

# Vorträge der NGZ

30. Oktober 1961: Prof. Dr. H. U. DÜTSCH, Zürich

## Atmosphärisches Ozon und Zirkulation in der Stratosphäre

Der Ozongehalt der Atmosphäre variiert mit Jahreszeit und geographischer Breite und ist auch von der Wetterentwicklung abhängig. Da das Gas durch photochemische Vorgänge dauernd gebildet und zerstört wird, ist es nicht gleichmässig mit der Luft vermischt, sondern weist ein Konzentrationsmaximum zwischen 20 und 25 km Höhe auf. Da sich nur in den oberen Teilen der Stratosphäre ein photochemisches Gleichgewicht rasch einstellt, ist in der unteren Hälfte der Ozonschicht die Verteilung des Gases nicht durch solche Reaktionen, sondern durch Luftströmungen bestimmt, was die Differenzen erklärt, die zwischen der aus der Theorie berechneten und der beobachteten Ozonverteilung mit Jahreszeit und geographischer Breite auftreten. Da der Ozongehalt in der unteren Stratosphäre eine konservative Eigenschaft einer Luftmenge ist, kann das Gas als Tracer Verwendung finden. Zur praktischen Anwendung eines solchen Verfahrens genügen aber Gesamt ozonmessungen nicht, sondern es muss der Ozongehalt als Funktion der Höhe bestimmt werden.

Im letzten Jahrzehnt sind eine Reihe von Methoden entwickelt worden, die sich zur routinemässigen Messung der vertikalen Ozonverteilung eignen. Sie arbeiten teilweise indirekt (vom Boden aus) und verwenden dabei Messungen am ultravioletten Zenitstreulicht (Umkehrmethode) oder im infraroten Strahlungsbereich, oder es werden optisch oder chemisch arbeitende Ozonsonden durch Ballone oder Raketen in die erforderlichen Höhen getragen. Durch wiederholten, gleichzeitigen Einsatz der verschiedenen Methoden versucht man die Vergleichbarkeit der Resultate, trotz gewissen Unsicherheiten in den Einzelbeobachtungen, zu sichern.

Die bisherigen Ergebnisse der Messungen zeigen in mittleren Breiten einen ausgesprochenen Jahresgang des Ozongehalts in der unteren Stratosphäre (Anstieg während des Winters), der durch Ozonverfrachtung durch die allgemeine Zirkulation bedingt ist, während oberhalb von 25 bis 30 km die schwächeren jahreszeitlichen Variationen photochemisch gesteuert erscheinen. In der Äquatorialzone liegt das beobachtete Maximum der Ozonkonzentration viel höher als das theoretisch erwartete. Durch Luftströmungen wird hier aus dem unteren Teil der Stratosphäre ständig Ozon weggeführt und vermutlich nach der Winterhemisphäre höherer Breiten verfrachtet.

Zwischen Temperaturverlauf und Ozongehalt der Stratosphäre besteht im Hochwinter eine ausgesprochene positive Korrelation, die wenigstens in höheren Schichten gegen das Frühjahr rasch abnimmt. Es kann daraus geschlossen werden, dass zur Zeit der höchsten Intensität der stratosphärischen Zirkulation die scharf ausgeprägten wetterhaften Schwankungen des Ozongehaltes im wesentlichen durch Vertikalbewegungen hervorgerufen werden, dass aber später bei zunehmenden meridionalen Gradienten auch advektive Vorgänge wichtig werden.

Die Korrelation zwischen Tropopausenhöhe als Index für den troposphärischen Wetterablauf und dem stratosphärischen Ozongehalt zeigt eine gesetzmässige Verknüpfung zwischen der Zirkulation in den beiden Schichten der Atmosphäre, die aber mit zunehmender Höhe in der Stratosphäre rasch abklingt. Die Analyse im Einzelfall zeigt, dass daneben auch stratosphärische Störungen auftreten, die keine direkte Beziehung mit der Troposphäre aufweisen und zum Teil viel grösseren Massstab besitzen, wie sich besonders am Beispiel der explosionsartigen Stratosphärenenerwärmung im Jahre 1958 zeigt. Durch Zusammenfassung von Temperatur- und Ozonmessung erhält man ein recht einheitliches Bild dieses stratosphärischen Umsturzes.

Ein vorgeschlagenes Schema des jahreszeitlichen Ozonkreislaufes zeigt eine kontinuierliche Produktion in der tropischen Stratosphäre und einen in der Höhe nach der jeweiligen Winterhemisphäre gerichteten Ozonfluss, daneben eine Ozonzerstörung in Bodennähe zur Erklärung der beobachteten jahreszeitlichen Variation. Dabei werden jährlich etwa dreissig bis vierzig Prozent des atmosphärischen Ozongehalts zerstört und wieder gebildet. Man hofft durch Heranziehung anderer Tracer, wie Wasserdampf und radioaktiven Zerfallsprodukten sowie einer Ausweitung der Ozonmessungen, die noch unklaren Details dieses Schemas in den nächsten Jahren sichern zu können und damit zu einem bessern Verständnis der allgemeinen Zirkulation zu kommen.

Überwachung der Konstanz der Sonnenstrahlung im nahen Ultraviolett sowie weltweite Ausmessung des oberen Teils der Ozonschicht von Satelliten aus, soll in den nächsten Jahren eine allfällige Bedeutung des Ozons im gesuchten Zusammenhang zwischen Sonnenaktivität und irdischem Wetterablauf abklären.

(Autoreferat)

13. November 1961: Dr. med. R. HUNSPERGER, Zürich

### Aktivierung von Wut- und Angststimmungen beim Tier durch Hirnreizung

Bei der Begegnung eines Tieres mit einem Feind kann das Tier je nach der Umgebungssituation auf die Bedrohung mit Flucht oder mit Abwehr, die sich bis zum Abwehrangriff steigern kann, reagieren. Ähnliche Reaktionen können beim Tier in äusserlich neutralen Umgebungsbedingungen durch künstliche, elektrische Reizung in subkortikalen Gehirnabschnitten aktiviert werden. Da der Erfolg einer zentral im Gehirn ansetzenden Reizung vorwiegend durch die Organisation der Neurone in den betreffenden Bezirken und ihrer Verbindungen zu den Effektorstrukturen bedingt ist, erlaubt die Methode der Hirnreizung Substrate, die einer bestimmten Reaktion zugrunde liegen, lokalisatorisch zu bestimmen und diese gegenüber anderen Hirnstrukturen abzugrenzen.

Die Versuche wurden mit der von W. R. HESS entwickelten Methode der elektrischen Reizung subkortikaler Hirnabschnitte an der wachen Katze durchgeführt. Durch Ausdehnung der von W. R. HESS im Zwischenhirn durchgeführten Reizungen auch auf Strukturen im Mittel- und Vorderhirn konnte ein komplexes, anatomisch zusammenhängendes Substrat abgegrenzt werden, das den Reaktionen Flucht, Abwehr und Abwehrangriff zugrunde liegt. Dieses System erstreckt sich von dorso-medialen Teilen des Mandelkerns im Vorderhirn durch Vermittlung der Stria terminalis bis zu deren Bettkern um die vordere Kommissur und von hier im Zwischenhirn kontinuierlich durch das Höhlengrau des Hypothalamus bis ins zentrale Höhlengrau des Mittelhirns.

Innerhalb dieses Systems für Affektreaktionen lässt sich auf der Stufe des Zwischen- und Mittelhirns je eine Zone abgrenzen, aus der eine Abwehrreaktion ausgelöst wird. Diese ist charakterisiert durch Fauchen in Abwehrhaltung, Erweiterung der Pupillen, Zurücklegen der Ohren und Haarsträuben an Rücken und Schwanz. Aus einem grösseren Gebiet, das die beiden Zonen für Abwehr umgibt und untereinander verbindet, wird Flucht aktiviert. Verstärkte elektrische Reizung innerhalb der Abwehrzonen ergibt den Abwehrangriff, verstärkte Reizung in der Fluchtzone unter Umständen Fauchen, das von Flucht gefolgt ist. Auf der Stufe des Vorderhirns dieses Systems wird vor allem Knurren in Abwehrhaltung aktiviert. Flucht wird in diesen Strukturen selten ausgelöst; die Reaktion scheint bereits Elemente zu enthalten, die dem epileptischen Formenkreis angehören.

Durch Einführung gewisser Reizmuster in die Versuchssituation, wie Versperren des Fluchtweges mit den Händen oder das Hinbringen von geeigneten Attrappen auf den Versuchstisch, kann gezeigt werden, dass das Tier auch während der künstlich aktivierten Reaktion auf Änderungen in seinem Wahrnehmungsfeld zweckentsprechend reagiert. So können Versperren des Fluchtweges beziehungsweise der Wahrnehmungsreiz der Attrappe statt der ursprünglichen Flucht nun Abwehr bedingen.

Von besonderem Interesse ist die Entwicklung eines Abwehrangriffs bei Gegenwart einer Attrappe und lediglicher Reizung des Tieres in der Fluchtzone. Der psychologischen Betrachtung dieses Vorganges, nämlich einer Umwandlung von Flucht in Abwehrangriff, werden drei neurophysiologische Mechanismen zur Seite gestellt. Erstens eine mögliche Beeinflussung der Tätigkeit assoziativer Kortexabschnitte im Temporalhirn durch den Hirnstammreiz; zweitens eine experimentell nachgewiesene Steigerung der Erregbarkeit der Neurone in der Abwehrzone bei Reizung in der Fluchtzone; drittens eine Verstärkung der Abwehr durch eine länger dauernde Einwirkung des Reizstromes.

(Autoreferat)

27. November 1961: Prof. Dr. med. R. HEGGLIN, Zürich

### Der Stoffwechsel des Herzmuskels

Um eine Kontraktion des Muskels herbeizuführen, sind Aktomyosin, ATP und Ionen in einem optimalen Verhältnis sowie geregelte Austauschmöglichkeiten durch die Membran notwendig. ATP gilt als Energielieferant, Aktomyosin ist die eigentliche sich kontrahierende Eiweissubstanz, die Ionen und die den Ionenaustausch regulierende Membran stellen das Milieu, in welchem sich die Kontraktionsvorgänge vollziehen können, dar. Für den Kliniker handelt es sich darum, zu wissen, welche dieser Faktoren bei der menschlichen Herzinsuffizienz verändert sind. Man kann die Vorgänge, die sich bei den Stoffwechselfvorgängen im Muskel abspielen, auch in verschiedene Phasen einteilen:

1. Energiefreisetzung aus den energieliefernden Substanzen (Kohlenhydrate, Fette, Eiweisse).
2. Energiekonservierung im Herzmuskel der energiereichen Substanzen (ATP, ADP, Kreatinphosphor...).
3. Energieutilisation durch die Eiweisse (Aktomyosin), der sogenannten Kontraktionsmaschine.

Eine Herzinsuffizienz als Folge eines gestörten Aufbaues der Energiesubstanzen findet sich bei Anoxämie, bei Verschiebung des optimalen Ionengleichgewichtes (sogenannte hypodynamie oder energetisch-dynamische Herzinsuffizienz), bei Beri-Beri (weil der Aufbau von ATP infolge Fehlens von Vitamin B<sub>1</sub> durch Blockierung des Abbaues der Brenztraubensäure gestört ist).

Bei gesteigerter Schilddrüsentätigkeit (Hyperthyreose) wurde wegen der durch Thyroxin verursachten Entkopplung der Phosphorylierung ebenfalls eine Verminderung des Energiekapitals vermutet. Die Verhältnisse liegen aber komplizierter. Der gestörte Myokardstoffwechsel wird offenbar durch eine sich günstig auswirkende Katecholaminwirkung, welche die Kontraktionskraft steigert, ausgeglichen.

Bei der eigentlichen hämodynamischen Herzinsuffizienz konnten keine signifikanten Änderungen des Myokardstoffwechsels festgestellt werden (BING und andere). Die Ergebnisse wurden dadurch gewonnen, dass der Gehalt der Nährstoffe im Arterienblut mit demjenigen des Herzvenenblutes verglichen wurde. Aus dem Verhältnis dieser beiden Werte kann auf den Stoffwechsel im Myokard geschlossen werden. Diese Befunde lassen den Schluss zu, dass die klinisch häufigste sogenannte hämodynamische Herzinsuffizienz keine primäre Stoffwechselkrankheit ist. Aufbau und Konservierung der Energieträger sind nicht gestört. Bei der hämodynamischen Herzinsuffizienz liegt dagegen eine Störung der Energieverwertung vor. Es konnten beim insuffizienten Herzen von mehreren Autoren Veränderungen des Aktomyosins gegenüber dem normalen Herzen festgestellt werden. Besonders war das Molekulargewicht nach OLSON von 226 000 auf 695 000 Å gesteigert. OLSON fand auch Veränderungen der Viskosität. BING und KAKO sahen zudem, dass das Aktomyosin, welches vom Myokard an Herzinsuffizienz verstorbenen Menschen gewonnen wurde, eine weniger intensive Kontraktionsfähigkeit zeigte als das Aktomyosin von Normalen.

Die Konsequenzen für die Behandlung der Herzinsuffizienz ergeben sich aus dieser Feststellung. Bei der seltenen hypodynamen Herzinsuffizienz muss die allgemeine Stoffwechselstörung (häufig Elektrolyte) korrigiert werden. Bei der hämodynamischen Herzinsuffizienz, welche auch als Überlastungsinsuffizienz bezeichnet werden kann, ist dagegen eine Entlastung anzustreben. Senkung des Blutdruckes im grossen und kleinen Kreislauf sowie chirurgische Massnahmen können eine Entlastung bei manchen Fällen herbeiführen. Digitalis, das kräftigste Medikament, um die Kontraktion anzuregen, wirkt wahrscheinlich direkt am Myosin. Diese Auffassung wird durch Untersuchungen WASERS gestützt und kann auch am besten mit der Muskelkontraktionstheorie, wie sie derzeit angenommen wird, in Übereinstimmung gebracht werden. (Autoreferat)

11. Dezember 1961: Prof. Dr. J. P. BLASER, Zürich

### Neue Entwicklungen in der Beschleunigungsphysik

Unsere heutigen Kenntnisse über die Atomkerne sowie über Elementarteilchen (Nukleonen, Elektronen, Mesonen, Hyperonen) wurden zum überwiegenden Teil durch Experimente mit Beschleunigern gewonnen. In den letzten 10 Jahren sind neue Prinzipien entdeckt worden, die es gestattet haben, die Energie der künstlich beschleunigten Teilchen bis auf 30 Milliarden Elektrovolt zu treiben.

Warum sind Beschleuniger zur Erforschung der Elementarteilchen nötig, und wie rechtfertigt sich der enorme materielle Einsatz für diesen rein wissenschaftlichen Zweck? (Die grössten heutigen Projekte kosten schon fast 1 Milliarde Franken!) Die zwischen den Kernteilchen auftretenden Kräfte sind so stark, dass sie nur durch Bombardierung durch sehr schnelle Teilchen erprobt werden können. Die Kenntnis dieser Kraftgesetze ist eines der fundamental-theoretisch wie auch praktisch-technisch wichtigsten Ziele der heutigen Physik.

Die Beschleunigung von Protonen muss in elektrischen Feldern erfolgen, nachdem der Wasserstoff ionisiert worden ist. Magnetische Felder ändern die Energie eines Teilchens nicht, sind aber zur Führung der Teilchen wichtig, da die Kraft proportional mit der Geschwindigkeit wächst.

Statische Beschleunigungsspannungen sind auf etwa 5 Millionen Volt (Isolation) beschränkt (Van-de-Graaff). Weiter kommt man nur durch zyklische Beschleunigung in hochfrequenten Wechselfeldern. Während der falschen Polarität des Feldes muss das Teilchen vor dem Feld versteckt werden (Faraday-Käfig). Dieses Grundprinzip wendet man in Linearbeschleunigern sowie zirkularen Maschinen an (Zyklotron und Synchrotron). Die Teilchen legen in den Beschleunigern sehr lange Wege zurück (CERN-Proton-Synchrotron z.B. 100 000 km); sie müssen also unbedingt durch fokussierende Kräfte an die gewünschte Bahn gebunden werden.

Vor zehn Jahren entdeckte man das Prinzip der sogenannten «starken Fokussierung» durch alternierende Feld-Gradienten. Ein optisches Analogon besteht aus einer Folge von konvergenten und divergenten Linsen von sich paarweise aufhebender Brechkraft. Trotzdem erfolgt immer eine Fokussierung. Dieses Prinzip hat ungeahnte Fortschritte ermöglicht, indem der Strahlquerschnitt durch die starke Fokussierung so verkleinert werden kann, dass die Magnete viel leichter konstruiert werden können. Dadurch wird es möglich sein, in den nächsten 10 Jahren bis gegen 1000 Milliarden eV vorzudringen.

Leider lassen sich diese ungeheuren Energien nur unvollständig ausnützen. Da man auf feststehende Teilchen schießt, ist die Energie im Schwerpunktssystem – die einzig für eine Wechselwirkung zur Verfügung steht – bei kleinen Energien nur die Hälfte der kinetischen Energie im Laboratoriums-System. Bei relativistischen Geschwindigkeiten (nahe an der Lichtgeschwindigkeit) wächst die verfügbare Energie nur mit der Wurzel der kinetischen Energie. Dies hat zum Vorschlag der kollidierenden Strahlen geführt. Die beschleunigten Teilchen werden dabei in Speicherringen (Synchrotrons) gestapelt. In einer Überschneidungszone können die gegenläufigen Teilchen bei der vollen Energie in Wechselwirkung treten. So werden in Zukunft Energien erreicht werden, die nur noch wenig von den sehr seltenen schnellen Teilchen der kosmischen Strahlung übertroffen werden. Aus den bei diesen höchsten Energien auftretenden neuen Prozessen erhofft man eine tiefere Einsicht in die fundamentale Struktur der Elementarteilchen, aus denen die Materie besteht. (Autoreferat)

15. Januar 1962: Prof. Dr. K. Voss, Zürich

### Neuere Untersuchungen der Verbiegbarkeit von Polyedern und Flächen

Unter einem Polyeder soll hier eine geschlossene Fläche im Raum verstanden werden, die sich aus endlich vielen ebenen Polygonen zusammensetzt. Schon in der Elementargeometrie tritt die Frage auf, ob zwei konvexe Polyeder mit kongruenten Seitenflächen als Ganzes kongruent sind. Ein Polyeder heisst verbiegbar, wenn es sich so deformieren lässt, dass alle Seitenpolygone kongruent bleiben, jedoch die Winkel an gewissen Kanten geändert werden. Eine infinitesimale Verbiegung ist eine Deformation, bei der alle Polygone, jedoch nicht alle Kantenwinkel, in 1. Näherung kongruent bleiben.

Alle konvexen Polyeder sind infinitesimal starr (Cauchy). Unter den nichtkonvexen Polyedern gibt es solche, die infinitesimal verbiegbar («wackelig») sind. Hierfür werden einfache Beispiele vom kombinatorischen Typ des Oktaeders angegeben. Diese Polyeder gestatten jedoch keine endliche Verbiegung. Alle «wackeligen Achtfläche» sind bereits 1920 von LIEBMANN bestimmt worden. Schon 1897 hatte BRICARD die endliche Verbiegbarkeit der Achtfläche vollständig diskutiert: Es gibt zwei Arten von verbiegbaren Achtflächen; in beiden Fällen durchdringen sich jedoch die Seitenpolygone gegenseitig. Verbiegbare Polyeder bilden in der Gesamtheit aller Polyeder einen seltenen Ausnahmefall. Es ist bis heute unbekannt, ob es verbiegbare Polyeder ohne Selbstdurchdringungen gibt.

Verlangt man nur, dass die Kantenlängen erhalten bleiben («Stangenpolyeder»), so werden viele Polyeder beweglich (Beispiel: Würfel). Unterteilt man jedoch die Polygone eines konvexen Polyeders in Dreiecke, so erhält man ein infinitesimal starres Gerüst. Dieser Satz ist für die Realisation eines abstrakt gegebenen Eulerschen Dreieckspolyeders mit gegebenen Kantenlängen und Konvexitätsbedingung der Ecken von Bedeutung (A. D. ALEXANDROV).

Bei Flächen im Raum mit stetiger Tangentialebene und Krümmung (also ohne Ecken und Kanten) sind die isometrischen (längentreuen) Abbildungen und die Verbiegungen (längentreuen Deformationen) von besonderem Interesse, da sie die Form der Fläche im Raum verändern, jedoch nicht die innere Geometrie der Fläche im Sinne der Längen- und Winkelmessung.

Die lokale Verbiegbarkeit genügend kleiner Flächenstücke ist heute weitgehend geklärt: Die Flächen mit positiver Gaußscher Krümmung  $K$  verhalten sich wesentlich anders als die mit negativem  $K$  (Unterschied zwischen elliptischen und hyperbolischen Differentialgleichungen). Die Umgebung eines Punktes auf der Fläche  $F$ , der nicht Flachpunkt ist, lässt sich stets verbiegen, und jede zu  $F$  isometrische Fläche lässt sich entweder in  $F$  oder in das Spiegelbild von  $F$  verbiegen. Dagegen haben Untersuchungen von H. HOPF, SCHILT, EFIMOV und HOESLI die merkwürdige Tatsache ergeben, dass es Flächen mit Flachpunkt gibt, die sich überhaupt nicht verbiegen lassen und ausserdem keine andere Flachpunktrealisation besitzen. Insbesondere gibt es isometrische Flächenstücke, die sich nicht ineinander verbiegen lassen.

Über die globale Verbiegbarkeit einer Fläche als Ganzes ist heute u.a. folgendes bekannt: Geschlossene Flächen mit positivem  $K$  (Eiflächen) sind infinitesimal starr; isometrische Eiflächen sind kongruent. Jedoch wird eine Eifläche verbiegbar, wenn man ein beliebig kleines Loch anbringt. Offene vollständige Flächen mit positivem  $K$  sind verbiegbar oder starr je nachdem, ob die Totalkrümmung kleiner oder gleich  $2\pi$  ist. COHN-VOSSEN (1929) und REMBS (1952) haben nichtkonvexe geschlossene Flächen mit nirgends identisch verschwindender Infinitesimal-Verbiegung gefunden und damit auch isometrische, aber nichtkongruente Flächenpaare, die nirgends zusammenfallen.

Neuerdings gelang es zu zeigen, dass eine vollständige konvexe Fläche nicht isometrisch sein kann zu einer nicht-konvexen Fläche (im Gegensatz zur Situation bei Polyedern, bei denen Kanten auftreten, so dass man durch Spiegelung eines Teils der Fläche solche Isometrien erzeugen kann).

Weitere Fortschritte hat die Theorie von A. D. ALEXANDROV geliefert, welche die konvexen Polyeder und Flächen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu behandeln gestattet.

(Autoreferat)

29. Januar 1962: Dr. E. OEHLER, Lausanne

### Zygotenetik der Getreidearten

Der Tribus Hordeae der Gramineen umfasst die Gruppe der Triticinae mit den Gattungen Triticum (Weizen), Secale (Roggen), Aegilops, Haynaldia und Agropyrum (Quecke) sowie diejenigen der Hordeinae mit Hordeum (Gerste), Elymus, Sitanion und Hystrix.

Aus zahlreichen Kreuzungsversuchen geht hervor, dass sich alle Arten der Gattungen Triticum, Secale, Aegilops und Haynaldia miteinander verbinden lassen. Von den Agropyrumarten können einige mit Vertretern der Triticinae, andere mit solchen der Hordeinae gekreuzt werden. Innerhalb der Hordeinae sind Artkreuzungen schwer herzustellen und sentsprechende Bastarde erst wenige bekannt.

Die Chromosomengrundzahl der Hordeae beträgt  $n = 7$ . Die Arten der meisten Gattungen bilden polyploide Serien mit diploiden, tetraploiden, hexaploiden, selten oktoploiden oder dekaploiden Gliedern.

Aus den Paarungsverhältnissen der Chromosomen während der Reduktionsteilung der  $F_1$ -Bastarde können die gegenseitigen Beziehungen der miteinander in Verbindung getretenen Genome ermittelt werden. Es geht aus zahlreichen Untersuchungen dieser Art hervor, dass die höherchromosomigen Arten der Hordeae Additionsbastarde niedrig-chromosomiger Arten der gleichen oder anderer Gattungen darstellen. So sind z.B. die tetraploiden Weizenarten (Genome AB) aus Kreuzungen zwischen diploiden Weizen (Genome A) und Aegilops speltoides (B), die hexaploiden (ABD) aus tetraploiden Weizen (AB) und Aegilops squarrosa (D) hervorgegangen.

Die Gattung *Secale* sowie die Untergattung *Cerealia* von *Hordeum* enthalten nur diploide Arten. Durch Colchizinbehandlung konnten experimentell bei beiden Gruppen autotetraploide Rassen hergestellt werden mit grösseren kräftigeren Organen (Stengel, Blätter, Ähren, Körner), deren Fertilität jedoch gegenüber den Ausgangsrassen vermindert ist.

Bei der allohexaploiden Art *Triticum aestivum* (gewöhnlicher Saatweizen) sind aneuploide Formen mit je einem fehlenden oder überzähligen Chromosom oder Chromosomenpaar (mono-, nulli-, tri-, tetrasome Linien) lebensfähig. Kreuzungsversuche zwischen solchen Formen ergeben, dass die Chromosomen der drei Weizen Genome einander entsprechende Gene enthalten und wahrscheinlich aus einem gemeinsamen Urgenom abgeleitet werden können. Die Analyse solcher aneuploider Formen erlaubt, eine Lokalisation der Gene auf die verschiedenen Chromosomen vorzunehmen.

In der  $F_1$  eines Artbastardes können sich die artfremden Chromosomen nur paaren, wenn sie einander homolog sind. Ungepaart bleibende sogenannte univalente Chromosomen führen zur Bildung von Gonen mit sehr variablen Zahlen, von denen nur ein Teilentwicklungsfähig ist. Nach starken Störungen entstehen pollensterile Pflanzen, aus denen nur nach Rückkreuzungen Nachkommenschaft gebildet werden kann.

Die Formbildungsmöglichkeiten in den Nachkommenschaften von Art- und Gattungsbastarden hängen ganz von den Homologiebeziehungen der elterlichen Genome ab. Ist auch nur ein Teil der elterlichen Genome einander homolog, können konstante, euploide, fertile Kombinationstypen durch Genaustausch gebildet werden. Beim Fehlen jeglicher Homologiebeziehungen werden jedoch solche Formen nur durch Ein- oder Anlagerung ganzer artfremder Chromosomen oder Chromosomenstücke gebildet werden können. Solche Substitutions- und Additionsformen besitzen in der Regel eine leicht verminderte Vitalität und Fertilität.

Durch die Vereinigung sämtlicher elterlicher Genome, verbunden mit einer Verdoppelung der Chromosomenzahl, entstehen konstante, fertile Amphidiploide genannte neue synthetische Arten. Innerhalb der *Hordeae* sind bis heute 188 solcher Formen bekannt geworden, die für die Züchtungsforschung theoretisch wichtige Kombinations- und Verbindungsglieder darstellen. (Autoreferat)

12. Februar 1962: Prof. ALFRED JOST, Paris

### Recherches sur le contrôle endocrinien de la charge en glycogène du foie fœtal

Dans le problème analysé au cours de cet exposé deux glandes endocrines jouent un rôle essentiel, la cortico-surrénale et l'hypophyse; il est utile de rappeler que ces deux glandes ont une activité physiologique chez le fœtus. On peut par exemple montrer l'existence d'interrelations entre les deux glandes: ainsi l'hypophysectomie du fœtus (par décapitation) provoque une atrophie de la cortico-surrénale que l'injection de corticostimuline au fœtus répare. L'atrophie de la cortico-surrénale fœtale peut aussi être produite par l'injection d'un excès de cortisone au fœtus; dans ce cas l'hypophyse est mise au repos par un mécanisme de «feed back».

Or chez les fœtus de lapin décapités et dont la surrénale est atrophiée, le foie ne se charge pas en glycogène durant les derniers jours de la gestation, comme le fait le foie des témoins, mais il peut y être incité à nouveau si l'on donne aux fœtus décapités les hormones appropriées.

Une étude comparative de ce problème chez le lapin et chez le rat a permis de mieux comprendre les facteurs hormonaux en cause.

Chez le fœtus de rat, notre élève R. JACQUOT a pu clairement démontrer le rôle des cortico-surrénales au cours d'une série d'expériences, faisant intervenir la décapitation ou la surrénalectomie du fœtus in utero sur des femelles elles-mêmes surrénalectomisées.

L'étude du fœtus de lapin montre que les hormones surrénales ne suffisent pas à contrôler la charge du foie en glycogène et qu'il faut aussi un facteur hypophysaire (hormone somatotrope ou prolactine), que le placenta du rat produit, mais non celui du lapin.

C'est donc une synergie hormonale qui permet la charge du foie en glycogène.

Il s'agit là d'un nouvel exemple de l'importance des glandes endocrines dans la physiologie du développement prénatal. Il est probable aussi que de telles études pourront permettre de mieux comprendre divers problèmes de physio-pathologie cellulaire hépatique. (Autoreferat)

26. Februar 1962: Prof. Dr. A. NIGGLI, Zürich

### Erweiterungen des kristallographischen Symmetriebegriffes

Trotzdem die 32 Kristallklassen und 230 Raumgruppen als Werkzeug des Kristallographen längst bekannt sind, ist die Symmetrielehre als Forschungsgebiet in den letzten zehn Jahren — angeregt durch neue Anwendungsmöglichkeiten vor allem in der Festkörperphysik — wieder in Fluss geraten. (Grundgedanke: H. Heesch, Z. Krist. 73 (1930), 325; russische Schule mit Schubnikow, Below u. a.; in der Schweiz vor allem von kristallographischer Seite das Zürcher Hochschulinstitut, von mathematischer Seite J. J. Burckhardt und B. L. v. d. Waerden.)

Für den Kristallographen stellt sich die klassische Symmetrie als Gruppe von Decktransformationen (Verschiebungen, Drehungen, Spiegelungen und Kombinationen davon) dar, die ein Gebilde so in sich selbst überführt, dass der Endzustand vom Anfangszustand nicht zu unterscheiden ist. Dadurch wird Gleichartiges wiederholt, das heisst vorgegebene Elemente (Punkte, Gerade, Ebenen, oder Atome, Ionen, Moleküle) werden vervielfacht. Eine interessante Verallgemeinerung besteht nun darin, den symmetrieverknüpften Punkten des Raumes eine Eigenschaft zuzuordnen, die sich — gekoppelt mit den klassischen Symmetrieoperationen — gesetzmässig verändert. Erfolgt diese Veränderung einsinnig, so resultiert eine Polarität, die unendlich fortgesetzt werden kann (z. B. sich verjüngende Blätter eines Zweiges); interessanter sind zyklische Veränderungen, die nach endlich vielen Schritten zum Anfangszustand zurückführen.

Ist die zugeordnete Eigenschaft als reelle Funktion aufzufassen, so führt der Vorzeichenwechsel als Veränderung (Zyklen der Ordnung 2) zur Antisymmetrie, die wegen der anschaulichen Darstellungsmöglichkeit auch Schwarzweiss-Symmetrie genannt wird. Ein grösserer Wertevorrat der Eigenschaftsveränderung führt analog zu Farbsymmetrien; in diesem Fall wird die zugeordnete Eigenschaft durch eine komplexe Funktion (Exponentialfunktion mit komplexem Argument) beschrieben. Auch kompliziertere Fälle sind denkbar, in denen die zugeordnete Eigenschaft durch mehrdimensionale Matrizen dargestellt werden muss. Da die Eigenschaftsveränderung aber immer gesetzmässig verläuft, wird die zugrundeliegende klassische Symmetrie nicht einfach zerstört oder vermindert; sie ist in versteckter Form stets noch vorhanden, was zur Prägung des Begriffes der Kryptosymmetrie für derartige Verallgemeinerungen geführt hat.

Beispiel einer Antisymmetrie: Der durch Aneinanderreihung nach zwei Richtungen das (unendlich fortgesetzt gedachte) Muster eines Schachbretts liefernde Elementarbereich ist ein etwa durch die Mittelpunkte der vier um ein weisses herumliegenden schwarzen Felder begrenztes Quadrat. Dieses ist antizentriert, weil die Verschiebung um eine halbe Diagonale das Muster unter Farbwechsel in sich selbst überführt. In den Feldermitten liegen vierzählige Drehpunkte, das heisst die Drehung um Vielfache von  $90^\circ$  ist Symmetrieoperation; in den Felderecken liegen vierzählige, in den Mitten der Felderkanten zweizählige Anti-Drehpunkte. Parallel den Felderkanten verlaufen abwechselungsweise Spiegelgerade und Gleitspiegelgerade, parallel den Felderdiagonalen abwechselungsweise Spiegelgerade und Anti-Gleitspiegelgerade. All das bildet eine der 46 möglichen ebenen, zweifach-periodischen Antisymmetriegruppen, die den 17 klassischen Symmetriegruppen etwa der Tapetenmuster entsprechen.

An kristallographischen Möglichkeiten (Beschränkung auf 2-, 3-, 4- und 6zählige Drehungen, da nur diese mit den zur Gitterstruktur der Kristalle führenden Verschiebungen verträglich sind) bietet der dreidimensionale Raum folgende Anzahlen: den 32 Punktsymmetriegruppen (Kristallklassen) entsprechen 58 Antisymmetriegruppen, den 75 einfach-periodischen Balkengruppen deren 244, den 80 zweifach-periodischen Schichtgruppen deren 370 und den 230 dreifach-periodischen Raumgruppen deren 1191. Übrigens werden auch mehrfache, die gleichzeitig nach verschiedenen Gesetzen erfolgende Veränderung mehrerer Eigenschaften beschreibende Kryptosymmetrien untersucht.

In der Kristallographie werden Schwarzweiss- und Farbsymmetrien heute zur Beschreibung gesetzmässig verwachsener Zwillinge und Viellinge sowie zur Klassifikation von Strukturtypen verwendet. Die Verrückungsvektoren der Normalschwingungen etwa von Molekülen lassen sich anschaulich durch Kryptosymmetrien darstellen, und die Beschreibung antiferromagnetischer Strukturen stützt sich zur Erfassung der antiparallelen Richtungen magnetischer Momente auf die Antisymmetriegruppen. Da allgemein in der Kristallphysik die meisten Eigenschaften eines Stoffes durch Tensoren

charakterisiert werden, sind die Kryptosymmetrien das geeignete Werkzeug zur Beschreibung der Eigensymmetrie und des Verhaltens dieser Tensoren in den symmetrischen Räumen der Kristalle. Anwendungen von Anti- und Farbsymmetrien auf die bildende Kunst finden sich vor allem im Werk von M. C. Escher (Grafiek en Tekeningen; Zwolle 1960, J. J. Tijn N. V.).

Wenn man bei diesen Erweiterungen des klassischen Symmetriebegriffes auch nicht mehr von einer Wiederholung von Gleichartigem oder gar Ununterscheidbarem sprechen kann, so behält doch auch für sie die Definition Pascals immer noch ihre Gültigkeit: *symétrie, en ce qu'on voit d'une vue, fondée sur ce qu'il n'y a pas de raison de faire autrement.* (Autoreferat)

28. Mai 1962: Prof. Dr. E. BÜNNING, Tübingen

### « Physiologische Zeitmessvorgänge »

Schon seit sehr langer Zeit ist bei Pflanzen und Tieren das Vorkommen von Phänomenen bekannt, die an den Gang der Uhr erinnern. Es bestehen physiologisch selbst gesteuerte, also auch noch unter konstanten Bedingungen weiter laufende ungefähr tagesperiodische Schwingungen. Erst die gegenwärtig verfügbaren experimentellen Hilfsmittel aber haben es gestattet, einerseits diese Schwingungen, andererseits ihre tatsächliche Nutzung zur biologischen Zeitmessung exakt zu erfassen.

Die Schwingungen äussern sich in vielen peripheren Vorgängen, also gleichsam in «Uhrzeigern»: in periodischen Stoffwechselfvorgängen, Bewegungen, Aktivitätsschwankungen usw. Die frei laufenden, das heisst nicht mehr vom Licht-Dunkel-Wechsel oder anderen äusseren Zeitgebern hinsichtlich Phasenlage und Periodenlänge gesteuerten Schwingungen zeigen Perioden von meist etwa 23—25 Std. Die individuenspezifische Periode kann aber oft mit einer Genauigkeit von wenigen Minuten eingehalten werden. Überraschenderweise haben diese physiologischen Uhren im Gegensatz zu anderen physiologischen Prozessen nur eine sehr geringe Temperatur-Abhängigkeit, mit  $Q_{10}$ -Werten, die meist zwischen 0,9—1,1 oder noch engeren Grenzen liegen. Dieser Rhythmik liegen möglicherweise Oberflächenreaktionen im Cytoplasma zugrunde. Dafür sprechen zum Beispiel starke Wirkungen von schwerem Wasser und von Alkoholen. Nach dem Verhalten beim Unterbinden der Energiezufuhr zu urteilen und auch nach anderen Kriterien gehören die Schwingungen zum Typ der Kippschwingungen.

Genutzt wird die physiologische Uhr von Pflanzen und Tieren nicht nur zur sinnvollen Einordnung der einzelnen Leistungen in die geeignete Tageszeit, sondern (von Tieren) zum Beispiel zur Berücksichtigung der Tageszeit bei der Benutzung eines Sonnenkompasses. Pflanzen und Tieren dient die Uhr ausserdem zur Tageslängenmessung und damit zur Einordnung der Entwicklungsvorgänge in den Gang der Jahreszeiten. Selbst die Einordnung physiologischer Prozesse in den Gezeitenwechsel wird durch ähnliche Schwingungen möglich. Durch das Zusammenwirken dieser physiologischen Gezeitenrhythmik mit der Tagesrhythmik wird offensichtlich infolge des Eintretens von «Schwebungen» auch die bisher als fast mysteriös geltende Einordnung von Entwicklungsvorgängen bei Meeresorganismen in die lunaren Zyklen verständlich. (Autoreferat)