

ZIETZSCHMANN, O. u. R. NICKEL:

Leitfaden der Anatomie der Haustiere. Hannover 1947—1950.

Forensisches zum Oberschenkelbein der mittelgrossen Haustiere. Dtsch. tierärztl. Wschr. 55, 1948, 321.

ZIETZSCHMANN, O. u. O. KRÖLLING:

Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere. Berlin 1955.

Vorträge

22. Oktober 1956: Prof. Dr. R. Geigy, Basel:

Über das Verhalten von Rückfallfieber-Spirochaeten in Überträger und Wirt

Wenn Krankheitskeime durch Arthropoden auf Warmblüter übertragen werden, so sind es drei Gruppen von Lebewesen, die dabei aufeinander reagieren: Pathogene Mikroorganismen, die von einem blutsaugenden Insekt, einer Zecke oder Milbe aufgenommen werden, dort sich weiterentwickeln und ihren Weg finden müssen, damit sie schliesslich auf den Träger Mensch oder Säugetier gelangen, wo sie wieder geeignete Vermehrungsbedingungen antreffen. Im Warmblüter setzt sich der Erreger in bestimmten Geweben oder Organen fest, doch kann sich der Wirt durch Antikörperbildung in manchen Fällen gegen den eingedrungenen Parasiten wehren. Nicht so der übertragende Arthropode, der selber nicht erkrankt, sondern die Keime nur durch sich hindurch schleust, wobei diese oft verschiedene Organsysteme zu durchwandern haben und auffallende Präferenzen für das eine oder andere derselben zeigen.

Borrelia duttoni, der Erreger des afrikanischen Rückfallfiebers wird — wie in einem Film vorgeführt wird — mit dem Blut eines erkrankten Menschen in den Magensack der übertragenden Zecke *Ornithodoros moubata* aufgenommen, gelangt durch die Darmwand in die Haemolymphe und von dort in die Speicheldrüsen, die Coxalorgane und den Eierstock. Durch Ausschwemmung aus Speicheldrüse und Coxalorgan gelangen die Spirochaeten beim Stich auf einen zweiten Menschen. Zudem können sie über den Eierstock auf die daraus entstehende nächste Zecken- generation «genital» übertragen werden, — eine seltene Art der Weitergabe, die für die Epidemiologie des Rückfallfiebers von Bedeutung ist. — Dass gewisse Organe des Zeckenkörpers eine besondere Anziehungs-

kraft auf die Spirochaeten ausüben, kann auch *in vitro* nachgewiesen werden. Zurzeit wird im Schweizerischen Tropeninstitut versucht, Zeckengewebe über längere Perioden in Kulturen zu halten, um darin das «Orientierungsverhalten» von *Borrelia duttoni* experimentell zu überprüfen.

Anlässlich von Forschungsaufenthalten in Afrika wurde gemeinsam mit Herrn Prof. H. Mooser (Hygiene-Institut der Universität Zürich) die Verbreitung der Rückfallfieber-Zecken in Eingeborenenhütten verschiedener Lokalitäten Südtanganyikas untersucht, sowie auch die Häufigkeit ihrer Infektion mit *B. duttoni*. Es konnte ausserdem gezeigt werden, dass dieselbe Zeckenart auch im Busch vorkommt, in unterirdischen Wohnröhren von Stachelschweinen, Hyänen und Erdferkeln, wenn die der letzteren von Warzenschweinen als Nachtquartiere benützt werden. Jedoch waren weder diese «Buschzecken» noch ihre Säuger-Wirte mit *B. duttoni* infiziert; es konnte somit kein tierisches Reservoir der Krankheit nachgewiesen werden.

In drei verschiedenen Ortschaften Tanganyikas wurden in Zecken Stämme von *B. duttoni* entdeckt, die ihre Virulenz gegenüber der weissen Maus verloren hatten. Im Laboratorium des Schweizerischen Tropeninstituts hatte sich bei einem während drei Zeckengenerationen transvariell gehaltenen, ursprünglich virulenten *Borrelia*-Stamm dieselbe Avirulenz herausgebildet. Vielleicht müssen auch die in der Natur gefundenen Fälle auf eine solche lange Verweildauer ausschliesslich im Zecken-Milieu zurückgeführt werden.

Zahlreiche Untersuchungen einer durch Mooser (Hygiene-Institut, Zürich), Weyer

(Tropeninstitut Hamburg) und Geigy (Tropeninstitut Basel) gebildeten Arbeitsgemeinschaft haben folgende weitere Ergebnisse zu diesem Avirulenz-Problem geliefert:

1. Solche mäuse-avirulente Stämme erwiesen sich, wenn vielleicht auch etwas abgeschwächt, so doch deutlich virulent für Affe und Mensch.
2. Die Mäuse-Avirulenz bleibt unverändert erhalten; nachgewiesenermaßen durch vier Zeckengenerationen hindurch.
3. Passagen avirulenter Stämme durch Läuse (den zweiten möglichen Überträger des af-

- rikanischen Rückfallfiebers) führten nicht zu einer Wiederherstellung der Virulenz.
4. Bei Superinfektion von Zecken, die Träger eines avirulenten Stammes sind, mit einem virulenten Stamm, ergibt sich keine Interferenz zwischen beiden Stämmen; d. h. der virulente bewahrt seine Pathogenität für die Maus. Es dürfte sich somit beim Auftreten dieser Avirulenz um eine Mutationserscheinung handeln, deren Auftreten durch langen Aufenthalt der Spirochaeten im Zeckenmilieu begünstigt wird. (Autoreferat)

5. November 1956: Prof. Dr. P. Grassmann, Zürich:

Eigenschaften des flüssigen und festen Heliums

1908 gelang es KAMERLINGH-ONNES auch das Gas mit dem niedrigsten Siedepunkt, das Helium, zu verflüssigen. Noch am gleichen Tag stellte er fest, dass es selbst bei einer Erniedrigung der Temperatur auf $1,7^\circ\text{K}$, also auf nur 40 % der absoluten Siedetemperatur, nicht fest wird. Wie wir heute wissen, lässt sich Helium auch durch Temperaturen von nur wenigen Milligraden nicht verfestigen, dagegen geht es bei Drücken von rund 25 atm bei tiefen Temperaturen in eine feste, hexagonal kristallisierte Substanz über. Es ist also die einzige Substanz ohne Tripelpunkt. Die Schmelzpunktkurve lässt sich bis 50°K , also etwa bis zur 10fachen kritischen Temperatur verfolgen, wobei allerdings für die Verfestigung ein Druck von 7500 atm erforderlich ist.

Im Gebiet des flüssigen Heliums zeigt sich bei etwas über 2°K eine eigenartige Unstetigkeit der spezifischen Wärme, die das Gebiet von He I und He II scheidet. Während das bei Temperatur über 2,176 stabile He I sich in groben Zügen noch so verhält, wie andere verflüssigte Gase, weist He II Eigenschaften auf, die sich grundlegend von denen aller anderen Stoffe unterscheiden. Es wurde deshalb schon vorgeschlagen, es als IV. Aggregatzustand zu bezeichnen: Seine Viskosität (= Zähigkeit) ergibt sich, gemessen nach der Methode der schwingenden Scheibe oder Kugel, zwar als klein, aber noch messbar. Mit der Kapillarenmethode lässt sich jedoch überhaupt keine Viskosität mehr nachweisen, d. h. sie ist sicher kleiner als 10^{-11} Poise. Dieser Unterschied kann durch das «Zweiflüssigkeitsmodell» gedeutet werden. Dabei wird angenommen, dass He II aus zwei Be-

standteilen besteht, die durch Zufuhr eines endlichen Energiebetrages ineinander überzugehen vermögen. Der Bestandteil mit dem niedrigeren Energieinhalt und der Entropie Null hat die Fähigkeit, sich ohne Reibung sowohl durch beliebig enge Kapillaren, wie auch durch den anderen Bestandteil hindurch zu bewegen. Er wird als der supraflüssige Anteil dem normalflüssigen Anteil gegenübergestellt. Dieser ist Träger der Entropie und zeigt wie andere Flüssigkeiten auch Viskosität. Sind zwei Behälter durch eine Kapillare ("super leak") verbunden, so fließt durch diese nur der supraflüssige Anteil. Der aussendende Behälter wird sich also erwärmen, der aufnehmende abkühlen. Damit kein Widerspruch mit dem II. Hauptsatz entsteht, muss mit Anwachsen der Temperaturdifferenz zwischen beiden Behältern eine Druckdifferenz entstehen. Diese muss aber auch dann vorhanden sein, wenn die Temperaturdifferenz primär nicht durch einen Strömungsvorgang, sondern unmittelbar durch Erwärmung des einen Behälters erzeugt wird ("fountain effect"). He II fließt auch als dünner Film über den Rand von Behältern über. Ferner ist in He II auch eine eigenartige Wellenbewegung, der "second sound" möglich, wobei supraflüssige und normalflüssige Anteile gegeneinander schwingen.

Es war bisher noch nicht möglich, die Voraussetzungen des Zweiflüssigkeitsmodells aus dem Atombau des Heliums abzuleiten. Immerhin können einige seiner Eigenschaften aus der Statistik wenigstens in groben Zügen verständlich gemacht werden. (Autoreferat)

19. November 1956: Prof. Dr. F. Koller, Zürich:

Blutgerinnung, Blutungsneigung und Thrombose

Die Blutgerinnung stellt einen wichtigen Teil des Blutstillungsmechanismus dar. Bei der Afibrinogenaemie, einer kongenitalen Anomalie, die sich durch die vollständige Ungerinnbarkeit des Blutes kennzeichnet, ist jedoch die Blutstillung bis zu einem gewissen Grade immer noch möglich. Die Verschmelzung der Blutplättchen, die als visköse Metamorphose bezeichnet wird, ist für die Blutstillung ebenso bedeutsam wie die Blutgerinnung. Beide Phänomene sind jedoch eng miteinander verknüpft: sowohl die Fibrinbildung als auch die visköse Metamorphose der Plättchen benötigt die Gegenwart von Thrombin. Dieses Ferment kann auf zwei Arten aus seiner Vorstufe, dem Prothrombin, gebildet werden: entweder durch die Einwirkung der Gewebe- oder aber der bluteigenen Thrombokinase. Für die Bildung der beiden Thrombokinasearten sind verschiedene Gerinnungsfaktoren notwendig, die der Einfachheit halber numeriert werden (Faktoren V bis IX). Die Existenz dieser zahlreichen Faktoren konnte durch die Analyse von Zuständen mit Blutungsneigung nachgewiesen werden; dem Mangel eines jeden Faktors entspricht eine besondere Form hämorrhagischer Diathese. Unter den kongenitalen Formen ist die Bluterkrankheit oder Hämophilie mit rezessiv-geschlechtsgebundenem Erbgang die häufigste. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass sie keine einheitliche Krankheit darstellt, sondern dass zwei verschiedene Formen: Hämophilie A und B unterschieden werden müssen. Die Blutersippe von Tenna z. B. gehört zur selteneren Hämophilie B. Die Schwere des klinischen Bildes geht der Verminderung des hämophilen Faktors auffallend parallel. In der gleichen Familie wird in der Regel stets derselbe Schweregrad gefunden. Die Konduktorinnen unterscheiden sich gerinnungsphysiologisch in keiner Weise von Gesunden. Neben der klassischen Hämophilie, bei der nur ein Gerinnungsfaktor mangelt, gibt es auch die seltenen hereditären Fälle mit multiplen Gerinnungsdefekten. Es konnte z. B. in einer Familie ein gleichzeitiger Mangel der Fakto-

ren V und VIII oder ein solcher der Faktoren VII und IX festgestellt werden. Auffallenderweise fehlen in der Regel nur solche Faktoren gleichzeitig, die sich physikalisch-chemisch sehr ähnlich verhalten. Diese Tatsache spricht für eine gemeinsame Vorstufe derselben.

Unter den erworbenen hämorrhagischen Diathesen sind vor allem Leberaffektionen sowie die K-Avitaminosen zu erwähnen.

In einem gewissen Gegensatz zur hämorrhagischen Diathese steht die spontane intravasale Gerinnung, die wir bei der Thrombose beobachten. Sie stellt ein Versagen des Mechanismus dar, der normalerweise das Blut flüssig erhält. Möglicherweise spielt dabei das von den Gewebemastzellen sezernierte Heparin eine Rolle. Neuerdings konnte auch nachgewiesen werden, dass sämtliche Gerinnungsfaktoren in bereits aktiver Form im Plasma vorhanden sind, mit Ausnahme von Faktor IX, der bei den Blutern von Tenna fehlt. Dieser Faktor wird durch Kontakt mit benetzbaren Oberflächen, also z. B. an Endotheldefekten der Gefässwand, aktiviert, worauf der Gerinnungsprozess und auch die visköse Metamorphose der Plättchen in Gang gesetzt werden. Die frühere Ansicht, dass der Plättchenzerfall das *primum movens* des Gerinnungsvorganges darstelle, hat sich als irrig erwiesen. Die Entstehung einer Thrombose bedarf neben der Gefässwandschädigung noch der Strömungsverlangsamung des Blutes, und zwar schon deswegen, weil die notwendige Thrombinkonzentration sonst gar nicht erreicht werden könnte.

Da sich hämorrhagische Diathesen mit Gerinnungsdefekt und Thrombosen ausschliessen, so stellt sich die Frage, ob es möglich ist, die Thromboseentstehung und -weiterentwicklung durch die künstliche Erzeugung einer Gerinnungsverzögerung zu verhüten, mit andern Worten, ob es gelingt, durch eine latente hämorrhagische Diathese die Thrombogenese zu beeinflussen. Die klinische Erfahrung mit Heparin einerseits, Dicumarin und seinen Derivaten andererseits hat gezeigt, dass dies möglich ist.

(Autoreferat)

3. Dezember 1956: Prof. Dr. G. Schwarzenbach, Zürich:

Metallkationen und ihr Koordinationsbestreben

Um die Verbindungen, die ein Element bilden kann, abzuleiten, benötigt man zwei Begriffe: die Wertigkeit, die als Ladungszahl die Stöchiometrie regelt und die Koordinationszahl, welche eine Aussage über die Struktur der Verbindungen macht. Man führt gedanklich die Atome der zu verbindenden Elemente vorerst in Ionen über und setzt diese dann zu den bestandfähigen Atomverbänden zusammen. Beim Metallkation, das man beim ersten dieser Schritte erhält, zum Beispiel Fe(III)-ion, Cu(II)-ion, Pt(IV)-ion handelt es sich um einen valenzchemischen Begriff. Der Chemiker hat es nie mit nackten Metallkationen zu tun, sondern diese stecken in den Gitterverbänden der Kristalle oder in den einzelnen Komplexionen stets in einer Koordinationshülle und sind von Ligandatomen umgeben, deren Anzahl besonders häufig 4 oder 6 beträgt.

In der wässrigen Lösung der Salze sind die Metallkationen von Wassermolekeln umgeben, und wir haben deshalb Aquokomplexe vor uns. Fast alle Reaktionen solcher Kationen sind darauf zurückzuführen, daß die Wassermolekeln der Hydrathülle durch andere Liganden ersetzt werden. So entsteht eine verwirrende Fülle von mononuklearen

und polynuklearen Komplexen, deren Bildung sich bei farbigen Metallkationen besonders leicht durch Farbeffekte nachweisen lässt. Auch die Fällungsvorgänge gehören zu den Komplexreaktionen, was an Hand des Eisenhydroxydes demonstriert wird.

In den letzten Jahren sind organische Komplexbildner besonders intensiv studiert worden. Unter ihnen finden wir Sequestrierungsmittel, Fällungsmittel, Extraktionsmittel und Metallindikatoren, mit deren Hilfe sich die Metalle tarnen, fällen, extrahieren oder durch Farbeffekte nachweisen lassen. Besondere Effekte treten auf, wenn man Metallkationen mit langen, fadenförmigen Anionen reagieren lässt, wie zum Beispiel mit Polyphosphaten.

Das Koordinationsvermögen der Metallkationen regelt so nicht nur die Struktur der Kristallverbände und der Verbindungen höherer Ordnung, sondern es ist auch analytisch und technisch von grosser Bedeutung. Eine besondere Wichtigkeit hat es in der Biochemie gewonnen, da es verantwortlich ist für die mannigfachen Metallkatalysen, die man bei biochemischen Vorgängen beobachtet.

(Autoreferat)

17. Dezember 1956: Prof. Dr. W. Hardmeier, Zürich:

Zum Konsonanzproblem in Akustik und Tonpsychologie

Jeder zur Bildung von konsonanten Akkorden verwendbare Klang erweist sich bei genauer Untersuchung als ein Gemisch von Gliedern der sog. harmonischen Teiltonreihe, d. h. von Tönen, deren Schwingungszahlen ganzzahlige Vielfache der Grundtonschwingungszahl sind (1. Teilton = Grundton, 2. Teilton = Oktave desselben, 3. Teilton = Duodezime usw.). Es gehört dabei zu dem durch die Prägung der Psyche in den ersten Lebensjahren bedingten Wesen der Tonempfindung, dass eine solche harmonische Teiltonreihe nicht als Vielheit von Tönen, sondern als Einheit, als ein Ton mit der Tonhöhe des Grundtones der Reihe und mit einer von der Intensität der einzelnen Teiltöne abhängigen Klangfarbe gehört wird.

Auch ein von Obertönen freier, rein sinusförmiger Klang (z. B. ein Stimmgabelton) erhält durch die mit der Schallaufnahme im Ohr verbundenen Verzerrungen Teile der über ihm stehenden harmonischen Reihe zugemischt. Diese Zumischung ist für die Klangempfindung eines Einzeltones ohne grosse Bedeutung; beim gleichzeitigen Hören mehrerer Töne hat sie aber zur Folge, dass neben diesen im Ohr noch weitere Töne, sog. Kombinationstöne, auftreten. Von diesen sind der Differenzton und in günstigen Fällen auch der Summationston (Töne, deren Schwingungszahlen gleich der Differenz bzw. der Summe der Schwingungszahlen der Primärtöne sind) am ehesten zu hören. Dass sie erst im Ohr entstehen, zeigt sich, wenn man

zwei voneinander unabhängige, räumlich getrennte Schallquellen verwendet und diese bald einzeln, bald zusammen einschaltet. Man hört deutlich, dass das Teiltonsystem eines Zusammenklanges mehr Töne enthält und damit mehr ist als die blossе Summe der Teiltonsysteme seiner Einzeltöne.

Schon im Altertum war bekannt, dass konsonante Intervalle sich durch einfache ganzzahlige Verhältnisse auszeichnen — bei den Pythagoräern waren es die Verhältnisse von Saitenlängen, die heutige Physik untersucht die Verhältnisse der Schwingungszahlen. Man gab sich dabei lange mit der Auffassung zufrieden, dass irgend eine «verborgene arithmetische Tätigkeit des unbewusst zählenden Geistes» (Leibnitz) diese Zahlenverhältnisse zu beurteilen vermöge und an einfachen Verhältnissen ein besonderes Wohlgefallen finde. Vor allem H. v. Helmholtz ist dann im letzten Jahrhundert den Unterschieden zwischen konsonanten und dissonanten Intervallen dank seines ausgezeichneten Gehörsinnes mit grossem Erfolg nachgegangen. Physikalisch charakterisierte er konsonante Intervalle durch die bei ihnen festzustellenden gemeinsamen Teiltöne, dissonante durch die zwischen benachbarten Teiltönen auftretenden Schwebungen. Für die Empfindung der Dissonanz erachtete er die mit diesen Schwebungen verbundenen Unregelmässig-

keiten und Rauigkeiten des Klanges als massgebend, während deren Fehlen das Merkmal der Konsonanzempfindung sein sollte. Da dadurch das Wesen der Konsonanzempfindung nur negativ umschrieben und sicher nicht erschöpfend erfasst wird, führte C. Stumpf den Begriff der mehr oder weniger starken Verschmelzung konsonanter Klänge in Richtung auf einen einheitlichen Klangeindruck ein. Dann aber stellte sich die Frage, was diesem tonpsychologischen Begriff der Verschmelzung physikalisch entspricht. Eine Betrachtung der Teiltöne bei Miteinbezug der Kombinationstöne zeigt nun bei konsonanten Intervallen stets ein regelmässiges Teiltonsystem, in welchem mit abnehmendem Konsonanzgrad immer mehr Lücken auftreten. Die Teiltonsysteme von Oktave und Duodezime sind vollständig, Quinte und Dezime haben nur wenige Lücken, während deren Zahl bei Terze und Quarte grösser wird. Dissonante Intervalle schliesslich haben stets ein mehr oder weniger unregelmässiges Teiltonsystem. Es scheint demnach möglich, für jedes Intervall und für jeden Akkord zwischen der Ordnung im Teiltonsystem und dem Grad der Konsonanzempfindung eine gewisse Entsprechung aufzuzeigen, wobei man sich aber der Grenzen der Möglichkeiten der Analyse von Empfindungen bewusst bleiben muss. (Autoreferat)

14. Januar 1957: Prof. Dr. C. Burri, Zürich:

Petrographische Provinzen

Ebensowenig wie bei den Eruptivgesteinen selbst alle rechnerisch möglichen Kombinationen an gesteinsbildenden Mineralien verwirklicht sind, sondern vielmehr durch Auswahlprinzipien eine Beschränkung der auftretenden Typen bedingt wird, sind die Vergesellschaftungen gleichaltriger Eruptivgesteine willkürlich oder zufällig. Schon früh wurde erkannt (ROSENBUSCH 1890, INDINGS 1892), dass sich die bekannten Eruptivgesteine in zwei Reihen aufteilen liessen, welche auf Grund der Bedeutung der betreffenden Metallatome als Kalkalkali- beziehungsweise Alkalireihe bezeichnet wurden. Schon 1886 hatte Judd gefunden, dass die Eruptivgesteine eines Gebietes gewisse Besonderheiten in Gefüge und Mineralbestand aufweisen konnten, durch welche sie sich von gleichartigen, jedoch andernorts auftretenden unterschieden.

Derartige, durch besondere Merkmale ausgezeichnete regionale Einheiten wurden als «Petrographische Provinzen» bezeichnet. Es besteht somit in Bezug auf die Gesteine eine gewisse Analogie zur Biocoenologie und es stellt sich, hier wie dort, die Frage nach der Typisierung der einzelnen Assoziationen sowie nach der Definition und Deutung der Standortsfaktoren. Auf Grund des kristallchemisch unterschiedlichen Verhaltens von K^+ und Na^+ wurde später durch NIGGLI die ROSENBUSCHSche Alkalireihe in eine K- und eine Na-Reihe aufgeteilt. Petrographische Provinzen mit Gesteinen der Kalkalkalireihe (Granite, Diorite, Gabbro beziehungsweise Liparite, Dacite, Andesite, Basalte) wurden «pazifisch» genannt (BECKE, HARKER), solche mit Gesteinen der Na-Reihe (Na-Granite, Na-Syenite, Essexite, Theralithe, Foyaitе be-

ziehungsweise Na-Rhyolithe, Na-Trachyte, Phonolithe, Tephrite usw.) «atlantisch» und solche mit Gesteinen der K-Reihe (K-Syenite, Monzonite, Shonkinite beziehungsweise K-reiche Trachyandesite und Trachybasalte sowie Leucitgesteine) «mediterrane». Die Namengebung rührt daher, dass pazifische Vergesellschaftungen rund um den pazifischen Ozean, atlantische auf den Inseln des atlantischen und mediterrane im Mittelmeergebiet (zum Beispiel Vesuv) in ausgezeichnete Weise vertreten sind. In Bezug auf das Auftreten beziehungsweise die tektonischen Standortsfaktoren ergaben sich die Korrelationen: pazifische Provinzen gebunden an tiefreichende Geosynklinalfaltungen, atlantische gebunden an ungefaltete Vor- und Rückländer sowie Zwischengebirge oder starre Massen ganz allgemein, während mediterrane ausgeprägte Zwischenstellungen einnehmen.

Die neuern geophysikalischen Erkenntnisse vom Aufbau des Erdballs sowie von der Temperaturverteilung innerhalb desselben lassen darauf schließen, dass die Gesteine der atlantischen Provinzen Differentiationsprodukte des primären basaltischen Magmas sind, wie es in kontinentalen Gebieten in einer Erdtiefe von etwa 70, in ozeanischen in einer solchen von etwa 35 Kilometern vorhanden sein muss. In ozeanischen Gebieten, wo die obersten SiO_2 -reichen Erdschichten, das sogenannte Sial, normalerweise fehlen, fehlen auch Gesteine mit freiem Quarz (At-

lantisch I) während sie in kontinentalen Gebieten, wo Gelegenheit zur Aufnahme von sialischem Material vorhanden ist, weit verbreitet sind (Atlantisch II). Die Gesteine der pazifischen Provinzen sind nicht aus dem primären Basaltmagma abzuleiten, sondern sie haben ihren Ursprung in der differentiellen Aufschmelzung (Anatexis) von Sialwülsten, welche bei den Faltungsvorgängen in Regionen höherer Temperatur versetzt werden, wobei die aufdringenden Schmelzen wiederum der Kristallisationsdifferentiation unterworfen sind. Aus den höhern SiO_2 -reichern Partien entstehen die synorogenen Granite i. w. S., aus den tiefern, etwas basischern die später aufdringenden subsequenten Dacite und Andesite. Die mediterranen Vergesellschaftungen lassen sich durch die Anatexis biotitreicher (lamprophyrischer) früher Differentiate, wie sie sich aus den synorogenen granitischen Schmelzen leicht bilden können, ableiten, wobei je nach den Verhältnissen Vermischungen mit sialischen oder primärbasaltischen Schmelzen stattfinden müssen. Diese Annahme steht mit den Beobachtungen über die regionale Verbreitung in guter Übereinstimmung. Bei den atlantischen wie bei den mediterranen Assoziationen besteht lokal die Möglichkeit einer Desilifizierung durch Assimilation von Karbonatgesteinen, wobei melilith- und leucitführende Gesteinstypen gebildet werden können.

(Autoreferat)

21. Januar 1957: Prof. Dr. W. Pauli, Zürich:

Zur älteren und neueren Geschichte des Neutrinos

Bald nach dem ersten Weltkrieg entstanden Diskussionen über die Energieverteilung der beim Betazerfall aus dem Kern emittierten Elektronen. Ein kontinuierliches Spektrum dieser Elektronen war nachgewiesen sowie auch diskrete Linien. War das kontinuierliche Spektrum primär und waren die Linien alle als innere Konversion aus dem Kern emittierter monochromatischer Gammastrahlung in der Atomhülle zu deuten? Diese, wie wir heute wissen, richtige Meinung wurde von C. D. ELLIS, einem Mitarbeiter RUTHERFORD's, vertreten, während L. MEITNER aus theoretischen Erwägungen dem heftig widersprach. Das RaE emittierte keine γ -Strahlen diskreter Energie und zeigte auch keine diskreten

Elektronenenergien. Aber konnte nicht die kontinuierliche Verbreiterung des Energiespektrums durch Sekundärprozesse bedingt sein? Dies war der Gesichtspunkt von L. MEITNER, während ELLIS dies für zum mindesten sehr unwahrscheinlich hielt. Die Polemik endete mit einem Experiment: der kalorischen Messung der absoluten Energie der primären Betastrahlung von RaE. Das Ergebnis von ELLIS und WOOSTER (1927), dass diese Energie mit dem Maximum der Energieverteilung der Elektronen zusammenfällt, nicht mit deren oberer Grenze, wurde später (1930) von L. MEITNER und W. ORTHMANN mit einer verbesserten Apparatur genau bestätigt. Überdies konnten diese zeigen, dass auch

keine Gammastrahlen mit kontinuierlichem Spektrum von RaE emittiert werden.

Ernste Zweifel an der Gültigkeit des Energiegesetzes beim Betazerfall wurden von N. BOHR geäußert. Die Sachlage musste jedoch im Zusammenhang mit den damaligen Vorstellungen vom Kernbau beurteilt werden. Immer hatte man das Vorhandensein von Elektronen im Kern angenommen und RUTHERFORD stellte 1920 die Hypothese einer nuklearen Verbindung von Elektron und Proton auf, der er den Namen Neutron gab.

Als die Wellenmechanik zum Ergebnis führte, dass zweierlei Symmetriecharaktere von Teilchen (Bosonen und Fermionen) existieren und Methoden lehrte, um diese festzustellen, wurde dies bald auf Kerne angewendet. Wäre die Vorstellung von Protonen und Elektronen als Bausteinen der Kerne richtig, so müsste die Parität der Ladungszahl die Parität des Kernspins sowie den Symmetriecharakter des Kerns bestimmen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die erste nachgewiesene Ausnahme war Stickstoff (Ladung 7) mit ganzzahligem Spin (Wert 1) und Bosonsymmetrie (KRONIG 1928, HEITLER und HERZBERG 1929). Bald folgten andere Kerne wie Li 6 und das Deuteron H 2. Allmählich lernte man, dass die Massenzahl die Parität des Kernspins und ihren Symmetriecharakter bestimmt, nicht die Ladungszahl, was jedoch erst 1933 nach der Entdeckung des Neutrons (Spin 1/2, Fermion) ganz klar wurde.

Dieses war der Hintergrund der Idee des Autors, dass beim Betazerfall noch ein weiteres elektrisch neutrales Teilchen emittiert werden müsse. Auf diese Weise konnte sowohl der Symmetriecharakter der Kernstatistik und die Parität des Kernspins als auch der Energiedefekt beim Betazerfall verstanden werden. Dessen einseitiges Vorzeichen (Energieverlust, niemals Energiegewinn) machte ihm BOHR's Gesichtspunkt einer nur statistischen Gültigkeit des Erhaltungssatzes der Energie unwahrscheinlich, wogegen auch andere theoretische Gründe sprachen.

Der Autor verliest seinen Brief an GEIGER und L. MEITNER anlässlich eines Kongresses in Tübingen (1930), erwähnt seinen ersten, nicht veröffentlichten Vortrag (Pasadena, Frühling 1931) sowie den Kongress in Rom (Herbst 1931), an dem FERMI dem neuen Teilchen den Namen «Neutrino» gab, zum Unterschied vom schweren «Neutron» der

RUTHERFORD-Schule, das bald darauf (1932) von CHADWICK und JOLIOU experimentell gefunden wurde. Schliesslich gibt der Autor seine kurze Publikation im Solvay-Kongress 1933 wieder, der die endgültige Klärung brachte. Unmittelbar nach diesem publizierte FERMI seine vorläufige Mitteilung über seine quantitative Theorie des Betazerfalls, die auf der Idee des Neutrino basierte (ausführlichere Mitteilung 1934). Unabhängig davon fand auch F. PERRIN (1933) den statistischen Gewichtungsfaktor, der praktisch allein die Form des Betaspektrums bestimmt, und zog durch Vergleich mit dem Experiment ebenso wie FERMI den Schluss, dass die Neutrinos die Ruhemasse 0 haben müssen (heutige obere Grenze für diese 0,002 Elektronmasse). Der Erfolg der neuen Theorie veranlasste schliesslich (1936) BOHR, seine Opposition aufzugeben.

Das Durchdringungsvermögen der Neutrinos ist so gross, dass etwa 100 Lichtjahre Pb nötig wären, um diese zu absorbieren. Dennoch ist es dank der starken Neutrinoquellen, die in den Uranreaktoren vorliegen (10^{20} Neutrinos pro sec) gelungen, durch besonders gebaute Verstärker die Absorption der Neutrinos in der Reaktion $p + \nu \rightarrow n + e_+$ nachzuweisen mit einem Wirkungsquerschnitt von nur $6,3 \cdot 10^{-44}$ cm², im Einklang mit der Theorie (C. L. COWAN, F. REINES et al. 1956).

Der Autor geht ferner auf die Frage ein, ob es zwei Sorten von Neutrinos gibt, von denen die eine mit e_- , die andere mit e_+ emittiert wird und vice versa für Neutrinoabsorption. Experimente von R. DAVIS machen dies plausibel, und der Autor hält es auch für theoretisch befriedigend, was er an Hand des Begriffes einer «Leptonladung» erläutert.

Zum Schluss weist der Autor darauf hin, dass wir beim heutigen Stand der Theorie genötigt sind, jedes neue Teilchen durch ein besonderes Feld mit besonderen Kopplungskonstanten zu beschreiben, wodurch die experimentell schon gut erforschten Reaktionen des Neutrinos mit Mesonen zurzeit theoretisch mehr registriert als interpretiert werden. Insbesondere ist das Ausbleiben des Zerfalls des Pions in Elektron und Neutrino ein grosses Rätsel der heutigen Physik. Auch harret der numerische Wert der Konstante der FERMI'schen Theorie (Dimension eines Wirkungsquerschnittes) noch einer Erklärung, die vielleicht in ferner Zukunft liegt.

(Autoreferat)

28. Januar 1957: Prof. Dr. G. Schnitter, Zürich:

Aus dem schweizerischen Kraftwerksbau

Eine Wasserkraftanlage entsteht aus den natürlichen Gegebenheiten der Topographie, Geologie und Hydrologie des zur Nutzung zur Verfügung stehenden Gebietes, dem intuitiven Gestaltungsvermögen des projektierenden Ingenieurs, verbunden mit der konstruktiven und rechnerischen Ausarbeitung der Projektidee sowie der fachgerechten, die örtlichen Verhältnisse im einzelnen berücksichtigenden und ihnen sich anpassenden Ausführung. Ihr Bau bedeutet einen Eingriff in die natürliche Landschaft, der aber in seinen Auswirkungen gemildert werden kann, wie Beispiele aus der letzten Zeit zeigen.

Der Roh- und Nutzenergieverbrauch ist in der ganzen Welt in ständigem Ansteigen begriffen, wobei sich eine Verlagerung innerhalb der bekannten Energieträger zeigt, die auf eine Verminderung der Kohle und des Holzes und auf eine Vermehrung der flüssigen Brennstoffe und der Wasserkraft tendiert. Der Energieverbrauch der aus Wasserkraft erzeugten Energie ist in ständigem Steigen begriffen, die jährliche Zuwachsquote dürfte mindestens 5,5 % betragen. Dabei ist die Schweiz erst an fünfter Stelle, was den jährlichen Elektrizitätsverbrauch pro Kopf der Wohnbevölkerung betrifft. Bezogen auf den totalen spezifischen Energieverbrauch ist er in den USA mehr als fünfmal höher als in der Schweiz. Die ständig sich ausweitende Industrialisierung unseres Landes, eine Folge des ungünstigen Verhältnisses zwischen Nahrungsraum und Bevölkerung, beschleunigt das Ansteigen des Energieverbrauches. Zurzeit werden etwa 15 Milliarden kWh elektrische Energie konsumiert; die totalen ausbauwürdigen Wasserkräfte werden schätzungsweise 33 Milliarden kWh betragen, die kaum ausreichen werden, die Zunahme der nächsten etwa 20 Jahre zu decken. Der totale Ausbau der wirtschaftlich verfügbaren Wasserkräfte ist deshalb eine Notwen-

digkeit. Die nutzbare Verwertung der Atomenergie wird nicht so rasch erfolgen können wie erhofft. Wir dürfen froh sein, wenn sie im Zeitpunkt des vollen Ausbaues der Wasserkräfte so weit entwickelt wurde, dass sie dannzumalen den weiteren Zuwachs an Nutzenergie decken können.

Das Wasserdargebot schwankt in weiten Grenzen innerhalb eines Jahres und von Jahr zu Jahr. In unseren alpinen Verhältnissen ist es besonders niedrig im Winter, das heisst in Zeiten grossen Energiebedarfes. Ausserdem kann elektrische Energie in wesentlichen Mengen nicht gespeichert werden. Dies zwingt uns zur Anlage künstlicher Speicherbecken, deren Energieinhalt zurzeit immerhin nur etwa 31 % des Winterbedarfes deckt, so daß wir auf die Einfuhr in thermischen Anlagen erzeugter, teurer und jederzeit durch fremde behördliche Verordnungen suspendierter Energiemengen angewiesen sind. Die Anlagemöglichkeiten wasserdichter Speicher mit günstigen Talsperren sind nicht zahlreich und die Sperrn relativ teuer im Vergleich zu jenen unserer Nachbarn, das heisst der Energieinhalt in kWh pro Kubikmeter Sperrnmauerwerk ist relativ gering. Die Topographie unserer Alpentäler hat lange Stollen und die Geologie oft schwierigere und dadurch teure Stollenbauten zur Folge. Dass trotzdem bis anhin in der Schweiz, trotz der relativ hohen Baukosten, die Energiegestehungskosten weniger stark angestiegen sind, liegt in dem bis vor kurzem niedrigen Zinsfuss begründet, mit welchem die grossen im Bau von Wasserkraftanlagen investierten Kapitalien entschädigt wurden.

Eine Anzahl von farbigen Diapositiven vermittelte einen lebhaften Eindruck von den in den Bergen und an unseren Flüssen dank der aufopfernden Arbeit von Ingenieuren und Arbeitern entstehenden Bauwerken.

(Autoreferat)

11. Februar 1957: Prof. Dr. H. R. Mühlemann, Zürich:

Der Stand der Karies-Forschung

Gegenstand der modernen Kariesforschung ist die Kariesprophylaxe (KP). Wir unterscheiden drei Arten von KP:

1. Die antibakteriell-enzyma-

tische KP, welche mit antibakteriellen Wirkstoffen versucht, die den Schmelz angreifenden und zerstörenden Prozesse (Bakterien, Enzyme, Stoffwechselprodukte) un-

wirksam zu machen. Neben der Bildung von schmelzentkalkenden Gärungssäuren durch Laktobazillen und azidogene Streptokokken aus (den in der Mundhöhle nach der Nahrungsaufnahme liegen bleibenden) Kohlenhydraten beanspruchen neuerdings keratolytische Bakterien und die Chelation das Interesse der Forschung. In morphologischer Hinsicht bestehen gewisse Unterschiede bei der experimentellen Anätzung der Schmelzoberfläche mit Säuren oder chelierenden Stoffen (EDTA). Im initialen Kariesstadium sollen durch die bakterielle Keratolyse der organischen Schmelzmatrix chelierende Stoffe entstehen. In kariösen Defekten wurden keratolytische Keime, wie Asparagin- und Glutaminsäure, gefunden. Bei identischen pH-Verhältnissen demineralisieren letztere den Zahnschmelz ausgeprägter als Säuren.

Die antibakterielle Kariesprophylaxe hat gewisse klinische Erfolge gezeitigt (Sarcosinate, Antibiotika). Sie besitzt aber den Nachteil, das mikrobiologische Gleichgewicht der Mundflora zu stören. Deshalb sind Spätnebenwirkungen unübersichtlich.

2. Die konstitutionelle KP hat zum Ziel, die Resistenz der Zahnhartgewebe während ihrer Bildung im Kiefer zu erhöhen. Es ist eine biologische KP, die aus diesen Gründen mit einem noch grösseren Schädigungsrisiko verbunden ist. Ein Beispiel stellt das Fluor dar, welches bei Verabreichung in Wasser bis zu einer Konzentration von etwa 1,5 mg% kariesprophylaktisch, bei höheren Konzentrationen bereits schmelztoxisch ist. Unsere heutigen Kenntnisse der Vorgänge bei der Mineralisation der Hartgewebe im Organismus sind ungenügend, um bereits neue Wege der Konstitutionsprophylaxe zu beschreiten. Wichtig ist allerdings eine ernährungsphysiologisch optimale Zusammensetzung der Nahrung, um wenigstens mangelbedingte kariesfördernde Konstitutionsschäden zu verhüten (Rachitisprophylaxe).

3. Die Imprägnations-KP steigert die Resistenz des Zahnschmelzes nach seinem Durchbruch in die Mundhöhle. Mit verschiedenen Wirkstoffen wird die Löslichkeit der Schmelzoberfläche herabgesetzt, einerseits durch Substitution verschiedener Atome im Apatitkristall, andererseits durch chemische Reaktionen mit den anorganischen und organischen Schmelzbestandteilen. Die Trinkwasserfluoridierung ist hauptsächlich durch die Kontaktwirkung kariesprophylaktisch. Ein

kariesprophylaktisch bedeutungsvoller Schutz durch Fluor erfordert einen ununterbrochenen Kontakt mit Fluoriden. Die beste NaF-Wirkung ist kurz nach dem Durchbruch der Zähne festzustellen, wahrscheinlich weil in dieser Zeit die Tiefenwirkung von F-Ionen am grössten ist. Lokale Zahnpinselungen mit Fluoriden, besonders wenn sie nicht häufig wiederholt werden, verschieben lediglich das Kariesgeschehen, so dass fluoridierte 14-Jährige den Kariesbefall nicht fluoridierter 11-Jähriger aufweisen. Ähnliches gilt für die Trinkwasserfluoridierung.

Obwohl die Herabsetzung der Schmelzlöslichkeit durch Zinn-II-Fluoride 70% beträgt, benötigen die klinischen, sich widersprechenden kariesprophylaktischen Resultate mit SnF₂-Zahnpasten einer weiteren Bestätigung.

Der Nachteil der Verfahren zur Herabsetzung der Schmelzlöslichkeit mit relativ konzentrierten Fluoriden besteht in der Abwischbarkeit der auf dem Schmelz gebildeten schwer löslichen Schutzschichten. Deshalb wird versucht, diese mit Kieselsäuregels bei Anwendung von MgSiF₆ mechanisch zu fixieren. Andere Bestrebungen gehen dahin, schmelzlöslichkeitsherabsetzende Wirkstoffe über den Weg der Keratinmatrix in tieferen Schmelzschichten zu verankern.

Die Imprägnations-KP wird wesentlich durch die Beschaffenheit des Speichels beeinflusst. Zwischen Kariesanfälligkeit, Viskosität, Sekretionsgeschwindigkeit, Pufferungsvermögen des Speichels einerseits, und zwischen Speicheldrüsen, Schilddrüse und Keimdrüsen andererseits bestehen enge, allerdings noch zu wenig erforschte Zusammenhänge. Durch die medikamentöse Beeinflussung der Speicheldrüsenfunktion zeichnen sich neue kariesprophylaktische Möglichkeiten ab.

Das grösste Hindernis der Kariesforschung war bis vor kurzem die drei bis vier Monate dauernde tierexperimentelle Testzeit neuer karieshemmender Wirkstoffe. Es ist gelungen, diese Experimentalzeit auf 10 bis 15 Tage zu senken, was zudem ganz neue Versuchsanordnungen gestattet. Die Wirkstoffe können höher dosiert werden. Zudem ist zwischen Konstitutions-, Imprägnations- und antibakteriellem Effekt der Wirkkörper und seiner Hemmwirkungen auf die Initiation und Progression der Kariesläsion zu unterscheiden. (Autoreferat)

25. Februar 1957: Frau Prof. Dr. M. Ernst-Schwarzenbach, Zürich:

Selbststerilität bei Blütenpflanzen

Sterilität beruht entweder auf Störungen in der Bildung der männlichen oder weiblichen Gameten (echte Sterilität) oder auf der Verhinderung der Verschmelzung der funktionsfähigen Geschlechtszellen, was als Inkompatibilität, das heisst Unverträglichkeit der Gameten, bezeichnet wird. Es ist dies eine genetisch bedingte, physiologische Barriere, ähnlich der Abwehrreaktion der Wirtspflanze gegenüber dem infizierenden Pilz oder der Immunitätsreaktion in der Tierwelt. Können Gameten desselben zwittrigen Individuums oder bestimmter Gruppen von Individuen sich nicht vereinigen, liegt Selbstinkompatibilität vor, die als «outbreeding mechanism» Selbstbefruchtung erschwert und damit Fremdbefruchtung fördert.

Die Erforschung der genetischen Grundlagen der Selbstinkompatibilität hat in den letzten Jahren grosse Fortschritte gemacht. Früher bestanden für die verschiedenen Blütentypen ganz verschiedene Theorien, jetzt lassen sich alle auf eine gemeinsame Grundlage zurückführen.

Durch Inkompatibilität selbststerile Pflanzen können in ihren Blüten homomorph oder heteromorph sein. Allen gemeinsam ist das Grundprinzip, dass Pollenkörner einer bestimmten genetischen Konstitution auf Narben einer bestimmten, meist gleichen Konstitution nicht keimen, oder ihre Schläuche nicht durch die Griffel zu den Eizellen und damit nicht zur Befruchtung gelangen können. Bei den Homomorphen des Personaten-Typus (*Nicotiana*, *Oenothera*, *Prunus avium* u. a. m.) ist eine Bestäubung nur dann kompatibel (fertil), wenn das Allel des haploiden Pollenkornes im zwei Allele enthaltenden diploiden Griffelgewebe nicht vorkommt (gametophytische Determination des Pollens, sporophytische des Griffels). Bei den Homomorphen des Compositen-Typus und bei den Heteromorphen (heterostyle *Primula*-Arten) ist es der Genbestand der pollenspendenden Vaterpflanze, welcher die Kompatibilität des Pollens gegenüber einer jeden Mutterpflanze auf Grund ihres Gen-Bestandes bestimmt (spo-

rophytische Determination von Pollen und Griffelgewebe).

Bei heterostylen Primeln wurden früher für die drei Gruppen sich verschiedenen kombinierender Merkmale: Stempellänge, Antherenhöhe und Pollenkorngrösse, entweder sehr eng gekoppelte Gene oder multiple Allelie (ein Gen mit mehreren Allelen) mit pleiotropem Effekt angenommen. Der Erbgang der Inkompatibilität der beiden homomorphen Typen wurde durchwegs auf multiple Allelie zurückgeführt. Dabei sind die verschiedenen Allele beim Personaten-Typus voneinander unabhängig, bei den andern Typen sind sie entweder ebenfalls unabhängig, oder sie zeigen teils Konkurrenz-, teils Dominanzverhältnisse.

Aus den Resultaten von Selbst- und Fremdbestäubungen an und mit Mutantpflanzen des Personaten-Typus hat sich ergeben, dass das Inkompatibilitäts-Gen zusammengesetzt sein muss: ein Teil des Gens wirkt auf das Griffelgewebe, der andere auf die Pollenkörner. Englische Forscher haben darum neuerdings die Theorie aufgestellt, dass die Selbstinkompatibilität bei Homo- wie bei Heteromorphen ganz allgemein nicht auf multipler Allelie, sondern auf Pseudoallelie beruhe. Es liegen nicht verschiedene Allele desselben Gens genau im selben Lokus, sondern das die Selbstinkompatibilität determinierende Gen ist ein Komplex- oder Super-Gen, das aus verschiedenen Teil- oder Sub-Genen besteht, die selbst wieder zum Teil einfache Gene sind. Diese neue Auffassung wird allen bisherigen Befunden sowohl bei Homomorphen als bei Heteromorphen gerecht.

Die Selbstinkompatibilität wird durch die Relation der genetischen Determination der Pollenkörner zu derjenigen der Griffelgewebe bestimmt, wobei das die Inkompatibilität determinierende Gen ein Komplex-Gen ist, das aus verschiedenen Teil-Genen besteht.

(Autoreferat)