

Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen
Abteilung

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften
zu München

Jahrgang 1943

München 1944

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung



Biologische Gedanken in der Meteorologie.

Von August Schmauß in München.

Vorgelegt am 9. Juli 1943.

Einleitung.

Die Meteorologie hat einen Teil ihrer Geschichte an den Sternwarten erlebt, entsprechend der Naturlehre von Aristoteles, der alles, was „hinaufgehoben“ war, dem Bereiche „Ta Meteora“ zuwies. Daß die Astronomen dem Wetter viel Interesse entgegenbrachten, daß sie die ersten systematischen Wetterbeobachter waren, ist schon aus ihrem Berufe zu folgern, der ebenso vom Wetter abhängig ist wie der der Bauern, Hirten, Jäger.

Aus dieser berufsmäßigen Verbindung hat das Mittelalter mit dem Emporkommen der Astrologie ein kausales Verhältnis herausgelesen; wie man annahm, daß das Schicksal der Menschen aus den Sternen entnommen werden könne, behauptete man auch, daß die Wettervorgänge den Konstellationen ihre Entstehung verdanken.

Wenn es sich nur um unrichtige Anschauungen über die Wettervorgänge handeln würde, die aus dem astrologischen Lager sich erhalten haben, könnten wir ruhig zuwarten, bis sich die Erkenntnisse der Meteorologie durchsetzen werden. Für die astrologisch eingestellten Menschen ist ihre Vorstellungswelt Glaubenssache, sie können daher nicht leicht in die nüchterne meteorologische Atmosphäre hinüberfinden.

Das Asyl, das die Meteorologie bei der Astronomie gefunden hat, hat aber auch eine unangenehme Wirkung: Es leitet sich daraus die weitverbreitete Meinung ab, daß es möglich sein müsse, das Wetter im voraus zu berechnen. Diese Anschauung ist für die Astronomie bedauerlich, weil sie gelegentlich mit Vorwürfen belastet wird, die sie nicht verdient; sie ist aber auch für die Meteorologie unerwünscht, weil sie eine richtige Einstellung des Publikums zur Wettervorhersage erschwert.

Die Meteorologie als selbständige Disziplin der Naturwissenschaft beginnt mit der Übernahme der physikalischen Instrumente und Meßmethoden, die das, was man früher nur beschreibend behandeln konnte, einer exakten Erfassung zuführte. Die Erfindung des Thermometers ermöglichte die ziffernmäßige Festlegung der Temperatur; die Entdeckung des Luftdrucks erbrachte den Nachweis, daß bestimmte Witterungsänderungen mit den Angaben der Barometer in Beziehung stehen; die geographische Darstellung des auf das Meeresniveau reduzierten Barometerstandes führte zur Entdeckung der Hoch- und Tiefdruckgebiete; die Überführung dieser Angaben in Landkarten ließ erkennen, daß Hoch- und Tiefdruckgebiete nur selten bei uns entstehen, sondern aus anderen Räumen zu wandern; das Unglück, das im Krimkriege die im Schwarzen Meere versammelte Flotte der Alliierten anläßlich eines dort auftretenden Sturms betraf, gab Anlaß zur Gründung eines telegraphischen Wetterdienstes und zur Herausgabe täglicher Wetterkarten – das war der Geburtstag der synoptischen Meteorologie, die berufen schien, das Problem der Wettervorhersage in die Aufgaben der angewandten Physik einzugliedern und sie damit ebenso zufriedenstellend zu lösen wie etwa die Vorausberechnung eines physikalischen Laboratoriumsexperimentes. Die Meteorologie hat daher zwei Hauptaufgaben: Zunächst das augenblickliche Wetter zu erklären, d. h. die dabei beteiligten Vorgänge in unserer Atmosphäre an Hand der einschlägigen Gesetze der Mechanik, Aërodynamik, Thermodynamik, der Elektrizitätslehre usw. zu beschreiben. Daran schließt sich als Anwendung der Versuch, das kommende Wetter aus dem vorgegebenen Anfangszustand abzuleiten.

Ohne Überheblichkeit kann man feststellen, daß die Bestrebungen der ersten Aufgabe von steigendem Erfolge begleitet waren. Sie waren es so sehr, daß die Klassiker dieser Arbeitsrichtung sich dem zweiten Ziele schon recht nahe gekommen glaubten. Es braucht nur auf eines der Grundprobleme verwiesen zu werden, aus der vorgegebenen Luftdruckverteilung von heute auf die von morgen zu schließen, die Kenntnisse, die dazu nötig sind, soweit zu vertiefen, daß man daran denken kann, die bisher benützten Erinnerungsbilder durch eine mathe-

matische Berechnung zu ersetzen. Der klar erkannte Zusammenhang der Windrichtung und Windgeschwindigkeit mit dem Druckfelde, für den die mathematischen Formulierungen gelangen, schien diese Aufgabe der Lösung so nahegebracht zu haben, daß man die endgültige Lösung nur mehr von technischen Vorfragen, wie der Beschaffung des dazu nötigen Beobachtungsmateriales zu einem bestimmten Zeitpunkte abhängig zu erkennen glaubte.

Es war nicht nur ein geistreiches Wort, wenn man die Forderung aufstellte, daß die Meteorologie denselben Weg gehen müsse wie die Astronomie, die sich aus der Astrologie auf die stolze Höhe der exaktesten aller Naturwissenschaften empor entwickelt hat. Man verwies auf die Vollkommenheit astronomischer Vorhersagen, die nur möglich waren durch eine mit großer Zähigkeit verfolgte Verbesserung der Beobachtungsinstrumente und Beobachtungsmethoden und der sich daran anschließenden mathematischen Behandlung der Probleme. Der Ansporn, es der Astronomie gleich zu tun, war um so zwingender, als die These Beachtung fand, eine Disziplin verdiene die Anerkennung als Wissenschaft nur insoweit, als sie es fertig brächte, ihre Probleme mathematisch zu meistern.

Wenn es zu Fehlprognosen kam, pflegte man sie damit zu entschuldigen, daß eben die Grundforderung noch nicht erfüllt sei, den Anfangszustand des in Betracht kommenden Ausschnittes der Atmosphäre genügend zu erfassen, um daraus mit Hilfe entsprechender Differentialgleichungen den Zustand im nächsten Zeitabschnitt berechnen zu können.

Diesen Überlegungen verdankt die Meteorologie ihre rasche Entwicklung. An die Errichtung einiger meteorologischer Stationen schloß sich der Ausbau eines immer dichteren Netzes von Beobachtungsstellen. Dann erkannte man, daß auch die höheren Luftschichten mitzureden haben, und errichtete Bergobservatorien, mit dem Bedauern, daß diese nicht überall und namentlich nicht in genügender Höhenlage zur Verfügung stehen. Begeistert wurde daher die Entwicklung der Luftfahrt verfolgt und diese sofort in den Dienst der meteorologischen Forschung gestellt. Zuerst kam der Fesselballon, dann der Freiballon, mit dem kühne Männer in immer größere Höhen vordrangen. Da dem be-

mannten Ballon Grenzen gesetzt sind durch die Abnahme des für den Menschen benötigten Sauerstoffs wurde der unbemannte Ballon eingeschaltet, dem ein selbstregistrierendes Instrument beigegeben wurde.

Diesem Abschnitte der meteorologischen Forschung verdanken wir die bedeutungsvollen Entdeckungen des vertikalen Temperatureaufbaus unserer Atmosphäre, die Auffindung der Stratosphäre, in der die Temperaturabnahme der darunter gelegenen Troposphäre ein meist plötzliches Ende findet, die klaren Beziehungen dieser Trennungsfläche zur geographischen Breite und zur Großwetterlage. Es ließ sich zeigen, daß manche Veränderungen, die wir in der unteren Troposphäre als Wettervorgänge erleben, in größeren Höhen früher erkennbar sind und sich dadurch als Hilfsmittel für die Vorhersage empfehlen. Man mußte es daher bedauern, daß man auf die Auffindung der Registrierinstrumente angewiesen war, die oft erst nach Tagen und Monaten erfolgen konnte. Für das Studium der Atmosphäre war das tragbar, nicht aber für die Aufgaben des täglichen Wetterdienstes.

Die Vervollkommnung der drahtlosen Telegraphie ermöglichte es, dem Registrierinstrument einen kleinen Sender beizugeben, der den Stand seiner Druck-Temperatur- und Feuchtigkeitsinstrumente schon in dem Zeitpunkte mitteilte, da der Ballon die betreffende Höhe erreichte. Auch diese Angaben der „Radiosonden“ wurden wie die Beobachtungen der Observatorien und sonstigen meteorologischen Stationen, die in der Wetterkarte mehrmals am Tage verarbeitet werden, in Gruppensendern zusammengefaßt, den Wetterdienststellen zur Verfügung gestellt, so daß die Grundforderung jeder Prognose, eine gute Diagnose des Augenblickszustandes, auf einer beachtlichen Höhe angelangt ist.

Unwillkürlich haben wir damit zwei Ausdrücke aus dem Bereiche der Biologie, insbesondere aus dem Gedankengut der Medizin übernommen, zu der die Meteorologie so viele Beziehungen unterhält. Gewöhnlich denkt man dabei nur an die gemeinsamen Interessen, die sich daraus ergeben, daß das Befinden des Menschen eine enge Verflechtung mit meteorologischen Vorgängen aufweist. Sie ist so innig, daß von medizinischer

Seite ein neues Grenzgebiet geschaffen wurde, die Meteorobiologie und Geopsychologie.¹ Das Bindeglied sind die meteorologischen Fronten geworden, an denen sich Luftmassen verschiedener Herkunft im Kampfe gegenüberliegen. Die Vorgänge an solchen Fronten sind offenbar in Zusammenhang mit den menschlichen Reaktionen auf bestimmte Witterungsvorgänge zu bringen.

Zweck der nachfolgenden Betrachtung soll es sein, nachzuweisen, wie sehr zwischen Meteorologie und Biologie auch eine innere Verwandtschaft in den Forschungsgrundlagen besteht, die sich in einer Reihe gemeinsamer Begriffe ausdrückt.

Ganzheitsforderungen.

Wir können an die Mitteilung anknüpfen, daß die meteorologische Synoptik immer mehr Beobachtungsmaterial, zuerst in der Horizontalen, dann in der Vertikalen angefordert hat, um zu einer klaren Übersicht des augenblicklichen Zustandes zu kommen, die am Anfang jeder Überlegung zu stehen hat. Die Pflege der Diagnose hat aber gezeigt, daß wir zwar mit dem heute Erreichten schon weit gekommen sind, daß es aber zur Beurteilung in jedem Einzelfalle doch nicht ausreicht. Es mögen sich die europäischen Wetterkarten zweier Tage weitgehend gleichen, trotzdem können die daraus sich ergebenden Veränderungen noch recht verschieden ausfallen, da der europäische Luftraum kein in sich abgeschlossenes System ist, sondern auch von dem beeinflußt werden muß, was sich außerhalb desselben ereignet. Aus der Europawetterkarte ist heute schon die Wetterkarte der Nordhemisphäre geworden, da die Vorgänge auf dem anschließenden asiatischen Kontinent, die Veränderungen über dem Atlantischen Ozean, über der Landmasse von Nordamerika usw. sich auch bei uns, wenn auch in entsprechend gedämpftem Ausmaße auswirken müssen oder können.

¹ Man sehe z. B. De Rudder, B., Wetter und Jahreszeiten als Krankheitsfaktoren, Springer, Berlin 1931; Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen, Springer, Berlin, 2. Aufl. 1938. – Hellpach, W., Die geopsychischen Erscheinungen, Engelmann, Leipzig, 3. Aufl. 1923.

Es ist aber nicht daran zu denken, die meteorologischen Verhältnisse über den Ozeanen mit ähnlicher Gründlichkeit zu erfassen, wie das über dem mit meteorologischen Beobachtungsstellen reich besetzten Festlande in allen drei Dimensionen unserer Atmosphäre möglich gemacht wurde. Zwar geschieht das Menschenmögliche, auch aus diesem Raume Angaben dem Wetterdienste zur Verfügung zu stellen, doch sind hierbei nicht nur technische Grenzen gezogen. Auch wenn wir diese als überwunden annehmen, verbleibt die Abhängigkeit des europäischen Luftraums von allen anderen Räumen unserer Atmosphäre. Es kommt nicht nur der Stille Ozean in Betracht, sondern auch die gesamte Südhemisphäre; denn erst die Erfassung des Ganzen läßt eine sichere Diagnose eines Teilstücks erwarten. Eines der fundamentalsten Gesetze der Meteorologie besagt, daß die gesamte Masse der Atmosphäre unveränderlich ist. Einem Plus an irgendeiner Stelle, das als Steiggebiet des Luftdrucks erfaßbar ist, muß an einer anderen Stelle ein Minus entsprechen. Wie richtig diese Überlegungen, aber auch die sich daraus ergebenden Forderungen sind, haben die Arbeiten von W. Meinardus erwiesen,² in denen es ihm gelungen ist, die mittlere Höhe des antarktischen Kontinents aus Betrachtungen der jahreszeitlichen Verlagerung von Luftmassen von den Kontinenten der Südhemisphäre teils nach der Nordhemisphäre, teils nach dem antarktischen Kontinent zu erschließen. Man darf diese Leistung mit demselben Rechte bewundern, wie die Vorusberechnung eines noch unbekannten Planeten aus gewissen Störungen der Bahnen der bereits bekannten Planeten durch den Astronomen Leverrier, die zur Entdeckung des Neptun durch Galle in Berlin geführt hat.

Dieser Triumph der beobachtenden und rechnenden Meteorologie kann uns aber darüber nicht im Unklaren lassen, daß die tägliche Diagnose, die sich mit einem bescheideneren Beobachtungsmaterial begnügen muß, immer einer gewissen Beschränkung unterworfen bleiben muß, schon auch deswegen, weil es in der kurzen Zeit, die von dem Einholen des Materials bis zu seiner Verarbeitung im täglichen Wetterdienste zur Verfügung steht, gar nicht möglich ist, alle Überlegungen anzustellen.

² Meinardus, W., Göttinger Nachr. Mathem.-Physik. Kl. 1927, 363.

Auch die Biologie kennt ähnliche Schwierigkeiten; es hat sich als nötig erwiesen, wenn ein Kranker den Arzt wegen eines Magenleidens aufsucht, nicht nur dieses Organ einer Prüfung zu unterwerfen, sondern den ganzen übrigen Menschen, weil die Magenfunktionen nicht unabhängig von dem Verhalten der übrigen Organe sein können.

Die Aktionszentren.

Glücklicherweise ist es bei der ärztlichen Untersuchung nicht nötig, buchstäblich den ganzen Körper durchzuprüfen; es genügt, die wichtigsten Organe zu besehen, deren gegenseitige Beziehungen genügend bekannt sind. Auch bei der atmosphärischen Diagnose kann man es sich ersparen, etwa von Quadrat zu Quadrat die meteorologischen Verhältnisse zu überprüfen; auch in der Atmosphäre gibt es ganz bestimmte Stellen, die als lebenswichtig erkannt sind, von deren Zustand und Verhalten das Wetter zwar nicht ausschließlich, aber doch wesentlich beeinflusst wird. Von den „Aktionszentren“, die für das europäische Wettergeschehen von Bedeutung sind, sind vor allem das Azorenmaximum und das Islandtief, das asiatische Aktionszentrum und die gelegentlich auftretenden Tiefdruckgebiete über der Adria und dem Schwarzen Meer zu beachten.

In einem Punkte unterscheiden sich aber die meteorologischen Aktionszentren zu ihren Ungunsten von den biologischen: Wenn der Arzt seinen Patienten „auf Herz und Nieren“ prüft, findet er diese Organe fast immer an derselben Stelle; die Lenker der atmosphärischen Vorgänge können aber gelegentlich auch bedeutende Lagenveränderungen erfahren. Das Azorenmaximum kann bis nach den Britischen Inseln ausgreifen und hat dann anderes Wetter zur Folge, als wenn es seinen normalen Platz einnimmt. Zwar die Funktionen, die den Aktionszentren im Rahmen der atmosphärischen Zirkulation zukommen, sind die gleichen, aber die Auswirkungen auf das Wetter hängen ganz wesentlich davon ab, wo sie verankert sind. Ihre Tätigkeit beschränkt sich nicht auf die Wettergestaltung der Gebiete, über denen sie liegen; sie lenken auch die Wege der episodischen Hoch- und Tiefdruckgebiete, die das Wetter außerhalb der Aktionszentren bestimmen. Man nennt das Steuerung und er-

innert sich dabei an die Aufgabe, die den einzelnen Organen in der Biologie zukommt.

Konstitution – Kompensation.

Die Erkenntnis der Aktionszentren führt hinüber zur Feststellung, daß es auch auf meteorologischem Gebiete etwas gibt, was man in der Biologie mit Konstitution zu bezeichnen pflegt. Wenn ein Hochdruckgebiet auf der Wetterkarte erscheint, ist die Bewertung desselben wesentlich davon abhängig, ob es „gesund“ ist, d. h. den Aufbau aufweist, den man an den als Aktionszentren bekannten Hochdruckgebieten studieren konnte. Wir unterscheiden thermische und dynamische, stationäre und wandernde Hochdruckgebiete, deren Wetterauswirkung jeweils sehr verschieden sein kann. Das vergänglichste Gebilde ist das Zwischenhoch, das einen Druckanstieg bringen kann, der einem nicht mit den Zusammenhängen vertrauten Beobachter einen guten Eindruck machen kann. Seine Konstitution ist aber nicht gefestigt, es verdankt seine Entstehung einem Kaltlufttropfen, der rasch über uns hinwegläuft und einen Druckanstieg bringt, von dem man im voraus sagen kann: „Wie gewonnen, so zerronnen.“

Wie für den Arzt die Ermittlung der Konstitution seines Patienten in erster Linie aus seiner Vorgeschichte zu erfolgen hat, muß auch der Meteorologe prüfen, ob ein Hochdruckgebiet, das als Steuerungszentrum für die nächste Zeit in Frage kommt, einen soliden Aufbau besitzt. Die Widerstandskraft eines Hochs gegen die umliegenden Tiefdruckgebiete hängt in erster Linie von dem ausgeglichenen Kreislauf der daran beteiligten Luftmassen ab; da ein Hochdruckgebiet zwangsmäßig in seinem unteren Bereiche Luft nach außen abgibt, muß für Zustrom in höheren Schichten gesorgt sein; es wird um so länger „leben“, je ungestörter die daran beteiligten Zirkulationen verlaufen. Ein gesunder Körper ist der, bei dem sich Einnahme und Ausgabe die Waage halten; auch in einem „gesunden“ Hochdruckgebiet ist diese Forderung erfüllt.

Bei einem biologischen Körper kann trotz eines Konstitutionsfehlers ein normales Weiterleben erfolgen, wenn der Fehler kompensiert ist. Auch in einem atmosphärischen Körper be-

deutet Abweichung von der Norm noch nicht Witterungs-umschlag. Eine Zirkulationssteigerung z. B. kann von Temperaturänderungen begleitet sein, die das Plus an Massenzufuhr, das durch die Zunahme der Windgeschwindigkeit bei unveränderter Temperatur eintreten müßte, ausgleicht. Zu solchen Variationen ist sowohl auf biologischem wie auf meteorologischem Gebiete reichlich Gelegenheit gegeben, weil das Geschehen in beiden nicht von einer Ursache aus zu begreifen ist. Beides sind Organismen mit vielen Freiheitsgraden, die nicht nur einen Gleichgewichtszustand kennen.

Vielheit der Ursachen der Witterungsgestaltung.

In der Biologie hat man erkannt, daß ein bestimmtes Leiden nicht auf eine bestimmte Ursache zurückzugehen braucht. Jeder biologische Vorgang basiert auf der Kombination einer Anzahl von physikalischen und chemischen Faktoren, von denen jeder seine Schwankungsweite hat.

Auch das Wetter ist das Ergebnis der Variation aller seiner Bestimmungsstücke. Es ist darum auch nicht möglich, ein meteorologisches Instrument zu bauen, dessen Ablesung auch den Nichtfachmann in den Stand setzen könnte, sich selbst eine genügend fundierte Wettervorhersage zurechtzulegen. Man braucht nur an so einfache Vorgänge zu denken wie das Temperaturempfinden, das nur zum Teil von der physikalischen Lufttemperatur bestimmt wird. Neben ihr machen sich die Ein- und Ausstrahlung, der unser Körper unterworfen ist, die Wärmezufuhr oder Ableitung durch den Wind, die Verdunstung unserer Haut und vieles andere geltend, die uns die ungeheuerere Abwechslung verstehen lassen, der unsere persönliche Stellungnahme zum Wetter unterworfen ist. Aber auch das Wetter selbst ist in seiner Gestaltung von jedem der Teilstücke abhängig. Ein geringes Mehr oder Weniger an Feuchtigkeit kann für den ganzen weiteren Ablauf von Entscheidung sein; das Vorhandensein einer leichten Schneedecke kann die weitere Entwicklung des Wetters in ganz andere Richtung drängen, als wenn der Boden aper ist; ein See, der eine wenn auch nur dünne Eisdecke trägt, stellt eine wesentliche Veränderung der Versuchsbedingungen dar gegenüber einem noch offenen Wasser usw.

Es ist gerade der Hauptreiz im täglichen Wetterdienst, all diesen Teilursachen nachzugehen, sie abzuwägen, wobei man sich freilich bald darüber klar wird, daß die Forderung der Berechenbarkeit des Wetters nicht erfüllbar ist. Man kann wohl daran denken, eines der meteorologischen Elemente einer rechnerischen Behandlung zuzuführen; ihr Zusammenwirken kann aber nur abgeschätzt werden.

Alle Forscher auf physiologischem Gebiete wissen, daß sie zwar exakt feststellen können, wie ein Organismus auf die Veränderung eines physikalischen oder chemischen Bestimmungsfaktors anspricht, wenn die übrigen Versuchsbedingungen konstant gehalten werden, daß aber die Wirklichkeit gerade in der Variation aller beruht.

Sobald feststeht, daß ein Vorgang das Ergebnis einer Reihe von Ursachen ist, stellt sich auch die Notwendigkeit ein, auf die unbedingte Anwendung des Gesetzes: Gleiche Ursachen – gleiche Wirkungen zu verzichten. Da Alles mit Allem zusammenhängt, lassen sich nur Korrelationen ermitteln, die an die Stelle der erhofften eindeutigen Bindungen zu treten haben. Die Diskussion eines physikalischen Experimentes beginnt häufig mit der Prämisse: *Ceteris paribus*, die in der Meteorologie und Biologie nicht zu gebrauchen ist, weil nicht der Mensch experimentiert, sondern die Natur.

Die Analogien zur Biologie sind also auch in diesem Punkte gegeben; wie sie weiß, daß eine wirkliche Wiederholung eines Experiments nicht möglich ist, weil sich inzwischen das Individuum verändert hat, muß auch die Meteorologie darauf verzichten, die gleichen Folgen anscheinend gleicher Versuchsbedingungen anzunehmen. Es mögen sich zwei Fälle in einem bestimmten Augenblick so genau gleichen, als wir es uns nur wünschen können, schon im nächsten Zeitpunkt zeigen sie ein anderes Gesicht.

Die Versuchung, in einem Faktor das bestimmende Stück zu sehen, ist in der Meteorologie noch größer als in der Biologie. Am bekanntesten und naheliegendsten sind die Versuche, dem Wetter von der Seite der Druck- oder Vektorenverteilung beizukommen. Das Bestreben, dieselbe im nächsten Zeitabschnitt aus der gegenwärtigen rechnerisch zu erschließen, hat auch be-

reits zu beachtlichen Erfolgen geführt. Aber auch wenn wir diese Aufgabe als gelöst betrachten könnten, wäre damit das Problem der Wettervorhersage noch nicht gelöst. Nicht nur, daß die anderen Bestimmungsstücke wie Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung usw. in wechselnden Kombinationen mitsprechen; es kommt das Bereich der mehr zufälligen Gestaltungskräfte hinzu, das sein Vorbild auf biologischem Gebiete findet und darum auch nötigt, die Konsequenzen für das Problem der Wettervorhersage zu ziehen.

Es gibt hemmende und fördernde Bestimmungsstücke, deren Auswirkung nur geschätzt, nicht berechnet werden kann.

Fvolution – Revolution.

Es sieht so aus, als ob man über das kommende Wetter unterrichtet wäre, wenn man wüßte, welchen Weg ein die Wetterlage bestimmendes Tiefdruckgebiet in dem nächsten Zeitintervall nehmen werde. Hierzu sind zwei Fragen zu beantworten: nach der Richtung, in der es sich verlagern wird, und der Geschwindigkeit, mit der das vor sich gehen wird. Für die Richtung ist die Steuerung maßgebend, die durch die ortsfesten Hoch- und Tiefdruckgebiete, die Aktionszentren, angegeben wird; das ebenso wichtige Tempo der Verlagerung kann man aus dem Druckgefälle ableiten.

Das Problem erscheint zunächst als eine Aufgabe der Mechanik und Kinematik, vergleichbar der Aufgabe der Astronomen, aus gegebenen Anfangsbedingungen den Ort der Erde, des Mondes usw. im voraus zu berechnen. Wenn ein Tiefdruckgebiet auf vorgegebener Bahn mit bekannter Geschwindigkeit vorbeiziehen würde, wäre der Vergleich der Aufgaben berechtigt. Hierbei haben wir aber zu berücksichtigen, daß das astronomische Problem keine Rücksicht darauf zu nehmen braucht, was sich inzwischen auf den Planeten oder der Sonne ereignen mag; wenn es nicht kosmische Katastrophen sind, die die Massenverteilung und Geschwindigkeitsverhältnisse ändern, kann nichts das Ergebnis der Berechnung beeinträchtigen. Ob es auf dem Monde heiß oder kalt ist, ob er eine Atmosphäre besitzt oder nicht, mit anderen Worten, welches sein physikalischer Zustand ist, das alles ist für ein Problem der Himmelsmechanik bedeutungslos.

Wenn wir die Steuerung der Aktionszentren in unsere Betrachtung einschalten, hat das nur einen Sinn, wenn und insoweit sich diese im nächsten Zeitintervall nicht selbst ändern. Wenn wir das Tempo des Tiefdruckgebietes in die Rechnung einstellen, von dem das Wetter der nächsten Stunden abhängen soll, kann das nur geschehen unter der stillschweigenden Annahme, daß der Druckgradient sich weder in Richtung noch in Stärke ändert.

Auch die ärztliche Prognose fußt auf der Annahme, daß aus dem bisherigen Verlaufe einer Erkrankung ein Schluß über ihre weitere Entwicklung gezogen werden könne. Jeder vorsichtige Arzt wird, jedenfalls vor sich, seine Meinung über den Verlauf dahin abgeben, daß er mit einem „wenn“ beginnt. Streng genommen müßte das natürlich auch der Astronom tun; er braucht es nicht, da die Wahrscheinlichkeit, daß gerade im nächsten Zeitabschnitt eine Massen- oder Geschwindigkeitsänderung eines der an dem Dreikörperproblem beteiligten Himmelskörper eintreten werde, so gering ist, daß man an ihre Stelle die Konstanz setzen kann.

Der Arzt und der Meteorologe können ihre prognostische Tätigkeit nur ausüben, wenn sie ihre Überlegungen anstellen, „als ob“ die bisherige Entwicklung beibehalten würde. Die Grundlage für ihre „Berechnungen“, die, wie wir sahen, niemals mit den astronomischen konkurrieren können, ist die Stetigkeit der Entwicklung. Sie ist erfahrungsgemäß auch so häufig gegeben, daß die daraus gezogenen Schlüsse abgegeben werden dürfen, ohne sich dem Vorwurfe auszusetzen, einem Raten zu obliegen. Trotzdem darf man sich nicht verhehlen, daß recht häufig an die Stelle einer evolutionären Entwicklung ein revolutionärer Vorgang tritt. Eine Krankheit pflegt „auszubrechen“, sich also im allgemeinen nicht durch langsam sich steigernde Symptome anzukündigen. Auf dem meteorologischen Gebiete ist die Parallele das quantenmäßige Geschehen in der Atmosphäre.

Das Wort Zufall ist nicht beliebt bei den exakten Forschern; es wird gerne als Verlegenheitsausdruck für Unwissen angesehen. Gelegentlich kann man auch hören: „An Zufall glaubt man meistens aus Bequemlichkeit.“ Wir brauchen darüber nicht zu streiten: Das biologische und das meteorologische Geschehen

erhalten ihre besondere Farbe durch das Eingreifen kleiner und kleinster, den weiteren Ablauf eines Vorgangs steuernder Ursachen.

Sprungstellen im natürlichen Ablauf.

Das Geschehen in der Natur ist dem Kausalgesetz unterworfen; das besagt aber noch nicht, daß das Geschehen immer das gleiche bleibt. Es gibt ein anschauliches, jedem geläufiges Bild für „Streuungen“, das die Mathematiker ebenso interessiert wie die übrige Menschheit, das Galton-Brett, so benannt nach dem englischen Mathematiker, der sich mit den Wahrscheinlichkeitsgesetzen des als Hazardspiel bekannten Brettspiels befaßt hat.

Man läßt auf einer schiefen Ebene eine Kugel abrollen; sie begegnet dabei einer Reihe von Nägeln, die in das Brett eingeschlagen sind, und sucht sich ihren Weg durch den Verhau der Nägel. Am Ende des Bretts sind Fächer angebracht, in die die Kugel bei dem zum Spiel umgeformten Experiment fällt.

Wir wollen das Beispiel vereinfachen, um das Prinzipielle des Vorgangs zu erkennen, und nehmen an, daß auf dem Brett ein Dreieck aufgeleimt sei, dessen Spitze genau unter dem Startpunkt der Kugel liegen möge. Dann rollt die Kugel zunächst nach dem Gesetz der Bewegung auf einer schiefen Ebene ab; man kann ihre Lage und ihre Geschwindigkeit, wenn noch die Reibung bekannt ist, mit wünschenswerter Genauigkeit berechnen. In dem Augenblick, da die Kugel die Spitze des Dreiecks berührt, entscheidet sich, ob sie den Weg nach rechts oder links nimmt; hier versagt aber die Berechnung, denn hier machen sich unendlich kleine Unterschiede, minimale Abweichungen von einer idealen Kugel, kleinste Unebenheiten an der Kante des Dreiecks usw. geltend, die wir nicht überschauen können. Unsere Rechentätigkeit kann erst wieder einsetzen, wenn auch nur für ein ganz kleines Stück des weiteren Weges entschieden ist, ob er nach rechts oder links führt.

In dem unendlich kleinen Bereich der Berührung ist gewissermaßen die Kausalität für uns ausgeschaltet. Dem zuschauenden Menschen bleibt in solchen Fällen nichts anderes übrig, als abzuwarten, bis er die Richtung erkennen kann, in der sich der weitere Ablauf vollzieht. Im ärztlichen Berufe kennt man die

sogenannte Krise als die Zeit, in der sich entscheidet, ob der Patient die schwere Krankheit übersteht oder ihr erliegt. Auf meteorologischem Gebiete sind als Parallelen die Fälle heranzuziehen, in denen es zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht entschieden werden kann, ob sich ein im Westen anstehendes Tief den Eingang nach dem Kontinent erzwingt oder nach Norden durchbricht. Kleinste Ursachen können den weiteren Vorgang maßgeblich beeinflussen.

Es ist daher mehr ein Wunsch als eine Wahrheit, wenn man den Satz aufgestellt hat: *Natura non facit saltus*. Welches Buch der Naturwissenschaft wir auch aufschlagen mögen, überall begegnen wir sprunghaftem und daher unberechenbarem Geschehen. Auf biologischem Gebiete erscheinen z. B. die Mutationen, die sich neben die stetigen und darum vorherzusehenden Entwicklungen setzen. In der Geologie kennt man die Verwerfungen als Folge disruptiver Vorgänge. Verwerfungen gibt es auch auf meteorologischem Gebiete, wenn z. B. eine Kaltluftmasse, die schon längere Zeit startbereit in höheren Breiten gelegen hat, beim Hinzutreten einer kleinen Druckänderung lawinenartig als Kaltfront sich in Bewegung setzt. Die meisten und eindrucksvollsten Wetteränderungen erfolgen nicht gradatim, sondern plötzlich.

Selbst die Vorgänge im persönlichen Leben weisen viele Sprungstellen auf. Alle großen religiösen und soziologischen Fortschritte haben sich als Revolutionen durchgesetzt. Auch die Tatsache der Kriege belehrt uns, daß etwaige Interessengegensätze sich nur selten in stetiger, friedlicher Arbeit beseitigen lassen, sondern quantenhaft erledigt werden. Das Leben schreitet entweder in Wellen oder in Sprüngen weiter. Für das Gebiet der Krankheiten hat B. de Rudder das in den zwei Typen: dem Sinustyp und dem Impulstyp zum Ausdruck gebracht.³

Reiche Anregung für solche Fragen verdanken wir dem theoretischen Physiker P. Jordan,⁴ der die Bedeutung der Quantenphysik auch für das biologische Geschehen klar erkannt hat.

³ De Rudder, B., Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen, J. Springer, Berlin 1938.

⁴ Jordan, P., Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens, Die Wissenschaft, Bd. 95, Vieweg 1941.

Veranlassung – Auslösung.

Auf biologischem wie auf meteorologischem Gebiet kommt den Vorgängen eine große Bedeutung zu, bei denen in einer längeren Vorbereitungszeit die Energie bereitgestellt wurde, die durch einen an sich geringfügigen Anlaß zur Auslösung gelangen kann.

Wir sind gewohnt, als Ursache die Vorgänge anzusehen, die zur Ansammlung von Energien geführt haben, und davon die Anstoßkausalität zu unterscheiden, die die sog. Auslöseenergie beisteuert. Wenn z. B. ein von einem anderen umgestoßener Mensch sich eine Verletzung zuzieht, kann daraus ein tödlich verlaufender Vorgang werden, wenn eine Blutvergiftung, eine Embolie u. dgl. eintritt. Es kommt gelegentlich auch vor, daß eine bis dahin latente Krankheit zum Ausbruche kommt. Die Ursache für den lethalen Ausgang ist in der geringen Abwehrkraft des Verletzten, in dem Vorhandensein eines Gefäßleidens oder einer bisher kompensierten sonstigen Störung gelegen; man wird aber nicht den Unglücklichen, der unter vielleicht sehr entschuldbaren Zufälligkeiten den Sturz seines Nebenmenschen herbeigeführt hat, hierfür anklagen wollen.

Auf dem Gebiete des Wettergeschehens ist es vor allem der Wasserdampf, der als Träger gewaltiger Energie erscheint. Beim Verdampfungsvorgang wird Wärme gebunden, die latent weitergetragen wird. Sie tritt wieder zutage, wenn es an vielleicht weit entferntem Orte zu einer Wolken- oder Niederschlagsbildung kommt. Diese kann durch eine lokale Anwärmung der untersten Luftschichten in Gang kommen; ist sie erst einmal eingeleitet, dann sorgt die thermodynamische Maschine durch den sich daran anschließenden Selbstverstärkungsvorgang dafür, daß immer neue feuchte Luftmassen dem Kondensationsherde zuströmen und ihre bis dahin latente Energie abladen. Auf solche Weise entstehen unter Umständen Gewitter und Wirbelstürme, für die ein mit den Vorgängen nicht vertrauter Beobachter leicht zu der Anschauung kommen kann, es müsse eine außergewöhnliche Ursache vorgelegen haben, die das Ausmaß der Schadenswirkung verstehen lasse. In Wirklichkeit gehört hierzu nur eine Auslöseenergie, die den Stapel an latenter Energie freimacht wie der Funke in einem Munitionsdepot.

Über die Bedeutung des „Kleine Ursachen – große Wirkungen“ waren sich die Biologen immer im klaren; ich füge einen Satz von de Rudder an, der es in einer auch vom Meteorologen sofort übernehmbaren Form ausgedrückt hat:⁵ „Alle Lebensvorgänge zeigen am Einzelindividuum eine netzartige Verflechtung, d. h. ändert sich ein einziger Lebensvorgang oder zwingen wir ihn willkürlich zur Änderung, so ändern wir sozusagen eine Masche in dem Netze. Das hat zur Folge, daß sich viele weitere Maschen, viele weitere Lebensvorgänge ändern, und damit schließlich fast das ganze Netz mehr oder minder merklich einen Umbau erfährt. Wir können also eigentlich einen Lebensvorgang nie getrennt für sich allein verfolgen. Darin liegt auch die große Schwierigkeit in der Aufstellung einfacher Kausalketten biologischer Vorgänge. Diesen Umstand hat kein Geringerer als Kant bereits mit klaren, fast seherischen Worten ausgedrückt, wenn er von der wechselseitigen Beziehung biologischer Vorgänge sagt, daß sie eine ganz andere Form der Verknüpfung ist als die, welche nur im Verhältnis der Ursache zur Wirkung angetroffen wird. . . . Die Teile eines Körpers sind einander koordiniert, nicht subordiniert, so daß sie einander nicht einseitig wie in einer Reihe, sondern wechselseitig wie in einem Aggregat bestimmen.“

Gesetze – Regeln.

Das Bestreben der klassischen Physiker, alles Geschehen in der Welt als einen berechenbaren Ablauf zu erfassen, hat sich Einschränkungen gefallen lassen müssen. Die Entthronung begann mit der Entwicklung der kinetischen Gastheorie, die u. a. die Temperatur eines Gases als Ausdruck der kinetischen Energie der Moleküle zu erfassen lehrte. Angesichts der als Brownsche Molekularbewegung bekannten regellosen Bewegung der Moleküle im Molekülschwarm mußte man sich darüber klar sein, daß nicht jedes Molekül diese der Temperaturdefinition zukommende Geschwindigkeit in jedem Zeitmomente besitzen könne, daß daher eine mittlere Geschwindigkeit in die Rechnung einzustellen sei. Für die gesamte Masse des betr. Gasvolumens ist die Be-

⁵ De Rudder, B., Grundzüge der Bioklimatik des Menschen in Wetter, Klima und Mensch, S. 131, 1938, Verl. Quelle u. Meyer, Leipzig.

ziehung zwischen Temperatur und Molekulargeschwindigkeit ein Gesetz; für das einzelne Molekül kann nur die Wahrscheinlichkeit angegeben werden, mit der auch dieses sich dem Gesetze unterordnen wird.

Dieser Fragenbereich ist auf dem biologischen Gebiet wohl bekannt; wir erinnern z. B. an die Gesetze, die der Lebensversicherung zugrunde liegen. Sie unterscheidet zwischen dem Kollektiv Mensch und dem einzelnen Menschen. Für das Kollektiv lassen sich Tatsachen von solcher Schärfe angeben, daß sie wirklichen Gesetzen nahe kommen. Das mittlere Lebensalter einer Gruppe von Menschen, die unter gleichen äußeren Verhältnissen leben, ist eine zwar nicht konstante, aber jeweils wohlbekannte Zahl. Sie kann sich ändern: Stetig, z. B. durch fortschreitende hygienische Maßnahmen; quantenhaft, z. B. durch Seuchen, Krieg u. dgl. Diesen Zufälligkeiten haben die Versicherungen gelegentlich durch die Aufnahme bestimmter Beschränkungen Rechnung getragen.

So gesehen ist auch das meteorologische Problem auf sichere Grundlage gestellt: Wir müssen versuchen, die Eigenschaften, Wege usw. der Tiefdruckgebiete aus einer großen Anzahl von Fällen zu ermitteln; die Ergebnisse sind ebenso exakt wie die der anderen Disziplinen, in denen der Zufall seine Bedeutung hat. Wenn wir aber daraus auf den Einzelfall schließen, kann das nur mit Vorbehalt geschehen; wenn wir nicht versuchten, für diese Aufgabe weitere Bestimmungsstücke zu erbringen, wäre eine Vorhersage ebenso unberechtigt wie die Annahme eines naiven Menschen, daß das bei seinem Eintritt in die Lebensversicherung geltende mittlere Lebensalter, nach dem sich seine Prämie zu richten hat, damit für ihn persönlich Geltung habe. Die Wettervorhersage muß sich wie die ärztliche Aussage auf Wahrscheinlichkeiten beschränken; von der Meteorologie Sicherheiten zu fordern erscheint ebenso unlogisch wie von einer biologischen Disziplin.

Welche Kenntnisse die Ärzte über eine Krankheit im Durchschnitt haben, wird ihnen nicht bedankt; sie stehen ja einem Kranken gegenüber, der wissen möchte, wie sein Zustand beurteilt wird. Dem gleichen Verhängnis, mit seinem exakten Wissen nur der Wissenschaft dienen, dem einzelnen Falle gegen-

über aber nur mit Wahrscheinlichkeiten aufwarten zu können, ist der Meteorologe unterworfen. Nicht, was wir über die Tiefdruckgebiete wissen, interessiert, sondern nur das Verhalten dieser Depression, die im Augenblick die Wetterlage bestimmt. Ein Gutteil der abfälligen Urteile, die man gelegentlich über ärztliche oder meteorologische Prognosen zu hören bekommt, beruhen weniger auf unserem beschränkten Wissen als auf den falschen Ansprüchen, mit denen das Publikum an uns herantritt. Man kann daher nur wünschen, daß allmählich schon in der Schule die Begriffe Gesetz und Regel, Sicherheit und Wahrscheinlichkeit verstanden werden; mit ihnen vertraut zu machen, ist fast wichtiger, als Unterricht in der Meteorologie oder Medizin zu erteilen. Es wäre dabei insbesondere zu betonen, daß wir in unserer Lebensführung oft mit Unrecht glauben, Sicherheiten zu besitzen; daß uns im Falle der Wettervorhersage die Unsicherheit besonders groß erscheint, hat seinen Grund darin, daß schon am nächsten Tag jedes Kind feststellen kann, wie weit sie richtig war.

Dem Arzte gegenüber pflegt man verständiger zu sein; man erwartet von ihm keine auf den Tag präzierte Prognose; man preist ihn, wenn die Besserung, die er in Aussicht gestellt hat, überhaupt eintritt. Auf meteorologischem Gebiete gibt es zweierlei Fehlvorhersagen: solche, die eine andere Entwicklung angenommen haben, als sie hernach eintrat, und solche, bei denen eine Verschätzung des Tempos vorliegt, mit dem sich die richtig geschaute Entwicklung einstellt. Es ist freilich mißlich, wenn das Aufklaren, das in Aussicht gestellt wurde und uns zu einem Sonntagsausflug ermuntert hat, statt schon am Sonntagmorgen erst in der Nacht zum Montag eintritt. Es liegt an unserer raschlebigen, auf Stunden genau disponierenden Zeit, daß überhaupt solche Ansprüche an die Wettervorhersage gestellt werden. Würde die Wetterentwicklung immer stetig erfolgen, dann wären auch die Leistungen der Vorhersage höher; aber das diskontinuierliche Geschehen in der Atmosphäre besitzt mindestens den gleichen Anteil wie das stetige. Wir müssen oft einen oder zwei Tage warten, bis eine auf der Wetterkarte ganz deutlich zu erkennende Kaltfront „aktiviert“ wird und sich dann mit um so größerer Energie betätigt.

Individuum – Vorgeschichte.

Nachdem erkannt war, daß die Gesetze der Meteorologie wie auch die der Biologie sog. Massengesetze (Kollektivgesetze) sind, mußte es zunächst aussichtslos erscheinen, einer einzelnen Wetterlage, einem einzelnen Menschen gerecht zu werden. Von einem Kollektiv ausgehend kann man wieder nur auf ein Kollektiv schließen. Aber der persönliche Anreiz und die Verpflichtung dem Nächsten gegenüber legt die Frage nahe, wieweit man dem Einzelfalle, dem Individuum beizukommen vermag. Auch in der Behandlung dieser Frage bestehen weitgehende Analogien zwischen der Meteorologie und Biologie.

In der Biologie hat man erkannt, daß der Ertrag einer Feldfrucht, eines Baumes usw. nicht nur von der Witterung der Vegetationsperiode abhängig ist, sondern ganz wesentlich von der Gesamtwitterung der vorangegangenen Vegetationsperiode beeinflußt wird. Die Knospenanlage im Herbst ist ein Ergebnis der vorangegangenen Wachstumsvorgänge. Auch der Ertrag der Feldfrüchte, die in jedem Jahre neu angebaut werden, ist vom vorangegangenen Wetter abhängig, dessen Auswirkung im Samen niedergelegt ist.

Eine der ersten Aufgaben eines Arztes ist es auch, sich die Vorgeschichte einer Krankheit erzählen zu lassen (Anamnese), weil aus ihr schon mancher Schluß für die Behandlung gezogen werden kann.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Wettergestaltung. Die Atmosphäre kann auf recht verschiedene Weise zu dem gleichen Druck- oder Strömungsbilde gelangen. Aber schon im nächsten Zeitabschnitt können die Linien, die hier gewissermaßen zusammengelaufen sind, wieder auseinander streben. Die Atmosphäre hat zwar kein Leben im Sinne der Biologie, aber sie ist ein Organismus, dem wir um so besser gerecht werden, je mehr wir uns von seinem Leben erfassen lassen.

Wer nicht weiß, welche Abwechslung die Vorgeschichte in den jährlichen Witterungsablauf bringen kann, ahnt auch nicht, wie stark sich jede Veränderung an der Erdoberfläche auswirkt. Es ist z. B. eine andere Entwicklung einer Wetterlage zu erwarten, wenn bei sonst gleichem Aussehen der Wetterkarte das eine Mal Schnee liegt, das andere Mal aperer Boden einen Wärmeaus-

tausch mit den darüber hinstreichenden Luftmassen ermöglicht, wenn das eine Mal eine längere Schönwetterlage vorangegangen ist, die dem Boden seine Feuchtigkeit entzogen hat, das andere Mal ein ordentlich durchfeuchteter Boden einen Zusatz liefern kann, der sich für das weitere Geschehen unter Umständen bedeutungsvoll erweist.

Es gibt so viele Möglichkeiten für an sich vielleicht geringe Veränderungen der Versuchsbedingungen, so viele Freiheitsgrade der in den Vorgang einbezogenen Luftmassen, daß man der täglichen Wetterlage nur mit dem Eindruck begegnen kann, es mit einem Individuum zu tun zu haben, für das ein gleichgeartetes Beispiel aus vergangener Zeit nicht anzutreffen ist.

Typen.

Die außerordentliche Abwechslung der Individuen bringt es mit sich, daß man sich in der Biologie mit Typen behelfen muß. Für den ärztlichen Beruf sind es zunächst die Krankheiten der einzelnen Organe, die einen typischen Verlauf erkennen lassen. Aber auch innerhalb einer bestimmten Krankheit gibt es verschiedene Abarten, von denen jede mit bestimmten Symptomen auftritt und einen mehr oder minder genau wiederkehrenden Ablauf zeigt.

Auch die Meteorologen sind genötigt, in die ungeheure Zahl von Wetterkarten, die seit Einführung des synoptischen Dienstes erarbeitet wurden, ordnend einzugreifen, sie zu behandeln, wie etwa Linné zu einer Klassifikation der Pflanzen gekommen ist. Man geht dabei von den Aktionszentren aus, die je nach Lage und Stärke das Gesicht der Großwetterlage bestimmen.

Wie der junge Arzt am Krankenbette unter der Anleitung des die Visite leitenden erfahrenen Arztes lernt, schult sich der junge Meteorologe an der Diagnose der Wetterlage, die er von seinen älteren Kameraden analysiert bekommt. Man hat versucht, diese Einführung durch eine Art von Wetterkartenatlas zu erleichtern, der es auch dem weniger Erfahrenen ermöglichen soll, eine tunlichst ähnliche Wetterlage aus vergangener Zeit ausfindig zu machen. Recht groß war der Erfolg nicht; wenn ein solcher Index einen Wert haben soll, muß er doch sehr unterteilt werden, so

daß das Auffinden verwandter Fälle bereits gute Kenntnis der Möglichkeiten voraussetzt. Arzt und Meteorologe arbeiten darum vorwiegend mit Erinnerungsbildern, zu deren Erwerb freilich eine spezifische Begabung und ein spezifisches Gedächtnis benötigt werden, die man nicht leicht im Hörsaal erwerben kann. Handbücher können zwar wertvolle Aufschlüsse geben, aber nur für den, der in ihnen nur eine Bestätigung und Vertiefung eigener Vermutungen zu suchen braucht.

Die Intuition.

Es gibt „geborene Ärzte“, wie es „geborene Meteorologen“ gibt, Leute, die einen spezifischen Sinn für ihre Aufgabe mitbringen und darum Dinge sehen, die für einen anderen gar nicht vorhanden sind, die auch noch in der Lage sind, die Abweichung des Einzelfalls vom typischen zu erspähen, ohne vielleicht unmittelbare Rechenschaft ablegen zu können, worin die Abweichung beruht. Solche spezifischen Begabungen sind auf allen Gebieten bekannt; wer mit einem Detektiv zu arbeiten Gelegenheit gehabt hat, kennt die Sicherheit, mit der derselbe kleinste Merkmale zu erkennen und würdigen weiß; ähnlich liegen die Begabungen bei den Graphologen, den Phrenologen und anderen Vertretern der angewandten Psychologie. Man hat oft von einem weiteren Sinn gesprochen, den man aber kaum zu Hilfe nehmen muß, wenn man weiß, welcher Leistungen die bekannten Sinne fähig sind.

Auch unter den einfachen Wetterbeobachtern trifft man gelegentlich solche gottbegnadeten Menschen, unter den Bauern, Hirten, Jägern usw., die von den Wettervorgängen in wissenschaftlichem Sinne gar nichts zu wissen brauchen und doch ausgezeichnete, wenn auch nur lokale Prognosen abzugeben in der Lage sind. Auch bei den studierten Medizinern findet man noch große Unterschiede in der Sicherheit, mit der sie einem praktischen Falle gegenüberstehen. Der Sprachgebrauch unterscheidet daher sehr fein zwischen dem Mediziner und dem Arzte, von denen der erstere vielleicht wegen seines Interesse für die Krankheit den Kranken zu kurz kommen läßt, während der letztere mit oft nachtwandlerischer Sicherheit an kleinen Symptomen fast instinktiv erkennt, in welchen Punkten der vorliegende Fall

von dem typischen abweicht und darum eine Korrektur der Diagnose benötigt.

Die gleiche Erfahrung macht man auf dem meteorologischen Gebiete; oft ist es nur ein einziger vom „Normalen“ abweichender Wind, eine von einem anderen vielleicht nicht weiter beachtete Tendenz des Luftdrucks usw., die den „Künstler“ zum richtigen Wetterbilde führt und ihm den Vorrang vor dem „Wissenschaftler“ sichert.

Im ärztlichen Berufe hat man daher das Konsilium eingeführt, in dem verschiedene Persönlichkeiten zu gemeinsamer Diagnose zusammengerufen werden; das hat sich auch im Wetterdienste bewährt. Die Ärzte und die Meteorologen haben es nicht mit einer starren Materie zu tun, deren Gewicht, Dichte und sonstigen physikalischen Eigenschaften nur ziffernmäßig erfaßt zu werden brauchen. Wie beim Künstler die Konzeption, beim Dichter der Vorwurf, steht auch den Ärzten und Meteorologen oft ganz plötzlich klar vor Augen, wo ein Fall einzureihen ist.

Der Spezialist.

Die Vertiefung des Wissens hatte die unangenehme Folge, daß es dem Arzte fast unmöglich wurde, sich über die Fortschritte auf jedem Gebiete unterrichtet zu halten. Die Aufspaltung in eine Reihe von Spezialfächern der Medizin war die zwar unerwünschte, aber notwendige Folge.

Auch in der Meteorologie haben sich mit der Erweiterung des Wissens besondere Methoden herausentwickelt, mit denen man an die Wetterdiagnose herangehen kann. Der eine arbeitet lieber mit der Luftmassenanalyse, der andere mit aërologischen Hilfsmitteln, ein dritter mit der sog. indirekten Aërologie usw. Das meteorologische Wissen ist ebenfalls so umfangreich geworden, daß die Beherrschung durch einen Mann nicht mehr möglich ist.

Die Meteorologie hat mit der Medizin auch die Gefahrenseite gemeinsam, die das Spezialistentum mit sich bringt: Daß man über dem Teil das Ganze vergißt, daß die Sparte, die eine Dienerin sein sollte, sich als Herrin betätigt. Die Gefahr, in das Spezialistentum abzugleiten, ist um so größer, als ein besonderes Instrumentarium zur Untersuchung oder Behandlung nötig ist.

Die Technik kann uns viel nützen, kann aber auch unser Tyrann werden. Man hat nicht nur im Scherz davon gesprochen, der Arzt der Zukunft werde seinen Patienten nicht mehr persönlich in Augenschein nehmen, sondern an Hand des Elektrokardiogramms, der Harnanalyse, des Röntgenbildes usw. seine Diagnose stellen.

Auch in der Meteorologie muß man von Zeit zu Zeit daran erinnern, daß man dem Wetter nicht damit beikommen kann, daß elektrisch fernregistrierende Instrumente den Luftdruck, die Temperatur und Feuchtigkeit, die Windrichtung und Windstärke usw. in unser Arbeitszimmer melden, so daß wir, über die Wetterkarte gebeugt, in der uns der Telegraph und das Telephon alle wissenswerten Angaben zur Verfügung stellt, gar nicht mehr ins Freie zu gehen brauchen. Unser Patient ist die uns umgebende Atmosphäre, die als Ganzes genommen sein will.

Das schon erwähnte Konsilium, auf dem meteorologischen Gebiete die tägliche Wetterbesprechung, gibt Gelegenheit, den Spezialisten und den Ganzheitsforscher zu gedeihlicher Gemeinschaftsarbeit zusammenzuführen.

Schulen.

Jede neue Forschungsrichtung, jede Entdeckung muß die Hoffnung nähren, damit der Lösung eines Problems der Biologie, der Meteorologie näher gekommen zu sein. Zu dem von einer neuen Entdeckung, einer neuen Arbeitsrichtung erfüllten Forscher gesellen sich kongeniale Mitarbeiter, die in kurzem eine stattliche Schule bedeuten können. Es ist verständlich und wohl im Interesse der weiteren Entwicklung auch nötig, daß diese Schulen eine Art Glaubensgemeinschaft werden mit allen Vor- und Nachteilen einer solchen.

Mit der Entdeckung der Bakterien schien das Problem Krankheit grundsätzlich gelöst, mit der passiven und aktiven Immunisierung der Schrecken mancher Krankheit geschwunden zu sein. Aber dann erfolgte die Entdeckung der Viruskrankheiten; man hat sich gefühlsmäßig fast darauf eingestellt, daß neue Entdeckungen auch neue Probleme bedeuten.

Auch in der Meteorologie gibt es solche Entdeckungen, die für einige Zeit den Eindruck erlaubten, als wäre nun das Heureka

erreicht. Die Horizontalmeteorologie wurde durch die Hinzunahme der dritten Dimension unserer Atmosphäre ergänzt; auf das Zeitalter der Isobarenmeteorologie folgte die Frontenanalyse und die Luftmassenbehandlung. Die Entdeckung der Spiegelungspunkte in dem Auf und Ab der meteorologischen Vorgänge schien die Vorhersage der Berechenbarkeit nahe gebracht zu haben, da meldeten sich die Erfahrungen, daß auch die höchsten Luftschichten, die man bisher als fern von Gut und Böse angesehen hatte, noch einen Einfluß auf das Wetter haben können.

Wenn uns jemand die Unzulänglichkeit unseres Wissens vorwirft, können wir mit dem Hinweis auf die Menschheitsgeschichte antworten. Wie oft wurde das Paradies auf Erden angestrebt und mit Revolutionen, Kriegen, Religionsgründungen, kulturellen Umstellungen usw. zu erreichen versucht. Die Geschichte ist daher weniger eine Lehrmeisterin der Menschheit für ihre weiteren Handlungen geworden als ein Dokument Goethescher Weisheit: „Es irrt der Mensch, solange er strebt.“

Mit dieser Erkenntnis ist weder für die Biologie noch für die Meteorologie ein Grund zu resignierter Haltung gegeben. Die Forschung geht weiter, schon um des wissenschaftlichen Interesses wegen, aber auch zur Sicherung des Urteils und zur Beseitigung der subjektiven Schwierigkeiten bei der Abgabe desselben. Es ist das ebenso sinnvoll wie das Streben nach ethischen oder anderen Idealen, das wir auch nicht aufgeben dürfen, trotzdem uns die Geschichte lehrt, daß sie unerreichbar sind.

Wer das klar erkannt hat, bleibt davor bewahrt, in übersteigertem Selbstbewußtsein nur seine Arbeitsrichtung als maßgebend zu betrachten, anders laufende Strömungen zu unterdrücken. Da diesen Heroismus nicht alle Forscher aufbringen, ist hier ein reiches Betätigungsfeld für weitschauende Minister und ihre Räte gegeben.

Beständigkeit – Veränderlichkeit.

A. Bier hat in seinem Buche über die Seele⁶ auf S. 131 geschrieben: „Jeder Organismus hat zwei Antagonisten nötig, Be-

⁶ Bier, A., Die Seele, Verl. Lehmann, München 1939.

ständigkeit und Veränderlichkeit.“ Sind alle Funktionen eines Körpers gegeneinander wohl abgewogen, dann ist er „gesund“; tritt irgendwo eine Unstimmigkeit ein, dann ergibt sich ein Krankheitsbild.

Auch in der Atmosphäre kennen wir Gleichgewichtszustände, die sich in einer stabilen Wetterlage auswirken, und Störungen, die dem Wetter einen veränderlichen Charakter verleihen. In den gemäßigten Breiten ist der Wechsel die Regel, so daß der Zuschauer sich zu wundern pflegt, wenn gelegentlich die Beständigkeit ungewöhnlich lange andauert; das Normale findet immer weniger Beachtung als das Ungewöhnliche. Auf dem biologischen Gebiete pflegt man sich selten Gedanken über die Gesundheit zu machen, die man als selbstverständlich hinnimmt, trotzdem sie das eigentliche Wunder ist, während die Krankheit, die Störung eines subtilen Gleichgewichts, viel verständlicher ist. Auf meteorologischem Gebiete ist es fast umgekehrt: Man begegnet besorgten Anfragen, wo denn die Ursache für eine lange Schönwetterperiode liege, die zwar eine Freude für den genießerisch eingestellten Menschen sein mag, aber für den Bauern und Forstmann, für den Wasserkraftingenieur usw. manche Gefahren in Aussicht stellt. Auch eine längere Schlechtwetterlage pflegt ein Tagesgespräch zu werden. Den Extremen ist das Interesse weiterer Kreise mehr zugewandt als der normalen Abwechslung von Gut- und Schlechtwetter.

Entwicklung – Leben.

In einem Aufsatz „Die beiden Fundamentalkomponenten des Geschehens in der Natur“ unterscheidet J. N. Hummel⁷ die dynamische Entwicklung vom stationären Leben. Zum ersten gehören Geburt, Wachstum, Vermehrung, Altern, Tod; zum zweiten der Betriebsstoffwechsel des ausgewachsenen tierischen oder pflanzlichen Organismus, der Atmungsprozeß, der Pulsschlag usw.

Wer die Vorgänge in der Atmosphäre weiteren Kreisen verständlich machen will, kann es nicht umgehen, von der Entstehung eines Tiefdruckgebiets, von seiner Stabilität, von seinem Altern und Vergehen zu sprechen. Aus kleinsten Anfängen, die

⁷ Hummel, J. N., Die Naturwissensch. **30**, 703 (1942).

an der Grenze zweier oder dreier verschiedener Luftmassen sich einstellen, entwickelt sich je nach der dabei investierten Energie der Vorgang, den wir eine Depression nennen. In ihrer vollen Entfaltung, die dem Mannesalter im Bios entspricht, kann sie stationär werden, wenn ein Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe erreicht und erhalten wird. Bei wandernden Tiefdruckgebieten ist das schwerer möglich als bei stationären. Bei der Wanderung über die Erde ist der Fuß des Tiefs und damit ein wesentlicher Teil seiner Lebensbedingungen fortwährenden Änderungen unterworfen, während die Bedingungen, die zum Erhalt eines Tiefs benötigt sind, bei Island für längere Zeit die gleichen bleiben können. Unter ihnen findet sich der Golfstrom, der als Schicksalsmacht für Westeuropa gelten kann, und der an der ostgrönländischen Küste entlang streichende kalte Meeresstrom. Bleiben beide in Richtung, Stärke und Temperatur annähernd auf gleicher Höhe, dann „lebt“ das Tief wie ein Organismus.

Das gleiche gilt von den stationären Hochdruckgebieten, die bis in den Bereich der Stratosphäre reichen; bei ihnen erfolgt der „Stoffwechsel“ in umgekehrter Richtung: Es muß durch Nachschub von oben das ersetzt werden, was unten ausfließt.

Wie Völker friedlich nebeneinander leben können, wenn sie es verstehen, ihre Ansprüche gegeneinander abzugleichen, so auch Tief- und Hochdruckgebiete. Tritt eine Stockung ein, dann ist der Organismus krank, der erst nach einer Umbildung wieder einem erneuten Gleichgewichtszustand entgegengeführt werden kann.

Solche Betrachtungen sind nicht nur dazu berechtigt, die einzelnen Stadien einer Wetterentwicklung treffend zu charakterisieren, sondern auch den an die Öffentlichkeit gegebenen Wetterbericht zu verlebendigen.

Spurenelement – Wirkstoffe.

Im gesamten Naturreich kennt man den Einfluß des Unendlichkleinen. Im Bereiche des Pflanzenlebens sind es die Spurenelemente, von deren Vorhandensein das Gedeihen abhängt, deren Fehlen Mangelkrankheiten zur Folge hat.

Im tierischen Leben ist auf die Vitamine, Hormone usw. zu verweisen, die über Wohl und Wehe eines Lebewesens entscheiden können. Die Forschungen hierüber haben eine Korrektur und Erweiterung der Theorie gebracht, die allein nach dem Kalorienwert unserer Nahrung ihre Auswahl treffen wollte.

Aus dem Bereiche der unbelebten Welt brauchen wir nur an die Bedeutung kleinster Beimengungen für das physikalische Verhalten zu erinnern; am bekanntesten sind die Veränderungen der Eigenschaften von Eisen, dem man Spuren von Kohlenstoff, Wolfram usw. beimengt. Im Zeitalter der Ersatzstoffe hat die Kenntnis dieser Vorgänge und Umstimmungen eine große Bedeutung erlangt, insbesondere im Kriege, der uns manche Bezugsquellen verschlossen hat.

Auch auf meteorologischem Gebiete ist es nicht mit der Kenntnis der mechanischen und thermodynamischen Gesetze abgetan, von denen das atmosphärische Leben abhängt. Wir wissen z. B., daß einer der wichtigsten Vorgänge, die Wolken- und Niederschlagsbildung, von der Anwesenheit von Kondensations- und Sublimationskernen abhängig ist. Wir erleben es gar oft, daß sich zwei Wetterlagen in allen unserer Diagnose zugänglichen Elementen gleichen und doch von verschiedenem Wetter gefolgt sind.

Auf meteorologischem wie auf biologischem Gebiete ist zu beachten, daß die Vorgänge des Wetters und des Lebens von geringfügigen, mehr zufälligen Beigaben „gesteuert“ werden. Das gibt den Vorgängen etwas Willkürliches, Zufälliges; es scheint den Tieren und Menschen vorbehalten zu sein, willensmäßig einem Vorgang durch die Einlage oder Freisetzung von Hemmungen usw. eine bestimmte Richtung geben zu können.

Disposition – Infektion.

Eine der großen Entdeckungen auf biologischem Gebiete war der Nachweis, daß nicht jede Übertragung von Bakterien eine Erkrankung nach sich zu ziehen braucht. Zu der Infektion gehört noch eine Bereitschaft des Organismus, ihre Ausbreitung zu ermöglichen.

Etwas Ähnliches können wir von der Atmosphäre berichten. Wir brauchen nur an die Bildung von Fliegerfahnen in großen

Höhen zu erinnern, die immer ein interessantes Experiment bedeuten. Es werden durch die Auspuffgase der Motoren Kondensations- oder Sublimationskerne geliefert, die zu den bekannten, zu Beginn fadenförmigen, im späteren Verlauf sich verbreitenden Formen von Wolken führen. Die Atmosphäre ist „infiziert“ worden.

Daß aber die Infektion nicht genügt, erfahren wir bei den täglichen Aufstiegen unserer Wetterflugzeuge, die zur nämlichen Tageszeit mit dem nämlichen Flugzeug und unter sonst sich gleichbleibenden Versuchsbedingungen erfolgen, aber durchaus nicht immer zu einer Fliegerfahne führen. Die Atmosphäre muß auch dazu disponiert sein, d. h. so viel Feuchtigkeit enthalten, daß die Zugabe an Infektionskeimen ausreicht, die Wolke zu bilden und zu erhalten. Es wurde wiederholt beobachtet, daß das Flugzeug auf kleinem Raume das vorwegnahm, was sich einige Stunden später im Fortschreiten der hierzu benötigten Wetterlage von selbst einstellte. Das ist zumeist bei der Annäherung eines Tiefdruckgebietes der Fall, das in größeren Höhen wärmere und feuchtere Luft heranzführt, worauf die erste Verschlechterung der Wetterlage beruht.

Bisher war es nur auf so kleinen Räumen wie den von den Fliegern überstrichenen Bahnen möglich, in eine bereits eingeleitete Veränderung einzugreifen. Es ist aber nicht zu bezweifeln, daß die Technik auch auf diesem Gebiete noch manchen Fortschritt ermöglichen wird. Künstliche Nebelbildung, aber auch das Gegenteil, die Auflösung von Nebel sind im Prinzip gelungen; jetzt heißt es zum Großversuch überzugehen. Ob das Gelingen desselben von ähnlich segensreicher Wirkung sein wird wie die Verbesserung der Lebensvorgänge durch Beigabe von Vitaminen und Hormonen, kann der heutige Mensch ebenso wenig beurteilen wie die Auswirkung der Erschließung atomarer Energien, die man im Hinblick auf die Kämpfe um Kohle, Öl und sonstige Rohstoffe vorerst nicht gerne aus dem Forschungslaboratorium gelangen lassen möchte.

Eines ist aber heute schon sicher: Mit Erfolg wird der Mensch nur in den Fällen das Wetter beeinflussen können, in denen die Atmosphäre die „Bereitschaft“ mitbringt und es also nur der „Ansteckung“ bedarf, einen Vorgang auszulösen, für dessen

Energiebedarf nicht der Mensch mit seinen schwachen Kräften, sondern die Sonne vorgesorgt haben muß.

Auf meteorologischem Gebiete kennt man auch den Versuch einer „Abwehr einer Infektion“, der unmittelbar an ähnliche Vorgänge bei Organismen erinnert. R. Mügge⁸ weist z. B. in diesem Zusammenhang darauf hin, daß obere Fallgebiete des Luftdrucks recht häufig zunächst kältere Luftmassen in den unteren Schichten auf den Plan rufen, mit dem Ziele, die Infektion zu überwinden oder abzuschwächen. Auch die Kompensation eines Höhentiefs durch eine kalte Troposphäre ist eines der Hilfsmittel der Atmosphäre, sich der Infektion zu wehren. Zu erinnern ist auch an die unterschiedliche Stabilität von polaren und subtropischen Luftmassen; die ersteren erwärmen sich beim Vordringen in südlichere Breiten von unten her und werden dadurch instabil, „anfälliger“, wie man sagen könnte. Die nicht mehr kompensierbaren Störungen der tropischen Atmosphäre können schließlich durch eine Art Selbstverstärkung zu Taifunen und Tornados heranwachsen, wie Krankheiten schließlich in Epidemien ausmünden können.

Immunität.

Auch auf dem Gebiete der Wettergestaltung gibt es eine Art Immunität, wenn sie auch auf andere Weise zustande kommt wie die biologische. Wenn wir diesen Ausdruck in unsere Wetterbesprechungen übernehmen, denken wir vor allem an die Hochdrucklagen, die eine größere Zahl von schönen Tagen ermöglichen. Wenn es dann zu zyklonaler Umstellung kommt, kann man gar oft feststellen, daß es zunächst sehr schwer zum Regnen kommt. Die Atmosphäre scheint eine Art Immunität erlangt zu haben, die auch im Volksmund geläufig ist, wenn es heißt: „Die Atmosphäre hat das Regnen verlernt.“ Die Gründe für diese Widerstandskraft sind in der Austrocknung des Bodens und der unter seinem Einflusse stehenden unteren Atmosphäre zu suchen, so daß der zur Einleitung einer Regenzeit nötige erste Anstoß unterbleibt. Wenn es bei uns zum Regnen kommt, stammt zwar das meiste Wasser von einem der umrandenden Meere, aber für

⁸ Mügge, R., Betrachtungen zur Zyklogenese, Met. Ztschr. **55**, 1 (1938).

den Initialvorgang ist der Zustand der alleruntersten Luftschichten maßgebend, die noch dem vorangegangenen Hochdruckgebiete angehören.

Alle stärkeren Niederschläge kommen dadurch zustande, daß in eine mit Wasserdampf übersättigte Atmosphäre, in der es bereits zur Ausscheidung von Tröpfchen gekommen ist, Eiskristalle hineingeraten, daß sie mit Eiskeimen infiziert wird. Um diese Infektion zu erreichen, ist es nötig, daß die unteren Haufengewolken, die noch der vorangegangenen Luftmasse entstammen, tunlichst bis zum Niveau der aus Eiskristallen bestehenden Zirren hinaufgreifen, womit in der Höhe die Fühlung mit der neu zuströmenden Ozeanluft aufgenommen wird.⁹ Ist der Arm, mit dem diese Fühlungnahme vor sich geht, zu kurz, wie es nach längerer Trockenzeit der Fall sein kann, dann kommt es nicht zum Regnen, trotzdem sonst alle Bedingungen erfüllt zu sein scheinen. Das System hat eine zeitlich begrenzte Immunität erlangt.

Das Gegenstück zu dieser Verzögerung erlebt man, wenn es geregnet hat; dann genügt oft ein schwacher Ableger eines Tiefs, der normalerweise kaum zu Niederschlag führen würde, um erneuten Niederschlag auszulösen.

Für die Prognose sind derartige Fälle nicht leicht rechtzeitig zu erfassen. Hierin unterscheidet sich die Aufgabe des Meteorologen sehr zu seinen Ungunsten von der des Arztes, von dem niemand erwartet, daß er ihn von einer bevorstehenden Erkrankung unterrichte. Die Tätigkeit des Arztes erstreckt sich zwar auch auf das Stadium vor der Erkrankung, wenn er darauf aufmerksam macht, daß dieses oder jenes Verhalten eines Menschen eine Erkrankung zur Folge haben könne. Aber die Inanspruchnahme des Arztes setzt doch erst nach der Erkrankung ein. Dem Meteorologen dagegen nimmt man gerade die Fälle sehr übel, in denen es nicht gelungen ist, den Umschlag – also gewissermaßen die Erkrankung der Atmosphäre – rechtzeitig zu erkennen.

Dagegen ist die prognostische Tätigkeit des Meteorologen, wenn der Umschlag erfolgt ist, im nächsten Zeitabschnitt durch

⁹ Ritschl, R., Meteorol. Z. 59 1942, 412.

die Erhaltungstendenz der Witterung erleichtert. Es bedarf eines nicht in jedem Falle berechenbaren Minimums an Energieaufwand, um ruhende Luftmassen in Bewegung zu setzen, wie man bei länger anhaltendem Hochdruckwetter beobachten kann; aber auch die Beruhigung der Atmosphäre, wenn sie in Bewegung geraten ist, beansprucht Zeit, was sich in der Andauer von schlechtem Wetter zu erkennen gibt. Da heißt es dann, seinen Patienten aufmerksam zu beobachten, um an Hand kleinster Symptome die Gesundung, die Beendigung einer zyklonalen Wetterlage rechtzeitig zu erkennen. Dieser Abschnitt der Tätigkeit des Meteorologen wird durch die schon erwähnten Ansprüche in zeitlicher Hinsicht wesentlich erschwert, während man mit dem Arzte schon sehr zufrieden ist, wenn die Besserung morgen oder übermorgen oder auch am dritten Tage eintritt.

Es wäre klug gewesen, wenn auch die Meteorologen sich von Anfang an darauf beschränkt hätten, die Entwicklungstendenz des Wetters anzugeben und auf die zeitliche Präzisierung zu verzichten, sie jedenfalls nicht zur Regel zu machen.

Metastasen – Ableger.

Man kennt die Verschleppung der Krankheiten hervorrufenden Stoffe vom Infektionsherde an andere Körperstellen, an denen eine gewisse Bereitschaft, ein *locus minoris resistentiae*, besteht.

Die Parallele hierzu auf meteorologischem Gebiete sind die Ableger von Hoch- oder Tiefdruckgebieten, die von der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre an andere Stellen vertragen werden. Vorbedingung ist wie im medizinischen Analogon eine Abspaltung des Initialimpulses, z. B. eines Tiefs, wie man sie bei den sog. Okklusionen antrifft, und die örtliche Bereitschaft zur Verstärkung und Verselbständigung des zunächst noch schwachen Gebildes.

Wie es bestimmte Stellen des Körpers gibt, an denen sich verschleppte Krebszellen festsetzen können, gibt es im Relief der Erde bestimmte Stellen, an denen Neubildungen besonders leicht „angehen“. Man kennt z. B. die Skagerrakdepression, die sich auf der Rückseite eines der norwegischen Küste entlang ziehenden Tiefs einzustellen pflegt; man wird an die Adria-

depressionen erinnert, die häufig als „Resonanztiefs“ zu einer von der Nordsee nach der Ostsee vordringenden Depression sich einstellen. Ähnliche Neubildungen kennt man im Mittelmeere, wenn ein von der Sahara kommendes Tief nach Norden vordringt und dabei auf eine von Westen kommende kältere Luftmasse trifft.

Die Bereitschaft zu solchen Ablegern ist geographisch bedingt; zumeist handelt es sich um Höhenzüge, die eine Umleitung der originalen Komponenten eines Tiefs erzwingen, und um Meeresarme, die dank der geringeren Reibung der darüber bewegten Luftmassen ein Vorankommen in bestimmten Richtungen erleichtern.

Für die Prognose im allgemeinen sind diese Erkenntnisse sehr wichtig, weil sie im Falle eines Primäraffektes zu besonderer Überwachung der für die Metastasen (Ableger) bekannten Stellen des Körpers (der Atmosphäre) Anlaß geben. Von den „Umweltsbedingungen“ hängt es in erster Linie ab, ob es sich nur um nicht lebensfähige Absplitterungen handelt oder um eine Neubildung, die alle Eigenschaften eines Hoch- oder Tiefdruckgebietes erlangen kann.

Rezidiven – Epidemien.

Wenn die Erkrankung sich an demselben Organ wiederholt, pflegt sie stärkere Formen anzunehmen. Auch auf dem meteorologischen Gebiete kennen wir die Rückfälle, Neubildungen am alten „Herde“. Sie treten ein, wenn Reste von Labilitätsenergien zurückgeblieben sind, die zu einer Aktivierung der Luftmassen führen können. Von besonderer Bedeutung werden in solchen Fällen die sich selbstverstärkenden Vorgänge, bei denen die Restenergie die Zündkapsel für die nachfolgenden Vorgänge bedeutet. Ist erst einmal ein Kondensationsvorgang eingeleitet, dann liefern die neu hinzuströmenden Luftmassen, wenn sie genügend Wasserdampf enthalten, die weiteren Energiebeträge für unter Umständen gewaltige Vorgänge.

Auf den Zuschauer machen erfahrungsgemäß solche Vorgänge besonderen Eindruck; man fängt an, sich zu wundern, sich zu ängstigen usw. und fragt nach der Ursache dieser biologischen oder meteorologischen Großleistung. In Wirklichkeit

sollte der normale Ablauf eines biologischen oder meteorologischen Vorgangs die Aufmerksamkeit erregen, den das zufällige Zusammentreffen mehrerer Faktoren zu ungewohnten Ausmaßen steigern kann. Bei solchen Rekordleistungen der Natur ist es meistens auch abwegig, nach der Ursache zu fragen mit dem Unterbewußtsein, daß außergewöhnliche Ereignisse auch außergewöhnliche Kräfte zur Voraussetzung hätten. Das ist fast nie der Fall; erst während des Ablaufs einer Krankheit, eines Witterungsvorgangs werden durch zufällige, für die Selbstverstärkung günstige Momente Energiebeträge greifbar, die sonst latent bleiben würden.

Wenn man am Meere dem Spiel der Brandung zusieht, erregt es immer unsere Aufmerksamkeit, daß „die x-te Welle“ besonders hoch hinaufschlagen kann. Von der Energieseite her ist an dem Vorgang gar nichts Verwunderliches. Die am Vorgang beteiligten Grundschrwingungen, von denen jede nur eine kleine Amplitude zu besitzen braucht, müssen nach Umlauf einer bestimmten Zeit phasengleich am Beobachtungsorte eintreffen und daher ein besonders hohes Maximum oder ein besonders tiefes Minimum ergeben, das unsere Aufmerksamkeit nicht mehr verdient als die daran beteiligten Partialschrwingungen. Das biologische und meteorologische Geschehen sind reich an Vorgängen, die durch Selbstverstärkung eindrucksvolle Dimensionen erlangen können. Wenn ein Organ A von dem Funktionieren eines Organs B abhängig und mit ihm rückgekoppelt ist, bedeutet eine Schwächung von A einen Rückgang der Leistung des Organs B, die ihrerseits die Tätigkeit des Organs A herabsetzt, so daß in kurzer Zeit eine schwere Schädigung des ganzen Organismus eintreten kann.

Ein meteorologisches Analogon ist z. B. in der Wechselwirkung des Islandtiefs und des Golfstroms gegeben. Eine kleine Vertiefung des Islandtiefs bedeutet eine Steigerung der südlichen Winde auf seiner Vorderseite; diese beschleunigen den Golfstrom und weiten ihn nach Norden hin aus. Damit werden aber wärmere Luftmassen nach Norden weiter vorstoßen als gewöhnlich; weil diese leichter sind als die kälteren, die vorher die Zirkulation bestritten haben, nimmt der Luftdruck wieder etwas ab und steigert die Zirkulation.

Rhythmen - Resonanz.

Eine besondere Form der Selbstverstärkung tritt dann ein, wenn ein „Hinaufschaukeln“ erfolgt. Ein bekanntes Beispiel ist die Tatsache, daß ein kleines Kind eine große Glocke zum Tönen bringen kann, wenn es versteht, seine Impulse nach Maßgabe des Eigenrhythmus der Glocke zu erteilen. Dadurch können die anfänglich schwachen Schwingungen zu ansehnlichen Amplituden gesteigert werden. Die Technik nützt solche Verstärkungen weitgehend aus, wie heute jeder Rundfunkhörer weiß, der die schwachen Radiowellen so verstärken kann, daß man ihm gelegentlich zurufen muß, doch Rücksicht auf seine Nachbarn zu nehmen.

Auf biologischem Gebiete unterscheidet man zwischen endogenen und erzwungenen Rhythmen. Das bekannteste Beispiel der ersteren ist der Herzschlag und die Atemführung; im Bereiche der zweiten finden wir u. a. den Tages- und Jahresrhythmus von Pflanzen und Tieren.

Man spricht von Takt bei der Wiederkehr von Gleichem in gleichen Zeitabständen, von Rhythmus bei der Wiederkehr von Ähnlichem in ähnlichen Zeitabschnitten. Wir sind es gewohnt, „Takt nur bei vielem, was der menschliche Geist geschaffen hat, zu finden. Takt zeigen die Maschinen und Motoren. . . . Der Rhythmus ist die Uerscheinung des Lebens“.¹⁰

In unserer der Abwechslung unterworfenen Atmosphäre kennen wir einen echten Takt in der Halbtagschwingung des Luftdrucks, die ihren Impuls von der Sonne bekommt. Man könnte von einer Ebbe und Flut der Atmosphäre sprechen, die aber nicht ein Ergebnis der Anziehungskraft des Mondes, sondern eines viel schwächeren Impulses der Sonne ist. Wenn sich dieser trotzdem geltend macht, hat das darin seine Begründung, daß unsere Atmosphäre eine ganz nahe bei 12 Stunden gelegene Eigenschwingung besitzt, die eine Verstärkung durch Resonanz ermöglicht. Der in der Zeitskala nächste Impuls, die Tagesperiode, begegnet keinem solchen Eigenrhythmus, so daß sich von Tag zu Tag Änderungen der Amplituden und Phasen ergeben, wie es A. Jores¹⁰ von den biologischen Rhythmen be-

¹⁰ Jores, A., Forsch. u. Fortschr. 16, 342 (1940).

richtet: „Alle rhythmischen Erscheinungen sind in bezug auf das Ausmaß der Schwingungen wie auf die zeitlichen Differenzen wandlungsfähig. Gerade hier liegt der Unterschied zum Takt der vom Menschen erschaffenen Maschine. . . . Infolge der Anpassungsfähigkeit alles Lebendigen an veränderte Umweltsbedingungen ist es möglich, Rhythmen zu unterdrücken und zu verwischen. Vielfach können wir Phasenverschiebungen, Interferenzen und Superpositionen feststellen.“ Hier glaubt sich wohl jeder Meteorologe angesprochen, der sich mit Schwingungen und Schwankungen im Wettergeschehen befaßt hat, und fühlt die Verwandtschaft seiner Probleme mit solchen aus dem Bereiche der Biologie. Daraus ergibt sich auch eine gemeinsame Not: Daß spekulativ veranlagte Menschen geneigt sind, die Perioden der Atmosphäre oder des Bios auf außerterrestrische Ursachen, insbesondere auf Planetenstellungen zurückzuführen. Es gibt auf der einen Seite so viele meteorologischen oder biologischen Rhythmen, auf der anderen so viele Kombinationen von Konstellationen, daß man fast alle Wetter- oder biologischen Rhythmen damit „erklären“ könnte, die in Wirklichkeit ihre Eigengesetzlichkeit haben. Da durch ganz natürliche, d. h. auf der Erde gelegene Ursachen ein zeitweiliges Aussetzen oder eine Übersteigerung eines Rhythmus eintreten kann, ist der Gegenbeweis gegen vermutete kosmische Zusammenhänge vielfach unmöglich. Solche Fehlvorstellungen werden daher weniger durch Aufklärungen zu beseitigen sein als durch die Entbehrlichkeit derselben, wenn es gelingen würde, schon in der Schule darüber Kenntnisse zu verbreiten, wie vielgestaltig das Leben auch in der Atmosphäre sein kann.

Wir sind verpflichtet, ehe wir Ausschau nach äußeren Ursachen halten, uns erst zu vergewissern, ob es sich nicht um Vorgänge in einer schwingungsfähigen Atmosphäre handelt. Als Analogon aus dem physikalischen Bereiche seien die sog. Kipp-schwingungen angeführt, die man z. B. an Wasserfällen oder Geysern wahrnehmen kann.

Die Abneigung der Meteorologen, Konstellationen für die Witterungsgestaltung verantwortlich zu machen, erklärt sich aus der Erfahrung, wie schwer es hält, selbst die bedeutendste kosmische Welle, die Schwankung der Sonnentätigkeit, die ihren

sichtbaren Ausdruck in den Sonnenflecken und Protuberanzen findet, im meteorologischen Geschehen nachzuweisen.

Für die Menschen, denen die Selbstverantwortlichkeit ihrer Lebensführung ein Bedürfnis ist, muß auch das Verlangen verständlich sein, die Eigengesetzlichkeit der Atmosphäre und die Mitarbeit der Erde an den Witterungsvorgängen zu verteidigen, ehe man sich in Spekulationen über den Einfluß von Planetenstellungen ergeht.

Umwelt-Anpassung.

Neben den inneren Bedingungen, die zur Ausbreitung einer Krankheit gegeben sein müssen (Disposition), kommen noch Umweltseinflüsse, die auf die Entwicklung hemmend oder fördernd einwirken können. Auch auf dem Gebiete des Wettergeschehens hat man zu beachten, daß zur Entstehung und Unterhaltung, noch mehr zur Steigerung eines Vorgangs, die Einflüsse der umgebenden Atmosphäre maßgebend sind. Da unsere Atmosphäre ein Kontinuum ist, muß sich schließlich jede an anderer Stelle erfolgende Veränderung der physikalischen Bedingungen auswirken, selbst wieder beeinflusst von den Vorgängen in dem augenblicklich betrachteten Raume. Wenn in einen Strömungsvorgang, z. B. südliche Luftmassen einbezogen werden, kann es für das weitere Geschehen von ausschlaggebender Bedeutung sein, ob diese „Tropikluft“ einen hohen oder niedrigen Wasserdampfgehalt hat. Wasserdampf ist gleichbedeutend mit gespeicherter Sonnenenergie, die nach Zufuhr der Auslöseenergie freigemacht werden kann.

Umwelteinflüsse sind es in erster Linie neben den im System gelegenen kleinen Unterschieden bei anscheinend gleichen Ausgangslagen, die zu immer neuen Wetterbildern führen können. Man kann ohne Übertreibung sagen: Wie es trotz vieler Ähnlichkeiten keine zwei gleichen Menschen gibt, sind auch bei zwei sich beliebig gleichenden Wetterlagen verschiedene Entwicklungen möglich, da die dazugehörige Umwelt ihren Einfluß geltend machen kann.

Aus dieser Erkenntnis heraus kann man sagen, daß der Satz: Auf gleiche Ursachen folgen gleiche Wirkungen auf dem meteorologischen Gebiete ebenso mit Vorsicht anzuwenden ist wie in der Biologie.

Die Bedeutung von Umwelt und Anpassung erleben wir beim Vordringen einer neuen Luftmasse in ein Gebiet mit anderen Grenzbedingungen. Wenn z. B. arktische Luftmassen sich lawinenartig nach südlicheren Breiten in Bewegung setzen, kommen sie unter andere Strahlungsverhältnisse, reisen über andere Böden usw., was mit einer Labilisierung beantwortet wird. Das wohlbekannte „Aprilwetter“ ist eine der Folgen, ein typischer Ausdruck der Nichtübereinstimmung mit der neuen Umwelt. Erlaubt ihnen die Großwetterlage ein längeres Verweilen, dann passen sich die Luftmassen an, verlieren damit aber auch an Aktivität, sie „altern“, wie man im Wetterdienst zu sagen pflegt. Man kann daher von einer Lebensgeschichte einer Luftmasse sprechen.

Eine Anpassung ist auch in den Fällen gegeben, in denen ein Hoch- oder Tiefdruckgebiet sich je nach den geographischen Bedingungen verschieden benimmt. Es braucht nur an die Föhnlage im Alpenvorlande erinnert zu werden, die sich beim Herannahen eines Tiefs vom Kanale her einstellt. Während es in Norddeutschland zu einer Verschlechterung der Witterung zu kommen pflegt, erfolgt bei uns Aufklaren. Es wird sogar um so schöner, je rascher der Luftdruck abnimmt. Zum Ausgleich erhalten wir auf der Rückseite des Tiefs um so schlechteres Wetter, je steiler der Druckanstieg ist, während in Norddeutschland bereits Besserung der Witterung zu beobachten ist.

Man kann in solchen Fällen von einer spezifischen Reaktion sprechen, die an biologisches Verhalten erinnert. Es hat seinen besonderen Reiz, daß die Hoch- und Tiefdruckgebiete nicht überall gleich auftreten. Man kann daher auch nicht von einer Zentrale aus eine für ein großes Gebiet geltende Wettervorhersage ausgeben, sondern wird sich gerne einer Unterteilung der Prognosenbezirke bedienen, die den geographischen Gegebenheiten Rechnung tragen kann. Daß man dafür sorgen muß, diesen Unterbezirken auch Meteorologen beizugeben, die mit der spezifischen Reaktion der Atmosphäre in diesen Gebieten vertraut sind, versteht sich ebenso, wie man im Falle besonderer Erkrankungen einen Spezialisten beizuziehen gewohnt ist. Es ist kein Zweifel, daß man auch in der Meteorologie gut daran tut,

zwischen den Begriffen anlagebedingt und umweltbedingt wohl zu unterscheiden.

Ursache und Wirkung vertauschbar.

Auf medizinischem Gebiete ergeben sich manche Schwierigkeiten durch die Wechselwirkung verschiedener Organe. Es kann sich eine Magenerkrankung bemerklich machen, weil eine Behinderung von der nervösen Seite her vorliegt; es kann sich aber auch um eine nervöse Schädigung handeln, weil der Verdauungsapparat nicht in Ordnung ist.

Auch im Wettergeschehen kennt man eine Menge von Vorgängen, bei denen ein Entscheid, was Ursache, was Wirkung ist, nicht ohne weiteres zu treffen ist. Die Geschichte der Meteorologie berichtet von Wandlungen der Anschauungen und der Gründung entsprechender Schulen. Wir erinnern an die Zeit, da man das Druckfeld als die Grundlage der Diagnose ansah, aus dem das Strömungsfeld mit fast mathematischer Sicherheit entnommen werden könne; sie wurde abgelöst durch die Betonung der Strömungsvorgänge, mit denen Druckänderungen verbunden sind. Wir erinnern an die Theorien der atmosphärischen Elektrizität, die von der negativen Ladung der Erde als gegebener Tatsache ausgehen und das Gewitter als seine Folge hinstellen, während man umgekehrt den Versuch machen kann, die negative Ladung der Erdoberfläche als Ergebnis einseitiger Blitzbildungen zu verstehen.

Die duale Betrachtung solcher durch das Gesetz der Wechselwirkung verbundenen Zustände oder Vorgänge hat sich als heuristisches Prinzip gut bewährt. Die Nichtbeachtung dieser Tatsachen ist einer der Gründe, die zum Gedeihen einer nichtschulgemäßen Medizin geführt haben. Die Auswüchse der Psychoanalyse waren nur zu beseitigen durch die Aufnahme der Psychotherapie in den normalen Behandlungsschatz des Arztes, zumal es sich nur um Wiederaufnahme verschütteter früherer Methoden handelte.

Wenn es auch in der Meteorologie zu einer schulgemäßen und nichtschulgemäßen Entwicklung gekommen ist, liegt das nicht an dem Übersehen der dualen Vorgänge, sondern an den Fundamenten der beiden. Die schulgemäße Meteorologie hat ihre feste

Verankerung in den physikalischen Gesetzen, von denen auch unsere Atmosphäre beherrscht wird. Mit Recht hat man die Definition der Meteorologie dahin abgegeben, daß sie angewandte Physik sei.

Die nichtschulgemäße Meteorologie, die den Meteorologen zeitweise ebenso Ärger bereiten kann wie die nichtschulgemäße Medizin unseren ärztlichen Kollegen, erscheint bei Nähe besehen als ein Erbstück der mittelalterlichen Naturwissenschaft, die mehr mit Anschauung und Spekulation als mit dem Experiment betrieben wurde, in der der Glaube stärker war als das Wissen. Hinzu kommt der Hang des Menschen nach Mystik, der auch in unserem naturwissenschaftlichen Zeitalter sein Recht geltend macht. Es macht vielen eine Freude, etwas Geheimnisvolles an die Stelle der nüchternen physikalischen Überlegungen zu setzen und aus dem „Urwissen“, das man „bei den Müttern“ einholen kann, zu schöpfen.

Es ist nicht nötig, hier näher darauf einzugehen; es sollte nur gezeigt werden, daß Biologie und Meteorologie auch auf diesem Grenzgebiet zur Psychologie hin viele Berührungspunkte haben.

Genotyp – Phänotyp.

Die Erbforschung hat ergeben, daß die Glieder einer Familie anatomisch und physiologisch Vieles gemeinsam haben, auch wenn sie verschieden erscheinen. Das Gemeinsame, den kollektiven Anteil kann man im Genotyp herauspräparieren, gewissermaßen als Skelett, über das bei jedem Individuum ein anderes Gewand geworfen wird.

Der jährliche Witterungsablauf ist so abwechslungsreich, daß wir den Eindruck haben, ihn in jedem Jahre anders zu erleben. Und doch ist er nach einem bestimmten Plane angelegt und setzt sich aus bestimmten Vorgängen zusammen, die zu bestimmten kollektiven Zeiten eintreten. Wenn uns das nicht unmittelbar zum Bewußtsein kommt, liegt das daran, daß jedes der Teilstücke des Jahresablaufs dank den mehr zufälligen Begleitumständen abgewandelt werden kann, so daß wir es oft nicht wiedererkennen.

Biologie und Meteorologie haben darum gemeinsam, daß sie trotz der Kenntnis der „Anlage“ nicht im vorhinein anzugeben

vermögen, wie das Individuum reagieren wird. Man wird an ein schlecht erzogenes Orchester erinnert. Der Kapellmeister hat zwar die Partitur vor sich, aber ob jedes der darin verzeichneten Instrumente seinen Einsatz zur rechten Zeit und mit der vorgeschriebenen Modulierung bringen wird, vermag er nicht anzugeben. Wer nicht in die Partitur eingeweiht ist, wird nicht leicht auf den Gehalt des Musikstückes hingeführt werden; er wird erst bei öfterem Anhören seinen Sinn erfassen.

Da im Falle der meteorologischen Aufführung eine Wiederholung erst nach einem Jahre erfolgen kann, werden nur Menschen mit einem ausgezeichneten Gedächtnis für Wettervorgänge zu folgen vermögen. Im allgemeinen wird man den Plan, nach dem sich der jährliche Witterungsablauf vollzieht, nur statistisch ermitteln können, wie auch die Biologie nicht auf die Anlage einer Statistik verzichten kann, wenn es gilt, die Erbmasse herauszuschälen.

Die meteorologische Erbmasse wird abgewandelt durch die Veränderungen an der Erdoberfläche, die sich überaus aktiv an der Wettergestaltung beteiligt. Es ist z. B. für die weitere Witterungsgestaltung von einschneidender Bedeutung, ob es im Laufe des Novembers zu einer geschlossenen Schneedecke über Mitteleuropa kommt oder ob der Boden offen bleibt. Wie verschieden das Großwetter laufen kann, haben wir an den strengen Kriegswintern gesehen, für die von phantasievollen Menschen allerlei Zusammenhänge mit den Sonnenflecken vermutet wurden, bis sie der extrem milde Winter 1942/43 belehren konnte, daß trotz weiter fortschreitender Abnahme der Zahl derselben, die ihrem Minimum zustrebt, neben sehr strengen auch unmittelbar sehr milde Winter vorkommen können.

Die biologischen Erbanlagen können in manchen Geschlechterfolgen unterdrückt erscheinen, um sich dann mit elementarer Gewalt wieder geltend zu machen. Auch von den meteorologischen Singularitäten kann man sagen, daß sie oft nur versteckt aufzufinden sind; man kann von rezessiven Singularitäten sprechen, wie man von unterdrückten Krankheitsanlagen redet. Am besten sind diese Tatsachen an den Maikälterückfällen untersucht worden, die „oft in einer längeren Folge von Jahrgängen vom 10. bis 12. Mai eine starke Temperaturdepression bringen,

wie z. B. 1878 bis 1887, während dann wieder Perioden folgen, wo die Eisheiligen nicht zu bemerken sind“. ¹¹ Es wäre durchaus verständlich, wenn gelegentlich neue Singularitäten auftreten würden, entsprechend neuen Kombinationen der irdischen Ursachen für kalendermäßige Bindungen des Wetters. Derartige Umstellungen wären in manchem mit den Mutationen der Biologie zu vergleichen, die man als „ein Hervorlocken von latenten, im Organismus von Anbeginn an vorhandenen Entwicklungsmöglichkeiten“ ansehen kann. ¹²

Wenn man gelegentlich auf Volkswetterregeln stößt, die keine Beziehung zu unserem Wetter haben, darf man annehmen, daß sie in früherer Zeit ihre Bedeutung hatten und als Volksgut weitergegeben wurden.

Wissenschaft und Anwendung.

Es hat eine ärztliche Kunst gegeben, ehe es ein ärztliches Wissen gab. Für die ärztliche Beratung ist es nicht nötig, das Wesen einer Krankheit in allen Einzelheiten zu kennen; wollte man eine Ausübung des Berufs erst erlauben, wenn die Krankheiten ganz erforscht sind, dann müßten wir wohl noch lange auf einen Arzt warten.

Ähnlich erght es dem Meteorologen; ihm stehen gar manche Wege zur Diagnose offen. Erinnerungsbilder helfen ihm, die jeweilige Wetterlage nach Maßgabe der Druckverteilung und sonstiger Anhaltspunkte, die sich in der Wetterkarte ergeben, aus dem Anblick des Himmels, aus der Witterungsvorgeschichte usw. zu erfassen, sie einem der bekannten Typen einzureihen und daraus auf einen bestimmten Ablauf zu schließen.

Diese Tätigkeit wird natürlich durch die Kenntnis des Wesens eines Tiefs oder Hochs erleichtert, ist aber nicht unbedingt daran gebunden. Darum können sich auch außerhalb der Wissenschaft stehende, aber am Wetter interessierte Menschen ebenso an der Wettersvorhersage beteiligen, wie es allezeit Leute gegeben hat, die ohne die medizinische Wissenschaft gepflegt zu haben, gesuchte Heilpraktiker werden konnten. Wer die Symptome einer

¹¹ Hann, J. v., Lehrbuch der Meteorologie, 3. Aufl. 1915, 104; 5. Aufl. 1939, 152.

¹² Fick, E., Forsch. u. Fortschr. **15**, 163 (1939).

Krankheit zu erfassen versteht und ein Gedächtnis für ihren normalen Verlauf besitzt, ist schon tief in das medizinische Wissen eingedrungen. Den gleichen Vorsprung vor ihren Mitmenschen besitzen die begnadeten Leute, die jede Veränderung am Himmel, jede Veränderung des Verhaltens der von ihnen betreuten Tiere usw. instinktiv zu erfassen und ihre wettermäßige Bedeutung dank einem spezifischen Gedächtnis auszulegen verstehen. Darum sind auch alle Volkswetterregeln, soweit sie auf Beobachtung gegründet sind, ernst zu nehmen. Der „zünftige“ Meteorologe kann ihrer nicht entraten, wie der Arzt nicht auf uralte Hilfsmittel der Diagnose verzichten kann. Sie stammen von Leuten, die man als „Wissenschaftler“ anerkennt, weil es ihnen gelungen ist, kausale Beziehungen zu erfüllen. Jeder Fachmann hört gerne auf einen Außenseiter, der in origineller, aber wissenschaftlicher Sprechweise zu den Problemen Stellung nimmt.

Was der Arzt und der Meteorologe in gleicher Weise ablehnen müssen, ist der immer wiederholte Versuch, den Vorgängen durch Spekulation usw. näher zu kommen. Das Kausalgesetz, das Energiegesetz und andere Säulen wissenschaftlicher Erkenntnis müssen, wenn auch unbewußt, hinter jedem Erklärungsversuch einer Naturerscheinung stehen.

Exakte Naturwissenschaften – biologische Disziplinen.

Es ist noch nicht lange her, daß es möglich schien, die Naturwissenschaften danach einzuteilen, wieweit sie in der Lage sind, mathematisch faßbare Gesetze der Vorgänge aufzustellen, wieweit es möglich ist, sie zu exakten Vorhersagen auf ihrem Gebiete zu verwenden. Es schien das Vorrecht der Physik und Chemie zu sein, zwischen sich und den biologischen Wissenschaften einen Trennungstrich zu ziehen, da man sich dort mit Regeln begnügen mußte, statt mit Gesetzen zu arbeiten.

Jede der beiden Disziplinen hat aber ein Gebiet hinzubekommen, das sie mit der Notwendigkeit vertraut machte, auch Fächer anzuerkennen, in denen es nur Wahrscheinlichkeiten gibt. Für die Chemie ist diese Blickweitung durch die Kolloidchemie eingetreten, die sich mit der „Welt der vernachlässigten Dimensionen“ befaßt (Wo. Ostwald). Für die Physik sind solche Gedan-

kengänge notwendig geworden, als man von der Makrophysik in die Mikrophysik vordrang. Man mußte erkennen, daß die Gesetze der Physik nur soweit exakt sind, als es sich um Aussagen des Verhaltens einer sehr großen Anzahl von gleichen Körpern handelt. Damit war eine Brücke zu den biologischen Disziplinen geschlagen, die ihrerseits mit Erfolg mathematische Methoden zur Bearbeitung ihrer Ergebnisse übernahmen. Auf der Mitte der Brücke angelangt, haben Biologie und Physik erkannt, daß die Methoden der Forschung darüber entscheiden, ob ein Fach zu den exakten Disziplinen gerechnet werden darf und nicht die Erfolge auf prognostischem Gebiete. Was die Meteorologie an exakter Arbeit geleistet hat, dringt nur wenig an die Öffentlichkeit. Aus dem in diesem Aufsätze an mehreren Stellen geführten Nachweis der Unmöglichkeit einer sicheren Vorhersage des Wetters folgt, daß sie viel mehr mit biologischen als etwa astronomischen Prognosen in Parallele zu setzen ist. Ich habe mich nie geschämt, das auszusprechen, ohne einen Minderwertigkeitskomplex den Physikern gegenüber zu empfinden.

Schlußbetrachtung.

Die Zusammenstellung hat ergeben, daß in den Gedanken und Ausdrücken in der Meteorologie so viele Beziehungen zu den biologischen Wissenschaften vorhanden sind, daß es keines Zwangs bedarf, unsere Atmosphäre mit einem Organismus zu vergleichen. Selbst für den, der nur formale Analogien zugestehen möchte, sind die Parallelen so reichhaltig, daß er sich damit einverstanden erklären wird, die Atmosphäre zu behandeln, als ob sie ein Organismus wäre. Wir folgen dabei den Betrachtungen von H. Vaihinger¹³, der in seiner Philosophie des Als ob gelehrt hat, wie wertvoll es sein kann, irgendein Wissensgebiet unter einem ganz anderen Winkel zu betrachten.

Wenn wir die Atmosphäre mit einem Organismus vergleichen, erinnern wir uns, daß alle natürlich empfindenden Völker die Witterungsvorgänge mit einer Gottheit in Verbindung brachten; sie hatten den Eindruck einer individuellen, persönlichen Äuße-

¹³ Vaihinger, H., Die Philosophie des Als ob; Volksausgabe 2. Aufl. 1924.

rung, wie sie uns z. B. von R. Wagner am Schlusse des Rheingolds vor das Auge und Ohr gebracht wird.

Es lag mir aber auch daran, die biologischen Wissenschaften darauf aufmerksam zu machen, wie sehr sie sich in ihren Gedankengängen an verwandte Überlegungen im Bereiche der Meteorologie halten können. Es ist jedenfalls wertvoll, bei allen biologischen Fragen zu trennen zwischen solchen, die noch naturwissenschaftlich zu erfassen sind, und denen, bei welchen das Bios als letzte Antwort hervortritt.

Jeder Arzt und Meteorologe kennt die Stimmungen, die sich angesichts der Unzulänglichkeit seines Wissens einstellen, weiß aber auch, daß er darum nicht an seinem Berufe verzweifeln darf. Eine offene Darlegung dessen, was zu leisten und was nicht zu verlangen ist, verbessert die Beziehungen zwischen Arzt bzw. Meteorologen und Publikum, fördert aber auch die Berufsfreude. Klare Erkenntnis der Grenzen unseres Wissens bewahrt uns vor Resignation, die ebenso gefahrvoll wäre wie Überheblichkeit. In einem Aufsätze „Friedrich des Großen Gedanken über Erziehung“¹⁴ findet sich ein Satz, der dem Arzte wie dem Meteorologen etwas bedeuten kann: „Wenn ich fröhlich und vergnügt sein soll, muß ich mit mir selbst zufrieden sein. Ich muß, wenn ich am Ende eines Tages meine Handlungen überdenke, etwas finden, was meiner Eigenliebe schmeichelt, und nicht, was sie erniedrigt.“

Eine Fehlvorhersage darf demnach nicht als Niederlage gebucht werden, weder vom Publikum noch vom Arzte bzw. Meteorologen; ihre Unvermeidbarkeit auf dem Gebiete der Biologie und Meteorologie hat u. a. P. Jordan¹⁵ betont:

„Zwar ist es sicherlich zum Teil berechtigt, die Biologie etwa mit der Meteorologie zu vergleichen: Wir sind ja überzeugt, daß die Unzuverlässigkeit der Wettervorhersage ausschließlich daher rührt, daß die Meteorologie der Kompliziertheit ihres Gegenstandes noch nicht genügend Herr geworden ist; es ist nur eine Frage der Zeit, der Arbeit und Geduld, daß diese Unzuverlässigkeit fortschreitend eingeschränkt wird. Im biologischen Gebiete

¹⁴ Kochenhausen, F. v., *Forschungen und Fortschritt* **19**, 4 (1943).

¹⁵ Jordan, P., *Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens*, Vieweg u. S., Braunschweig 1941, S. 154.

ist ebenfalls kein Zweifel möglich, daß die fortschreitende Entwicklung künftig sehr viel bessere Prognosen ermöglichen wird. Dennoch wäre es unvorsichtig, behaupten zu wollen, daß wir eindeutige Vorhersagen erreichen (oder ihnen unbegrenzt nahe kommen) werden. Es könnte sein, daß in der Biologie – wie in der Quantenphysik – statistische Vorhersagen das Äußerste wäre, was der Natur der Sache nach überhaupt erreichbar ist.“

Auch zu der Frage der persönlichen Freiheit und Verantwortlichkeit trotz der Erbmasse kann die Meteorologie einen Beitrag liefern. Es hat sich gezeigt, daß im jährlichen Witterungsablauf kalendermäßige Bindungen bestehen, die einen Plan verraten, nach dem sich die einzelnen Wettervorgänge abspielen. Dieser Plan enthält aber nur das Programm; die Ausführung läßt noch genügend Freiheitsgrade, in denen kleinste Ursachen zur Auswirkung kommen können, so daß der Ablauf eines einzelnen Jahres an einer Stelle nur eine Andeutung einer Singularität aufzuweisen braucht, die in einem der früheren Jahre sich zu einem bemerkenswerten Ereignis entwickelt hatte und in einem der folgenden Jahre wieder größere Bedeutung erlangen kann. Die Erkenntnis dieser meteorologischen „Erbmasse“ erlaubt daher keine sichere Vorhersage für den Einzelfall; sie gibt nur Hinweise, wie sich der Ablauf vollziehen kann, nicht aber muß. Mit der Ausschaltung des Muß ist aber die persönliche Freiheit trotz der dahinterstehenden Bindung ermöglicht und gesichert.

Die inneren Beziehungen zweier Wissensgebiete werden erfahrungsgemäß von der Sprachschöpfung am frühesten erfaßt, die eine gegenseitige Übernahme von Begriffen vornimmt, mehr aus dem Gefühl heraus, daß verwandte Probleme vorliegen. Ich würde mich freuen, wenn der Rechenschaftsbericht des Meteorologen über diese Fragen auch für die Biologie verwertbare Gedankengänge enthalten würde.