelle Zuführung der Inspirationsluft mit erhöhtem  $pO_2$ -Wert in der Sauna wurde gemeinsam mit dem VEB Kombinat Medizin- und Labortechnik Leipzig ein wärmebeständiges  $O_2$ -Verteilungssystem entwickelt, bei dem die Stufe der  $pO_2$ -Erhöhung vom Saunabesucher selbst eingestellt werden kann und bei dem die Zuführung des  $O_2$ -Luftgemisches über eine optimierte, von einem Brillengestell getragenen Düse verlustarm erfolgt. Einzelteile pro Saunabesucher sind seitlich aneinanderzufügen, um das System an die Besucherzahl anzupassen. Die serienmäßige Herstellung ist unter der Bezeichnung „oxythera“ eingeleitet.

Die Durchführung dieser Arbeit erfolgte im Auftrag und mit Unterstützung des Ministeriums für Gesundheitswesen der DDR, Berlin, im Rahmen des Komplexthemas  $O_2$ -Mehrschritt-Methoden (Thementräger: Forschungsinstitut Manfred von Ardenne).

Unsere Mitarbeiterinnen Fr. P. GÖHLER, Fr. K. NÄTHER und Fr. K. VÖLKEL danken wir für ihre Hilfe bei der experimentellen Arbeit.



## Zusammenfassung

An 7 männlichen Probanden verschiedenen Lebensalters wurde das Verhalten einiger Kreislaufparameter und Blutdaten unter Sauna-Bedingungen untersucht. Im Vordergrund der Veränderungen, die eine während kurzer Aufenthaltszeit in der Sauna erzielte Erhöhung der Körperkerntemperatur auf etwa 40°C begleiten, steht neben einer Steigerung der Herzfrequenz eine starke Zunahme der Blutdruckamplitude (sofort einsetzendes Absinken des diastolischen, bei späterem Ansteigen des systolischen Blutdruckes) und ein Abfall der Hb-O<sub>2</sub>-Beladung des arteriellen Blutes. Die Anwendung der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Sauna (Erhöhung des pO<sub>2</sub> der Inspirationsluft während des Saunaprozesses und vorherige Verabreichung O<sub>2</sub>-utilisationsfördernder Pharmaka) läßt eine deutliche Steigerung des Gewinnfaktors der Sauna erkennen und wird daher der systematischen klinischen Erprobung in Prophylaxe und Therapie verschiedenster präorbider Zustände (insbesondere O<sub>2</sub>-Mangelkrankheiten und präkanzeröse Zustände des höheren Lebensalters) empfohlen.

## Literatur

1. OTT, V. R.: Die Sauna — Ihre Geschichte — Die Grundlagen ihrer Wirkung — Ihre Anwendung zur Prophylaxe und Therapie. Verlag Benno Schwabe und Co., Basel 1948.
2. KRAUSS, H., und W. FRITZSCHE: Sauna-Archiv 6 (1968).
3. MÜLLER-LJMMROTH, W., und A. RUFFMANN: Hippokrates 33 (1962) 961.
4. HASAN, J., M. J. KARVONEN und P. PIIRONEN: Amer. J. phys. Med. 46 (1967) 1226.
5. VON ARDENNE, M., und H. G. LIPPMANN: Dtsch. Ges.wesen 25 (1970) 1685.
6. VON ARDENNE, M.: Theoretische und experimentelle Grundlagen der Krebs-Mehrschritt-Therapie, 2. Aufl. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1971.
7. VON ARDENNE, M., und R. A. CHAPLAIN: Naturwissenschaften 58 (1971) 221.
8. VON ARDENNE, M., und H. G. LIPPMANN: Z. inn. Med. 26 (1971) 149.
9. SEVERINGHAUS, J. W.: Blood Gas Calculator. Copenhagen (Radiometer Reihe St. 36), 1966.
10. KÖHLER, P.: Z. inn. Med. 17 (1962) 647.
11. LIPPMANN, H. G.: Acta biol. med. germ. 27 (1971) [im Druck].

Anschr. d. Verf.: Prof. Dr. M. VON ARDENNE, 80 Dresden — Weißer Hirsch,  
Forschungsinstitut Manfred von Ardenne