

# Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

unter Mitwirkung von

A.U. DÄNIKER, P. FINSLER, H. FISCHER, A. FREY-WYSSLING, H. GUTERSOHN, P. KARRER, B. MILT  
P. NIGGLI, P. SCHERRER, H. R. SCHINZ, FR. STÜSSI und M. WALDMEIER

herausgegeben von

HANS STEINER, ZÜRICH 7

Druck und Verlag: Gebr. Fretz AG., Zürich

Nachdruck auch auszugsweise nur mit Quellenangabe gestattet

Jahrgang 96

HEFT 4

31. Dezember 1951

## Abhandlungen

### Aufgaben der Pathophysiologie

Von

KLAUS WIESINGER (Zürich)

(Antrittsrede, gehalten am 26. November 1949 in der Universität Zürich)

Seit es überhaupt eine Medizin gibt, besteht das grosse Ziel, auf das sie ausgerichtet ist, in der Erhaltung oder Wiederherstellung der körperlich-seelischen Gesundheit des Menschen. In diesem Sinn kann schon der gute Rat eines Freundes oder auch die Beichte ein Akt der Medizin sein. Während das Schwergewicht des ärztlichen Handelns bisher immer noch auf dem Somatischen liegt, entsprechend einer Nachwirkung des Haeckelschen Zeitalters, gewinnt heute mit zunehmender Gefährdung der menschlichen Existenz die psychische Seite der Medizin mehr und mehr an Boden. Ich spreche ausdrücklich von einer psychischen Seite, denn es gibt nur eine unteilbare Medizin. Wie beim Licht, bei dem die schärfere Erfassung des einen Aspekts, nämlich der Wellennatur, selbsttätig eine Zurückdrängung des andern, der Korpuskelnatur, mit sich bringt und umgekehrt, kann auch der Mensch mehr auf seinen Körper oder seine Seele hin erfasst werden. So wie aber das Licht, gleichgültig auf welche Weise es untersucht wird, ein Ganzes bleibt, so bleibt auch die menschliche Persönlichkeit unteilbar. Nie darf deshalb in der praktischen Medizin eine vollständige Trennung der beiden Seiten in Erscheinung treten, denn nicht nur die Substanz, welche der Arzt dem Patienten einspritzt, sondern auch sein Gesichtsausdruck bei dieser Handlung wirken auf den Kranken.

Anders liegt die Sache bei der Grundlagenforschung, wo zeitweilig eine Abstraktion stattfinden muss und es nicht nur erlaubt ist, sondern von Vorteil sein kann, die seelische Komponente der Lebewesen auf beschränkte Zeit zu vergessen. Aber nur auf beschränkte Zeit, denn sobald die medizinische Forschung sich letztlich nicht mehr auf die Grundaufgaben der

Medizin, nämlich die Erhaltung oder Wiederherstellung der körperlich-seelischen Gesundheit ausrichtet, verliert sie ihre Existenzberechtigung. Solche Erscheinungen konnten leider während des letzten Krieges in vermehrtem Masse beobachtet werden. Sie sind wohl in einen grösseren Zusammenhang mit dem Verlust auch anderer Normen einzugliedern.

Die praktische Medizin arbeitet am Krankenbett, und ihr ist die dringende und unmittelbare Aufgabe gestellt, dem Patienten so rasch und so gut als möglich zu helfen. Sie kann sich deshalb mit den Grundlagen nur in beschränktem Masse befassen. Immer wieder staunt man über die Vielfalt der Freiheitsgrade pathologischer Entwicklungen. Innerhalb der fast unbegrenzten Zahl von Möglichkeiten gibt es jedoch eine Hierarchie, in dem Sinne, dass besonders häufig auftretenden oder besonders schweren Erkrankungen der Vorrang eingeräumt werden muss. Demzufolge wendet sich die klinische Forschung ganz bestimmten Aufgaben zu, die den Bedürfnissen der täglichen Praxis gerecht werden.

Wenn auch der geniale Arzt dank seiner Intuition aus der Unsumme von Einzelbeobachtungen die grossen Zusammenhänge ableiten kann, so ist doch diese Gabe der synthetischen Schau nur wenigen geschenkt. So ideal es wäre, nur geniale Ärzte zur Praxis zuzulassen, so ist eine ausreichende ärztliche Versorgung der Bevölkerung auf diese Weise gar nicht denkbar, weshalb eine genügende Zahl von Ärzten auf vorwiegend rationale Weise ausgebildet werden muss. Hierfür sind aber ganz exakte naturwissenschaftliche Grundlagen besonders notwendig, welche zu beschaffen Aufgabe der Grundlagenforschung in der Medizin selbst und in ihren Nachbargebieten ist. Insofern die medizinische Grundlagenforschung das grosse Ziel der Heilkunde nicht vergisst, aber nur insofern, gehört sie selbst zur Medizin. Sobald sie zum Selbstzweck wird, verliert sie die Verbindung mit derselben, und in diesem Zustand kann sie wohl noch Gegenstand des wissenschaftlichen Interesses sein, es fehlt ihr aber der grosse Atem, der ihr das eigentliche Leben verleiht.

Eine Schwierigkeit besteht darin, dass die Grundlagenforschung mit Recht eine weitgehende Unabhängigkeit von den Tagesschwankungen der klinischen Probleme beansprucht. Sie darf sich nicht durch die Konjunktur leiten lassen, welche das ärztliche Handeln oft notwendigerweise bestimmt. Eine Grippeepidemie z. B., welche die gesamte Ärzteschaft einer Stadt in Bewegung setzt, lässt die Grundlagenforschung zunächst unbeeinflusst. Nur in solcher Losgelöstheit vom Tagesgeschehen kann diese ihre Aufgabe erfüllen. So wie sich der Gläubige in der Kirche vom Treiben der Welt absondert, so muss sich der Grundlagenforscher in seinem Laboratorium vom medizinischen Alltagstreiben fernhalten, will er nicht vom Hundertsten ins Tausendste geraten und damit sein Ziel nie erreichen. Aber wie beim Gläubigen die Kraft der Inspiration genährt wird vom Wissen um die Gebote seines Glaubens, so muss sich der Wissenschaftler bei der Problemstellung der medizinischen Forschung letzten Endes immer wieder das grosse Endziel vor Augen führen: die Erhaltung oder Wiederherstellung der körperlich-seelischen Gesundheit des Menschen.

Alles, was auf unserem Erdball lebendig ist, untersteht den Gesetzen des dynamischen Gleichgewichtes, d. h. es finden Umsetzungsprozesse statt, welche mit Aufnahme und Abbau von Energie und Materie einhergehen. Leben ist auf die Dauer nur in solchen physiko-chemischen Gleichgewichten möglich. Überwiegt nämlich die Einnahme oder Ausgabe auf längere Zeit, so führt dieser Prozess unweigerlich zum Tode.

Es ist nun aber nicht gleichgültig, wie ein solches Gleichgewicht aufgebaut ist, denn es wird dauernd durch äussere Störungen belastet, welche eine Verschiebung zugunsten der einen oder anderen Komponente bewirken würden, wenn nicht gewisse Sicherungen dagegen vorhanden wären. Eine der besten Sicherungen besteht offenbar darin, dass das Gleichgewicht ungefähr in der Mitte seiner extremen Anpassungsmöglichkeiten liegt. In diesem Falle ist gegen eine Belastung von der einen oder andern Seite grösstmögliche Stabilität gewährleistet.

Ein weiterer wichtiger Schutz gegen Störungen besteht in der Vielheit der Komponenten, welche in einem Gleichgewicht zusammenwirken. So sind z. B. beim Säure-Basen-Gleichgewicht des Blutes nicht nur die Bikarbonate beteiligt, sondern auch die Phosphate, Eiweisse und der rote Blutfarbstoff. Wir sprechen in solchen Fällen von Pufferung, ein Bild, das veranschaulichen soll, wie Stösse, welche von aussen kommen, abgefangen werden. Der Gasaustausch in den Lungen gibt uns ein besonders gutes Beispiel für eine solche Pufferung. Bei jedem Atemzug wird nämlich nur etwa ein Zehntel der gesamten Lungenluft erneuert. Dies hat zur Folge, dass die Gasspannungen in der Lunge und damit auch im Blute nur wenig um einen Mittelwert schwanken, was wiederum zu einer grossen Stabilität in der Regulation führt.

Da eine Anpassung nicht an beliebig viele äussere Zustände möglich ist, finden wir in der Natur eine Gerichtetheit in dem Sinne, dass die Lebewesen unserer Erde ihrer Umgebung im allgemeinen optimal angepasst sind. Unter den vielen Beweisen für diese These sehe ich einen der besten in der Tatsache, dass Mutationen, also spontane Änderungen in der Erbmasse, fast nur schlechter an die Umwelt angepasste Arten liefern. Wären die Lebewesen nicht aufs beste angepasst, dann müssten aus statistischen Gründen relativ häufig durch Mutation Verbesserungen der Arten auftreten. Für die schwarzbäuchige Taufleie wissen wir mit Sicherheit, dass solche Verbesserungen durch Mutation zu den Seltenheiten gehören.

Ein sehr schönes Beispiel für die Anpasstheit des Menschen an das Leben auf der Erdoberfläche sehen wir in der Tatsache, dass die Sprache und das Gehör nur bei solchen Dichten der Luft gut funktionieren, wie sie zwischen dem Meeresspiegel und den höchsten von Menschen besiedelten Gebieten vorkommen. Steigen wir in die Stratosphäre, d. h. in unseren Breiten auf die heute leicht erreichbare Höhe von über 10 000 Metern, dann wird die Luft so dünn, dass die Formung der Sprache nicht mehr richtig gelingt. Aber auch unter erhöhtem Druck, wie er im Unterwassercaisson beim Brückenbau auftritt, ist das Sprechen wesentlich erschwert, diesmal aber infolge der

grösseren Dichte der Luft. Sprache und Gehör sind offenbar an den normalen atmosphärischen Luftdruck angepasst.

Ein anderes Beispiel für die Adaptation des Menschen an sein Lebensfeld sehen wir im Hämoglobin, dessen eine Hauptaufgabe im Transport des Sauerstoffs innerhalb des Blutstromes besteht. Die lockere chemische Bindung, welche der Sauerstoff mit dem Hämoglobin eingeht, fördert nämlich rund hundertmal mehr von diesem Gas, als es in Form der blossen physikalischen Lösung desselben im Plasma möglich wäre. Man könnte sich deshalb fragen, ob es nicht den Sauerstofftransport erleichtern würde, wenn mehr von diesem Träger im Blute vorhanden wäre. Aus Gründen des Kohlensäuretransportes, auf die wir hier nicht näher eintreten können, befindet sich das Hämoglobin bei den höheren Familien des Tierreiches innerhalb der roten Blutkörperchen. Eine Vermehrung des Farbstoffes würde deshalb eine Vermehrung der Zahl der Körperchen mit sich bringen, und diese führte ihrerseits zu einer Steigerung der Zähigkeit des Blutes. Die Reibung in den Blutgefässen würde hierdurch verstärkt, und schliesslich müsste das Herz zur Überwindung dieses Widerstandes mehr Arbeit leisten.

Umgekehrt könnte man auf die Idee verfallen, die Zahl der roten Blutkörperchen zu vermindern, damit das Herz möglichst wenig belastet würde. Damit nähme aber die Transportfähigkeit des Blutes für den Sauerstoff ab. Um jedoch dieselbe Menge des Gases pro Zeiteinheit den Geweben zur Verfügung stellen zu können, worin der Zweck dieses Transportes liegt, müsste das Blut schneller kreisen, was wiederum einer vermehrten Belastung des Herzens gleichkäme.

Wir sehen also, dass beide Fälle, die Vermehrung der roten Blutkörperchen, die wir klinisch als Polyglobulie kennen, und ihre Verminderung, die Blutarmut, eine Mehrbelastung des Herzens mit sich bringen. Diese würde aber seine Leistungsreserve vermindern, welche im Falle von körperlicher Anstrengung oder Erkrankung eingesetzt werden muss, um das Leben zu erhalten.

Ich glaube, dass diese Beispiele, die sich beliebig vermehren liessen, genügen, um zu zeigen, dass unser Organismus seine Aufgabe unter möglichst ökonomischen Bedingungen zu erfüllen sucht. Die normalen Funktionen des Organismus liegen, wie wir sahen, irgendwo zwischen den Extremen seiner Möglichkeiten. Je weiter die Gleichgewichte von beiden Extremen entfernt sind, um so später werden sie unter entsprechenden Belastungen ihre Grenzen erreichen.

Es gibt aber noch ein anderes Prinzip der Regulation als dasjenige des Gleichgewichtes in Mittellage. Bei unseren Beispielen liessen wir zunächst diejenigen Funktionen beiseite, die mit den wichtigsten Aufgaben des ergotropen Systems (nach W. R. HESS) zusammenhängen. Es handelt sich um die Reserven, welche von Mensch und Tier eingesetzt werden, damit sie den Kampf ums Dasein erfolgreich bestehen können. Ein solcher Kampf bedingt, ausserhalb der Sphäre der Zivilisation gesehen, eine erhöhte Aktion vor allem der Atmung und des Blutkreislaufes, deren Gesamtleistung bei Körperruhe nicht in der

Mitte zwischen den extremen Möglichkeiten liegt, denn die zur Leistungssteigerung zur Verfügung stehenden Reserven betragen ein Vielfaches der Ruhefunktion. Aber auch hier spielt das Prinzip der Schonung, der Ökonomie, eine entscheidende Rolle, und die Einzelfunktionen gehorchen den Gesetzen der Gleichgewichte in Mittellage. Wenn wir zur Veranschaulichung die Atmung heranziehen, dann müssen wir zwar feststellen, dass die Belüftung der Lunge bei Körperarbeit bis zum dreissigfachen des Ruhewertes gesteigert werden kann. Das Säure-Basen-Gleichgewicht des Blutes aber, das unter anderem durch diese Ventilation gesteuert wird, hält sich mit grosser Zähigkeit in einer Mittellage, möglichst entfernt von den Extremen der Alkalose oder Azidose.

Das Prinzip der Ökonomie der Funktionen lässt sich am Beispiel der Anpassung des Menschen an grössere Höhen erläutern. Wenn wir mit der Bahn auf das Jungfrauoch (3457 m ü. M.) fahren, dann wird unsere Atmung schneller und die Pulsfrequenz nimmt zu. Der Körper setzt seine Sofortregulationen ein, um dem rasch auftretenden Sauerstoffmangel dieser Höhen zu begegnen. Eine Zunahme der Pulszahl ist zwar wirksam, indem sie den Sauerstofftransport beschleunigt, sie stellt aber eine unökonomische Regulation dar, weil sie einseitig das Herz belastet. Um die Situation zu verbessern, hilft sich der Körper mit einer Ausschüttung von hämoglobinreichem Blut aus seinen Reservelagern; aber auch das nützt nur vorübergehend. Schliesslich bildet das Knochenmark neue rote Blutkörperchen, welche an das Blut abgegeben werden. In diesem Stadium kann die primäre Regulation, nämlich die Steigerung der Pulsfrequenz, bereits wieder teilweise abgebaut werden. Die Aufgabe, welche das Herz zunächst allein zu erfüllen hatte, wird nun auf zwei Schultern verteilt. Eine geringe Vermehrung des Blutumlaufes, zusammen mit einer geringen Zunahme des Blutfarbstoffes, stellt die ökonomischere Form der Kompensation des Sauerstoffmangels dar als die gesamte Übernahme der Leistung durch ein System alleine. Die Aufgabe der Frequenzsteigerung bestand darin, den Sauerstofftransport so lange in genügendem Masse aufrechtzuerhalten, bis die ökonomischere Form der Vermehrung des Blutfarbstoffes entwickelt worden ist. Die kostspielige Sofortregulation wird durch die sparsamere Dauerregulation abgelöst. Aber auch hiermit gibt sich der Organismus noch nicht zufrieden. Neue Blutkapillaren werden in den Muskeln eröffnet, und die sauerstofftragenden Fermente in den Geweben nehmen zu. Die Adaptation an den Wechsel der Höhe macht einer Akklimation als Dauerzustand Platz. Während im ersten Stadium die Kreislaufreserven und damit die Leistungsfähigkeit nur noch gering sind, werden mit steigender Akklimation immer mehr Reserven frei, die dem ergotropen System zur Verfügung stehen. In diesem Zustand ist der Mensch zur alpinen Hochleistung befähigt, trotz stark erniedrigtem Sauerstoffdruck in der Luft.

Wir sind gewohnt, die Physiologie als Lehre von den normalen Funktionen zu definieren. Zu ihnen zählt, wie wir sahen, nicht nur die Tätigkeit unserer Organe im Ruhezustand des Körpers, denn eine gewisse Leistung gehört ja zu den normalen Lebensbedingungen des Men-

schen. Deshalb liegt eine bestimmte Belastung, deren Grenzen allerdings nur schwer abzustecken sind, unbedingt noch im Bereiche der normalen Funktion. Die Belastung muss jedoch in einem entsprechenden Verhältnis stehen zu dem, was der Körper zu leisten gewohnt ist. Für den trainierten Athleten liegt eine beträchtliche Leistung noch durchaus im Bereiche seiner normalen Möglichkeiten, während ein Stubenhocker darunter zusammenbrechen würde.

Wir können deshalb als normale Funktion eine solche bezeichnen, deren Gleichgewicht sich von ihren extremen Möglichkeiten entfernt befindet und die eine grosse Belastungsstabilität aufweist. Ihre Funktionsreserven bewirken, dass bei gewohnter Belastung die Grenzen der individuellen Anpassbarkeit nicht überschritten werden. Aus dieser Definition ergibt sich auch gleich diejenige der pathologischen Funktion. Eine Funktion ist nämlich dann als pathologisch zu werten, wenn sie durch Abweichen von ihrer gewohnten Mittellage in die Nähe ihrer Grenzen rückt, wo sie empfindlich auf äussere Störungen wird, oder wenn sie so viel von ihren Reserven eingebüsst hat, bzw. im Ruhezustand bereits einsetzen muss, dass sie den gewohnten Belastungen nicht mehr standzuhalten vermag. Aber auch das pathologische Gleichgewicht ist immer noch ein Gleichgewicht, ansonst das Leben nicht längere Zeit erhalten bliebe. Dieses Gleichgewicht ist aber als labil zu bezeichnen, da es schon durch kleine Störungen an die Grenzen seiner Regulationsmöglichkeiten gebracht wird.

Die Störung der Funktion kann nun aber sowohl von innen als auch von aussen auf den Organismus einwirken. Innere Störungen nennen wir Krankheit. Wird z. B. durch eine Lungentuberkulose die Atmung so weit eingeschränkt, dass die Reserven unter eine gewisse Grenze sinken, dann führt schon die geringste Belastung des Körpers zum Versagen. Oder wenn sich das Säure-Basen-Gleichgewicht des Blutes infolge einer chronischen Nierenkrankung auf die saure Seite verschiebt, so genügt eine geringe zusätzliche Störung der Atmung, damit die Funktion zusammenbricht.

Äussere Störungen treten dann auf, wenn sich der Mensch in ein ungewohntes Lebensfeld begibt. Die Wärmeregulation kann übermässig in Anspruch genommen werden, sobald der Einwohner gemässigter Breiten die Tropen oder die Arktis aufsucht. Aber auch wenn der Mensch hohe Berge ersteigt oder sich im Flugzeug von der Erde erhebt, kommt er mit seinen normalen Funktionen nicht mehr aus. In den höheren Luftschichten nimmt der Sauerstoffdruck derart ab, dass eine ganze Reihe von Regulationen eingesetzt werden muss, um das Leben aufrechtzuerhalten. Es stellt sich entsprechend der Höhe ein neues Gleichgewicht der Funktionen ein, an dessen Aufrechterhaltung Atmung und Kreislauf massgeblich beteiligt sind. In diesem Zustand besteht jedoch nicht mehr volle Belastungsfähigkeit, das Gleichgewicht wird mehr und mehr an seine Grenzen herangeschoben.

Wenn im Flugzeug bei hohen Geschwindigkeiten die Richtung rasch geändert wird, wirken auf die Besatzung Fliehkräfte ein, welche ein Vielfaches der Erdanziehung betragen. Solche Zustände sind uns nicht bekannt, solange wir auf festem Boden wandeln. Das Blut wird unter dem Einfluss dieser

Kräfte in tiefere Regionen des Körpers verlagert. Gegen diesen abnormen Zustand hat in erster Linie das Herz zu kämpfen. Es befindet sich unter einer ausserordentlichen Belastung und nähert sich den Grenzen seiner Leistungsfähigkeit. Kommt in diesem Zustand noch ein Sauerstoffmangel hinzu, so versagen seine Funktionen, die unter normalen Bedingungen einen solchen Mangel ohne weiteres ertragen hätten.

Auch unsere Sinne, besonders das Sehen und das Hören, sind beim Fliegen wesentlichen Belastungen ausgesetzt, welche zu Änderungen der Funktionen führen können.

Der Gesichtssinn ist äusserst empfindlich auf Sauerstoffmangel. Schon auf 3000 m ü. M. ist das Nachtsehen deutlich geschädigt. In grösseren Höhen wird das Gesichtsfeld dunkler und konzentrisch eingeschränkt.

Das Gehör des Fliegers wird ganz ungewöhnlichen Schallintensitäten ausgesetzt. Normalerweise bieten die Membranen und das Hebelsystem der Gehörknöchelchen dem Innenohr einen gewissen Schutz vor zu starken Schalleinwirkungen. Diese Schutzfunktion kann aber infolge raschen Luftdruckwechsels beim Fliegen ausgeschaltet werden, so dass das Gehör der Lärmschädigung ausgesetzt wird. Wenn wir solche und andere Möglichkeiten in Betracht ziehen, gelangen wir zu der Auffassung, dass die Luftfahrtphysiologie bereits einen Ausschnitt aus dem grossen Reich der Pathophysiologie darstellt. Sie ist aber ein spezielles Gebiet, das der allgemeinen Fliegermedizin näher steht als der Klinik.

Die Pathophysiologie ist, wie wir gesehen haben, ein Gebiet von ungeheurem theoretischem und praktischem Interesse. Es stellt sich deshalb die Frage, welche Instanzen sich mit diesen ebenso wichtigen wie dringlichen Problemen befassen sollen, oder ob sich alle Aufgaben der Pathophysiologie durch die Physiologie oder die Pathologie bzw. die Klinik lösen lassen.

Die Physiologie, als medizinische Grundlagenwissenschaft, bedient sich vorwiegend des Tierexperimentes. Sie beschäftigt sich mit den Funktionen der einzelnen Organe sowie mit deren Zusammenspiel und gegenseitiger Beeinflussung. Die klassische Methode, um die Tätigkeit eines Organes oder seine Einwirkung auf andere zu erfassen, besteht in dessen Ausschaltung oder in der künstlichen Steigerung seiner Tätigkeit. Indem man die Abweichungen der Funktion von der Norm studiert, kann man Rückschlüsse auf ihre normale Tätigkeit ziehen. Die wesentliche Störung der normalen Funktion dient also gerade dazu, diese selbst zu erkennen. Immer aber geht es hierbei um das normale dynamische Gleichgewicht und seine Belastungsfähigkeit bzw. seine Reserven. Die Problemstellung der pathologischen Funktionen aber, d. h. der verschobenen Gleichgewichte und verminderten Reserven, stammt aus der Klinik.

Also ist es die Klinik, welche sich mit diesen Fragen zu befassen hätte. An und für sich wäre das durchaus wünschenswert, und in einem gewissen Rahmen geschieht es auch. Doch ist es nicht für das gesamte Gebiet der Pathophysiologie möglich, weil viele Methoden, welche zur Lösung der Auf-

gaben herangezogen werden müssen, aus physiologischen Laboratorien stammen und beim heutigen Stand der Entwicklung kompliziert sind. Werden aber in einer Klinik zu komplizierte Methoden benützt, welche hochentwickelte Laboratorien voraussetzen, dann besteht die Gefahr, dass der Arzt zu sehr von seiner Hauptaufgabe, nämlich der Betreuung seiner Kranken, abgelenkt wird. Dort, wo eine Pathophysiologie ohne allzu raffinierte Methoden möglich ist, ist die Bearbeitung solcher Probleme durch die Klinik nur zu begrüßen. Es gibt aber wichtige und ausgedehnte Gebiete der Medizin, auf denen das heute nur noch ausnahmsweise erreicht wird.

Wir können, gestützt auf die vorigen Darlegungen, die Aufgabe der Pathophysiologie darin erblicken, die dringenden Probleme der Klinik mit den komplizierten Methoden der Physiologie zu lösen. Da diese Techniken vorwiegend für das Tierexperiment entwickelt werden, erwächst der Pathophysiologie eine weitere Aufgabe in der Anpassung solcher Methoden an den Menschen. Der Physiologie fehlt oft die unmittelbare Fragestellung der Klinik, weil ihr der direkte Kontakt mit dem Kranken abgeht; die Klinik ihrerseits darf nicht zu sehr zum Laboratorium werden, weshalb ihr oft die Methodik zur Lösung schwierigerer pathophysiologischer Aufgaben fehlt. Hier besteht also ein Feld, welches durch eine dritte Instanz zu bearbeiten ist, nämlich durch die Pathophysiologie. Diese will weder der Klinik noch der Physiologie etwas wegnehmen, sondern eine Brücke schlagen zwischen den beiden grossen Gebieten der Medizin: der Grundlagenforschung und dem Arzttum. Wir können uns nicht verheimlichen, dass heute in dieser Beziehung in der Schweiz noch eine Lücke klafft, die ausgefüllt werden muss zum Wohle unserer Patienten.

Als Beispiel möchte ich auf das Gebiet der Lungenfunktionsprüfung eingehen, mit dem ich mich lange Zeit intensiv beschäftigt habe. In den schweizerischen physiologischen Instituten ist auf dem Gebiete der Atemphysiologie Grosses geleistet worden. Ich erinnere an die Arbeiten von HESS über die Koordination der Steuerung von Atmung und Kreislauf, von FLEISCH und WYSS über die Innervation der Atmung, von v. MURALT, VERZAR und WILBRANDT über die Atmung im Hochgebirge und von ALOIS MÜLLER über die Diffusion des Sauerstoffes, um nur einige wichtige Leistungen unserer zeitgenössischen Physiologen zu nennen. Welcher Physiologe konnte sich aber um die Atemstörungen unserer Tuberkulösen, unserer Asthmatiker und unserer Staublungenkranken kümmern? War die Tatsache der Atemnot in frühesten Stadien der Silikose den Physiologen überhaupt bekannt?

Auch die Kliniken haben in der Schweiz in den letzten Dezennien bezüglich der Erforschung von Erkrankungen der Lunge Grosses geleistet, wobei die Röntgentechnik entscheidend mitgeholfen hat. Auch die bakteriologische Diagnostik der Lungenerkrankungen hat sich durch den Ausbau dieses Zweiges der Medizin entwickelt, nicht zuletzt dank der Spezialinstitute für Bakteriologie. Gerade sie sind ein Beispiel dafür, dass gewisse Techniken über den Rahmen einer Klinik hinausgehen können. Schliesslich wurde



durch die Chemotherapie und die Chirurgie eine radikale Wendung in der Prognose gewisser Lungenerkrankungen herbeigeführt. Welche Klinik ist aber bei der Lungenfunktionsprüfung über eine einfache spirometrische Untersuchung solcher Patienten hinausgegangen? Wenn die Schule, aus der ich selbst stamme, in dieser Beziehung eine Ausnahme gemacht hat, dann mag gerade das der Grund dafür sein, dass ich hier über diese Belange spreche. Die für eine Lungenfunktionsprüfung nötigen Methoden der Gasanalyse und der Messung der Wasserstoffionenkonzentration sind derart kompliziert, dass die Aufgabe einer Klinik im allgemeinen nicht zugemutet werden kann. Erst mit Hilfe eines *Speziallaboratoriums* ist es der Medizinischen Poliklinik in Zürich unter Leitung von P. H. ROSSIER gelungen, tiefer in diese Gebiete einzudringen, mit dem Erfolg, dass unter anderem die oft schweren Atemstörungen in Frühstadien der Silikose aufgeklärt werden konnten. Es zeigte sich, dass sich die Atmung infolge von Krämpfen der Bronchialmuskulatur derart verändert, dass in vermehrtem Masse Totraum belüftet wird. Diese Verschiebung bedingt eine Steigerung der Atmung, welche der Patient als Atemnot empfindet. Während man früher solche Patienten wegen der Diskrepanz zwischen dem geringen röntgenologischen Befund und dem Umfang der Atemstörung nicht selten als neurotisch oder hysterisch einschätzte, kann man ihnen heute auf Grund exakter Untersuchungsergebnisse helfen und in der Beurteilung ihres Zustandes gerecht werden. Wir sehen, wie hier Untersuchungstechnik und Wirkung auf die Psyche eng miteinander verflochten sind.

Das Beispiel der Zürcher Medizinischen Poliklinik stellt jedoch eine Ausnahme dar, und zur Lösung der komplizierten Aufgaben war die Mitarbeit einer Reihe von Spezialisten notwendig. Es harren aber noch weitere Aufgaben, die über den Rahmen einer Klinik hinausgehen, ihrer Lösung. Der Klinik sind naturgemäss in dieser Beziehung Grenzen gesetzt, wenn sie sich ihren ursprünglichen Aufgaben nicht entfremden will.

Die Entwicklung auf der ganzen Welt hat gezeigt, dass die Klinik die Tendenz hat, pathophysiologische Fragen zu vereinfachen, so dass man von Methoden zu sprechen pflegt, die «für klinische Zwecke geeignet» sind. Nicht selten geht aber damit die eigentliche Erkenntnis verloren, und es tritt eine gewisse Verflachung ein.

Seit den Arbeiten von HALDANE, KROGH, BARCROFT, DAUTREBANDE, MEAKINS und DAVIES, d. h. seit etwa 25 Jahren, gibt es eine geschlossene Theorie von der Physiologie und Pathophysiologie der Atmung. Sie beginnt aber erst heute langsam in die Klinik einzudringen. Immer wieder beschränkt man sich auf die Messung der einfachen statischen Grössen der Vitalkapazität und dergleichen. Dasselbe Schicksal widerfuhr dem Säure-Basen-Gleichgewicht des Blutes. Auch auf diesem Gebiet liegt die Theorie seit einem Vierteljahrhundert dank den Arbeiten von SÖRENSEN, HASSELBALCH, HENDERSON, VAN SLYKE und anderen fertig bereit. Bisher war aber die Technik der  $pH$ -Messung das grosse Hindernis für die so wichtige Übernahme des Problems durch die Klinik. Man blieb deshalb an dem hängen, was man Alkalireserve nennt, was aber oft in eine einfache Bestimmung des Kohlensäuregehaltes des Blutes degenerierte.

Hiermit war jedoch Tür und Tor geöffnet für gewagte Extrapolationen, von denen die Literatur der letzten zwanzig Jahre überschwemmt ist.

Neue Probleme entstanden der Pathophysiologie dadurch, dass es seit dem ersten Selbstversuch von FORSSMANN möglich ist, mit einem feinen Katheter ohne Schädigung des Patienten Blut direkt aus dem Herzen zu gewinnen und dort auch den Druck zu messen. Seit man Missbildungen des Herzens und der grossen Blutgefässe chirurgisch angehen kann, ist eine genaue Diagnosestellung auf diesem Gebiete unerlässlich geworden. Die komplizierte Technik bedingt aber die Zusammenarbeit des Internisten mit dem Röntgenologen, dem Chirurgen und dem Pathophysiologen. Eine solche Equipe, wie sie z. B. in Zürich besteht, bedarf der Koordination durch eine zusammenfassende Stelle, und wer wäre hierfür geeigneter als der Pathophysiologe, in dessen Hand alle Fäden zusammenlaufen? Er muss letzten Endes die Synthese schaffen aus der röntgenologisch ermittelten Lage des Herzkatheters, der vom Chirurgen eingeführt worden ist, den klinischen Zeichen der Atemnot oder Blausucht und den gasanalytischen und manometrischen Ergebnissen.

Wie können nun die aufgezeigten Aufgaben am besten gelöst werden? Ich sehe die Realisation im Aufbau eines pathophysiologischen Zentralinstitutes, welches einerseits eine enge Zusammenarbeit mit der physiologischen Grundlagenforschung gewährleistet. Auf diese Weise können die Methoden stets weiterentwickelt und verfeinert werden, und der Überblick über die grossen Zusammenhänge bleibt gewahrt. Andererseits ist aber ein reger Kontakt mit sämtlichen Kliniken erforderlich, damit die Problemstellung den Bedürfnissen der Dringlichkeit der klinischen Aufgaben angepasst ist. Ein solches Institut soll von den einzelnen Kliniken unabhängig sein, damit es ihnen allen in gleicher Weise dienen kann. Diese neue Instanz hat nun aber nicht sämtliche Probleme der Pathophysiologie zu bearbeiten, sondern nur solche, die von den Kliniken nicht alleine oder nur mit grösstem Aufwand gemeistert werden können. Als Beispiel möchte ich die  $p_{\text{H}}$ -Messung erwähnen, die glücklicherweise in der Klinik mehr und mehr an Boden gewinnt, und deren Technik auch heute noch heikel ist, so dass man über eine grosse Erfahrung verfügen muss, um den zahlreichen Fehlerquellen zu entgehen. Als besonders wichtiges Feld erachte ich die Atmungs- und Kreislauf-funktionsprüfung bei Körperarbeit, die heute vor allem in der Begutachtung der Arbeitsfähigkeit eine grosse Rolle spielt und noch sehr entwicklungs-fähig ist.

Die Technik schreitet weiter, und auch die Medizin bleibt von diesem Prozess nicht unberührt. Eine solche Entwicklung ist nicht mehr rückgängig zu machen, und die hohen Anforderungen, welche der Ärzteschaft daraus erwachsen, müssen erfüllt werden. Die Anwendung hochgezüchteter Laboratoriumsmethoden schliesst aber nicht aus, dass gleichzeitig der Mensch als körperlich-seelische Einheit betrachtet wird. Je tiefer wir in die Geheimnisse der Natur eindringen, desto grösser wird unsere Bewunderung für das harmonische Zusammenspiel der Kräfte. Ehrfurcht ergreift uns vor der Schöpfung, und bescheiden erkennen wir, dass wir auf dem Wege der Erkenntnis bis heute erst

ein kleines Stück zurückgelegt haben. Diese Einsicht lässt uns aber nicht zweifeln die Hände in den Schoß legen, sondern geduldig wollen wir mithelfen an dem grossen Bau der medizinischen Wissenschaft, der ständig wächst, Stein um Stein, ohne dass wir seine endgültige Gestalt schon erkennen könnten. Möchte uns bei dieser nie erlahmenden Tätigkeit die heitere goethesche Geduld beistehen, gemäss seinen Worten:

«Wenn ich einmal ungeduldig werde,  
denke ich an die Geduld der Erde.»

Richtschnur bleibe uns aber in allem Tun die körperlich-seelische Gesundheit des Menschen, ohne die das ganze Gebäude der medizinischen Wissenschaft nur ein Trugbild wäre.