

Die Höhenadaption auf der mittleren Lage von 1800 m

(z. B. des Engadins und auf 2250 m in Mexiko-City, dem Olympiaden-Ort von 1968)

F. Auer

Zusammenfassung

In der Frage der Höhenadaption in der Höhenlage von 1880 bis 3300 m wird versucht, anhand der Literatur und Erfahrung den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse und Möglichkeiten in Kürze in bezug auf das Wesentliche zu schildern. Insbesondere werden die Aspekte für die Prophylaxe und Therapie von Zivilisations- und Adaptionserkrankheiten auf dieser Höhe beleuchtet und auf die modernen Möglichkeiten hingewiesen, indem sie gewissermaßen als «taktische» Prophylaxe und Therapie empfohlen wird.

Das Interesse richtet sich gleichzeitig auf die Probleme der Höhenphysiologie, die der Hochleistungssport wegen der kommenden Olympischen Spiele 1968 in Mexiko-City (2300 m) aufwirft. Im Mittelpunkt, hier wie dort, stehen die Probleme der Adaption, welche phasenweise abläuft. Die Hochleistungssportler müssen vor Mexiko höhenadaptiert werden, sollen sie keine Schädigungen in den sportlichen Wettkämpfen erfahren. Ihre Leistungsfähigkeit ist naturgemäß auf 2300 m, außer bei Kurzstrecken, Würfeln usw., eingeschränkt zufolge der Hypoxie. Im Tiefland vermögen sie nach dem Höhenttraining und Höhenaufenthalt ihre Leistungen zu steigern.

Hier schließt sich der Kreis, hier liegt die Parallele des gleichen Zieles für den Kranken, den Prämorbid und den Gesunden.

Résumé

Dans la question de l'adaptation à l'altitude, à une hauteur de 1800 à 3300 m, l'on cherche, à l'aide de la littérature et de l'expérience, à décrire brièvement, dans ses lignes essentielles, le niveau actuel des connaissances et des possibilités. On met notamment en lumière les aspects relatifs à la prophylaxie et à la thérapeutique des maladies de la civilisation et de l'adaptation à cette hauteur et l'on mentionne les possibilités modernes en les recommandant en quelque sorte comme des moyens «tactiques» de prophylaxie et de thérapeutique.

L'intérêt se porte simultanément sur les problèmes de la physiologie d'altitude qui prend de l'importance pour le sport de compétition à cause des prochains jeux olympiques de 1968 à Mexico-City (2300 m). Un peu partout, en effet, les problèmes de l'adaptation, qui s'accomplit phase par phase, y seront au point central. Les sportifs de performance doivent, avant Mexico, être adaptés à l'altitude, s'ils ne veulent pas subir des lésions dans les compétitions. Leur capacité fonctionnelle est naturellement limitée à 2300 m en dehors des trajets courts, du lancer, etc. par suite de l'hypoxémie. Dans les contrées basses, après l'entraînement et le séjour à l'altitude, ils peuvent améliorer leur capacité.

C'est ici que se ferme le cercle, c'est ici que s'établit le parallèle d'un même but pour les malades, les pré morbides et les personnes en santé.

Eine Beurteilung der Sachlage stieß und stößt auf Schwierigkeiten, weil trotz hoher Entwicklung und langer Tradition der Höhenphysiologie und Höhenmedizin die Fragestellung und Zielrichtung neue Aspekte aufweist, die bisher kaum gestellt wurden:

Auf der einen Seite gewinnt das mittlere Höhenklima in diesem Sinne an Interesse, weil das Krankengut unserer Zivilisation einer tiefgreifenden Gewichtsverschiebung unterworfen ist, welche die einzelnen Krankheitsgruppen zurückdrängt und dafür die anderen zunehmen läßt. Es ist nicht zufällig oder als Folge neuentdeckter Heilmittel, daß dies so ist, sondern es ist eine gewisse Auswahl zu erkennen:

Es schwinden gewisse bakterielle Infektionen oder wandeln ihr Gesicht, die Anpassungs- bzw. Adaptionreaktionen sind kontinuierlich aufs höchste und zum Teil unphysiologisch angespannt und schaffen damit neue Formen, wie die allgemeine Neurotisierung, oder auch Krankheiten, sogenannte Zivilisationskrankheiten. Damit Hand in Hand wächst die Zahl der degenerativen Krankheiten, und schließlich nehmen zufolge der höheren Lebenserwartung die Alterskrankheiten zu. Da die vegetative Regulation in diesem Formenkreis eine wesentliche Rolle spielt und Entgleisungen der Adaptionreaktionen zu einem allgemeinen Problem geworden sind, gewinnt die Höhenadaptation unter diesem Gesichtswinkel ein legitimes Interesse, weil, wie ausgeführt werden wird, z. B. die Umstellung der autonomen Erregbarkeit als Faktor, einem wesentlichen, der Höhenklimawirkung zugehörig ist. Über die Nützlichkeit oder Schädlichkeit in diesem Zusammenhang für Prophylaxe und Therapie wird daher die Rede sein müssen.

Auf der anderen Seite hat die Tatsache, daß die wichtigsten und umfassendsten sportlichen Wettkämpfe 1968 in Mexiko-City, die Olympiade, in einer Höhenlage von 2250 m stattfinden, uns gezwungen, uns eingehendst mit der Höhenphysiologie und der Höhenmedizin auseinanderzusetzen, was zahlreiche Forscher und Nationen zu einer großen Zahl wertvollster wissenschaftlicher Publikationen angeregt hat: Das Problem ist hier die körperliche Höchstleistung auf 2250 m, wobei auch hier die Adaption und schließlich der Nutzen oder auch der Schaden die Eckpfeiler der Diskussion sein müssen.

Die Ärzte haben immer wieder über die Auswirkungen der Höhenluft im Hochgebirge auf die Gesundheit der Gäste, kranken und gesunden, und Sportler geschrieben und gearbeitet. Diese und eigene Untersuchungen und Erfahrungen ergeben heute folgendes Bild:

Die Empfehlung zu einer Kur in einem Klima, in einem Heilbad, oder beides kombiniert, gehört zweifellos zu den am längsten geübten ärztlichen Verordnungen. Sie hat jahrhundertealte psychologische Wurzeln und ist vielfach heute noch mit Vorstellungen verbunden, die jenseits der rationalen Medizin liegen. Daraus ergeben sich mannigfache Probleme für den Arzt wie für den Patienten, namentlich wenn moderne Erfahrungen und Erkenntnisse eingebaut werden sollen. Diese Einstellung hat auch die Kurorte mit der

Notwendigkeit konfrontiert, die üblichen Behandlungsarten nicht nur den jetzigen Erkenntnissen der Medizin anzupassen, sondern auch alte praktische Erfahrungen neu wissenschaftlich zu interpretieren.

Die Klimatherapie nimmt einen zwar beständigen, in seiner Bedeutung aber umstrittenen Platz ein. Die Problematik betrifft weniger die Gebiete des Mittellandes als vielmehr die für den Städter besonders reizstarken Klimate des Hochgebirges (z. B. des Engadins) und auf der anderen Seite dasjenige des Meeres. Die therapeutische Wirkung einer Klimakur wird ebenso wie die einer Bäder- oder Übungstherapie durch *vielfache Wiederholung kurzfristiger Aufenthalte oder solche über längere Zeit in fremdem Klima* erreicht. Hierin besteht ein grundsätzlicher Unterschied zur medikamentösen Therapie. Bei letzterer entspricht die akute Einwirkung der chemischen Substanz dem therapeutischen Ziel. Die direkte Wirkung der Droge steht deshalb im Mittelpunkt des Interesses. Der Klimaeinfluß dagegen kann sich primär sogar als eine Belastung mit oft unerwünschter Direktwirkung auswirken (Sauerstoffmangel in der Höhe, Erythem in der Heliotherapie usw.). Vom therapeutischen Standpunkt aus interessiert weniger dieser momentane Einfluß als vielmehr die Anpassung klimatischer Einflüsse über längere Zeit. *Die Klimatherapie ist eine gezielte Nutzung der Anpassung an das fremde Klima.* Vom therapeutischen Standpunkt aus muß sich das Interesse demnach auf die Vorgänge der *Anpassung* an ungewohnte klimatische Bedingungen konzentrieren: Kreislauf, Atmung, endokrines System, Blut, Stoffwechsel und vegetatives Nervensystem zeigen während des Klimaaufenthaltes mehrfache Schwankungen. Schon unmittelbar nach der Ankunft in der Höhe läßt sich am Kreislauf eine zweiphasige Umstellung beobachten, die zuerst als «*Vagotonie*», dann als «*Amphotonie*» imponiert und deren Dauer nur Stunden beträgt.

Mehrere Autoren (*Jungmann, Marmod, Kollag, Grandjean*) berichten darüber anhand von Herz-Minutenvolumensteigerung, Vitalkapazität-Messungen usw. Am ersten Höhentag wird Blut aus den Depots ausgeschwemmt (*Wiesiger*), gleichzeitig setzt eine echte Steigerung der *Erythropoese* (Blutbildung) ein, die zu einem über 14 Tage dauernden larvierten (verdeckten) Eisenmangel führt. Im Stoffwechsel werden zu diesem Termin eine Erhöhung des Nüchternblutzuckers bei verbesserter Glukosetoleranz gefunden (*Schäffler/Flury*), zudem vermehrte Wasserausscheidung (*Stämpfli*) und Aktivierung der Nebennierenrindenfunktion (*Koller*). Die Labilität schafft vermehrt Möglichkeiten zur Aquirierung am Ort grassierender Infektionskrankheiten.

Bei den subjektiven Beschwerden der Patienten dominieren die Zeichen einer gesteigerten Erregbarkeit mit Schlaflosigkeit, Herzsensationen und Fingertremor. Gegen Ende dieser Phase kommen die ersten Aktivierungen chronischer Entzündungen zum Ausbruch (Tonsillitis, Sinusitis, Bronchitis, Exazerbationen, sogenannte Fokalinfekte). Dieser Funktionenzustand der ersten Tage ist nicht endgültig, er dauert bis zu zehn Tagen. Ihm folgt eine

relativ stille Zeit mit Verschwinden subjektiver Symptome (Rückgang des Arterientonus, Vitalkapazität, Grundumsatz). Dieser «stillen Zeit» schließt sich gegen Ende der dritten Woche in 1800–2000 m Höhe eine Phase an, die in ihrem Erscheinungsbild der sogenannten Kurreaktion bei Bädern (Kühnau, Amelung) entspricht. (Es zeigt sich erneut eine Nebennierenrindenaktivität, die Sideropenie [Eisenmangel] bleibt, die Vitalkapazität beginnt eben anzusteigen.) Die Beschwerden der Patienten nehmen wieder zu, neuerlich werden klinische Erkrankungen manifest, wiederum meist Exazerbationen, chronische Entzündungen und Frischerkrankungen. Die Periode bedeutet nach den vorliegenden Erfahrungen eine Art Wendepunkt im Vorlauf der Klimakur. Ihr folgt in der vierten Woche eine Phase der «Normalisierung», gekennzeichnet durch einen Wiederanstieg der Arterientonus, Annäherung des Ruheminutenvolumens an Ausgangswerte, Abnahme der Reaktionen bei Belastungen, normale und ausgeglichene Nebennierenrinden-Funktionen und eine deutliche Zunahme der Vitalkapazität. Subjektiv werden in diesem Termin nur noch selten Beschwerden geäußert. Eine gewisse Ausgeglichenheit kennzeichnet das psychische Verhalten. Auch nach Verlängerung der Kur werden keine Anzeichen einer weiteren *Funktionsumstellung* beobachtet, wenn auch nicht daraus geschlossen werden kann, daß die in der dritten Woche angedeutete Tonussteigerung nicht über die Ausgangswerte hinausgehen könnte und damit den Kurerfolg signifikant gewährleisten.

Aus der Kur zurückgekehrt, beobachtet man den sogenannten «vagotonen Rückkehreffekt», der meist nach einer Woche abgeschlossen ist. Die hier beschriebenen periodischen Reaktionsveränderungen entsprechen dem von Selye beschriebenen «Allgemeinen Adaptionssyndrom» und der «Vegt. Gesamtumschaltung» nach Hoff, allerdings mit dem Unterschied, daß das Allg. Adaptionssyndrom nach einer Schock- und Reaktionsphase in eine Erschöpfungsphase ausläuft, die bei Klimakuren nur bei Schwerkranken beobachtet wird.

Die Erscheinungen bei der Anpassung an das Hochgebirgsklima sind prinzipiell unspezifisch, auch wenn die von den einzelnen Patienten tatsächlich angetroffene Witterung, also der wirksam gewordene Ausschnitt aus dem gesamten Klima des betreffenden Ortes, einen wesentlichen Einfluß auf die Ausbildung der einzelnen Phasen nimmt.

Die Anpassung an das Hochgebirgsklima bedeutet sicher für den neuankommenden Kranken oder erholungsbedürftigen Patienten oder den Sportler weniger eine Schonung als vielmehr eine Belastung, ein milder, aber beständiger Reiz, eine Störwirkung, die über die Haut (Strahlung, Wind, Abkühlung), die Atmung (Sauerstoffpartialdruck) und vielleicht auch über die Sinnesorgane (Strahlung, Geopsyche) wirksam wird. *Der therapeutische Erfolg ergibt sich aus der Vollendung der Anpassung an diese Belastung, aus einer realen Leistung des Organismus (Parallele zum Sport, mit dem Unterschied, daß die klimatische*

Störwirkung primär nicht die Muskulatur, sondern Haut, Kreislauf, Atmung, Stoffwechsel und endokrines System, und zwar auch *am ruhenden Menschen*, beansprucht). Hiezu kommt, daß der über Wochen fortdauernde Akklimatisationsprozeß entweder allein zur Wirkung kommen kann oder auch nur die Basis für jede notwendig erscheinende zusätzliche physikalische, medikamentöse, diätische oder Psychotherapie abgibt. Die Erfahrung über manche überraschend günstige Wirkung einer Maßnahme am Kurort, die am Heimatort unwirksam geblieben war, ist evident, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die Wirksamkeit am Kurort darin beruht, daß die Maßnahme dort *den Organismus in einem Funktionszustand trifft*, der durch die Vorgänge der Anpassung an das fremde Klima verändert und dadurch *ansprechbar* geworden ist. Zwangsläufig ergeben sich die wesentlichen Gesichtspunkte für die Nutzung zur Behandlung von Erkrankungen im Hochgebirge:

Der Patient muß eine ausreichende *Belastbarkeit* aufweisen, und die *Reaktionsfähigkeit* des erkrankten Organsystems muß erhalten sein. Unter dieser Voraussetzung ist die Klimatherapie im Hochgebirge *chronischen Erkrankungen* vorbehalten, *alle akut entzündlichen* sind auszuschließen. Die Therapie ist vorwiegend eine indirekte Beeinflussung der Krankheit selbst, eine «taktische Therapie».

Über die Frage, ob einzelnen Patienten nun eher eine *Hochgebirgskur* oder, als Gegenüberstellung, eine *Kur an der Nordsee* oder am *Mittelmeer* anzuraten ist, seien einige Bemerkungen angefügt: Grundsätzlich sind die Erscheinungen der Anpassung hier wie dort gleich, das Phänomen der «Normalisierung» findet sich an der See wie im Hochgebirge in ähnlicher Weise. Wir finden in den in der Literatur niedergelegten Erfahrungen kaum spezifische Veränderungen hier oder dort. Maßgebend für den einzelnen Menschen sind der *individuelle Ausgangswert* und die *Dauer* der Klimaeinflüsse. Trotzdem gibt es immer wieder Patienten, welche die See nicht vertragen, dagegen das Hochgebirgsklima gut, oder umgekehrt, ohne daß die vorliegende Erkrankung eine Erklärung für diesen Unterschied liefert. Die Ursachen der «guten» oder «schlechten» Klimaverträglichkeit müssen in der individuell verschiedenen Auswirkung der *körpereigenen Reaktion während der Anpassung* gesucht werden. Solche primäre Unverträglichkeitserscheinungen kommen meist, wie schon erwähnt, in den ersten Kurtagen vor, ohne ausnahmsweise einen Einfluß auf das Kurergebnis zu nehmen; schwieriger ist die Beurteilung der Beschwerden in den folgenden Wochen. An der See werden von den meisten Autoren eine Zunahme des «Sympaticotonus» angegeben (*Haerberlin*). Im Hochgebirge, nach wechselnd starken Primärreaktionen, wird eine verstärkte «Vagotonie» (Blutdruck- und Pulsfrequenz-Senkung) als typisch angesehen. Hier hinein fügen sich bestens die Verlaufskurven des elastischen Kreislaufwiderstandes (*Grandjean, Jungmann*), die in den zwei verschiedenen Klimaten gegensätzliche Entwicklungen in den ersten drei Wochen aufzeigen. Am Meer treten

die «Kurkrisen» und damit auch der Mißerfolg bei Patienten mit im Verhältnis zum Alter *hohen elastischen Kreislaufwiderstand auf*, im Hochgebirge dagegen umgekehrt, meist bei Patienten mit niedrigen Werten. Dadurch ist die bessere oder schlechtere Verträglichkeit eines der beiden Klimate nicht restlos erklärt, aber vielleicht die Richtigkeit der praktischen Erfahrung objektiviert. Auch ist hier nicht gesagt, daß Patienten mit einem hohen Arterientonus am Meer und mit einem erniedrigten Tonus im Hochgebirge immer einen Kurmißerfolg erfahren. Immerhin bedeutet eine extreme Auslagerung des elastischen Kreislaufwiderstandes nach der einen oder anderen Seite möglicherweise eine Periode erhöhter Gefährdung. Man kann sich vorstellen, daß es unter diesen veränderten Kreislaufbedingungen leichter zu frischen Schüben einer Tuberkulose, zur Dekompensation eines Vitiums oder zur Aktivierung chronischer Entzündungen kommen kann. Es hängt dann von der Grundkrankheit ab, ob eine starke oder eine schwache Anpassungsreaktion erwünscht oder gefährlich ist. Unter diesem Gesichtswinkel betrachtet, zeigt sich die Klimawirkung am Meer und im Hochgebirge durchaus spezifisch. Allerdings bleibt die Spezifität streng auf die Periode der Anpassung beschränkt. In beiden Klimaten *wird ein gleiches Ziel auf verschiedenen Wegen erreicht*, was der praktischen Erfahrung entspricht.

Zusammenfassend ergeben sich objektiv charakteristische Wesenszüge der Klimawirkungen sowohl im Hochgebirge als auch am Meer.

1. Im Mittelpunkt des therapeutischen Effektes steht weniger der spezifische Einfluß bestimmter Klimafaktoren auf das erkrankte Organsystem, als vielmehr *die Anpassung* an die «heilsame klimatische Störung».

2. Diese Anpassung entwickelt sich *nicht* kontinuierlich, sondern in Phasen, zum Teil mit vorübergehender Verschlechterung des körperlichen Zustandes, die sich in allen untersuchten Organfunktionen wiederfinden läßt.

3. Erst nach vollzogener Anpassung an die klimatische Belastung wird der therapeutische Erfolg erkennbar, *was durchschnittlich drei bis vier Wochen benötigt*. Mit dem Eintritt des Kurerfolges vermindern sich die Abweichungen der einzelnen Ruhemeßwerte, es kommt zur «Normalisierung». Gleichzeitig werden die verbesserten Organleistungen unter Belastung deutlich.

4. In der therapeutischen Wirkung der besprochenen Klimate kombinieren sich die Prinzipien a) der *Schonung* vor schädigenden Klimaeinflüssen (z. B. der Luftverunreinigung), b) der *spezifischen direkten Wirkung* auf das erkrankte Organ (z. B. Aerosol am Meer, Trockenheit und verminderter Partialdruck der Luft im Hochgebirge) mit dem c) *Trainings- und Abhärtungseffekt* der Anpassung an die heilsame klimatische Belastung in besonders günstiger Weise.

Die heilsame Störwirkung läuft meist im optimalen Milieu ab (Umwelt, Ferien usw.).

5. Zur Behandlung innerer und anderer Krankheiten müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein:

a) Die Krankheit muß in ein Stadium eingetreten sein, das Belastungen erlaubt, ohne daß die Gefahr einer akuten Schädigung oder Aktivierung besteht.

b) Das erkrankte Organsystem muß ausreichend reaktionsfähig sein.

6. Es bedarf einer Voruntersuchung vor Kurantritt mit

Blutuntersuchungen: BSR, Leukozyten

Urinuntersuchung: $\left. \begin{array}{l} \text{Ew} \\ \text{Zu} \end{array} \right\}$ und PSC Ausscheidungswert

Kreislauf-Zustand und EKG

Anamnese

Diagnose

Die anhand von Versuchspersonen und Untersuchungsergebnissen objektivierten Ergebnisse von Klimakuren bringen an sich nicht viel Neues. Die praktische Bedeutung kann aber in einer Präzisierung der Indikationen und im Hinweisen auf eine erweiterte Ausnützung der Klimawirkungen zur Therapie und Prophylaxe erwartet werden.

Um Entgleisungen der Anpassungs- bzw. Adaptionreaktionen zu vermeiden, oder um deren Verlauf möglichst günstig zu gestalten, gibt es mehrere therapeutische Möglichkeiten: Vegetative Regulationen, Dämpfung überempfindlicher zentraler Rezeptoren, vermehrte Zufuhr wichtiger Stoffe (Vitamine-Hormone), welche während des Regulationsablaufes in erhöhtem Maße benötigt werden, oder Schaffung von zureichenden Ausgleichsmöglichkeiten im Sinne von aktiver Bewegungstherapie, wie es der Sport bietet. Schließlich kann ein Aufenthalt in klimatisch und milieubedingter günstiger Umgebung bei sorgfältiger ärztlicher Betreuung notwendig und empfehlenswert werden. Dort können die Bestrebungen zusammengefaßt und koordiniert werden. Die Erfahrung hat gelehrt, daß es nicht so wesentlich ist, Einzelsymptome beeinflussen zu wollen und Einzelmaßnahmen zu treffen oder nur Medikamente zu verabreichen, sondern es ist meist nötig, den ganzen Krankheits- und Symptomenkomplex zu erfassen: Hier muß die Bemühung einsetzen, und hier liegt auch die *Möglichkeit des Ortes* und die Notwendigkeit, die Behandlung solcher Krankheiten dort zusammenzuziehen, wo die Voraussetzungen erfolgversprechend sich zeigen.

Indikationsverzeichnis

A. Rehabilitation

im weitesten Sinne gilt als neue, sehr gute Indikation.

B. Erkrankung der Atmungsorgane

1. Katarrhe, chronische und spastische Bronchitis,

2. Asthma bronchiale,
3. Tuberkulose der Lunge nach Abklingen des akuten Stadiums, extrapulmonale Tuberkulose im Reparationsstadium.

C. Blutkrankheiten

Hypochrome und sekundäre Anämie.

D. Herzkrankheiten, Kreislauf-Regulationsstörungen

Vitien und Schädigung des Arbeitsmyokords, vegetative Störungen, Hypertonie und Hypotonie. Der Nutzen oder Schaden hängt von der Belastbarkeit ab, welche im Engadin aus ungeklärten Gründen höher ist als im Tiefland.

E. Endokrine Erkrankungen

Hyperthyreose, Hypothyreose.

F. Erkrankungen der Haut

Ekzeme, allergische und andere.

G. Rheumatische Erkrankungen

Im Sinne der Prophylaxe und Abhärtung zu gebrauchen, Spätschäden, Mobilisation.

H. Rekonvaleszenz

Abkürzung derselben erreichbar (Training en repos).

I. Hochleistungstraining

Wir leben nicht nur im Zeitalter der Weltraumschiffahrt, der Atombombe, der Regelung aller technischen Belange und dem Zeitalter der vegetativen Neurosen, wir leben auch im Zeitalter der Leibesübungen. Zwangsläufig, zweckmäßig haben sich aus der Bewegungsarmut unserer Zivilisation heraus die Leibesübungen zu einem bedeutenden Faktor entwickelt. Wir brauchen einen ärztlich geleiteten Wechsel von Arbeit, Leibesübungen und Erholung. Nur diese garantieren hohen und bleibenden Leistungsstandard. Der Hochleistungssport befruchtet jetzt auch die Höhentherapie: Zunächst erhebt sich die Frage, wie die Athleten sich in der genannten Höhenlage unter optimalen Bedingungen belasten und ob eventuell Organschäden unter Spitzensportbedingungen nicht zu ernsthaften Schäden führen. Auf Grund der zusammengefaßten Ergebnisse stellt sich der Stand der Kenntnisse in bezug auf den Hochleistungssport in der Höhenlage von 1800 bis 2500 m folgendermaßen dar:

1. Der Athlet ist in physiologischer Hinsicht benachteiligt, wenn er Wettkämpfe in mittlerer Höhe bestreiten muß. Es entsteht eine klare Leistungs-

einbuße für Mittel- und Langstreckenläufe bei ihrer Durchführung in mittlerer Höhe. Immerhin führt die Akklimatisation zu einer Verbesserung der Situation gegenüber dem nicht Akklimatisierten.

2. Auf kurzdauernde Leistungen bis etwa 60 Sekunden Dauer bei Maximalbelastung, hat die Höhenlage keinen nachteiligen Einfluß. Sie wirkt sogar wegen des geringeren Luftwiderstandes, geringerer Luftdichte, möglicherweise auch wegen verbesserter Reaktionsfähigkeit für gewisse Sportarten leistungsverbessernd (psychonervöse Alarmreaktion), sofern die volle Leistungsfähigkeit der Athleten aus Gründen des Klima- und Nahrungswechsels, der Zeitdifferenz usw. nicht vermindert ist bzw. wieder erreicht ist.

3. Bei körperlicher Belastung unter sorgfältiger Beachtung der Akklimatisation in der Höhe von 2500 m ist mit keiner Organschädigung zu rechnen. Die angestellten Untersuchungen diverser Equipen in Mexiko-City und in Unterdruckkammern hier in Europa ergeben, daß es nicht zu einem Sauerstoffmangel für das Herzmuskelgewebe kommt und der Stoffwechsel des Herzens nicht gestört wird.

4. Es ist bekannt, daß es unter den Bedingungen der Hypoxie (Sauerstoffmangel) zu einem Flüssigkeitsaustritt in die Lunge, dem sogenannten Lungenödem, kommen kann. Um zu prüfen, ob es unter den Bedingungen von Mexiko zu einem Hochdruck im Lungenkreislauf kommt, der diesen Flüssigkeitsaustritt in der Lunge hervorrufen könnte, wurde unter anderem mittels Herzsondierung der Druck in den Lungengefäßen gemessen. Dabei ergab sich keine Druckänderung gegenüber den Bedingungen der Normalluft.

5. Zu der Frage der leistungslimitierenden Größen in Mexiko – bekanntlich ist die Leistungsfähigkeit auf solcher Höhe (2500 m) vermindert – ist festzustellen, daß es unter Hypoxie zu einem deutlich stärkeren Abfall des Sauerstoffdruckes im femoral-venösen Blut während körperlicher Arbeit kommt, ferner, daß die Milchsäureabgabe aus der arbeitenden Muskulatur größer und als Folge der Anstieg der Milchsäure im Organismus stärker ist. Die Befunde sprechen dafür, daß eine limitierende Größe für die körperliche Leistungsfähigkeit in einer mangelnden Sauerstoffversorgung des Skelettmuskels liegt. Offenbar ist eine ausreichend starke Zunahme der Durchblutung bei der Hypoxie nicht möglich.

6. Es gibt eine Reihe von objektiven Meßwerten, die als Anpassungsercheinungen auch in der Höhe von 2250 m zu vermerken sind. Zu ihnen gehören der Anstieg des Hämoglobins, der Erythrozyten, des Hämokrits und des maximalen Atemvolumens und der geringere Anstieg der Milchsäure während der Belastung.

7. Die physikalisch bedingte Herabsetzung des Sauerstoffdruckes und der Sauerstoffsättigung ändert sich trotz über drei Wochen dauernden Aufenthaltes auf der besprochenen Höhe nicht entscheidend, als Maßstab für den Anpassungsstand eines Menschen also ungeeignet.

8. 1800 m Höhe entspricht nicht 2500 m. Der Abfall der Gesamtarbeitsmenge und der maximalen Sauerstoffzunahme ist auf 1800 m nicht so groß wie in Mexiko, auch kommt es nicht zu einem solchen Anstieg der hämatologischen Meßwerte.

Akklimatisation

9. Eine Voranpassung auf 1800 m hat einen gewissen Nutzen, indem der Anstieg hämatologischer Werte nach Vorakklimatisation schneller erfolgt, der Anstieg der Milchsäurewerte während Belastung erfolgt nach Vorakklimatisation nicht so stark wie ohne sie.

10. Die Akklimatisation verläuft grundsätzlich gleich wie bei Nichtsportlern, nur wahrscheinlich schneller, und erscheint trainierbar. Der jüngere Organismus paßt sich besser an als der ältere. Der hochtrainierte Athlet ist auf den Übergang in die Höhe empfindlicher, ist auch gleichzeitig infektanfälliger, was besondere Aufmerksamkeit und auch medikamentöse Prophylaxe mit Mexaform S, Eisen- und Vitaminszufuhr und Geräten zur Luftbefeuchtung erfordert (Infektionen, Darmerkrankungen, Hygiene, trockene Luft usw.). Die Frage, in höheren Höhen als 2250 m, d.h. in 2800–3000 m, die Athleten zu trainieren, ist noch nicht restlos geklärt: Aussprachen mit russischen und österreichischen Kollegen haben ergeben, daß ein Training auf dieser Höhenlage nicht sicher eine Leistungssteigerung erbringt, weil es unter diesen Bedingungen zu einer besonders starken Reizwirkung auf das vegetative Nervensystem und damit zu einer Disregulierung zahlreicher Funktionskreise des Organismus, insbesondere des Kreislaufes, kam. Die Frage, ob z.B. mexikanische Hochleistungsathleten eine bessere Anpassung unter maximaler Belastung aufweisen als sogenannte Unterländer, nach mindestens drei Wochen auf der genannten Höhe, steht noch in Prüfung. Nach viereinhalb Wochen Mexiko-Aufenthalt ist erwiesenermaßen die maximale Sauerstoffaufnahme nicht größer als nach zweieinhalb Wochen. Nach eben derselben Zeit ist ein geringerer Leistungsabfall gegenüber Ausgangswerten festzustellen in Gegenüberstellung bei nur dreiwöchigem Mexiko-Aufenthalt und einer zehntägigen Voranpassung auf 1800 m. Aus diesen Feststellungen ergeben sich folgende Schlußfolgerungen: Die minimale Dauer des Akklimatisations-Aufenthaltes ist auf drei Wochen festzulegen (ebenso wie auf 1800 m für den Erholungssuchenden und Restaurationsbedürftigen). Die Voranpassung bei trainierten Athleten kann auf 1800 m erfolgen und sollte einen Mittelwert von vierzehn Tagen haben. In zehn Tagen hat sich der Organismus noch nicht für eine neue Höhenlage stabilisiert. Als Optimalfolgerung wäre somit folgende Fixierung für die besten Möglichkeiten eines Athleten für Mexiko-City zu geben: Zwei Wochen 1800-m-Training und vier Wochen Mexiko-City-Training und Akklimatisation – dann Start zu den sportlichen Prüfungen. Es muß aber gerade auch hier betont werden, daß der Anpassungsvorgang dennoch immer stark individuell bleiben wird. Aus diesem

Grunde empfiehlt es sich, daß Selektionswettkämpfe in der Höhe durchgeführt werden (z. B. im Höhentrainingszentrum St. Moritz).

II. Höhentaining ist an sich leistungsfördernd.

Athleten, die ein Höhentaining absolvieren, verbessern einige Tage (zwei bis vier Tage) nach ihrer Rückkehr ins Tiefland in der Regel ihre Bestleistungen. Die Dauer der Nachwirkung ist noch nicht genau bekannt, wahrscheinlich aber wesentlich länger. Ebenso ist die Fähigkeit, sich an die Höhe zu akklimatisieren, trainierbar durch wiederholte Höhentrainings.

Beim Höhentaining ist zwecks Anpassung stufenweise vorzugehen. Die günstigsten Höhenstufen liegen für die Athleten zwischen 1700 m und 2200 m. Um sich optimal auf Ausdauerwettkämpfe vorzubereiten, genügt diese Höhenlage nicht. Sie dient als erste Anpassungs- und Trainingsstufe, wobei eine Zeitspanne von etwa vierzehn Tagen anzusetzen ist. Dann sind Aufenthalte auf 2200–2400 m anzuschließen. Gelegentlich sollte je nach Form auf 3000 m trainiert werden. In der letzten Phase sollte konsequent auf 2200–2400 m trainiert werden.

Generell gesehen, geht es beim Training in der Höhe darum, den Sportler vor körperlichen Schäden bei Höchstleistungen zu bewahren und die gleiche Trainingsintensität (Belastung und Dauer) zu erreichen wie im Tiefland und, als Geschenk gewissermaßen, die Leistungsfähigkeit im Tiefland zu steigern – hier schließt sich der Kreis –; hier liegt die Parallele des gleichen Ziels für den Athleten, den Gesunden, den Rehabilitationsbedürftigen oder auch den Kranken.

Literaturverzeichnis

- [1] 6. Magglinger Symposium «Sport in mittlerer Höhe» Schweiz. Zeitschrift für Sportmedizin.
- [2] Berichte der amerikanischen, englischen, deutschen, italienischen, französischen und schweizerischen Expeditionen zu den vorolympischen Wettkämpfen in Mexiko 1965/66.
- [3] Weltkongreß für Sportmedizin Hannover 1966.
- [4] Das Klima in der Therapie innerer Krankheiten, von H. Jungmann.
- [5] *Salye H.*: Einführung in die Lehre vom Adaptionssyndrom, Streß beherrscht unser Leben.
- [6] *Hoff*: Fieber, unspezifische Abwehrvorgänge, unspezifische Therapie.
- [7] Eigene Informationen und Erfahrungen.

Adresse des Autors: Dr. med. *Fred Auer*, Chesa Plaitas, 7500 St. Moritz