

# Vorträge

21. Oktober 1957; Prof. Dr. med. A. Böni, Zürich:

## Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der Rheumatologie

Die Bezeichnung «Rheumatismus» ist ein wissenschaftlich ungenauer Begriff. Es handelt sich vorwiegend um verschiedenartige Erkrankungen, die hauptsächlich den Bewegungsapparat betreffen. Die einzelnen, unter den Namen «Rheumatismus» fallenden Krankheiten sind kaum in einen einheitlichen Oberbegriff zusammenzufassen.

In der gegenwärtigen Phase der Forschung werden die einzelnen Krankheitsbilder bezüglich Gewebsveränderungen und biochemische Vorgänge analysiert. Es ist daher schon heute möglich, in Bezug auf die Pathogenese gewisse Schlüsse zu ziehen. Die Ätiologie der degenerativen Gelenks- und Wirbelsäuleerkrankungen ist ebenfalls äusserst uneinheitlich. Neben rein mechanischen Faktoren spielen Alterungsvorgänge, in seltenen Fällen Vererbungsfaktoren, aber auch biochemisch gewisse toxische Substanzen eine Rolle.

Beim sogenannten entzündlichen Rheu-

matismus sind sowohl Ätiologie wie auch Pathogenese noch wenig geklärt. Dies wird am Beispiel der primär-chronischen Polyarthritiden erläutert. Es handelt sich im wesentlichen um eine progredient verlaufende, chronische Gelenkentzündung, bei der aber, im Gegensatz zu anderen chronischen Entzündungen, folgende charakteristische Merkmale zu finden sind: Leukopenie, Lymphozytose und das gehäufte Vorkommen von Plasmazellen im Blut. Nach der Ansicht von v. ALBERTINI dürfte dieser Entzündungstyp im Zusammenhang stehen mit der Toxinresorption und dem Immunitätsgeschehen. In den letzten Jahren sind nun zahlreiche serologische Reaktionen bei der primär-chronischen Polyarthritiden gefunden worden, die zur Entdeckung des Rheuma- und L. E.-Faktors führten. Derselbe befindet sich in der Globulinfraktion des Rheumaserums, teils in dem  $\beta$ -Globulin, teils in dem  $\gamma$ -Globulin feststellbar. Der Rheumafaktor ist

wahrscheinlich ein echter Agglutinationskörper. Über die Antigene ist bisher nur sehr wenig bekannt. Möglicherweise entstehen solche Antigene durch Paraproteine, die als Gewebstoxine wirken. Das Auftreten der primär-chronischen Polyarthritis bei Mali-

gnomen, Lymphogranulomen, bei KAHLER-scher Krankheit, bei lymphatischen und myeloischen Leukämien geben uns einen Hinweis auf diesen möglichen Mechanismus. Zur weiteren Abklärung sind experimentelle Untersuchungen dringend notwendig. (Autoreferat)

4. November 1957: Prof. Dr. H. H a d w i g e r, Bern:

### Räumlich-geometrische Probleme der Wahrscheinlichkeitsrechnung

Die von A. KOLMOGOROFF (1933) gegebene axiomatische Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung legt zwar die Begriffe und die Rechengesetze fest, muss sich aber im Hinblick auf die vielfältigen Anwendungen in Naturwissenschaft, Biologie, Medizin, Volkswirtschaft usw. eine derartige Anpassungsfähigkeit vorbehalten, dass sie keine Vorschriften enthalten kann, welche es erlauben würden, nichttriviale Wahrscheinlichkeitswerte tatsächlich zu ermitteln. Nach bekannten klassischen Vorbildern gibt es aber viele Fragestellungen, die auf die effektive Berechnung gefragter Wahrscheinlichkeiten hinzielen. Es handelt sich in diesen Fällen um innermathematische Probleme, die so weit schematisiert sind, dass passende Festsetzungen über bestehende Gleichwahrscheinlichkeiten derart getroffen werden können, dass damit die rechnerische Ermittlung ermöglicht wird. Diese Festlegungen sind zulässige, zwar willkürlich aber doch sinnvoll zu setzende Annahmen, die eine entsprechende Idealisierung des der Aufgabe zugrunde liegenden Modells bedingen. Wichtig ist hier allerdings, dass man sich in der innermathematischen Wahrscheinlichkeitsrechnung lediglich auf gedachte Modelle und nicht direkt auf Dinge der realen Wirklichkeit bezieht. Man kann nun versuchen, die Grundlage von A. KOLMOGOROFF durch ein lediglich für die innermathematische Theorie in Kraft zu setzendes zusätzliches Axiom zu ergänzen, so dass bei den vorzunehmenden Gleichwertigkeitsfestlegungen nicht jede Willkür herrscht, sondern dass diese nach einer in der Axiomatik generell vorgezeigten Form vorzunehmen sind. Nach dem Vorbild der Theorie der geometrischen Wahrscheinlichkeiten, wo es nach richtunggebenden Ansätzen von G. PÓLYA (1917)<sup>1)</sup>, R. DELTHEIL (1926) u. a. längst üblich geworden ist, für die auftretenden Integrale eine

Invarianzforderung gegenüber einer passenden Gruppe aufzustellen, lässt sich auch in die allgemeine Grundlage ein Invarianzaxiom einbauen. Danach müssen die Masse der im Sinne der KOLMOGOROFF'schen Theorie messbaren Ereignismengen gegenüber den Operationen einer im Ereignisraum wirkenden Transformationsgruppe invariant ausfallen. Die Wahl der wirkenden Gruppe ist wesentlicher Bestandteil der Charakterisierung des Modells, das im innermathematischen Rahmen behandelt werden soll; durch die Gruppe sind im allgemeinen die Masse eindeutig bestimmt.

Bei den üblichen Modellen für geometrische Wahrscheinlichkeiten, wobei die Lage geometrischer Figuren im Raum nach den Gesetzen des Zufalls bestimmt sein soll, wird man im allgemeinen die volle Bewegungsgruppe zugrunde legen. Mit Verwendung der Formeln der räumlichen Integralgeometrie lassen sich zahlreiche Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte bei Modellen berechnen, die bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen gelegentlich verwertbar sind. Vornehmlich handelt es sich um Probleme mit konvexen Körpern, wobei die Ermittlung von Treffwahrscheinlichkeiten, von Treff- und Stosszahlerwartungswerten von ruhenden und bewegten Körpern im Körperfeld, oder auch die Bestimmung von Form und Grösse räumlich verstreuter Gebilde durch ebene Schnitt- oder lineare Stichbilder besonders hervorzuheben sind. Ein Modell für die kinetische Gastheorie mit nicht kugelförmigen Molekülen weist noch den Mangel auf, dass die rotative Bewegung der Moleküle noch ungenügend erfasst ist<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Hinweis von Herrn P. BERNAYS in der Diskussion.

<sup>2)</sup> Diskussionsbeiträge der Herren W. PAULI und B. L. VAN DER WAERDEN.

18. November 1957: Prof. Dr. F. de Quervain, Zürich:

### Neuere Entwicklungen in der Erforschung des Untergrundes der Schweiz auf mineralische Bau- und Rohstoffe

Nach einer kurzen Skizzierung des Standes der Erforschung der nutzbaren mineralischen Stoffe des Landes am Ende der «klassischen» Periode der Schweizer Geologie um 1920 werden die allgemeinen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte auf dem Gebiet der praktischen Geologie besprochen. Diese führten in verschiedener Beziehung zu einer veränderten Einstellung zur Rohstofffrage der Schweiz. An solchen Entwicklungen wären zu nennen: Erweiterung der Anwendungsgebiete vieler mineralischer Stoffe, neue Erkenntnisse über deren Entstehung und Anreicherung in der Erdkruste, neue Verfahren zur Aufsuchung (Schürfung), Gewinnung, Aufbereitung und Untersuchung.

Verschiedene mineralische Baustoffe und Rohstoffe werden in ihrer heutigen Beurteilung näher verfolgt. Als Beispiel bedeutender Entwicklungen der letzten Jahre wird aus dem Baumaterialsektor die Kies- und Sandbelieferung für Beton und Strasse der Region von Zürich besprochen, wobei das seit kurzem für Zürich bedeutsam gewordene Baggermaterial aus dem Rheinbett der

Region Buchs-Salez besonders untersucht und mit dem bekannten Grubenmaterial von Limmat- und Glattgebiet verglichen wird.

Unter den Rohstoffen wird die Frage der Untersuchung schweizerischer Gesteine auf Atombrennstoffe erörtert. Eine Verfolgung der seit zehn Jahren gewonnenen Erkenntnisse des allgemeinen Auftretens von Uran in der Erdkruste und seiner Anreicherung zu abbauwürdigen Konzentrationen führte kürzlich zur Wiederaufnahme der systematischen Durchforschung des schweizerischen Untergrundes auf dieses Element. Die Arbeitsweise (Messung der Gammastrahlung) und das Programm des dazu gegründeten «Arbeitsausschuss für die Untersuchung schweizerischer Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene Elemente» wird kurz erläutert. Gleichzeitig untersucht der Arbeitsausschuss die gesammelten Proben auf die technisch wichtigen seltenen Elemente, über deren (meist nur spurenweises) Auftreten in schweizerischen Gesteinen noch höchst unvollständige Kenntnisse bestehen. (Autoreferat)

2. Dezember 1957: Frau P.D. Dr. H. Fritz-Niggli, Zürich:

### Strahlengenetische Probleme

Ionisierende Strahlen sind äusserst wirksame Mittel, um Mutationen (Änderungen von Erbfaktoren) zu erzeugen. Aus den experimentellen Unterlagen lässt sich schätzen, dass minimal 7 rad bis maximal 80 rad die natürliche Mutationsrate des Menschen verdoppeln (wobei rad die Röntgeneinheit darstellt, mit der gemessen wird).

Das Reaktionssystem, die Gene, ist vermutlich in der Desoxyribonukleinsäure beheimatet, welche nach den Vorstellungen von WATSON und CRICK aus zwei Ketten von Nukleotiden besteht, die sich schneckenförmig um eine Achse winden. Die Bänder werden durch Wasserstoffbrücken der Basen zusammengehalten, wobei vielleicht eine bestimmte Folge der Basen der Code wäre, welcher die genetische Information weiterleitet. Das mutationslösende Agens, die ionisierenden Strahlen, produziert bei seinem

Durchgang durch die Materie Ionenpaare (ebenso in geringem Masse Anregungen). Es wird angenommen, dass die biologischen Effekte durch diese Ionisation erzeugt werden. Es zeigte sich, dass bis vor kurzem als gültig anerkannte «Gesetze» der Strahlengenetik revidiert werden müssen, da sie zum Teil an einem inhomogenen Material gewonnen wurden. Es stellte sich heraus:

1. Der mutagene Strahleneffekt ist abhängig vom Alter der bestrahlten Keimzelle. So sind Spermatogonien am unempfindlichsten, die reifenden Keimzellen am empfindlichsten, während die reifen Spermien unempfindlicher als reifende, aber empfindlicher als Spermatogonien sind.

2. Der mutagene Strahleneffekt ist in empfindlichen Keimzellstadien ausgesprochen milieuhabhängig. Bestrahlung in N<sub>2</sub>-Atmosphäre (Sauerstoffentzug) erzeugt bei glei-

cher Dosis deutlich weniger Mutationen als Bestrahlung in Luft. Ebenso fördert Bestrahlung in O<sub>2</sub>-Atmosphäre die Mutationsentstehung.

3. Der mutagene Strahleneffekt ist abhängig von der Qualität der Strahlen. Ultraharte Strahlen (31 MeV) erzeugen bei gleicher Ionendosis weniger Mutationen als energieärmere (180 keV).

4. Die mutagene Wirkung muss also zu meist indirekt verlaufen. Eine Prophylaxe der genetischen Strahlenschäden ist möglich.

Es wird versucht, diese Tatsachen zu deuten, indem chemische Reaktionen im bestrahlten Wasser, wie Entstehung von H-, OH-Radikalen und Folgeprodukten (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) für die Mutation verantwortlich gemacht werden. Die H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Produktion ist ausserproben abhängig vom O<sub>2</sub>-Gehalt des Wassers. Dieser Milieueffekt tritt bei sehr dicht ionisierenden Strahlen nicht auf. Für die unterschiedliche Empfindlichkeit von Zellen werden physiologische Unterschiede, vornehmlich des O<sub>2</sub>-Gehaltes verantwortlich gemacht. (Autoreferat)

16. Dezember 1957: Prof. E. d. Gerecke, Zürich:

### Wissenschaftlich-technischer Aspekt der Automation

Wir unterscheiden heute drei grosse Entwicklungsstufen der Produktionsmethoden. Im Altertum stand dem Menschen für die Erzeugung mechanischer Arbeit nur die Muskelkraft der Lebewesen zur Verfügung. Durch das Studium der Naturgesetze gelang es in der zweiten Etappe, die in der Natur überall gespeicherte Energie (Wasser im Schwerefeld, Stauseen, Kohle, Erdöl) zu nutzen. Der Mensch muss die Energie nicht mehr selber liefern, sondern nur noch «steuern», zum Beispiel durch Betätigen der Ventile für die Wasser-, Dampf- und Gasturbinen oder der Steuerstäbe beim Kernreaktor. In diesem «Maschinenzeitalter» spricht man von «Mechanisierung» und «Rationalisierung» des Produktionsprozesses, der Mensch führt dabei nur noch eine Kontrollfunktion durch in dem Sinne, dass er die Steuerorgane (Schieber, Ventile) bei schwankendem Energiekonsum verstellt. Hierzu muss er den «Istwert» der jeweils interessierenden Grösse (Drehzahl, elektrische Spannung) messen, diesen mit dem gewünschten Sollwert vergleichen, alsdann die Abweichung bestimmen und hernach die Steuerorgane vermittels seiner Muskeln so lange verstellen, bis die Abweichung verschwindet.

In der dritten Entwicklungsstufe übernimmt nun die Maschine auch diese Kontrollfunktionen. Dazu ist die Messung des «Istwertes» nötig, die «Speicherung» des Sollwertes («Gedächtnis»), die Bildung der «Abweichung» und deren «Verstärkung» zum Verstellen der Steuerorgane, also die analoge Nachbildung der entsprechenden Operationen beim Menschen. Voraussetzung

hierfür ist eine hochentwickelte Mess- und Verstärkertechnik, insbesondere auf elektronischer Grundlage. Als Leistungsverstärker kommen hydraulische, elektronische, Magnet- und Maschinen-Verstärker in Frage. Die Maschinen «kontrollieren sich also selber». Zur Darstellung wird das Blockschaltbild verwendet, das aus einzelnen Übertragungsgliedern aufgebaut ist, die zu einer Kausalkette oder einem Kausalnetzwerk zusammengefügt werden. Das Wesentliche der dritten Entwicklungsstufe ist nun das Hinzufügen von Rückmeldegliedern oder Rückführketten («feed-back»), wodurch der Istmit dem Sollwert verglichen wird und anschliessend das Verstellen der Steuerorgane erfolgt. Zu der klassischen Regelungstechnik (Turbinen und Generatoren) ist seit dem zweiten Weltkrieg die Servotechnik hinzugekommen, die das automatische Verrichten von mechanischen Bewegungen (zum Beispiel Fernsteuern von Geschützen, Flugzeugen, Raketen, automatischer Pilot, Werkzeugmaschinen) unter Selbstkontrolle ermöglicht. Dabei zeigt sich eine Qualitätssteigerung, indem diese sich selbst kontrollierenden Apparaturen viel genauer, viel zuverlässiger und sogar viel schneller als der Mensch arbeiten.

Die weitere «Nachahmung» des Menschen führt zur Schaffung der Informationsspeicher oder «Gedächtnisse» (Lochkarten, Lochstreifen, Magnetbänder, Magnettrommeln usw.), der Eingabe und Entnahme der Informationen («Schreiben, Lesen»), der Durchführung von Zahlenrechnungen und logischen Denkopoperationen. Niedere logische Entscheide

können im Sinne von Aristoteles auf drei logische Grundoperationen zurückgeführt werden, nämlich auf die Addition zweier zweiwertiger Grössen («Entweder – Oder»), deren Multiplikation («Sowohl – als auch») und auf die Negation. Diese lassen sich vermittels Relais oder Elektronenröhren oder Transistoren oder Magnetkernen sehr einfach durchführen und zu normalisierten Einheiten («Cypack» der Westinghouse) zusammenbauen. Bei den elektronischen Rechenmaschinen wird die Addition ganzer Zahlen durch das Einschalten gleichartiger elektrischer Kreise bewirkt. Die Subtraktion, Multiplikation, Division und Integration werden auf die Addition zurückgeführt und Dezimalzahlen durch das «gleitende Komma» erfasst. Die Durchführung komplizierter theoretischer Berechnungen oder von Buchhaltungs-, Versicherungs- und Organisationsaufgaben wird auf die Addition und die drei logischen Grundentscheide durch «Selbstprogrammierung» zurückgeführt. Es besteht die Möglichkeit, elektronische Rechengeräte in die Rückführkette von Regelungskreisen einzubauen und dadurch den Produktionsprozess «optimal» zu führen. Die «Datenverarbeitungsgeräte» finden bei Verwaltungen (PTT, Steuerämter, Organisationsbüro von Firmen) und Banken Eingang sowie neuerdings bei der amerikanischen Feldarmee zur Planung von Vormärschen («operational research, military logistics»), welche 1957 für 10 Millionen Dollar solche Geräte gekauft hat und sich über Mangel an entsprechend ausgebildeten Ingenieuren beklagt.

Als Definition schlagen wir vor: Automation ist ein automatischer Fabrikations- oder Produktionsprozess mit Selbstkontrolle. Die Energiegrossoption wendet die Selbstkontrolle schon seit langem an, der Energieaustausch zwischen den europäischen Ländern stellt neue Probleme für die Starkstrom- und die Fernmeldetechnik. Ein sehr grosses Anwendungsgebiet findet die Auto-

mation in der Grosschemie und in der Werkzeugmaschinenindustrie, wo neuerdings die Werkstückzeichnung in Ziffernform auf ein Magnetband eingegeben und darnach die spanabhebende Bearbeitung vermittels automatisch kontrollierter Koordinatenwahl auf 0,01 mm genau ohne Personal und auch bei kleinen Serien durchgeführt wird. Die Automation findet insbesondere Anwendung in der Grossmengenproduktion, wobei das der zweiten Stufe der Mechanisierung angehörende «Fordsche Transportband» verbreitete Anwendung findet. Die Montage in den europäischen Automobilfirmen, die täglich bis 2000 Wagen produzieren, erfordert sehr viel Handarbeit, die Bearbeitung der Motorenblöcke erfolgt hingegen vollautomatisch. Die Zahl der bei Renault Beschäftigten ist von 28 000 (1947) auf 57 000 (1956) angestiegen. Da der Verbrauch schneller wächst als die Produktionsmöglichkeiten, zudem die Alterspyramide immer ausgeprägter wird, kann bei sorgfältiger Planung Arbeitslosigkeit vermieden werden.

Die Technik hat sich die Lebewesen zum Vorbild genommen, wobei deren Wirkungsweise oft erst begriffen wurde, nachdem das analoge technische Verfahren erfunden war. Über den Zusammenhang der Kausal- und Rückmeldekette bei technischen Regelkreisen und den analogen Vorgängen in der Biologie hat sich erstmals NORBERT WIENER (Cybernetics, 1947) genauere Gedanken gemacht. Der Verein deutscher Ingenieure (VDI) und deutscher Elektrotechniker (VDE) hat 1954 ein Buch über die «Regelungsvorgänge in der Biologie» herausgegeben, das Blockschalbilder anwendet. Der «freie Wille» des Menschen und seine schöpferischen wie künstlerischen Kräfte können aber niemals durch Apparaturen nachgebildet werden.

Die automatische Produktion bei den Fiat-Werken in Turin wurde in einem sehr schönen Farb- und Tonfilm gezeigt.

(Autoreferat)

13. Januar 1958: Prof. Dr. K. Mühlethaler, Zürich:

### **Elektronenmikroskopische Untersuchungen über den Feinbau tierischer und pflanzlicher Zellen**

Moderne Elektronenmikroskope besitzen heute ein Auflösungsvermögen von etwa 10 Å und haben damit das Lichtmikroskop um das

200fache übertroffen. Das Studium der Zeldünnschnitte hat gezeigt, dass die morphologische Gliederung der Zelle nicht nur auf

den lichtmikroskopischen Bereich beschränkt ist, sondern sich auch im Gebiet der kleineren Dimensionen fortsetzt. Dies ist vor allem an den zahlreichen Plasmapartikeln, wie zum Beispiel den Mitochondrien, deutlich zu erkennen. Die im Lichtmikroskop als strukturlose Gel-Klumpchen erscheinenden Partikel erweisen sich bei elektronenmikroskopischer Untersuchung als hoch strukturiert. Innerhalb der Membran ist eine zweite vorhanden, die in zahlreichen Einfaltungen den Innenraum in verschiedene Kammern abteilt. Diese stark osmophilen Lamellenstrukturen können als eigentliche Bauelemente im submikroskopischen Bereich angesehen werden. Wir finden sie nicht nur in den Mitochondrien, sondern auch in den Plastiden (Stroma- und Granaschichten) und sogar im Grundzytoplasma selbst. Dieses «Endoplasmatische Retikulum», das am deutlichsten in den Drüsenzellen, zum Beispiel des Pankreas ausgebildet ist, wurde erst mit Hilfe des EM entdeckt. Es ist ein zusammenhängendes Kavernensystem, das an der Oberfläche mit zahlreichen, RNS-reichen Körnchen (Microsomen, Palade Granula) bedeckt ist. Nach den heutigen Anschauungen dürfte dieses Zellorganell an der Eiweißsynthese beteiligt sein. Eine ähnliche Struktur weist auch die Golgi-Zone auf. Die zahlreichen, eng geschichteten Lamellen sind hier frei von Microsomen, aber von zahlreichen Vakuolen umgeben.

Die Bildungsweise dieser submikroskopischen Lamellen ist bis jetzt nur in den Chloroplasten genauer abgeklärt worden. Sie geht

im Proplastiden vom «Prolamellarkörper» aus, der einen gittermässig geordneten Aufbau besitzt.

Die Untersuchungen an Zellkernen, Chromosomen und am Grundzytoplasma selbst haben bisher noch zu keinen eindeutigen Resultaten über deren Feinbau geführt, was hauptsächlich auf die Schwierigkeiten bei der Fixierung zurückzuführen ist.

Am besten bekannt von allen Zellorganellen ist die Struktur der Zellwände. Als Skelettsubstanz ist die Zellulose anzusehen, die in Form von 100—200 Å dicken Fibrillen ausgeschieden wird. In den Primärwänden weisen diese Stränge eine Streutextur auf, während sie in den später abgelagerten Sekundärschichten eine Paralleltextrur zeigen. Zwischen diese Zellulosefibrillen werden alle übrigen Wandsubstanzen, wie Pektin, Lignin usw. deponiert.

Aus den bisherigen EM-Ergebnissen darf geschlossen werden, dass identische Zellorganelle in pflanzlichen und tierischen Zellen einen gleichen Bau aufweisen und wahrscheinlich auch gleiche physiologische Leistungen verrichten. Um diese physiologischen Vorgänge und ihren Einfluss auf die morphologische Gestaltung eines Systemes noch besser zu erforschen, ist eine enge Zusammenarbeit von Physikern, Chemikern und Biologen die wichtigste Voraussetzung. Erst so wird es möglich werden, die angefangene submikroskopische Zytologie in die Breite und Tiefe weiter zu entwickeln.

(Autoreferat)

27. Januar 1958: Prof. H. Weber, Zürich:

### Codierung von Nachrichten

Die Betrachtungen werden beschränkt auf die Codierung von Nachrichten, welche das Ohr empfängt, also Sprache und Musik. Bereits bekannt und im täglichen Leben benützt ist die Codierung der Lautsprache durch Buchstaben, wobei diese ihrerseits mittelst Morsezeichen oder Fünferalphabet in normierte Stromimpulse umgesetzt und über beliebige Distanzen übertragen werden. Das Ergebnis am fernen Ende ist eine schriftlich niedergelegte Nachricht, die sich ans Auge als Empfänger richtet. Die Frage erhebt sich, ob auch die Laute in ähnlicher Form codiert werden können, wobei aber am Ende der

Übertragung der gleiche Laut dem Ohr als Empfänger dargeboten wird.

Ausgehend vom Erlebnis des Kinematographen, in welchem kein kontinuierlicher Bildablauf projiziert wird und trotzdem das Auge das Gebotene als kontinuierliches Geschehen empfindet (mit Ausnahmen), wird eine ähnliche stückweise Darbietung eines Tones untersucht und die Bedingungen hergeleitet, damit eine impulsartige Darstellung eines Lautes gelingt. Wenn die Wiederholungsfrequenz der Impulsfolge mindestens das Doppelte der höchsten Frequenz, welche im Frequenzgemisch eines Lautes auftritt,

beträgt, so kann der Laut mittels eines einfachen Tiefpasses aus der amplitudenmodulierten Impulsfolge wiedergewonnen werden.

Liegt eine solche amplitudenmodulierte Impulsfolge vor, so kann sie in andere Modulationsarten übergeführt werden, wobei als Beispiel eine Zeitlagemodulation demonstriert wurde. Durch vorhandenes Geräusch, Eindringen im Übertragungssystem, Raumgeräusch beim Empfänger usw., wird das ankommende Signal in der Amplitude unbestimmt. Diese Unbestimmtheit gestattet zum vornherein eine Amplitudenabstufung in eine begrenzte Anzahl Stufen. Je nachdem, in welcher Stufe ein Einzelimpuls der betrachteten modulierten Impulsfolge liegt, kann dieser als Codegruppe dargestellt werden, zum Beispiel 128 Stufen können durch 128 Kombinationen einer Gruppe von sieben

aufeinanderfolgenden Dualimpulsen dargestellt werden. Damit ist eine der Telegraphie ähnliche Darstellung der Laute durch Dualimpulse erreicht worden. Wie diese Impulscodemodulation aus der Impulsamplitudenmodulation hergestellt werden kann, beziehungsweise deren Rückgewinnung, wird prinzipiell erläutert. Die Vorteile für die Übertragung liegen in der Störfreiheit durch äussere Einflüsse und in der Wiederherstellbarkeit der einzelnen Impulsgruppen.

Wird nur auf die Sinnverständlichkeit einer Nachricht Wert gelegt, so zeigt der Vergleich mit der Telegraphie, dass die lautrichtige Übertragung ein System erfordert, das etwa 500mal mehr Bit pro Sekunde als der entsprechende Telegraphiekanal übertragen muss.

(Autoreferat)

10. Februar 1958: Prof. Dr. E. S c h u m a c h e r, Zürich:

### Methoden und Ergebnisse radioaktiver Altersbestimmungen

Radioaktive Substanzen zerfallen mit einer für sie charakteristischen Geschwindigkeit, die sich durch Umweltbedingungen nicht beeinflussen lässt. Seit der Bildung einer festen Erdkruste sind eine Anzahl radioaktiver Isotope in merklichen, wenn auch kleinen Mengen darin übriggeblieben. Es handelt sich um  $U_{238}$ ,  $U_{235}$ ,  $Th_{232}$ ,  $Rb_{87}$  und  $K_{40}$ , die alle Halbwertszeiten besitzen in der Gegend von 1 Milliarde Jahre oder darüber. Vor 50 Jahren hat Lord RAYLEIGH zum erstenmal die gesetzmässige Akkumulation von Zerfallshelium in Gesteinen zu deren Altersbestimmung benützt. Diese Uran-Helium-Methode liefert aber zu tiefe Altersangaben wegen des Verlustes von Helium aus dem Kristallgitter der Mineralien. F. A. PANETH untersuchte später die Eisenmeteorite mit derselben Methode und fand Alterswerte zwischen einer Million Jahre und 6800 Millionen Jahre. Kürzlich zeigte es sich, dass aber diese Messungen durch den Einfluss kosmischer Strahlen völlig verfälscht und deshalb unbrauchbar sind.

In den letzten zehn Jahren ist eine Anzahl analytischer Verfahren entwickelt worden, die es erlauben, für alle obengenannten Radioaktivitäten genaue Bestimmungen der heute vorhandenen Gehalte und der während der Lebensdauer der betreffenden Minera-

lien gebildeten Tochterelemente auszuführen. Es handelt sich dabei um die Ionenaustauschtrennungen zur reinen Isolierung der radiogenen Produkte, sowie um die Anwendung der Massenspektroskopie in zwei Belangen, einmal für die Analyse der Isotopenzusammensetzung von zum Beispiel radiogenem Strontium oder Blei, andererseits zur quantitativen Bestimmung von Mengen bis zu  $10^{-12}g$  hinunter der Mutter- und Tochterisotope. Diese letzte Methode ist unter dem Namen massenspektrometrische Isotopenverdünnungsanalyse, vor allem durch INGHRAM, bekannt geworden. Es ist damit möglich, noch für die kleinsten angegebenen Mengen Genauigkeiten in der Gegend von  $\pm 2\%$  zu erhalten.

Mit diesen Voraussetzungen sind heute vier zuverlässige Bestimmungsmethoden von Altern über 100 Millionen Jahre entstanden: die Kalium-Argon-, die Rubidium-Strontium-, die Uran-Blei- und die Blei-Blei-Methode. Die Genauigkeit der Resultate dieser Methoden beträgt ungefähr  $\pm 5\%$ , hängt aber selbstverständlich stark von der Definition der untersuchten Proben ab. Durch die Verwendung verschiedener Datierungsmethoden bei derselben Probe gewinnt man eine Menge zusätzlicher Informationen über ihre Geschichte. Unter den neuen Resultaten, die

man solcherweise erhalten hat, sind die folgenden zu erwähnen: Das Alter der chondritischen Steinmeteorite beträgt  $4,4 \pm 0,1$  Milliarden Jahre. Die ältesten Gesteine der Erde (südafrikanischer Schild) sind  $2,6 \pm 0,1$  Milliarden Jahre alt.

Vor kurzem sind von W. F. LIBBY zwei erstaunliche Datierungsmethoden erfunden worden: die  $^{14}\text{C}$ -Methode für Alter von 500 bis 50 000 Jahren und die Tritium-Methode für Alter von 5 bis 100 Jahren. Beide Methoden gründen auf der Tatsache, dass durch die Teilchen der kosmischen Strahlung im atmosphärischen Stickstoff Kernprozesse ablaufen, bei denen sich vor allem das Isotop  $^{14}\text{C}$  und, mit allerdings bedeutend kleinerer Wahrscheinlichkeit, das Isotop  $^3\text{H}$ , das Tritium, bildet. Diese beiden Isotope vermischen sich in kurzer Zeit mit dem stabilen Kohlenstoff- oder Wasserstoffisotop im Kreislauf der Elemente der Erdoberfläche.  $^{14}\text{C}$  gelangt als  $\text{CO}_2$  in die Biosphäre, so dass sich dort ein ganz bestimmtes Verhältnis von  $^{12}\text{C}$  zum instabilen Kohlenstoffisotop  $^{14}\text{C}$  einstellt. Da das  $^{14}\text{C}$ -Isotop radioaktiv ist mit einer Halb-

wertszeit von 5568 Jahren, wird damit alle lebende Materie radioaktiv. In dem Augenblick, in dem der Stoffaustausch mit der Umwelt aufhört, also zum Beispiel beim Tod eines Baumes, beginnt nun das  $^{14}\text{C}$  zu zerfallen, so dass man auf Grund der Aktivität, die man heute an einer Holzprobe findet, die Zeit bestimmen kann, die seit dem Tode des Baumes verstrichen ist. Diese Methode hat zu erstaunlichen Ergebnissen geführt, zum Beispiel in der Pleistozängeologie und in der Archäologie. Die letzte Vergletscherung der Würmeiszeit ist erst vor 10 000 Jahren zu Ende gegangen und die ältesten Zeugnisse menschlichen Lebens datieren in den Amerikas 9000 Jahre zurück. Das Tritium besitzt eine Halbwertszeit von 12,26 Jahren und hat sich als sehr bedeutungsvoll erwiesen zur Untersuchung hydrologischer Vorgänge. Man hat beispielsweise gefunden, dass sich nur die obersten 100 m des Ozeans in relativ kurzer Zeit durchmischen und dass die unteren Regionen nur ganz allmählich Bestandteile der oberen aufnehmen können.

(Autoreferat)

24. Februar 1958: Prof. Dr. R. M e r t e n s, Frankfurt am Main:

### Eine zoologische Forschungsreise quer durch Australien

Zoologische Museumsreisen können nur dann zu Ergebnissen von allgemeiner Bedeutung führen, wenn der Forschungsreisende seine systematischen Erkenntnisse in Beziehung zu anderen Zweigen der Zoologie zu bringen versucht: so vor allem zur Tiergeographie, Ökologie, Ethologie und Evolutionslehre. So hatte auch die Australienreise des Vortragenden, die er in Begleitung seines Assistenten für Säugetierkunde, Dr. H. FELTEN, in der ersten Hälfte des Jahres 1957 für das Senckenberg-Museum durchführte, sich zur Aufgabe gestellt, diese Gesichtspunkte beim Sammeln und Beobachten von Amphibien und Reptilien und einigen Säugern, vor allem den Fledermäusen, zu berücksichtigen.

Die Reise begann in Südwestaustralien, wo das Western Australian Museum in Perth grosszügige Gastfreundschaft gewährte. Von Perth wurden mehrere Exkursionen nach dem ausgedehnten Dünengebiet, nach der Insel Rottneest und nach den Wäldern aus

riesigen Eukalyptus im äussersten Südwesten des Kontinents ausgeführt. Die Eigenart der Tiere und Pflanzen ist hier besonders gross, weil sie von den grossen Entwicklungszentren auf der nördlichen Halbkugel am weitesten entfernt sind. Leider macht sich überall die Vernichtung der herrlichen Wälder bemerkbar, die auch eine Veränderung der Fauna zur Folge hat. Das Koala ist hier völlig verschwunden, die Känguruhs sind selten, eine kleine Art, das Quokka, hat sich fast nur auf Rottneest und einer anderen Insel erhalten. Gross ist aber noch die Zahl der Papageien und der Kleinvögel. Eine Reihe von Eidechsen wurde gesammelt und in bezug auf die Rückbildung ihrer Gliedmassen untersucht: ganz nahe verwandte Formen der Gattung *Hemiernis* mit fünf, vier, drei und zwei Zehen wurden gewissermassen als «Stufen der Artbildung» studiert und in Beziehung zum Biotop gebracht. Manche Eidechsen mit zurückgebildeten Beinen aus der Familie der Pygopodiden sind



auch in ihren Bewegungen so erstaunlich schlangenähnlich, dass man fast an einen Fall von Mimikry glauben möchte. Bei der Tannenzapfenechse (*Trachydosaurus*) wurde ein Abwehrverhalten festgestellt, das in der Gefangenschaft nach kurzer Zeit abgelegt wird. Einige kleine Giftnattern (*Rhynchoelaps*) haben sich an die wühlende Fortbewegung im lockeren Sande so vollendet angepasst, dass sie einigen harmlosen Sandnattern aus dem kalifornischen Wüstengebiet zum Verwechseln ähnlich geworden sind.

Nach kurzer Reisepause in Südastralien (Adelaide) folgte ein längerer Aufenthalt in Alice Springs im Zentrum des Kontinents. Es ist ein ausgedehntes, kaum besiedeltes, von einigen felsigen Gebirgszügen unterbrochenes Savannengebiet mit Eukalyptus, Akazien und Kasuarinen, zwischen denen sich Dünen aus ziegelrotem Sande erstrecken. Die Flüsse führen seit vielen Monaten kein Wasser. An vereinzelt Wasserlöchern zeigt sich aber trotzdem amphibisches Leben. Erstaunlich reich, vor allem an Kakadus verschiedener Arten, ist das Vogelleben, und auch die Känguruhs sind viel häufiger als im Südwesten. Westlich von Alice Springs wurde die deutsche lutherische Missionsstation Hermannsburg am Finke River besucht; südlich davon befindet sich das «Palm Valley» mit einem kleinen Bestand der für dieses Gebiet endemischen *Livistona mariae*. Obwohl es hier seit 16 Monaten nicht geregnet hat, fanden sich im nahezu völlig ausgetrockneten Flussbett einige Frösche aus zwei Familien; ihre nächsten Verwandten leben heute im feuchten Ostaustralien. Da auch *Livistona mariae* in die engste Verwandtschaft der nord- und ostaustralischen *Livistona australis* gehört, handelt es sich bei Fröschen wie bei Palmen um Relikte aus einem feuchteren Zeitabschnitt, der beim Ausgang des Tertiärs in Australien geherrscht hat und eine viel weitere Verbreitung der feuchtigkeitsliebenden Geschöpfe ermöglichte. Die Froschgruppen Australiens (Leptodactylidae) zeigen, ähnlich wie die Süßwasser-Schildkröten (Chelidae), enge Beziehungen zu denen Südamerikas. Sie bilden damit ein Gegenstück zu der bekannten Verbreitung der Beuteltiere. Da die fossilen Reste der letzteren auch aus Europa sowie aus Nordamerika bekannt sind, darf man ihre Einwanderung nach Australien aus dem Norden annehmen. In ähnlicher Weise,

also ohne Annahme von transpazifischen oder antarktischen Landverbindungen, dürfte sich auch die Verbreitung der australisch-neuweltlichen Frösche und Schildkröten erklären.

Den Höhepunkt des Aufenthaltes in Zentralaustralien bildete ein einwöchiger Besuch des Ayers Rock, eines riesenhaften Monolithen von 10 km Umfang und 340 m Höhe, etwa 450 km südwestlich von Alice Springs inmitten von einförmiger Buschsteppe gelegen. So eindrucksvoll der rote, jeden Pflanzenwuchses bare Felsklotz mit seinen steilen Wänden ist, so fesselnd sind auch die Anpassungen der Tierwelt in seiner Umgebung an die Lebensbedingungen: die rote Farbe des Untergrundes spiegelt sich wider in der rötlichen Färbung der Geckos, Agamen und Skinke, das grelle Licht erfordert Besonderheiten im Bau der Augenlider, das Wühlen im Sande steht ebenfalls in Beziehung zu entsprechenden Merkmalen des Körperbaues, und das gleiche betrifft auch den Einfluss der Hitze, Trockenheit und Spärlichkeit von Nahrung. Am seltsamsten nehmen sich unter den Eidechsen die Moloches aus, kleine, mit kräftigen Dornen besetzte, sich ausschliesslich von Ameisen ernährende Agamen, deren Bewegungen, Farbwechsel und Drohverhalten studiert werden konnten. Als besonders wertvolle, osteologisch noch nicht näher bekannte Studienobjekte wurden in Zentralaustralien einige Prentys oder Riesenwarane (*Varanus giganteus*) erlegt und die Säugersammlung um Fledermäuse und Dingos bereichert.

In denkbar grösstem Gegensatz zu den Reisen in den Trockengebieten Zentralaustraliens stand ein mehrwöchiger Aufenthalt in dem feuchttropischen Nordosten, wo noch spärliche Regenwaldreste vorhanden sind. Die Fauna ist dort eine wesentlich andere und weist enge Beziehungen zu Neuguinea auf. In der Umgebung der Städte Innisfail und Cairns in Nord-Queensland wurden die Arbeiten fortgesetzt und reiches Sammlungs- und Beobachtungsmaterial an Flughunden, darunter der seltsamen Röhrennase (*Nyctimene*), an Skinken, Schlangen, Krokodilen, Schildkröten und Laubfröschen zusammengebracht. Einige Eindrücke vom grossen Barriereriff und den Atollen des Pazifik schlossen den Vortrag ab.

(Autoreferat)

12. Mai 1958: Prof. Dr. W. Weidel, Tübingen:

### Virusforschung als biologische Grundlagenforschung

Biologische Grundlagenforschung kann auf sehr verschiedenen Ebenen getrieben werden, obwohl sie stets um dasselbe Schema bemüht bleibt, nämlich das Erfassen eines geordneten Zusammenspiels in vielerlei Gestalt. Entscheidend für die Ebene, auf der man sich bewegt, ist die Wahl der zusammenspielenden Objekte, die man sich ebenso unter den scheinbar sehr anschaulichen höheren Lebewesen aussuchen kann, etwa zum Zwecke ökologischer Studien, wie unter den scheinbar sehr abstrakten Erbfaktoren, deren Zusammenspiel die Vererbungsercheinungen hervorruft. Hiermit ist auch zugleich schon die obere und die untere Grenze genannt, zwischen denen sich die klassische Biologie bei ihrer Grundlagenforschung zu bewegen pflegte. Woran man lange Zeit nicht dachte oder doch, gehemmt durch den Einfluss emotional bedingter, vitalistischer Argumentationen, nicht glaubte, war die Möglichkeit, die erwähnte untere Grenze noch weiter nach unten zu verschieben, das heisst in den molekularen Bereich hinein. Unter dem Gesichtswinkel der klassischen Biologie erschien dieser Bereich als die alleinige Domäne der Chemie und der Physik, von denen entscheidende Beiträge zur Lösung echter biologischer Probleme niemals erwartet wurden.

Inzwischen ist gerade diese Grenzverschiebung vollzogen worden, und man hat heute das Recht, von Molekularbiologie als neuem, biologischem Arbeitsfeld zu sprechen. Tatsächlich hat alles biologische Zusammenspiel auf allen Ebenen seine Wurzel im äusserst differenzierten Zusammen-

spiel chemischer Moleküle von der Art, aus der jede lebende Zelle zusammengesetzt ist. Hieraus erst erwächst der Geist des Lebens, der gerade deshalb im molekularen Bereich keine Eigenschaft mehr ist, die irgendeinem der dort in den Gesichtskreis tretenden Objekte zuzuschreiben wäre. Wenn man also in den Anfangsstadien der Entwicklung der Molekularbiologie häufig von «lebenden Molekülen» sprach, so nur auf Grund eines naiven Beharrungsvermögens, das es unbezogen berechnen liess, die Reihe «lebendes Volk – lebendes Individuum – lebendes Organ – lebende Zelle» auch noch einen Schritt weiter nach unten fortzusetzen.

Da nun «lebende Moleküle» nichts als barer begrifflicher Unsinn sind, tauchen im Rahmen der Molekularbiologie überhaupt keine Objekte mehr auf, wie sie der klassische Biologe gewöhnt ist und auf die seine Begriffssysteme ohne weiteres passen, und so ist es kein Wunder, dass mit der neuen Situation auch ganz andere Methoden und Betrachtungsweisen ihren Einzug hielten. Mehr und mehr sind Chemiker und Physiker damit beschäftigt, die tiefsten Fundamente der Biologie zu legen, zu denen die Virusforschung einen besonders breiten Zugang gewährt. Virusforschung ist somit biologische Grundlagenforschung in zweifachem Sinne: auch sie versucht, die Gesetze eines geordneten Zusammenspiels zu ergründen, und zwar auf der untersten, alles andere tragenden Ebene biologischer Phänomene. Ein kurzer Vortrag kann nur ein Versuch sein, an die besondere Problematik der Molekularbiologie heranzuführen.

(Autoreferat)