

**Themenheft: Neue Ansatzpunkte zur Regression der Arteriosklerose beim Menschen heute?**

(Moderator: OMR Prof. Dr. sc. med. Heinz Köhler, Leipzig)

Aus dem Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, Dresden-Weißer Hirsch

**Steuerung und Nutzung eines Kapillarwand-Schaltmechanismus der Blutmikrozirkulation. Neuere Ergebnisse der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie-Forschung**

Von Manfred von Ardenne

Mit 4 Abbildungen

**Code: Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie, Indikationen****1. Der O<sub>2</sub>-Status als Hauptkenngröße für die energetischen Reserven des Organismus**

Unter normalen Lebensbedingungen bildet bekanntlich die Sauerstoffversorgung der Gewebe und Organe des menschlichen Organismus den Engpaß für die Bildung der energiereichen Phosphate, d. h. für seine energetischen Reserven. In der Vergangenheit ist in der Medizin die Betrachtung des Organismus aus Sicht seiner Energielage (außer in der Sportmedizin) sehr vernachlässigt worden, obwohl jedermann weiß, daß in sehr hohem Alter, bei schweren Krankheiten, bei schwerem Trauma und z. B. auch bei anhaltendem starkem Disstress die körperlichen Kräfte, d. h. die energetischen Reserven, kritisch abnehmen. Energiemangel, also ein schlechter O<sub>2</sub>-Status, ist die primäre Ursache einer überraschend großen Zahl von Krankheiten, Beschwerden, Leiden und Krisen des Menschen. Deshalb ist die Messung des O<sub>2</sub>-Status, die Kenntnis von den Faktoren, die ihn beeinflussen und die Nutzung bzw. Entwicklung von Maßnahmen zu seiner anhaltenden Verbesserung, von großer Bedeutung für das Gesundheitswesen. Die Auswirkungen von Fortschritten auf dieser Linie liegen in den Bereichen Prävention, Diagnose, Prophylaxe und Therapie.

Als Kenngröße des Sauerstoffstatus sei die Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme (Q<sub>O<sub>2</sub></sub>) des Organismus, die z. B. spirometrisch gemessen wird, definiert. Die Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme wird bekanntlich bei konstantem Hämatokrit vom Produkt aus der arteriovenösen Hb-O<sub>2</sub>-Sättigungsdifferenz  $\eta$  und dem Herzzeitvolumen (HZV) bestimmt. Da das Ruheherzzeitvolumen sich in der Regel nur langsam mit dem Lebensalter und dem Trainingszustand ändert, genügt es meist, die Größe als relative Kenngröße für den O<sub>2</sub>-Status zu nutzen [5, 7]. In den folgenden Betrachtungen und Abbildungen findet sich meist diese Vereinfachung angewandt.

**2. Die Bestimmung der arteriovenösen Hb-O<sub>2</sub>-Sättigungsdifferenzen als relative Kenngröße für den O<sub>2</sub>-Status**

Die Bestimmung der relativen Kenngröße  $\eta$  erfolgt unter Zugrundelegung der Hb-O<sub>2</sub>-Sättigungskennlinie des Blutes (in der Regel für die Standardbedingungen T =

37 °C und pH = 7,4) durch die Bestimmung des arteriellen Ruhe-pO<sub>2</sub> und des venösen Ruhe-Misch-pO<sub>2</sub> aus Blutproben. Während die Bestimmung des arteriellen Ruhe-pO<sub>2</sub> durch Entnahme eines Bluttröpfchens am arterialisierten Ohrfläppchen im Routinebetrieb fast schmerzfrei gelingt, stellten sich zunächst der repräsentativen Ermittlung des zentralvenösen Misch-pO<sub>2</sub> erhebliche Schwierigkeiten entgegen [5]. In einer speziellen Studie an 64 Pat., bei denen aus anderen Gründen Katheter zur Blutentnahme bis zur A. pulmonalis vorgeschoben werden mußten, konnte die Beziehung zwischen dem zentralvenösen Misch-Ruhe-pO<sub>2</sub> und dem peripher an der V. cubitalis im ungestauten Zustand gemessenen venösen Ruhe-pO<sub>2</sub> abgeleitet werden [16]. Diese Beziehung ergibt sich aus den in Abbildung 1 wiedergegebenen Regressionsgraden. Mit der Auffassung und dem Nachweis, daß auch an der Kubitalvene hinreichend repräsentative Auskünfte für den zentralvenösen Ruhe-Misch-pO<sub>2</sub> zu gewinnen sind, war der Weg zur routinemäßigen und für den Patienten risikofreien Bestimmung der relativen Kenngröße  $\eta$  frei.

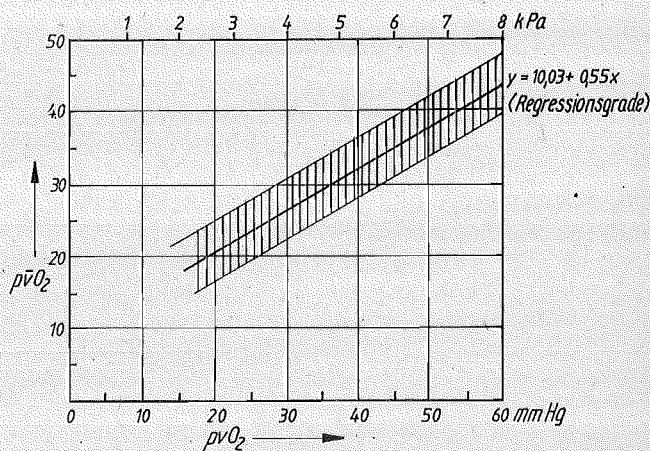


Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem zentral gemessenen venösen Misch-O<sub>2</sub>-Partialdruck  $p\bar{v}O_2$  und dem peripher an der V. cubitalis (ungestaut) gemessenen O<sub>2</sub>-Partialdruck  $p_vO_2$  mit Angabe der Schwankungsbreite nach Dauterstedt et al. 1985, Nr. 334 aus Messungen an 64 Personen [16]

Meist verzichten wir sogar auf die Umrechnung mit Hilfe der Regressionsgeraden, weil es in der Regel nicht auf die Absolutwerte, sondern auf Relativwerte bzw. auf die Dynamik der Größe  $\eta$  ankommt.

### 3. Die gefundene starke Dynamik des $O_2$ -Status

Bei vielen tausend seit 1977 vorgenommenen Ruhe- $pO_2$ -Messungen beobachteten wir in Abhängigkeit von steuernden Einflüssen Verschlechterungen und Verbesserungen des  $O_2$ -Status. Neben der bekannten Verschlechterung mit fortschreitendem Alter ( $Q_{O_2}$  = Rückgang im Alter von 75 Jahren auf etwa 65 % gegenüber dem Maximalwert im Alter von 25 Jahren) [6, 8] fanden wir die Verschlechterung durch stressorische Einflüsse verschiedener Art (Selye-Stressoren, Bewegungsarmut, Krebstherapien, Infekte usw.) [2, 3, 5], die Verschlechterungen im 24-h-Zyklus mit Minima zwischen 10 und 14 (Müdigkeit) und einem tiefen Minimum ( $Q_{O_2}$ -Rückgang auf etwa 50 % der Maxima) zwischen 6 und 9 h bzw. 17 und 22 h, 2–3 h nach dem Einschlafen [5] und ferner die sehr bedeutenden Verschlechterungen bei Schwächeständen mit strenger Bettruhe (hohes Fieber, Kreislaufstörungen,  $Q_{O_2}$ -Rückgänge auf  $\leq 50$  % des Normalwertes bzw.  $\eta$ -Werte 10–15 %) [5, 9]. Der Übergang zur routinemäßigen Messung der Verschlechterungen des  $O_2$ -Status ist von hohem diagnostischem Wert, denn man gewinnt zahlenmäßige Unterlagen über die Stärke der eingetretenen Verschlechterung, über ihren zeitlichen Verlauf und über den Verlauf der Rehabilitation.

Über Verbesserungen des  $O_2$ -Status sammelten wir zahlenmäßige Unterlagen zu Größe und zeitlichem Verlauf der Verbesserung nach kurzem körperlichem Training (nur wenige Tage anhaltender Effekt) und nach Ausdauertraining (lang anhaltender Effekt). Vor allem aber führten Großzahl-Messungen dieser Art bei Probanden mit  $O_2$ -Inhalation variiertes Dosierung und körperlicher Belastung zu der überraschenden Entdeckung, daß bei Sauerstoff-Mehrschritt-Prozessen mit bestimmter  $O_2$ -Dosierung, bestimmter körperlicher Belastung und bestimmtem Timing eine für Wochen, Monate bis Jahre anhaltende starke Verbesserung des  $O_2$ -Status eintritt [5, 11].

### 4. Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie und Messungen zur resultierenden Verbesserung des $O_2$ -Status

Bei allen Varianten der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie bzw. -Immunstimulation [7] sind mindestens folgende drei Schritte kombiniert:

1. Schritt: Voraugabe (30 min vor 2. Schritt) einer Pharmakokombination zur Verbesserung der  $O_2$ -Utilisation in den Zellen. 30 mg Vitamin  $B_1$ , 15 mg Dipyridamol (fakultativ), 100 mg Magnesiumorotat oder 1 Tablette des Spezialpräparates dieser Zusammensetzung Oxygen-abund.

2. Schritt: Für die Dauer des Prozesses Inhalation von reinem  $O_2$  über einen Maskenapplikator mit Speicherblase mit einem  $O_2$ -Fluß von  $4 \text{ l min}^{-1}$  beim 36-h- (18 Sitzungen à 2-) Prozeß und einem  $O_2$ -Fluß bis  $30 \text{ l min}^{-1}$  beim 15-min-Schnellprozeß.

3. Schritt: Sicherung guter Durchblutung oder beim Schnellprozeß Erhöhung der Durchblutung und der Atmung (Herzzeitvolumen HZV, Atemzeitvolumen AZV), durch dem Probanden zumutbare körperliche Belastung (z. B. 30–120 W mit Fahrradergometer oder Stufensteigmethode).

Die beiden heute schon in etwa 300 Kliniken und Arztpraxen angewendeten Standardprozesse (mehrere 10 000 Behandlungen) [5, 7], der 36-h- $O_2$ -Mehrschritt-Prozeß und der 15-min- $O_2$ -Mehrschritt-Schnellprozeß, sind ambulant durchführbar sowie durch Messungen kontrollierbar. Der Schnellprozeß, der allerdings auf hinreichend be-

wegungsfähige und belastbare (WHO-Richtlinie) beschränkt ist, kommt mit einer  $O_2$ -Bereitstellung von 450 l aus und zeichnet sich durch geringen Zeitaufwand für Patient und Arzt aus. Die Prozeßabkürzung ergibt sich durch die körperliche Belastung, die über die HZV-Steigerung den Blutfluß in den Kapillaren erhöht und gleichzeitig das AZV von etwa 7 auf z. B.  $30 \text{ l min}^{-1}$  vergrößert. Durch Anpassung des  $O_2$ -Flusses an das hohe AZV wird die  $O_2$ -Aufnahme während des Prozesses auf etwa das 20fache gegenüber der normalen Aufnahme gesteigert.

Typische Ruhe- $pO_2$ -Meßergebnisse nach erstmaliger Durchführung dieses Prozesses bringt Abbildung 2. Ähnliche Resultate ergeben sich beim 36-h-Prozeß. Das völlig Unerwartete ist das über Wochen, Monate bis Jahre Bestehenbleiben der bewirkten Verbesserung des  $O_2$ -Status, also der Anhebung des arteriellen Ruhe- $pO_2$  und der Senkung des venösen Ruhe- $pO_2$ . Die Anhebung des arteriellen Ruhe- $pO_2$  ist durch 11 Studien an 2 682 Probanden, wie Tabelle 1 zeigt, bestätigt worden. Der mittlere Anstieg betrug  $14 \text{ mm Hg}$  ( $1,9 \text{ kPa}$ ). Wenn der Proband die Verbesserung seines  $O_2$ -Status und die gleichzeitig zu beobachtende Steigerung seiner körperlichen Leistungsfähigkeit (auf bis 45 % bei vorher geschwächten Patienten) [13] dazu nutzt, um zu einer kraftvolleren Lebensweise überzugehen (Ziel der  $O_2$ MT), so zeigt sich, wie Abbildung 3 beweist, daß der Therapieeffekt in unveränderter Höhe über mehr als ein Jahr anhalten kann.

### 5. Die Entdeckung des generalisiert gesteuerten kapillären Gefäßwand-Schaltmechanismus der Blutmikrozirkulation

Seit 1977 [1] suchten wir nach einer Erklärung für das so unerwartete, lange Anhalten der Therapiewirkung. Aus Sicht der Physik bzw. Systemtheorie mußte es sich um die Auslösung eines *Schaltmechanismus* handeln. Die Beobachtung, daß durch den  $O_2$ -Mehrschritt-Prozeß gleichzeitig der arterielle Ruhe- $pO_2$  angehoben und der venöse Ruhe- $pO_2$  gesenkt werden (Abb. 2), leitete zur Überlegung, daß es sich um die Auslösung eines einzigen, generalisiert im Gesamtkörper ablaufenden kapillären Grundvorganges handeln müsse, der im Bereich der Lunge zur Änderung des arteriellen  $pO_2$  und im Bereich der übrigen Gewebe zur Änderung des venösen  $pO_2$  führt. So entstanden die Vorstellungen [4], die durch elektronenmikroskopische Aufnahmen von Löwe und Mitarb. über die Verengung von Kapillarquerschnitten infolge Schwellung von Endothelzellen bei Energie- bzw.  $O_2$ -Mangel gestützt wurden. Wenn durch  $O_2$ -Mangel am venösen Ende der Kapillaren dort ihr Querschnitt reduziert wird, so wird dieser Mangel sowohl durch die damit verbundene Senkung des Blutflusses als auch durch die hierbei eintretende Erhöhung der scheinbaren Blutviskosität weiter verstärkt. Die zweimalige Effektverstärkung bedeutet systemtheoretisch, daß ein Schaltmechanismus vorliegen muß.

Bei jedem Schaltmechanismus muß eine bestimmte *Schaltsschwelle* überschritten werden, damit sich eine anhaltende Wirkung ergibt. Auf die Erfüllung dieser Bedingung ist leider bei einigen  $O_2$ MT-Effizienzstudien [18] nicht geachtet worden. Die Höhe der Schaltsschwelle hängt ab von der Prozeßvariante und von individuellen Parametern des Probanden (höhere Schwellenlage z. B. bei *Lungenemphyse*, Kettenrauchern). Beim 36-h- $O_2$ -Mehrschritt-Prozeß ist die Schaltsschwelle für Normalpersonen in der Regel überschritten, wenn unter  $O_2$ -Fluß ein arterieller  $pO_2$  über  $125 \text{ mm Hg}$  ( $16,6 \text{ kPa}$ ) gemessen wird [15]. Mit Düsenapplikatoren ( $O_2$ -Verluste durch Mundatmung) und sogar mit Maskenapplikatoren sowie einem  $O_2$ -Fluß von  $4 \text{ l min}^{-1}$  wird dieser obligatorische Wert oft nicht erreicht. Als weit überlegen erwies sich die  $O_2$ -Inhalation über Kunststoffapplikatoren mit Speicherblase.

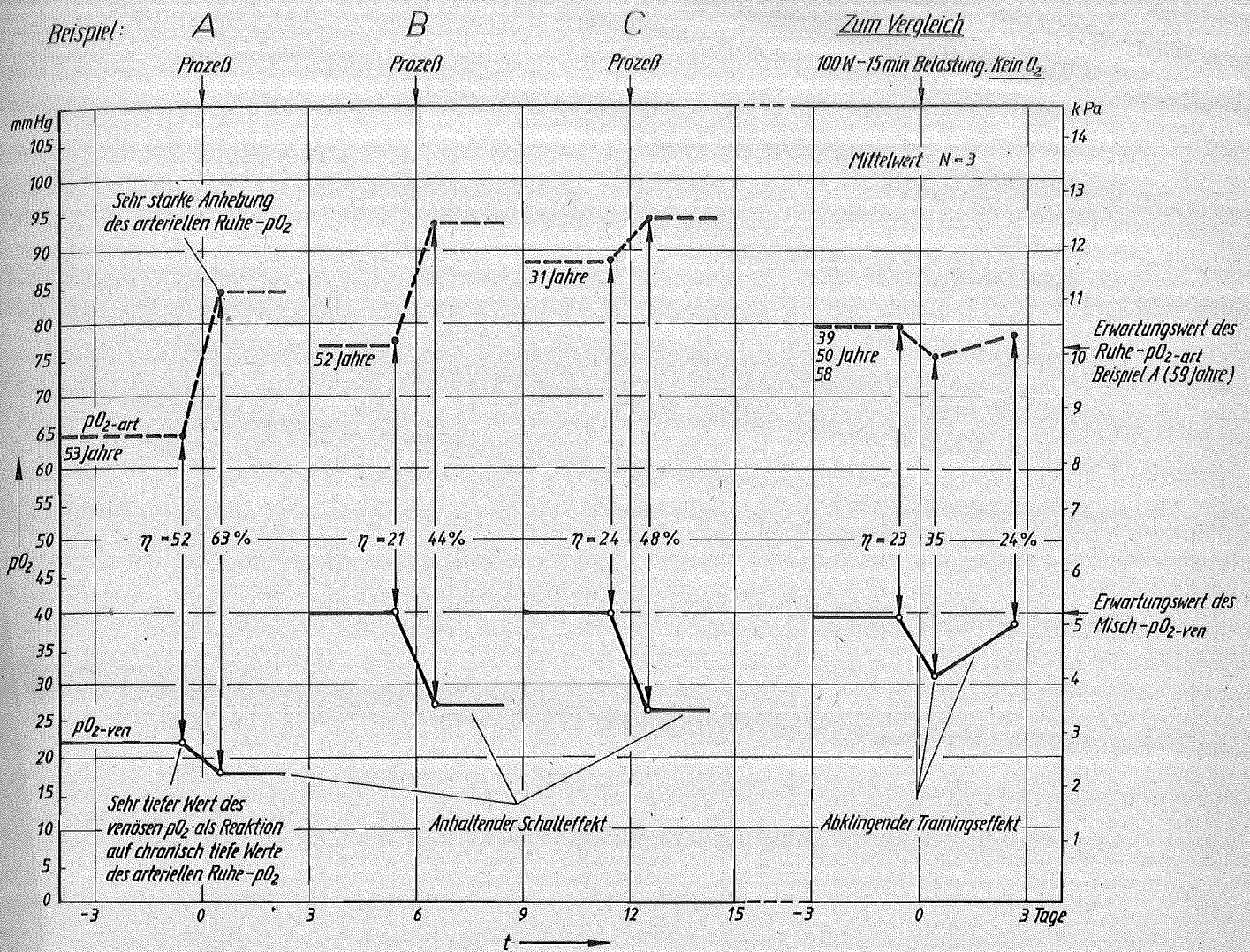


Abb. 2. Drei typische Beispiele zur Anhebung des arteriellen Ruhe-pO<sub>2</sub> und zur Senkung des venösen peripheren Ruhe-pO<sub>2</sub> durch den 15-min-O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Schnellprozeß mit gleichzeitiger körperlicher Belastung (Fahrradergometer 100 W). Von A-C zunehmende Höhe des pO<sub>2- art</sub>-Ausgangswertes. Vorher niemals durch O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Prozesse behandelte Probanden. Kontrollreihe: Geringe, schnell abklingende Erhöhung von η ohne O<sub>2</sub>-Schritt.

Der besprochene zelluläre Kapillarwand-Schaltmechanismus der Mikrozirkulation, der streng zu unterscheiden ist von den bekannten lokalen Regelungen der Mikrozirkulation über die präkapillären Sphinkter dürfte den Grundmechanismus darstellen beim Herzinfarkt, beim Disstress, beim Schockgeschehen (Herabschaltung der Mikrozirkulation) und beim Ausdauertraining sowie bei den Prozessen der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Therapie (Heraufschaltung der Mikrozirkulation) [15].

#### 6. Wirkungen der Sauerstoff-Mehrschritt-Prozesse

Meßbare und daher nicht bestreitbare Wirkungen der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie sind:

1. Die anhaltende Erhöhung der Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme (η-Wert) des Organismus [10]
2. Die anhaltende Erhöhung der körperlichen Leistungsfähigkeit [13]
3. Die Verkürzung der visuell-optischen Reaktionszeit [12]
4. EKG-Verbesserungen [5]. Befunde in den meisten O<sub>2</sub>MT-Zentren.

Alle vier Wirkungen zeichnen sich um so prägnanter ab, je geschwächer der vorprozessuale Zustand der Probanden (vorprozessuale O<sub>2</sub>-Status) ist. Bei therapiebedürftigen Patienten von Kurkliniken wurde eine mittlere Erhöhung der Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme (η-Wert-Steigerung) von 100 auf etwa 230 % gemessen [10]. Das Ergebnis einer

Studie mit 88 Pat. bringt Abbildung 4. Vor der Therapie liegen fast alle arteriellen und venösen pO<sub>2</sub>-Meßwerte ungünstiger als die altersgemäßen Erwartungswerte nach Loew/Thew bzw. Mithoefer und Mitarb. Nach der Therapie sind nahezu alle Meßpunkte wesentlich günstiger als die altersgemäßen Erwartungswerte. Bei nicht geschwächten gesunden Probanden fanden wir nur eine mittlere Erhöhung der Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme von 100 auf 133 %. Der Therapieeffekt bei Gesunden beträgt also nur 1/4 des Effektes bei therapiebedürftigen Kurpatienten. Deshalb sollten Effizienzstudien grundsätzlich an geschwächten Personen, für die die Therapie in erster Linie gedacht ist, vorgenommen werden.

Die besprochene anhaltende Verbesserung des O<sub>2</sub>-Status dürfte große Auswirkungen in verschiedenen Bereichen der Medizin haben. Aus Sicht der bisher vorliegenden Befunde [5, 7] seien hier erwähnt:

#### Gesicherte Indikationen

- Prophylaxe, Therapie, Metaphylaxe des Myokardinfarktes
- Therapie des Angina-pectoris-Syndroms
- periphere Angioorganopathie aller Stadien
- Angioneuropathien
- orthostatische Dysregulation bei Hypotension
- arterielle essentielle Hypertonie Stad. I und II WHO
- hirnorganisches Psychosyndrom auf zerebralarteriosklerotischer Grundlage

**Ergebnisse von 12 Studien zur anhaltenden Erhöhung ( $\Delta paO_2$ ) des arteriellen Ruhe- $pO_2$  durch Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie**

Studien. Autoren	Probanzahl	$\Delta paO_2$ [mmHg]. Zeitpunkt
<b>A Buch <math>O_2</math>MT. 3. Auflage [5]</b>		
S. 35 von Ardenne	8 ( $\bar{72}$ Jahre)	22 (auch nach 30 Tagen)
S. 37 Lippmann	43 ( $\bar{64}$ Jahre)	14 (nach 90 Tagen)
S. 37 Kureinrichtungen	30 ( $\bar{59}$ Jahre)	13 (nach 50 Tagen)
S. 38 von Ardenne	13 ( $\bar{59}$ Jahre)	18 (nach einigen Tagen)
S. 38 Wolf	108 ( $\bar{67}$ Jahre)	19 (nach einigen Tagen)
S. 39 Zehn Kliniken	1407 ( $\bar{69}$ Jahre)	12 (nach >30 Tagen)
S. 44 von Ardenne	5 (~60 Jahre)	16 (nach einigen Tagen)
S. 67 von Ardenne (15 min Pr.)	15 ( $\bar{58}$ Jahre)	4 (nach >1 Tag) <sup>1</sup>
S.317 Schnizer (Fulgum)		
1981	38	0 Veröffentlicht!
1982(!)	27	94 (nach >1 Tag) Unveröffentlicht!
<b>B Weitere Studien</b>		
Caspers 1985 [8]	938 ( $\bar{67}$ Jahre)	13 (nach >1 Tag)
Wolf 1985 [9]	88 ( $\bar{62}$ Jahre)	14 (nach >1 Tag) <sup>1</sup>
Nolte 1980 [10]	22 ( $\bar{62}$ Jahre)	0 [Nichterreichung Schaltschwelle!]
<b>Gegenüberstellung: 11 Studien</b>		
	Probanzahl 2682 (!)	$\Delta paO_2 = \bar{14}$ mmHg (!)
1 Studie (Nolte)	22	$\Delta paO_2 = 0$ mmHg

<sup>1</sup>Die Senkung des venösen Ruhe- $pO_2$  ( $\Delta pvO_2$ ) betrug bei diesen Studien im Mittel -10,3 mmHg (v.A.) bzw. -15 mmHg (W)

Eine Effektivitäts-Beurteilung der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie ohne Mitmessung der eintretenden Änderung des venösen Ruhe- $pO_2$  ist nicht möglich! [Dieses Grundprinzip ist von einigen Autoren (Nolte, Hendrik, Schnizer) nicht beachtet worden, so daß sich falsche Effektivitäts-Bewertungen ergaben].

**Messungen mit großen Fallzahlen zum lange Anhalten des Effektes der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie**

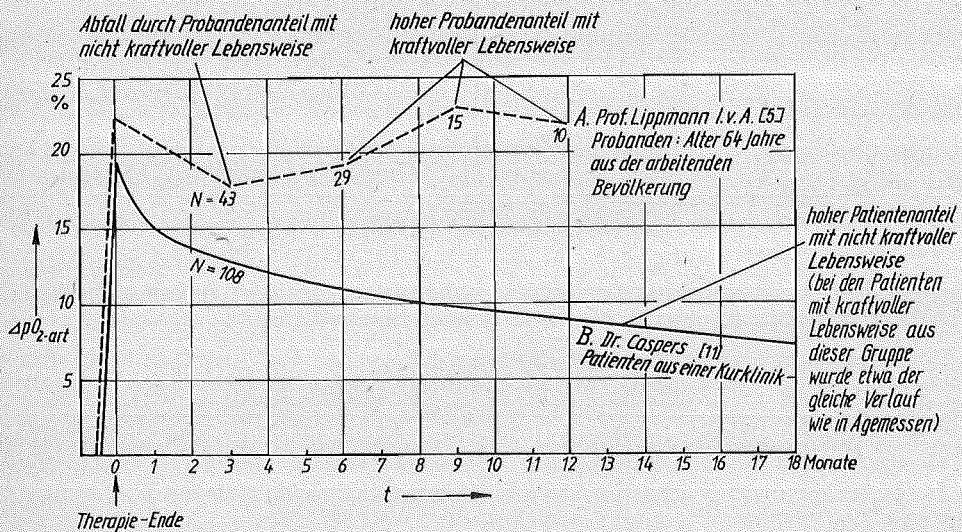


Abb. 3. Prozentuale Erhöhung  $\Delta pO_2$ -art des arteriellen Ruhe- $pO_2$  durch  $O_2$ -Mehrschritt-Therapie in Abhängigkeit von der Zeit t (bis zu 12 Monaten und darüber). Messungen mit hohen Fallzahlen N an Personengruppen mit mehr (A) oder weniger (B) kraftvoller Lebensweise. Ein ähnliches zeitliches Verhalten wird in bezug auf die Senkung des venösen Ruhe- $pO_2$  beobachtet

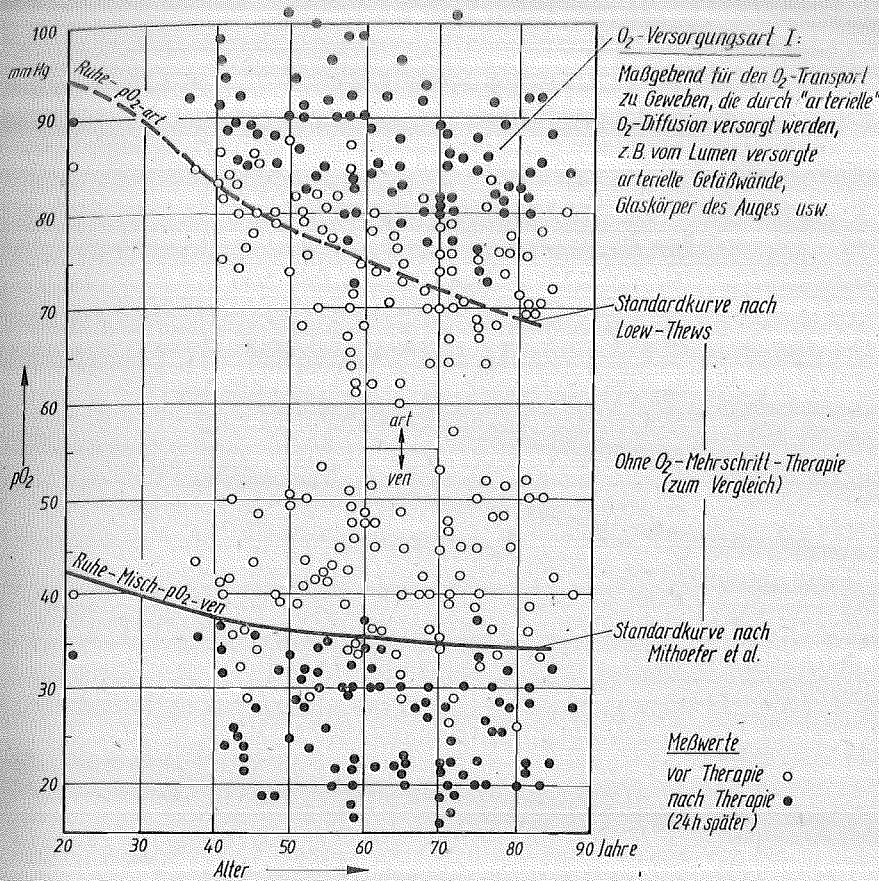


Abb. 4. Messungen des arteriellen und des venösen Ruhe-Sauerstoff-Partialdruckes vor (○) und nach (●) Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie (meist Variante GK 4-1) in Abhängigkeit vom Lebensalter bei behandlungsbedürftigen Patienten des Sanatoriums Dr. med. S. H. Wolf, Bad Wildungen. Meßwerte in Gegenüberstellung zu den Standard-Erwartungswert-Kurven nach Loew-Thews und Mithoefer (88 Pat. 1984). Mittlere Erhöhung von  $\eta$  (Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme) durch Therapie von 100 auf 239 ‰!

- periphere Durchblutungsstörungen
- Anhebung der körpereigenen Abwehr
- Lungenparenchymerkrankungen mit Entwicklung des chronischen Cor pulmonale (Globalinsuffizienz als relative Kontraindikation beachten)

Statistisch noch nicht gesicherte Indikationen,  
 Einzelbeobachtungen

Dysopsien, Presbyopsien  
 Katarakt-Bildung  
 gestörte Homöostase des Augeninnendruckes  
 Hypakusis, Presbyakusis  
 Altersschwindel  
 Mb. Menière  
 Migräne  
 Schlafstörungen  
 Reaktionszeitverlängerungen  
 Verwirrheitszustände  
 Polyarthritits  
 Dekubitus  
 Plazentainsuffizienz.

Die fast befremdliche Universalität ergibt sich daraus, daß O<sub>2</sub>-Mangel die Ursache für eine überraschend große Zahl von Krankheiten, Leiden, Beschwerden und Krisen darstellt. - Eine neue Variante der Therapie bildet der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Geburtshilfe-Prozeß, bei dem die Steigerung des Atemzeitvolumens auf 30-60 l min<sup>-1</sup> während der Austreibungsphase genutzt wird, um durch O<sub>2</sub>-Applikation mit einem angepaßten Fluß von ebenfalls 30 bis 60 l min<sup>-1</sup> die energetische Situation der Mutter anzuheben, O<sub>2</sub>-Mangel beim Kind zu verhindern und nach Ende der Geburt eine anhaltende Hochschaltung des O<sub>2</sub>-Status, wie beim besprochenen 15-min-O<sub>2</sub>MT-Schnellprozeß zu bewirken.

#### Zusammenfassung

Die O<sub>2</sub>-Status-Messung des menschlichen Organismus, die Kenntnis von Faktoren, die ihn beeinflussen und die Nutzung bzw. Entwicklung von Maßnahmen zu seiner

anhaltenden Verbesserung sind von großer Bedeutung für die Prävention, Diagnose, Prophylaxe und Therapie. Als absolute Kenngröße des Sauerstoff-Status gilt die Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme des Organismus. Bei Untersuchungen der Dynamik des Status genügt es meist, als relative Kenngröße die arteriovenöse Hb-O<sub>2</sub>-Sättigungsdifferenz  $\eta$  zu verwenden, deren repräsentative Bestimmung aus routinemäßigen Ruhe-pO<sub>2</sub>-Messungen besprochen wird. Aus solchen Messungen wurde die starke Dynamik des O<sub>2</sub>-Status gefunden. Neben der Verschlechterung mit fortschreitendem Alter wurden die Verschlechterung durch stressorische Einflüsse verschiedenster Art, bei Schwächezuständen und die Minima im 24-h-Zyklus festgestellt. Verbesserungen wurden nach Ausdauertraining und nach Behandlungen mit Prozessen der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie gemessen. Nach Besprechung der drei Grundschritte dieser Therapie werden als Standardvarianten der 36-h-O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Prozeß und der 15-min-O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Schnellprozeß genannt, die ambulant anwendbar sind. Ausführlicher wird auf den Schnellprozeß eingegangen und die Praxis seiner Durchführung sowie typische Ruhe-pO<sub>2</sub>-Meßergebnisse vor und nach diesen Prozessen besprochen. Überraschend ist das für Wochen, Monate bis Jahre Bestehenbleiben der bewirkten Anhebung des arteriellen Ruhe-pO<sub>2</sub> und der Senkung des venösen Ruhe-pO<sub>2</sub>. Der arterielle Effekt ist durch 11 verschiedene Studien an 2 262 Probanden mit einem mittleren pO<sub>2</sub>-Anstieg von 1,9 kPa bestätigt worden. Messungen beweisen, daß die Verbesserung des O<sub>2</sub>-Status über mehr als ein Jahr anhalten kann, wenn der Patient zu einer kraftvolleren Lebensweise übergeht. Die anhaltende Wirkung wird durch einen Kapillarwand-Schaltmechanismus der Blutmikrozirkulation erklärt, der auf die Verengung der Kapillarquerschnitte infolge Schwellung von Endothelzellen beim O<sub>2</sub>-Mangel zurückgeführt wird. Damit sich die anhaltende Wirkung ergibt, muß eine Schaltschwelle überschritten werden. Abschließend werden als meßbare Wirkungen der Therapie die anhaltende Erhöhung der Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme des Organismus, die

anhaltende Erhöhung der körperlichen Leistungsfähigkeit, die Verkürzung der optischen Reaktionszeit und EKG-Verbesserungen genannt. Bei therapiebedürftigen Patienten von Kurkliniken wurde eine mittlere Erhöhung der Ruhe-O<sub>2</sub>-Aufnahme auf 230 ‰, dagegen bei gesunden Probanden nur eine mittlere Erhöhung auf 133 ‰ festgestellt. Aus Sicht der bisher vorliegenden Befunde wird ein kurzer Überblick über gesicherte Indikationen der Therapie und über Einzelbeobachtungen gegeben.

### Резюме

Измерение кислородного положения человеческого организма, знание факторов, которые влияют на него и использование или развитие мероприятий для его постоянного улучшения имеют большое значение для предупреждения, диагноза, профилактики и терапии. Приём кислорода организма в покое рассматривается как абсолютный показатель кислородного положения. В исследованиях динамики положения это в большинстве случаев достаточно использовать разницу насыщения артериовенозного Hb-O<sub>2</sub> как относительный показатель, репрезентативное определение которого из рутинных измерений pO<sub>2</sub> в покое обсуждается. Из таких измерений была найдена сильная динамика положения O<sub>2</sub>. Наряду с ухудшением с возрастом были установлены ухудшение стрессорных влияний разного рода при состояниях слабости и минимумы в двадцатичетырёхчасовом цикле. Были измерены улучшения после тренировки выносливости и после лечений с процессами многостепенной кислородной терапии. После обсуждения трёх основных степеней этой терапии упоминаются как стандартные варианты тридцатичасовая многостепенная кислородная терапия и пятнадцатиминутный многостепенный быстрый кислородный процесс, которые применимы амбулаторно. Более подробно останавливается на быстром процессе и обсуждаются практика своего проведения как и типические результаты измерения pO<sub>2</sub> в покое до и после этих процессов. Поразительным является существование вызванного повышения артериального pO<sub>2</sub> в покое и снижения венозного pO<sub>2</sub> в покое в течение недели, месяцев до лет. Артериальный эффект был подтверждён 11 разными исследованиями на 2682 пробандах с средним повышением pO<sub>2</sub> 1,9 крА. Измерения доказывают, что улучшение положения O<sub>2</sub> может длиться больше чем один год, когда пациент переходит на более сильный образ жизни. Продолжительное действие объясняется распределительным организмом микроциркуляции крови капиллярной стенки, который относится к сужению поперечных разрезов капилляров вследствие опухания эндотелиальных клеток при недостатке O<sub>2</sub>. Чтобы получить продолжительное действие, надо переходить распределительный порог. Наконец упоминаются как измеримые действия терапии длительное повышение физической функциональной способности укорочение времени оптической реакции и улучшения ЭКГ. У нуждающихся в терапии пациентов лечебных клиник было установлено среднее повышение приёма O<sub>2</sub> в покое на 230 ‰, однако у здоровых пробандов лишь среднее повышение на 133 ‰. С точки зрения до сих пор имеющихся данных даётся краткий обзор определённых показаний терапии и отдельных наблюдений.

### Summary

The measurement of the O<sub>2</sub> status of the human organism, the knowledge of factors which influence it and the using and development, respectively, of measures for its permanent improvement are of great importance for the prevention diagnosis, prophylaxis and therapy. The O<sub>2</sub>-intake in rest of the organism is regarded as absolute characteristic of the oxygen status. In investigations of the dynamics of the status it is in most cases sufficient to use the arteriovenous Hb-O<sub>2</sub> saturation difference as relative distinctive mark, the representative determination of which from routine measurements of pO<sub>2</sub> in rest is discussed. From such

measurements the strong dynamics of the O<sub>2</sub> status was found. Apart from the deterioration with growing age the deterioration by stressor influences of different kind, in hyposthenias and the minima in the 24-hour-cycle were established. Improvements were measured after perseverance training and after treatments with processes of the oxygen multistep therapy. After discussion of the three basic steps of this therapy the 36-h-O<sub>2</sub>-multistep process and the 15-min-O<sub>2</sub>-multistep rapid process are mentioned as standard variants which are to be used ambulatorily. The rapid process is entered more in detail and the practice of its performance as well as the results of measurements of the typical pO<sub>2</sub> in rest before and after these processes are discussed. Surprising is the existence of the increase effected of the arterial pO<sub>2</sub> in rest and of the decrease of the venous pO<sub>2</sub> in rest for weeks, months up to years. The arterial effect has been confirmed by 11 various studies on 2,682 test persons with an average increase of pO<sub>2</sub> of 1.9 kрА. Measurements make evident that the improvement of the O<sub>2</sub> status may exist for more than one year, when the patient passes over to a more energetic manner of living. The continuous effect is explained by a control mechanism of the blood microcirculation of the capillary wall which is to be traced back to the narrowing of the cross section of the capillaries due to swelling of endothelial cells in O<sub>2</sub> deficiency. That the permanent effect develops a control threshold must be transgressed. Finally the permanent increase of the functional capacity of the body, the shortening of the optic reaction time improvements of the ECG are mentioned as measurable effects. In patients of cure clinics who need therapy an average increase of the O<sub>2</sub> picture to 230 ‰ was established, whereas in healthy test persons only an average increase to 133 ‰. From the point of view of the hitherto existing findings a short survey of ascertained indications of the therapy and of individual observations is given.

### Literatur

- [1] Ardenne, M. v.: Permanente Wiederanhebung von in höherem Lebensalter abgesunkenem arteriellem pO<sub>2</sub>. Technik in der Med. 7 (1977) 97–100.
- [2] Ders.: Measurement and removal of certain stress effects. Synergism, physical exercise, and oxygen multistep therapy. Stress 2 (1981) 25–35.
- [3] Ders.: Messung und Bekämpfung von Streßfolgen. Ergebnisse der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie-Forschung. Z. Altersforsch. 36 (1981) 473–487.
- [4] Ders.: Zellulärer Gefäßwand-Schaltmechanismus der Mikrozirkulation. Biomed. Techn. 27 (1982) 111–118.
- [5] Ders.: Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie, 3. Aufl. Thieme, Stuttgart 1984.
- [6] Ders.: Die Abhängigkeit des Sauerstofftransportes in das Körpergewebe vom Lebensalter und die günstige Beeinflussung dieses Transportes durch Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie. Z. Altersforsch. 39 (1984) 187–210.
- [7] Ders.: Gesundheit durch Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie. Nymphenburger Verlag, München 1985.
- [8] Ders.: Grundlagen einer kausalen Therapie peripherer Durchblutungsstörungen der unteren Extremitäten. Ärztez. Naturheilverf. 26 (1985).
- [9] Ders.: Ursache und Schnellbehebung von Schwächezuständen. Ärztez. Naturheilverf. XXX (1985) XXX.
- [10] Ders.: Messungen des arteriellen und venösen Ruhe-O<sub>2</sub>-Partialdruckes vor und nach Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie bei Patienten aus zwei Kliniken. Dtsch. Ärztebl. 82 (1985) 2031–2032.
- [11] Ardenne, M. v., W. Klemm: Grundlagen der O<sub>2</sub>-Mehrschritt-Prozesse mit lang anhaltender Vergrößerung der arterio-venösen O<sub>2</sub>-Sättigungsdifferenz. Dtsch. Gesundh.-Wesen 38 (1983) 1469–1490.

- [12] Dies.: Messungen zur Beeinflussung der optischen Reaktionszeit durch Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie. Funktionelle Biologie und Medizin 4 (1985).
- [13] *Ardenne, M. v., W. Klemm, J. Klinger*: Doppelblindstudie zur starken anhaltenden Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit nach Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie-Behandlungen. Z. Alternsforsch. 39 (1984) 17–30.
- [14] *Caspers, K. H.*: Die unmittelbare Wirkung der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie auf den arteriellen Sauerstoff-Partialdruck. Ärztez. Naturheilverf. 26 (1985) 221.
- [15] Ders.: Nachweis der langfristigen Anhebung des arteriellen Sauerstoff-Partialdruckes durch die Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie. Ärztez. Naturheilverf. 26 (1985) 401–406.
- [16] *Dauterstedt, W., H.-J. Wünschmann, W. Klemm*: Zur Wertigkeit peripher-venöser Sauerstoffpartialdruck-Messungen für die Beurteilung des Effektes der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie nach M. von Ardenne. Untersuchungen unter Normoxie, Hyperoxie und körperlicher Belastung an 63 normoxämischen Personen. Z. Physiotherap. (im Druck).
- [17] *Loewe, H., J. Blasig, D. Modersohn*: Zur Bedeutung der Mikrozirkulation bei myokardialen Durchblutungsstörungen. Acta biol. med. germ. 39 (1980) 419.
- [18] *Nolte, D., B. Häußl*: Zur Effektivität der „Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie“. Med. Klin. 75 (1980) 166 (Nichterreichung der Schaltschwelle des entdeckten Kapillarschaltmechanismus der Blutmikrozirkulation).

Anschrift d. Verf.: Prof. Dr. sc. mult. *Manfred von Ardenne*,  
Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, DDR-8051 Dresden,  
Zeppelinstraße 7