Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 138 (1958)

Teilband: Partie scientifique

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

A.

Partie scientifique

Discours d'introduction du Président annuel
et Conférences principales

Communications faites aux séances de sections

Wissenschaftlicher Teil

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten
und Hauptvorträge

Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen

Partita scientifica

Discorso inaugurale del Presidente annuale
e Conferenze principali

Comunicazioni fatte alle sedute delle sezioni

Leere Seite
Blank page
Page vide

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten der S. N. G.

in Niederurnen anläßlich der 138. Jahresversammlung in Glarus, 13. bis 15. September 1958

von

Dr. Th. Reich (Glarus)

Über die Altersdisposition

Sehr verehrte Damen und Herren!

Im Namen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus heiße ich Sie zur 138. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft herzlich willkommen. Verschiedene Male hat der Zentralvorstand in den vergangenen Jahrzehnten den Wunsch geäußert, wieder einmal auf Glarner Boden zusammenzukommen. Immer wieder haben wir gezögert. Nun haben wir Sie gar aus eigenen Stücken zu uns eingeladen. Dies muß seinen bestimmten Grund haben. In der Tat sind es sogar drei Ereignisse, die dieses Jahr für unsere kantonale Gesellschaft von großer Bedeutung sind:

Am 4. Dezember 1883 trat unsere Gesellschaft zum erstenmal als kantonale Organisation zusammen, und zwar unter dem Vorsitz von Pfarrer Gottfried Heer, Betschwanden, in den «Drei Eidgenossen» in Glarus. Wir ehren mit der Durchführung der diesjährigen Jahresversammlung die Gründer unserer Gesellschaft, und Sie, verehrte Anwesende, helfen uns, diese Aufgabe zu erfüllen. Wir feiern den 75. Geburtstag der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus!

Vom 30. August bis 2. September 1908 tagte die S.N.G. während ihrer 91. Jahresversammlung unter dem Vorsitz des Gründers unserer Gesellschaft, Ständerat Dr. h. c. Gottfried Heer, in Glarus, zum letztenmal auf Glarner Boden. Seither sind volle 50 Jahre verstrichen. Wenn Sie heute, verehrte Damen und Herren, zu uns gekommen sind, helfen Sie uns, einer immer größer gewordenen Verpflichtung nachzukommen. Die S.N.G. tagt heute zum viertenmal im Lande Glarus: 1851 unter dem Vorsitz von Dr. med. J. J. Jenni in Glarus; 1882 im Bad Stachelberg in Linthal unter dem Jahrespräsidenten Dr. med. F. König; das drittemal, wie schon gesagt, 1908 in Glarus.

Im Verlauf der letzten zwei Wochen fand in Glarus die erste Maturitätsprüfung statt. Ein über 50jähriger Wunsch ist in Erfüllung gegangen. Auch für unsere Gesellschaft ist dieses Ereignis von größter Bedeutung.

Sie werden es uns nicht verargen, verehrte Versammlung, wenn wir Ihnen mit etwas Stolz davon erzählen.

Wir sind Ihnen dankbar, und wir sind uns der Ehre bewußt, daß Sie zu uns gekommen sind. Wir können Ihnen nicht das bieten, was eine Stadt als Tagungsort vermag. Sie müssen sich mit einigen Unzulänglichkeiten abfinden. Doch bitten wir Sie, auch die Vorteile zu sehen, die der kleine Rahmen für die Durchführung einer solchen Tagung bietet. Ich bin sicher, daß Sie gute Gastfreundschaft erhalten werden, und ich hoffe, daß Sie sich gerne an diese Tage erinnern werden.

Unsere Gesellschaft ist 75 Jahre alt geworden. In zwei Paragraphen umschreiben unsere Statuten unsere Aufgabe. Ist es nicht vermessen, wenn wir unsere Arbeit unter den Titel: Naturforschende Gesellschaft des Kantons Glarus, Zweiggesellschaft der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, stellen? Stellen diese Worte nicht zu hohe Anforderungen an uns? Können wir Ihnen überhaupt genügen, wenn wir an die Naturforschung von heute denken? Unsere Mitglieder sind zum größten Teil Laien. – Die Paragraphen haben aber nicht nur einen materiellen Inhalt, sondern enthalten auch eine ethische Forderung, die sie unausgesprochen an uns richten. Ihr materieller Inhalt läßt sich von keinem von uns bewältigen. Die ethische Forderung der Naturforschung aber: die Erforschung der Wahrheit der uns umgebenden Welt, erlaubt doch jedem von uns, sich in die Reihe einer Naturforschenden Gesellschaft einzugliedern. Denn wenn sich auch das Wissen und Können in gewissem Sinn absolut messen läßt, so kann das Erlebnis des Strebens nach der Wahrheit doch in jeder Stufe unseres Wissens realisiert werden. Wenn auch zwischen dem Vortrag eines Berufsforschers und einer laienhaften Diskussionsmitteilung ein großer Unterschied besteht, so treffen sie sich doch auf ideellem Gebiet. Es sind Mitteilungen von Selbsterlebtem, Selbstbeobachtetem, Selbstüberlegtem. In diesem Sinn hat auch die Arbeit in unserer Gesellschaft ihre Berechtigung, und wir danken Ihnen, die Sie, zum großen Teil von bedeutenden Gesellschaften kommend, unserer Einladung gefolgt sind.

Wenn auch viele unserer Veranstaltungen durch eigene Kräfte bestritten werden, so tragen doch die Mehrzahl unserer Referenten außerkantonale Namen. Selten lehnt ein angefragter Forscher eine Einladung ab, in unserem Kreise über sein Gebiet zu sprechen. Leider können unsere Referenten kaum spüren, wie dankbar wir ihnen sind, daß sie zu uns kommen, und wieviel Anregung sie uns bringen. Ich möchte die Gelegenheit benützen, Ihnen dies hier zu sagen.

Hin und wieder bleibt es nicht bei dem einen Besuch eines Referenten. Es kommt zu Besuch und Gegenbesuch, und von einem solchen Vortrag möchte ich Ihnen berichten. Im November 1950 referierte uns Prof. Dr. H. R. Schinz, Zürich, über: «Neues aus der Krebsforschung». Schon drei Jahre früher wurde ich durch unseren mathematisch sehr interessierten medizinischen Chefarzt, Dr. Robert Fritzsche, auf neue statistische Methoden aufmerksam gemacht (1). Mein Interesse war geweckt, getragen durch die menschlichen Beziehungen.

Frühere Erfolge in der Wesenserkennung einer Krankheit mit Hilfe von Morbiditäts- oder Mortalitätsstatistiken lassen uns immer wieder hoffen, mit diesem Hilfsmittel neue Erkenntnisse zu erhalten. Das berühmteste Beispiel dieser Art ist wohl die Aufdeckung des Zusammenhangs zwischen Tabes und Paralyse und vorausgegangener Syphilis (2). Erst nach dem Erkennen der statistischen Zusammenhänge wurde der diesen Krankheiten gemeinsame Erreger aufgefunden.

Vielleicht die einzige unbestrittene Eigenschaft des Karzinoms ist seine Altersdisposition. Wir haben es mit einer Krankheit zu tun, die mit steigendem Alter immer häufiger in Erscheinung tritt. Solche Beobachtungen untersuchen wir immer anhand von Mortalitätszahlen: Es sind dies die Anzahl der Todesfälle pro 10 000 oder 100 000 Lebende der verschiedenen Altersklassen. Dadurch eliminieren wir die Unterschiede, die aus der heterogenen Alterszusammensetzung einer Bevölkerungsgruppe resultieren könnten.

Schon vor mehr als 25 Jahren haben die Herren Schinz und Senti (3) anhand der Zürcher Statistik gezeigt, daß die Altersdisposition der Karzinome nicht einheitlich ist: Es gibt Organkarzinome, deren Mortalität in einem bestimmten Alter ein Maximum erreicht, mit höherem Alter wieder abnimmt. Wir sprechen von Gipfelbildung. Es gibt auch Organkarzinome, die diese Abnahme der Mortalität im höchsten Alter nicht aufweisen. – Die kommenden Jahre haben gezeigt, daß diese Beobachtungen mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit als Zufall betrachtet werden können. Im Gegenteil sind wir dazu gekommen, das, was man schlechthin als Altersdisposition bezeichnet, genauer zu analysieren. Es bestehen hier Möglichkeiten, dem wahren Grund, der zu einer Häufung der Krankheit in einem bestimmten Alter führt, näher zu kommen.

In unserer gemeinsamen Arbeit hat Herr Schinz den Begriff der Altersdisposition wie folgt klassiert:

1. Von einer *echten oder direkten Altersdisposition* sprechen wir, wenn der Körper auf Grund seines allgemeinen Alterns, das mit der betreffenden Krankheit nicht in Zusammenhang steht, für eine bestimmte Krankheit anfälliger wird. Die äußeren Gegebenheiten zu erkranken wären also für alle Altersstufen gleichermaßen vorhanden. Das Alter des Körpers bestimmt, ob er der Krankheit widersteht oder erliegt.

2. Wir sprechen von einer *unechten oder indirekten Altersdisposition*, wenn für das Auftreten der Krankheit eine irreversible Schädigung des Körpers während seines ganzen Lebens verantwortlich ist. Bei dieser Art Altersdisposition wird die Schädigung, die in der Zeiteinheit wirkt, für alle Menschen als mehr oder weniger gleich aufgefaßt. Den einen Menschen trifft die Krankheit aber früher, weil er ihr anfälliger ist. Ein anderer Mensch widersteht ihr länger.

3. Eine *vorgetäuschte Altersdisposition* ist dann vorhanden, wenn für das Auftreten der Krankheit ebenfalls, wie bei der unechten Altersdisposition, eine irreversible Schädigung des Körpers während seines ganzen Lebens verantwortlich ist. Hier wird aber die Schädigung, die in der Zeiteinheit wirkt, als verschieden vorausgesetzt. Die Gesamt-

schädigung, die für die Manifestation der Krankheit nötig ist, wird als für alle Menschen gleich groß postuliert. Diese vorgetäuschte Altersdisposition ist, wenn man so sagen darf, am wenigsten an das zahlenmäßige Alter eines Menschen gebunden. Könnte die Schädigung auf Null gehalten werden, würde die Krankheit überhaupt nie auftreten, auch wenn jemand noch so alt würde.

Es hat sich nun gezeigt, daß es uns möglich ist, anhand der Mortalitätsstatistik nachzuweisen, ob wir es mit einer echten Altersdisposition zu tun haben oder mit einer der beiden andern. Die unechte Altersdisposition von der vorgetäuschten zu unterscheiden, gelingt leider nicht mit Hilfe der Statistik. Hier könnte das Experiment klären.

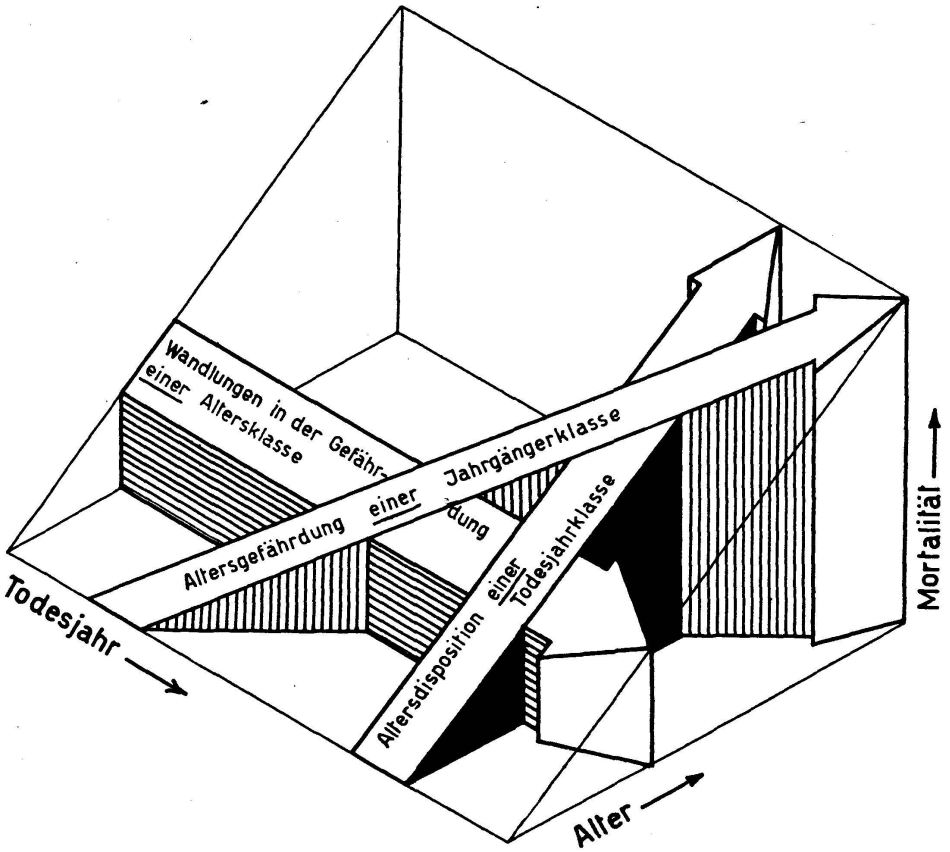


Abb. 1. Drei Möglichkeiten, eine Mortalitätsstatistik zu untersuchen.

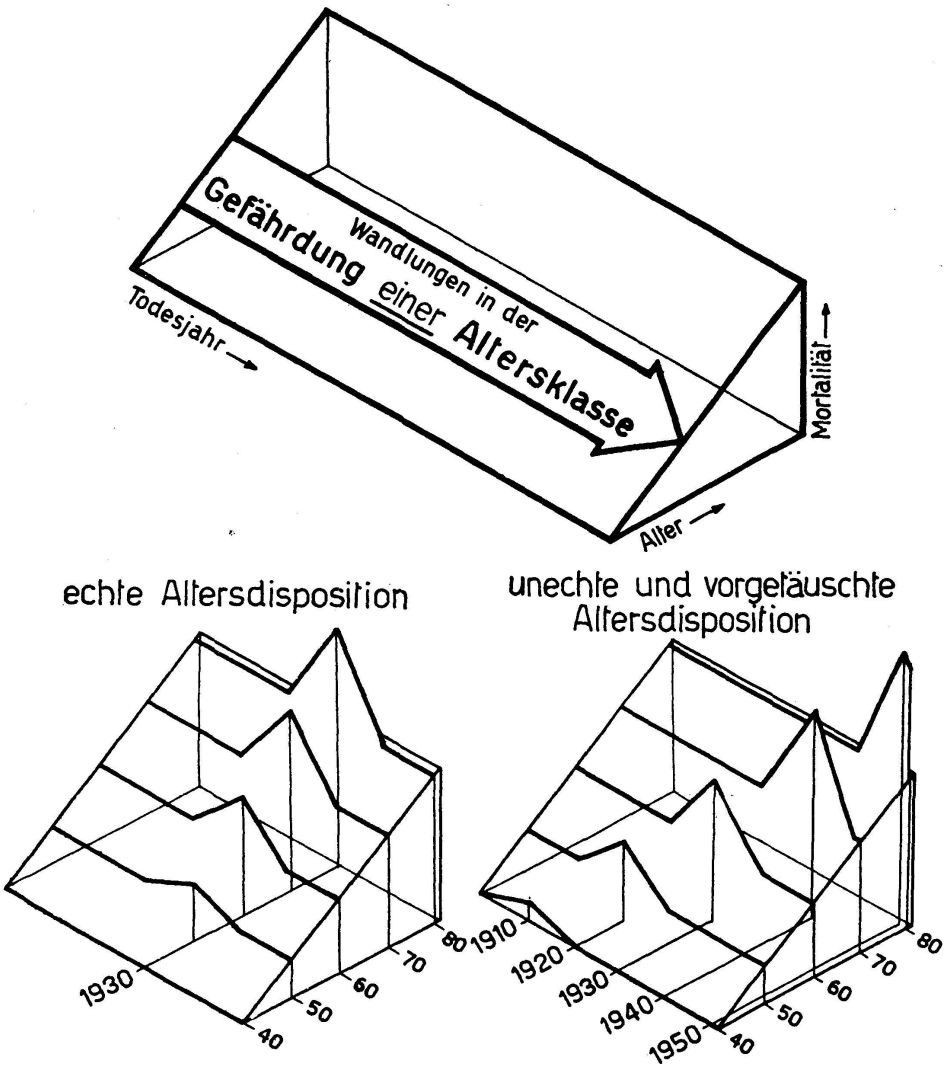
Abbildung 1 zeigt, wie wir eine Mortalitätsstatistik sehen. Wir müssen das Bild räumlich lesen. Auf den Koordinaten der Grundfläche haben wir die verschiedenen Todesjahre einerseits und die verschiedenen Altersstufen anderseits aufgetragen. In der Vertikalen werden die Mortalitätsziffern aufgetragen. Die Zeichnung ist so gehalten, wie wenn Jahr für Jahr die gleichen Verhältnisse angetroffen würden. Die drei körperhaften Pfeile zeigen uns die Möglichkeiten, wie wir eine Statistik lesen können:

1. Wir wählen ein bestimmtes Todesjahr und betrachten die Mortalitäten für die verschiedenen Altersstufen. Das ist die bis jetzt gebräuchlichste Art, solche Statistiken zu betrachten. Sie wird durch den Pfeil: Altersdisposition einer Todesjahrklasse gezeigt.

2. Wir nehmen eine bestimmte Gruppe gleichaltriger Menschen. Wir betrachten z. B. die Mitglieder eines bestimmten Jahrgängervereins. Diese können wir während ihres ganzen Lebens verfolgen und ihre Mortalitäten aufzeichnen. In der Zeichnung: Altersgefährdung einer Jahrgängerklasse. Diese Art der Betrachtung haben wir auch beim bekannten Statistiker Clemmesen gefunden (4).

3. Wir interessieren uns für ein bestimmtes Alter und verfolgen die ihm eigene Mortalität im Verlauf der Jahrzehnte. In der Zeichnung: Wandlungen in der Gefährdung einer Altersklasse.

Beginnen wir bei der dritten Art: Wandlungen in der Gefährdung einer Altersklasse (Abb. 2). In der Zeichnung links unten unserer Abbildung nehmen wir an, daß im Jahre 1930 aus irgendeinem Grund die Mortalität zugenommen hat. Bei echter Altersdisposition resultiert diese



in einem Todesjahr in allen Altersklassen proportional gleiche Veränderungen.

die Veränderung trifft mit einer der Altersdifferenz entsprechenden Phasenverschiebung zuerst die jüngeren und dann die älteren Leute.

Abb. 2

Wandlung in allen Altersklassen proportional gleiche Veränderungen. Die Zeichnung daneben zeigt, daß sich bei unechter oder vorgetäuschter Altersdisposition eine Wandlung, die 1910 die 40jährigen getroffen hat, die 50jährigen erst im Jahre 1920 erreicht und sich bei den 60jährigen erst im Jahre 1930 auswirkt. Dies ist unsere Theorie. Abbildung 3 zeigt uns, daß wir in der Empirie auch wirklich die beiden Fälle antreffen. Auf der Abszisse sind in gewöhnlichem Maßstab die Kalenderjahre aufgetragen. Die Ordinate zeigt die Mortalitäten in logarithmischem Maßstab. Durch diese Art der Darstellung lassen sich die verschiedenen Kurven besser miteinander vergleichen. Paralleler Kurvenverlauf bei logarith-

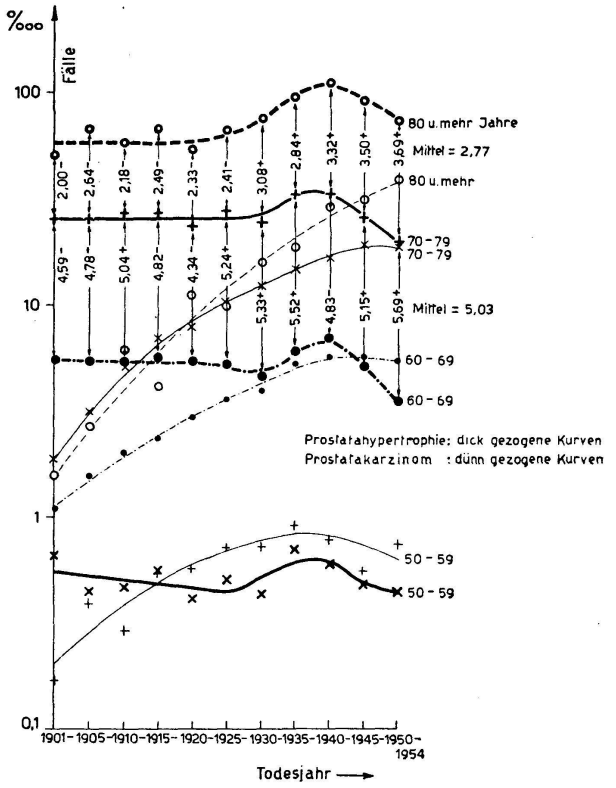
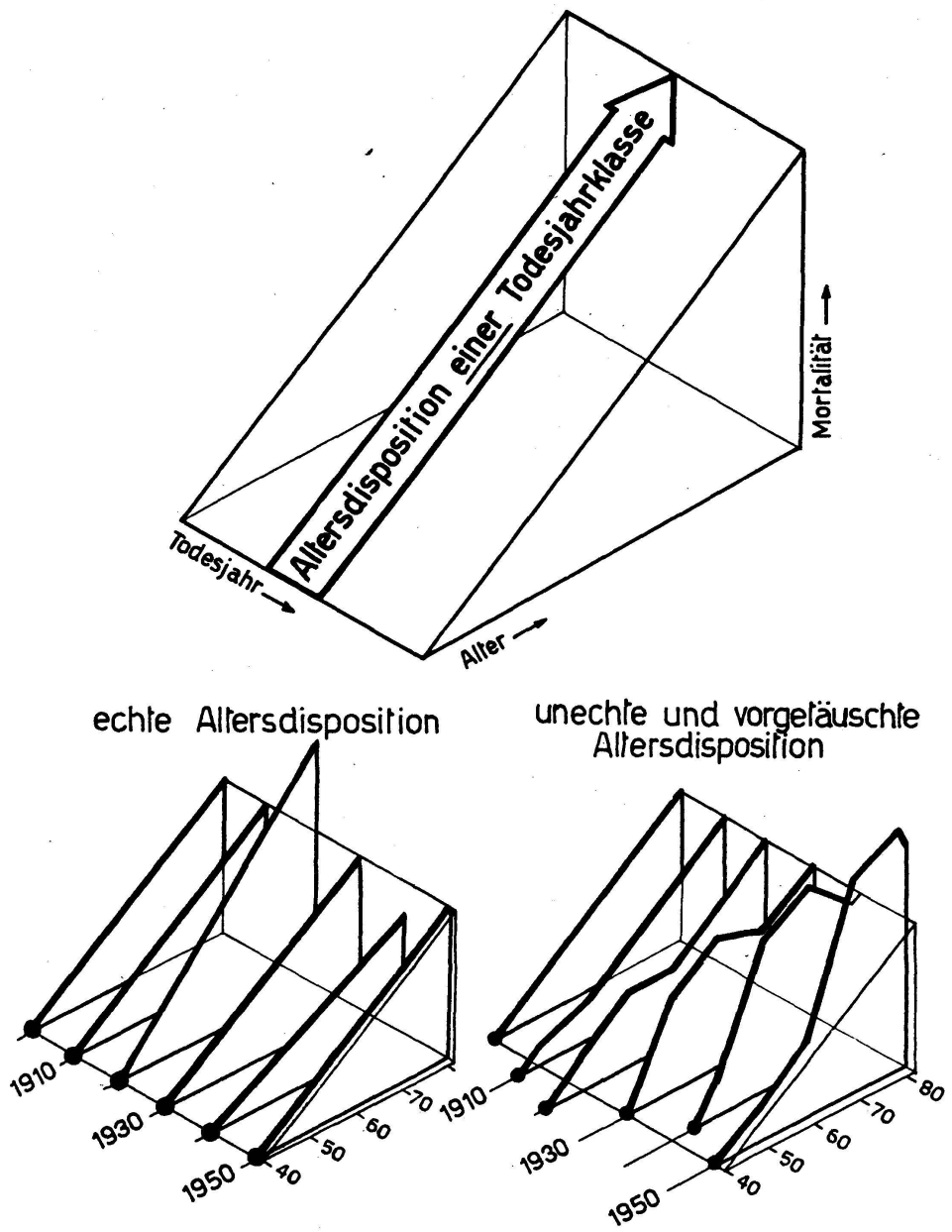


Abb. 3. Vergleich der Sterblichkeit in den verschiedenen Altersklassen seit der Jahrhundertwende für Prostatahypertrophie und Prostatakarzinom.

mischer Ordinate heißt: proportional gleiche Verhältnisse. Die dargestellten Mortalitätsziffern sind der schweizerischen Mortalitätsstatistik entnommen. Die dick gezogenen Kurven der Prostatahypertrophie zeigen, daß die verschiedenen Altersklassen im Verlauf der Jahrzehnte genau gleiche Wandlungen erlitten haben. Es ist also genau das Bild, das wir bei echter Altersdisposition erwarten. Wir konnten auch eine Methode entwickeln, das Parallelverlaufen auf seine statistische Signifikanz zu prüfen (5), und wir dürfen annehmen, daß unsere Beobachtungen «Paralleles Verlaufen» statistisch gesichert ist. Ganz anders verhalten sich die entsprechenden Kurven des Prostatakarzinoms. Wir sehen, daß ein Maximum, das sich bei den 50- bis 59jährigen um das Jahr 1935 zeigt, bei den 10 Jahre älteren etwa im Jahre 1945 auftritt, bei den 70- bis 79jährigen gerade noch angedeutet wird und bei den Ältesten überhaupt nicht in Erscheinung tritt. Dies läßt uns schließen, daß wir



erstes Auftreten der Todesursache bei Zu- oder Abnahme der Gefährdung im gleichen Alter.

Verschiebung des ersten Auftretens der Todesursache bei Zunahme der Gefährdung auf jüngere, bei Abnahme auf ältere Leute.

Abb. 4

bei dieser Krankheit eine unechte oder vorgetäuschte Altersdisposition haben, wogegen die Prostatahypertrophie eine echte Altersdisposition aufweist.

Betrachten wir auf die übliche Art die Altersdisposition einer Todesjahrklasse, zeigt uns Abbildung 4 die theoretische Überlegung, daß bei echter Altersdisposition das erste Auftreten der Todesursache bei Zu- oder Abnahme der Gefährdung im *gleichen* Alter beobachtet werden muß. Das Alter des Körpers ist ja verantwortlich, und so kann die

Krankheit, auch wenn sie zunimmt, keine jüngeren Menschen treffen. Dies könnte erst im Verlauf der Generationen möglich sein. Bei unechter und bei vorgetäuschter Altersdisposition verschieben sich die Punkte des ersten Auftretens der Todesursache. Bei Zunahme findet die Verschiebung auf jüngere, bei Abnahme auf ältere Leute statt. Ebenso zeigt die Abbildung, daß bei echter Altersdisposition keine Gipfelbildung auftritt, während die anderen beiden Arten Gipfelbildung, Verschiebung von Gipfeln und deren Verschwinden aufweisen können.

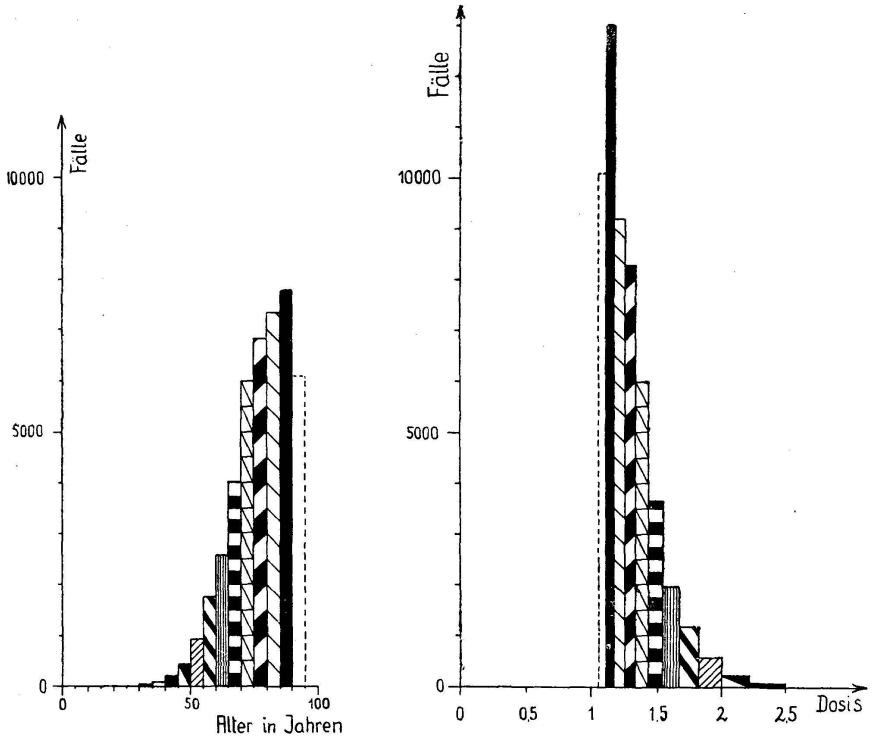


Abb. 5. Absterbeordnung für 100 000 Jahrgänger auf Grund der Karzinomtodesstatistik des Jahres 1952 für die ganze Schweiz (links) unter Ausschluß aller anderen Todesursachen und dadurch bedingte Dosisverteilung (rechts).

Es ist uns gelungen, das erste Auftreten einer Todesursache als Kollektiverscheinung zu erfassen. Auf Grund der Mortalitätsverhältnisse eines bestimmten Kalenderjahres, z. B. 1952, können wir die Absterbeordnung einer Jahrgängerklasse (Jahrgängerverein) berechnen, wenn wir annehmen, daß alle Glieder dieser Klasse nur auf Grund der einen ins Auge gefaßten Krankheit sterben können und alle anderen Todesursachen ausgeschlossen sind. Dies gibt im Falle der Karzinome für die Todesfälle der Männer in der ganzen Schweiz im Jahre 1952 das Bild der linken Seite unserer Abbildung 5. Was für eine Kurve bestimmen diese empirischen Säulen? Bei vorgetäuschter Altersdisposition gilt das Gesetz von Druckrey und Küpfmüller: «Dosis pro Zeiteinheit mal Expositionszeit = konstante Menge.» Oder, was dasselbe heißt: Je größer die durchschnittliche Einzelschädigung, desto schneller wird die Krankheit auftreten und umgekehrt, und zwar in umgekehrt proportio-

nalem Verhältnis. Dadurch erhalten wir eine Dosisanfälligkeitsverteilung. Es ist dies die rechte Seite unserer Abbildung. Jeder Säule rechts entspricht die gleich markierte Säule links. Da wir rechts durch die Bildung reziproker Werte ungleich dicke Säulen erhalten, muß ihre Höhe angepaßt werden. Wir müssen berücksichtigen, daß nicht die Ordinatenlängen unter einer Kurve eine bestimmte Anzahl repräsentieren, sondern ein parallel begrenztes Flächenstück unter der Kurve die Anzahl für

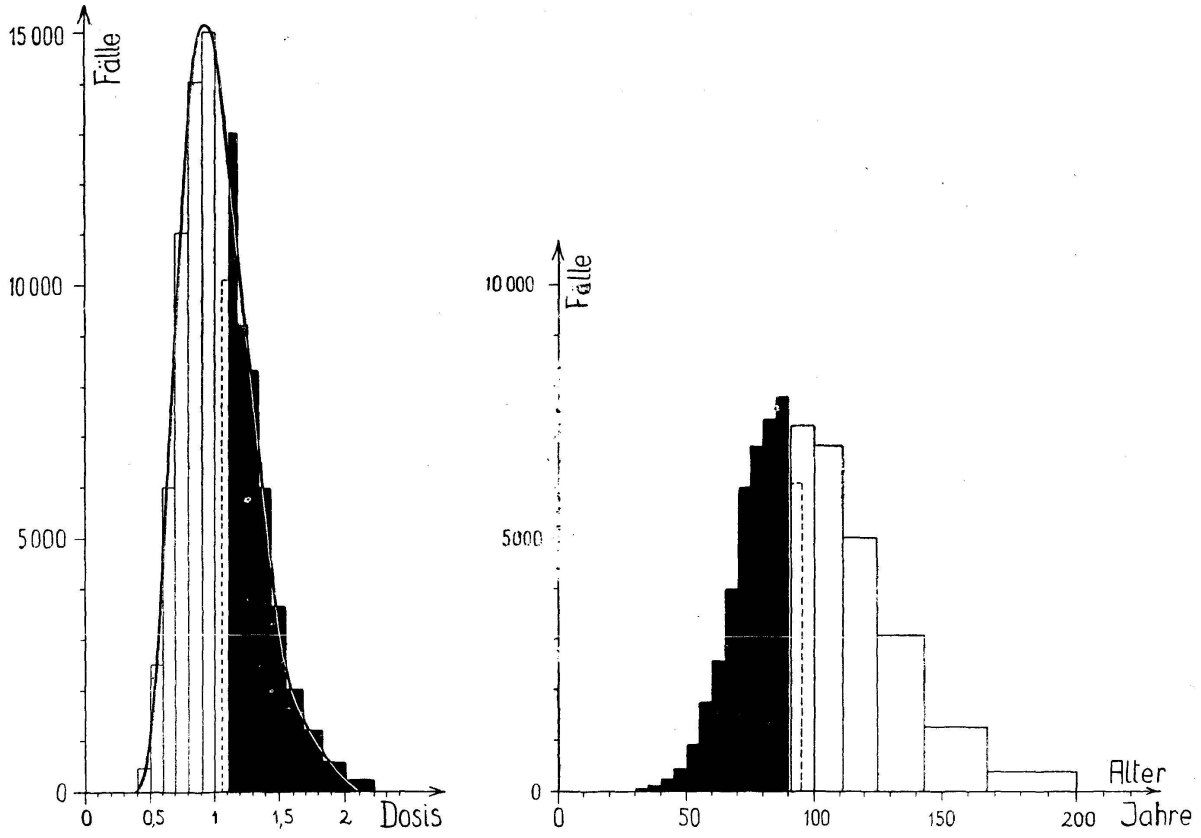


Abb. 6. Schwarze Säulen: Zusammenhang zwischen empirisch aufgenommener Altersdisposition (rechts) und daraus folgender Variabilität der Dosisanfälligkeit (links). Weiße Säulen: Theoretisch extrapolierte Variabilität der Dosisanfälligkeit (links) und die daraus folgende Verteilung der Altersdisposition (rechts).

das betreffende Abszissenintervall darstellt. Es ist nun sehr verlockend, diese Dosisverteilungskurve theoretisch zu extrapolieren und sie als Gaußsche Verteilungskurve zweiter Art anzunehmen. Die Anfälligkeit auf schädigende Einflüsse würde also – auf die ganze Menschheit bezogen – dem Gaußschen Verteilungsgesetz gehorchen. Wie dies aussieht, zeigt uns Abbildung 6. Die schwarzen Säulen sind auf Grund der Empirie gezeichnet, die weißen erhalten wir durch unsere Extrapolation. Nun können wir in umgekehrter Richtung wiederum die Absterbeordnung unserer Jahrgängerklasse hypothetisch ergänzen, was durch die weißen Säulen rechts dargestellt ist. Tragen wir also die Prozentsätze der Über-

lebenden oder der Gestorbenen einer Jahrgängerklasse in ein Gaußsches Wahrscheinlichkeitsnetz ein, so werden die Punkte mehr oder weniger auf einer Geraden liegen, wenn wir die Abszisse logarithmisch wählen. Abbildung 7 zeigt uns die theoretische Überlegung, daß bei echter Altersdisposition bei Zu- oder bei Abnahme der Gefährdung die Gaußkurve im gleichen Alter beginnt. Bei den andern beiden Dispositionen würde sich der Kurvenbeginn praktisch parallel verschieben. Tragen wir unsere Prozentzahlen in ein Gaußsches Wahrscheinlichkeitsnetz, erhalten wir im ersten Fall zwei Geraden, die auseinanderlaufen, im zweiten Fall verlaufen die Geraden parallel. Wir haben jeweilen nicht die

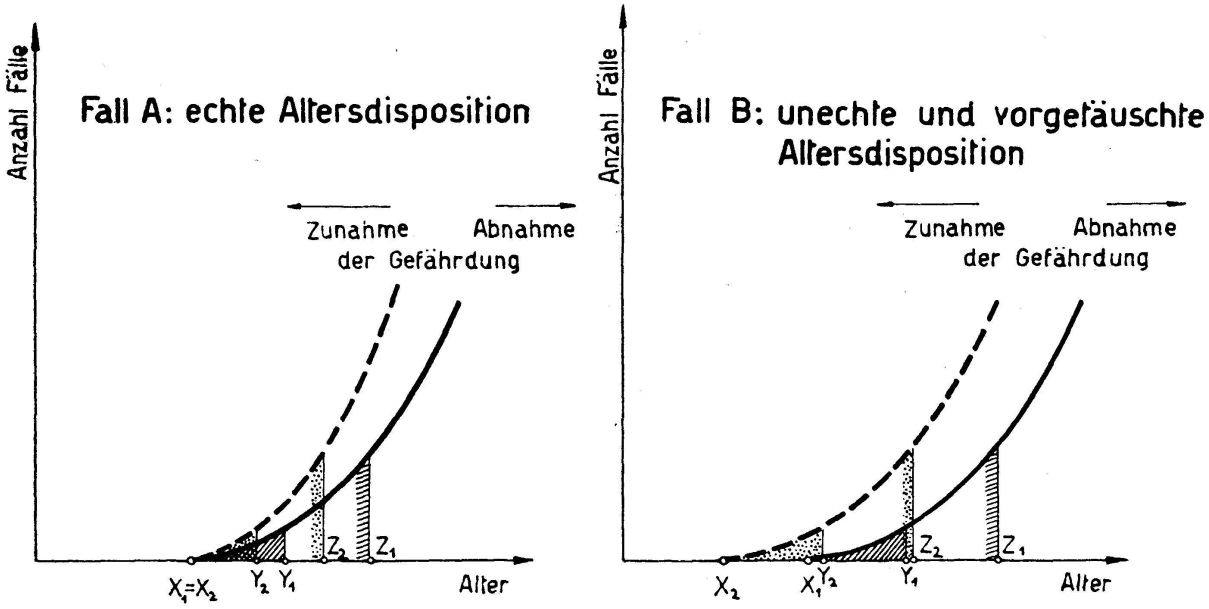


Abb. 7. Wandlungen im altersmäßigen Beginn der Absterbekurve einer Jahrgängerklasse bei zu- bzw. abnehmender Gefährdung für die verschiedenen Altersdispositionen.

Prozentsätze der Verstorbenen, sondern jene der noch bis zu einem bestimmten Alter Überlebenden notiert. Wie die Verhältnisse in diesem Fall aussehen, zeigt uns Abbildung 8: links sehen wir, daß die Geraden bei echter Altersdisposition von einem bestimmten Alter ausgehend auseinanderlaufen und bei den andern beiden Altersdispositionen parallel verlaufen.

Abbildung 9 zeigt uns sechs empirische Beispiele. Es handelt sich um den Vergleich der Karzinomgefährdung in der Schweiz zwischen den Zeitperioden 1926–30 und 1950–54. Verläuft die gestrichelte Gerade unter der ausgezogenen, hat die Gefährdung in der Zwischenzeit abgenommen und umgekehrt. Betrachten wir als Beispiel das Organkarzinom Magen der Frau. Die Gefährdung hat abgenommen. Wie beurteilen wir, ob die Geraden parallel verlaufen oder nicht? Wir benötigen für jedes Alter die Ordinatendifferenz. Im Prinzip könnten wir diese aus der Zeichnung herausmessen. Genauer wird jedoch unser Vorgehen, wenn wir für

die zwei in Frage stehenden Prozentwerte die entsprechenden Probitwerte nachschlagen. Deren Differenz ist ein Maß für unsere gesuchte Ordinatendifferenz. In den kleinen Diagrammen links sind diese Probitdifferenzen in Abhängigkeit des Alters in größerem Maßstab aufgezeichnet. Wir können nun unter Annahme einer linearen Regression den Regressionskoeffizienten berechnen, der uns ein Maß gibt für die durchschnittliche Steigung dieser Differenzwerte. Ist die Steigung Null, verlaufen die beiden Geraden im Wahrscheinlichkeitsnetz parallel. Ist die Steigung von Null verschieden, laufen die Geraden auseinander oder

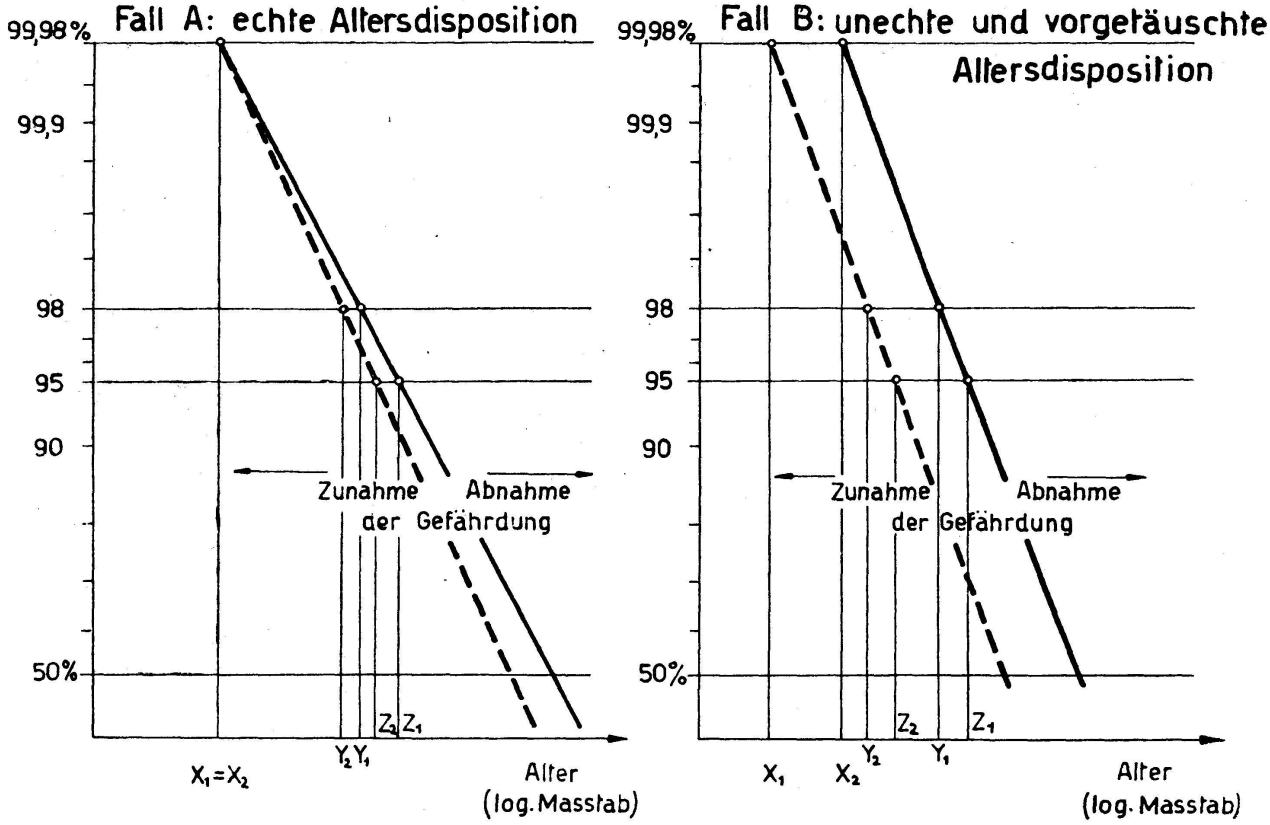


Abb. 8. Prozentual Überlebende einer Jahrgängerklasse bei zu- bzw. abnehmender Gefährdung im Wahrscheinlichkeitsnetz bei logarithmischer Abszisse für die verschiedenen Altersdispositionen.

zusammen. Wir haben bis jetzt diese Methode auf die wichtigsten Organkarzinome von Mann und Frau in der Schweiz für die Vergleichsperioden 1926–30 und 1950–54 angewendet (6). Für Frankreich war es uns möglich, die Jahre 1948 und 1955 zu vergleichen (7). Von der Bundesrepublik Deutschland standen uns die Zahlen der Jahre 1933 und 1950 der Freien Hansestadt Hamburg zur Verfügung (8). Es hat sich übereinstimmend gezeigt, daß bei Organen zunehmender Gefährdung die Geraden auseinanderlaufen; bei Organen abnehmender Gefährdung hingegen laufen die Geraden zusammen. Wir treffen also ein widersprüchliches Verhalten an. Dieser Widerspruch ist aber eine Folge unserer Methode. Aus praktischen Gründen sind wir gezwungen, die Absterbeordnung einer Jahr-

gängerklasse auf Grund der Mortalitätsverhältnisse eines bestimmten Todesjahres aufzustellen. Richtig wäre natürlich, die Mortalitätszahlen, die einer bestimmten Jahrgängerklasse zukommen, im Verlauf der Jahrzehnte zu verfolgen. Dies ist uns aber aus praktischen Gründen nicht möglich, weil einfach die Zahlen über eine so große Zeitperiode nicht vorhanden sind. Es läßt sich sehr leicht erklären, daß dieser Mangel das widersprüchliche Verhalten bewirkt. In Wirklichkeit laufen die

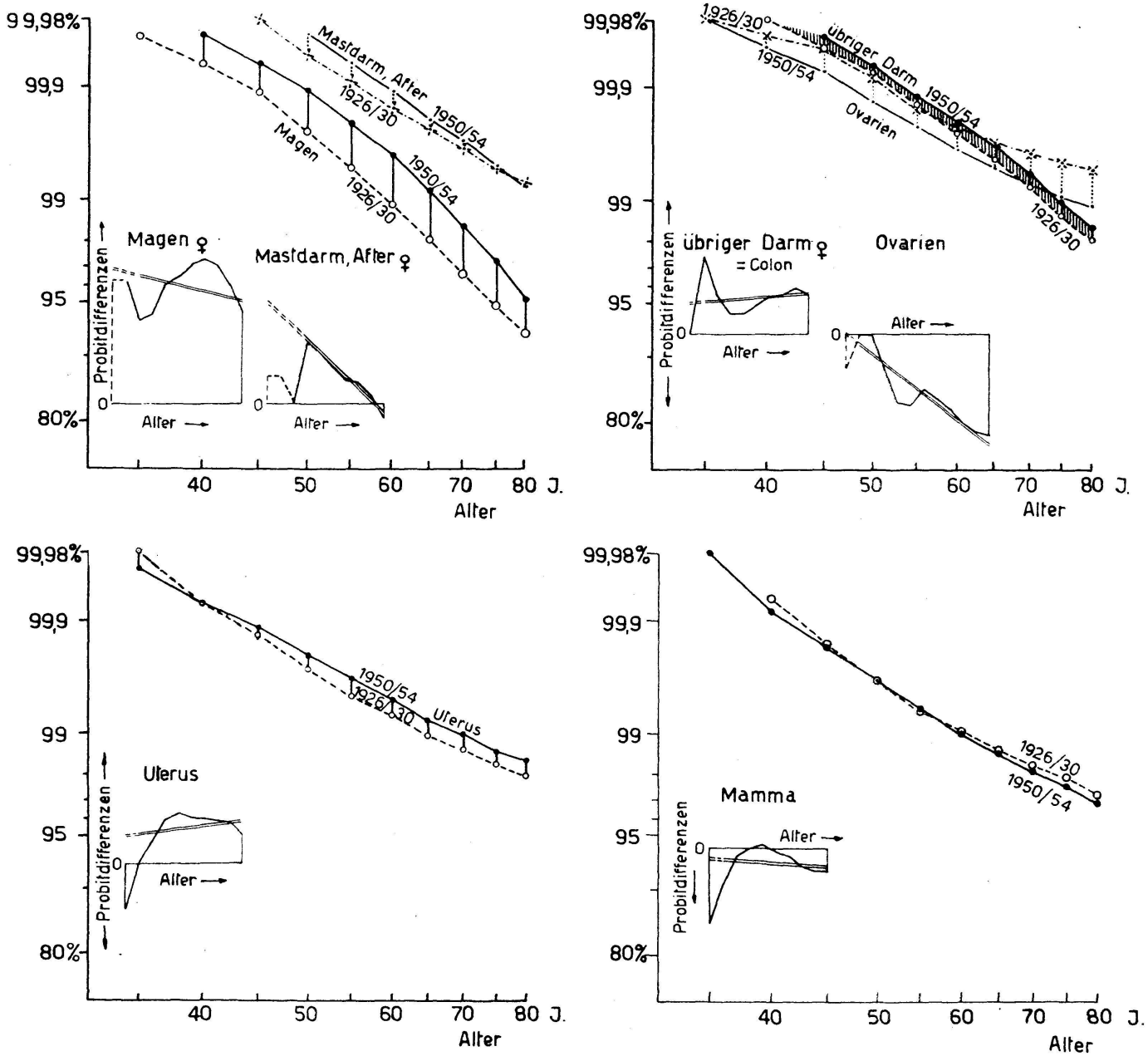
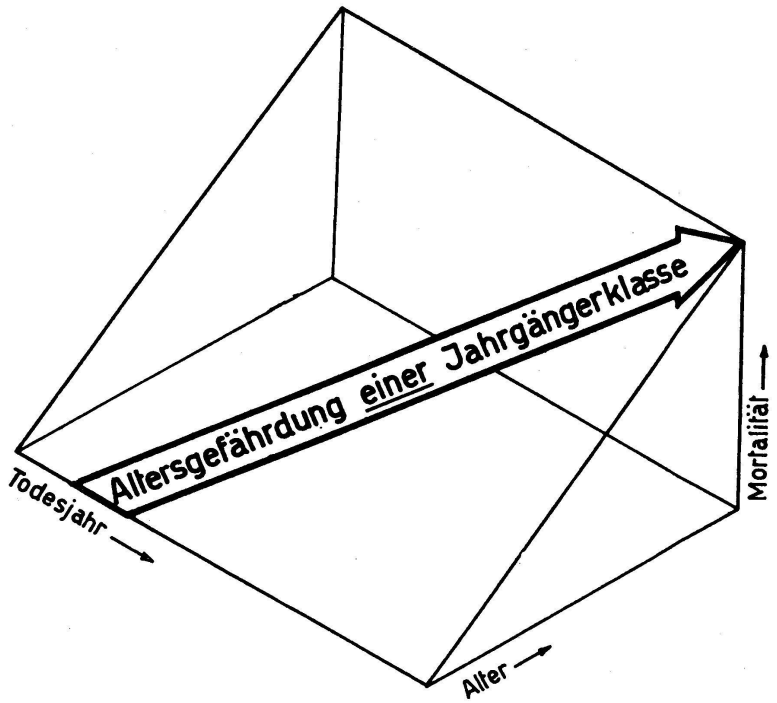
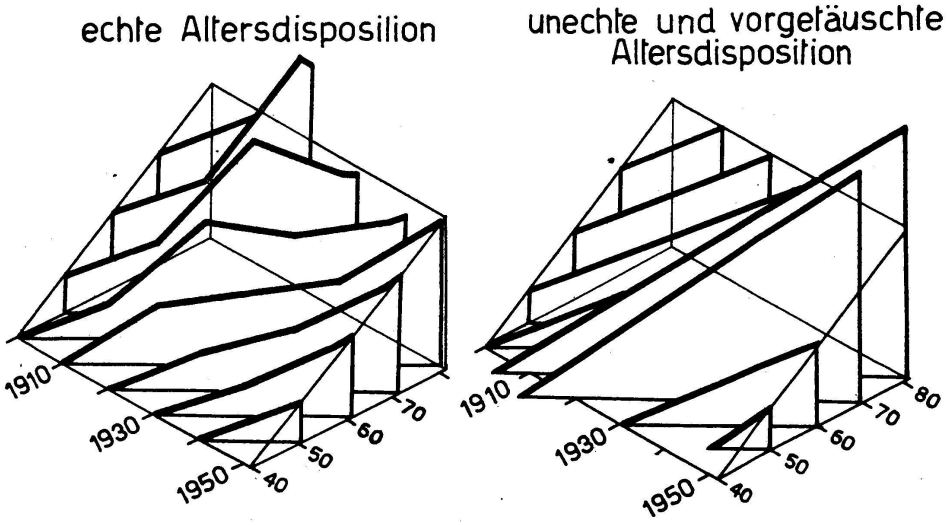


Abb. 9. Prozentual verstorbene Frauen einer Jahrgängerklasse in Abhängigkeit des Alters (logarithmischer Abszissenmaßstab) auf Grund der Mortalitätsverhältnisse 1926–30 und 1950–54 im Gaußschen Wahrscheinlichkeitsnetz für die wichtigsten Organkarzinome. Die kleinen Diagramme zeigen die Veränderungen der Ordinatendifferenzen (Probitdifferenzen) pro Altersklasse in Abhängigkeit des Alters.

Geraden also parallel. Daraus schließen wir, daß das Karzinom keine echte Altersdisposition besitzt. – Wir sollten eigentlich das erste Auftreten einer Todesursache auf Grund der Altersgefährdung einer Jahrgängerklasse beurteilen, sind aber aus praktischen Gründen gezwungen, die Altersdisposition einer Todesjahrklasse dazu heranzuziehen. Wir tun dann so, wie wenn die Altersdisposition einer Todesjahrklasse über die verschiedenen Altersstufen der Altersgefährdung einer Jahrgängerklasse im Verlauf der Jahrzehnte entsprechen würde.





Kurven bei Veränderungen der Gefährdung ungleicher Form.

Kurven bei Veränderungen der Gefährdung gleichartig. — Gipfel der Kurven über einer Todesjahrklasse verschwinden.

Abb. 10

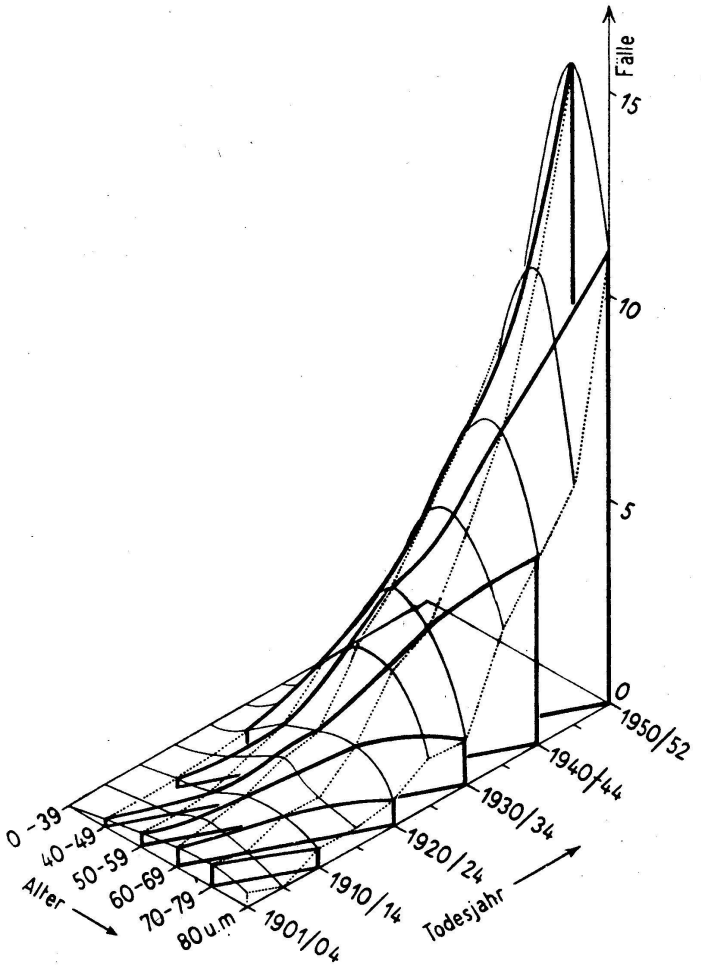


Abb. 11. Wandlungen in der Mortalität des männlichen Lungenkarzinoms für die ganze Schweiz seit der Jahrhundertwende (bezogen auf je 10 000 Lebende der betreffenden Altersklasse).

Betrachten wir nun die Altersgefährdung einer Jahrgängerklasse im Verlauf der Jahrzehnte, zeigt uns Abbildung 10, daß bei echter Altersdisposition etwa die Verhältnisse angetroffen würden, die wir bei der Altersdisposition einer Todesjahrklasse bei den andern beiden Altersdispositionen antreffen: wir haben Gipfelbildung, Verschiebung von Gipfeln und deren Verschwinden. Bei unechter und bei vorgetäuschter Altersdisposition hingegen haben wir lauter gleichartige Kurven, ob die Gefährdung ab- oder zunimmt. Abbildung 11 zeigt uns die empirischen Verhältnisse für das Lungenkarzinom des Mannes in der Schweiz. Die Figur ist räumlich zu lesen. Wir sehen, daß die Kurven der verschiedenen Jahrgängerklassen gleichartig verlaufen. Die letzte Abbildung 11 zeigt uns noch die entsprechenden Verhältnisse für das Magenkarzinom. Betrachten wir die beiden Lokalisationen Lungen und Magen vom Gesichtspunkt der Altersdisposition einer Todesjahrklasse, weisen die Lungen eine ausgesprochene Gipfelbildung auf, wogegen der Magen keinen Gipfel aufweist. – In früheren Jahren beobachten wir auch beim Magen Gipfel. Dies erklären wir aber durch die früher schlechte Diagnose der Todesursachen gerade der ältesten Leute. – Wir haben also beim Betrachten der Mortalitätsverhältnisse der Todesjahrklassen einen ausgesprochenen

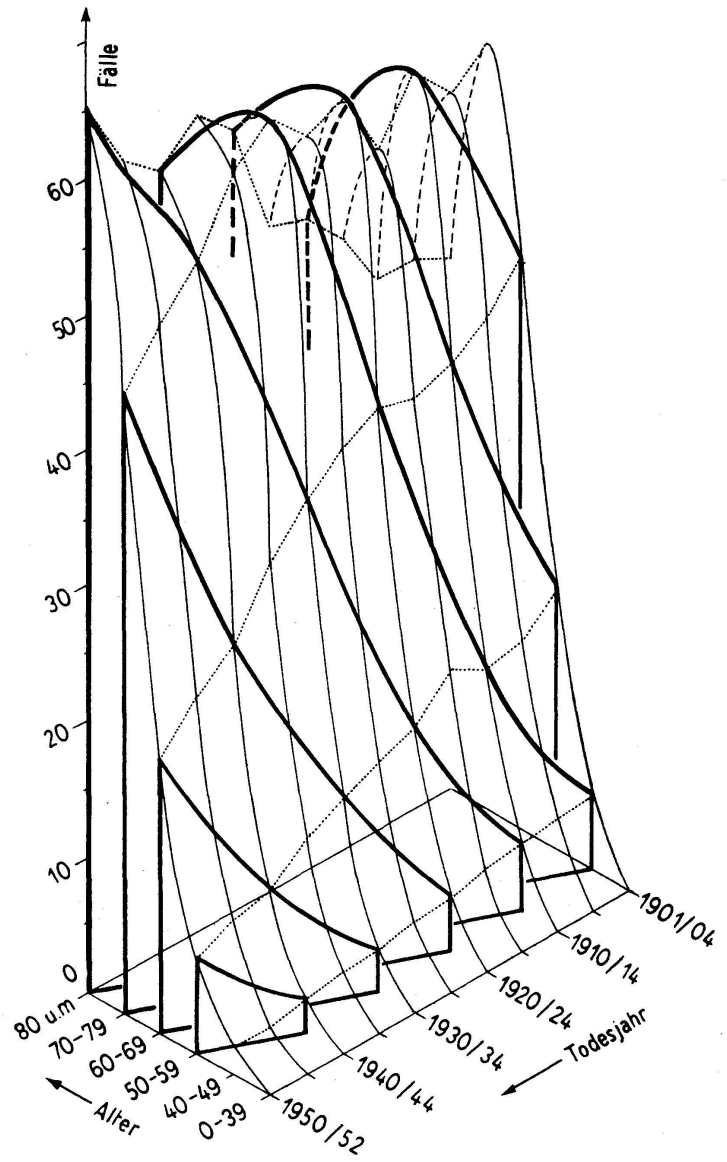


Abb. 12. Wandlungen in der Mortalität des männlichen Magenkarzinoms für die ganze Schweiz seit der Jahrhundertwende (bezogen auf je 10 000 Lebende der betreffenden Altersklasse).

Widerspruch: beim Lungenkarzinom ein immer ausgeprägter, stärker sich zeigender Gipfel; beim Magenkarzinom Verschwinden des Gipfels. Betrachten wir die gleichen Krankheiten vom Gesichtspunkt der Altersgefährdung einer Jahrgängerklasse, löst sich dieser Widerspruch, und beide Organkarzinome weisen gleichartige Kurven auf. Es ist dies ein weiterer Grund, weshalb wir dem Karzinom eine echte Altersdisposition absprechen.

Damit habe ich gezeigt, daß die schärfere Fassung des Begriffes der Altersdisposition nicht nur sinnvoll ist, sondern auch statistische Möglichkeiten bestehen, wenigstens die echte Altersdisposition von den beiden andern, der unechten und der vorgetäuschten Altersdisposition, zu unterscheiden. Der Besuch eines auswärtigen Referenten hat also ein Gespräch entstehen lassen. Es ist ein Beispiel des Lebens in unserer Gesellschaft, wie es nun gerade den Sprechenden getroffen hat.

Bin ich zu Beginn meiner Begrüßung zu bescheiden gewesen? Vor 50 Jahren tagten Sie zum letztenmal in unserem Kanton. In dieser Zeit sind ein paar unserer Mitglieder über unsere Gesellschaft hinaus bekannt geworden. Es ist immer gefährlich, Namen zu nennen, da jede menschliche Bedeutung relativ ist und Nichtgenannten Unrecht geschehen kann. Trotzdem möchte ich drei unserer Mitglieder dieser Zeit hier nennen: Sie werden mit mir einig gehen, wenn ich Herrn JAKOB OBERHOLZER erwähne, der in unermüdlichem Eifer die Geologie der Glarner Alpen erforschte und dessen Lebenswerk mit dem Dr. h. c. ausgezeichnet wurde. – Unter uns weilt Dr. h. c. RUDOLF STREIFF-BECKER, dessen Verdienste vor allem für die Föhn- und Gletscherforschung hervorragen. Mit erstaunlicher Vitalität stellt sich unser Vertreter im Senat der S.N.G. immer wieder neue Aufgaben. Herr STREIFF ist uns Beispiel, daß es nicht darauf ankommt, wo, sondern wie ein Mensch seine Aufgaben löst. Als Kaufmann hat er mit Energie und Zuversicht ausweglose Situationen gemeistert, als Wissenschafter zeichnen ihn dieselben Charaktereigenschaften aus. – Auf der Teilnehmerliste der 91. Jahresversammlung der S.N.G. vor 50 Jahren figuriert unter Genf Fräulein A. GROBÉTY, eine junge Wissenschafterin. Sie wurde später Arztfrau in Ennenda: Frau Dr. HOFFMANN-GROBÉTY hat sich große Verdienste für unsere Gesellschaft erworben. Ihre wissenschaftliche Arbeit wurde vor kurzem von der Universität Genf durch die Verleihung des «Prix Arthur de Claparède» gewürdigt. Mit der Erwähnung dieser drei Mitglieder möchte ich allen danken, die für unsere Gesellschaft gearbeitet haben.

Sehr verehrte Damen und Herren; ich hoffe, daß sie in diesen drei Tagen etwas vom Leben unserer 75 Jahre alten Gesellschaft verspüren werden. Wir hoffen, daß Sie sich im Lande Glarus wohl fühlen und daß Sie eine wertvolle Tagung sowohl in wissenschaftlicher wie in menschlicher Beziehung erleben. Mit diesem Wunsche möchte ich die 138. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft eröffnen.

Literatur

(1) FRITZSCHE, R.: Die mathematische Beurteilung einer Statistik über Sofort- und Frühaufstehen nach Operationen als Thromboseprophylaxe (Schw. Med. Wschr. **81**, 469 [1951]).
(2) ERB, W.: Zur Pathologie der Tabes dorsalis (Dtsch. Arch. f. Klin. Med. **24**, 1 [1879]); Zur Ätiologie der Tabes dorsalis (Berl. Klin. Wschr. **20**, 481 [1883]); Syphilis und Tabes (Berl. Klin. Wschr. **41**, 9 [1904]).
(3) SCHINZ, H. R., SENTI, A.: Krebssterblichkeit in Zürich (Zürcher stat. Nachr., Heft 3 [1932]).
(4) CLEMMESEN, J.: Bronchial Carcinoma-A Pandemic (Danish Med. Bull. **1**, 37 [1954]).
(5) SCHINZ, H. R., REICH, TH.: Über die Prostatahypertrophie im Vergleich zum Karzinom in der schweizerischen Todesstatistik (Oncologia **9**, 11 [1957]).
(6) SCHINZ, REICH: Wandlungen im altersmäßig erstmaligen Auftreten der wichtigsten Organkarzinome (Oncologia **10**, 11 [1957]).
(7) SCHINZ, REICH: Wandlungen der Karzinomsterblichkeit in Frankreich und in der Schweiz (Oncologia **11**, 312 [1958]).
(8) In Oncologia, im Druck.

Erbmasse und ionisierende Strahlung

Von

H. R. Schinz[1]

Wenn ich von dem Jahrespräsidenten Herrn Reich aufgefordert worden bin, vor Ihnen über Erbmasse und ionisierende Strahlung zu berichten, so bin ich mir bewußt, daß in der Tat heute sehr viel darüber gesprochen wird, aber relativ wenig Sicheres bekannt ist. Im Vordergrund meines Berichtes werden eigene Versuche stehen, wie sie in meinem strahlenbiologischen Laboratorium durchgeführt worden sind. Wir wollen aber nicht vergessen, daß wir auf bauen auf grundlegenden Erkenntnissen früherer Zeiten. Die Forschungen und Feststellungen des größten Biologen des 18. Jahrhunderts, Carl von Linné, sind unser Ausgangspunkt. Sie sehen ihn hier im Bilde mit der *Linnaea borealis* in der Hand (Abb. 1). Er beschrieb, benannte und klassifizierte die diskontinuierliche, abgestufte, in Raum und Zeit scheinbar konstante Mannigfaltigkeit der Lebewesen. Wir können von einer statischen Vielfalt sprechen, welche sich nach Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten in Arten und Gattungen gliedern läßt, wobei diese Arten und Gattungen Naturdinge, Realitäten außer unserem Denken sind. Vor 200 Jahren – 1758 – erschien sein «Systema naturae» in 10. Auflage. Darin sind die Tiere zum ersten Male konsequent binär bezeichnet. Diese 10. Auflage ist auch heute noch grundlegend für die zoologische Nomenklatur und Systematik. Die Linnésche Lehre vom *Beharrungsvermögen* der Arten hat nach wie vor Gültigkeit. Hundert Jahre später – 1858 – erklärte der größte Biologe des 19. Jahrhunderts, Charles Darwin, den ich Ihnen nach einer Photographie aus dem Besitze meines verstorbenen Vaters vorstelle (Abb. 2), daß diese diskontinierliche Mannigfaltigkeit der Lebewesen eine im Raum und mit der Zeit gewordene sei und daß die Arten und Gattungen veränderlich, plastisch seien. Die Darwinsche Lehre vom *Abänderungsvermögen* der Arten präzisiert das Beharrungsvermögen und schränkt es ein. Die Mannigfaltigkeit ist eine dynamische, instabile und inkonstante. Die Arten und Gattungen sind Zustandsbilder in einem Prozeßgeschehen.

---

[1] Hauptreferat an der Jahresversammlung der S.N.G. in Glarus. Der Vortrag wurde durch eine große Zahl von Diapositiven erläutert, von denen hier nur einige wenige reproduziert werden. Ich danke Frau PD Dr. Hedi Fritz-Niggli und Herrn Dr. W. Schmid, der auch die farbigen Abbildungen entworfen hat, für ihre wertvolle Mithilfe und den Laborantinnen Frl. J. Berger, Frau I. Misani und Frl. H. Inauen für die sorgfältige Auszählung der Fliegen.



Abb. 1. Carl von Linné (1707–1778), der größte Biologe des 18. Jahrhunderts.

Das Beharrungsvermögen – in der Biologie *Vererbung* genannt – und das Abänderungsvermögen – in der Biologie als *Mutabilität* bezeichnet – sind die Grunderkenntnisse, die wir nach Linné und Darwin vor allem MENDEL, DE VRIES und MORGAN verdanken und auf denen wir weiterbauen. Die Gegenwart ist mit der Kausalanalyse dieser Vorgänge beschäftigt. Wir wissen heute, daß wir Mutationen des Erbgutes nicht nur spontan beobachten, sondern daß wir sie künstlich erzeugen können. Dies war die große Entdeckung des amerikanischen Zoologen H. J. MULLER (Abb. 3) im Jahre 1927. Röntgenstrahlen und alle andern Arten ionisierender Strahlung beeinflussen, ändern und schädigen die Erbmasse. Sie wirken mutagen.

Unsere eigenen Versuche basieren auf fünf neueren, allgemein anerkannten und unbestrittenen Entdeckungen des 20. Jahrhunderts auf dem Gebiete der allgemeinen Biologie. Sie lauten:

1. Die Gesetze der Vererbung und der Veränderung des Erbgutes durch Mutationen infolge spontaner Einwirkungen gelten für alle Lebewesen in gleicher Weise.

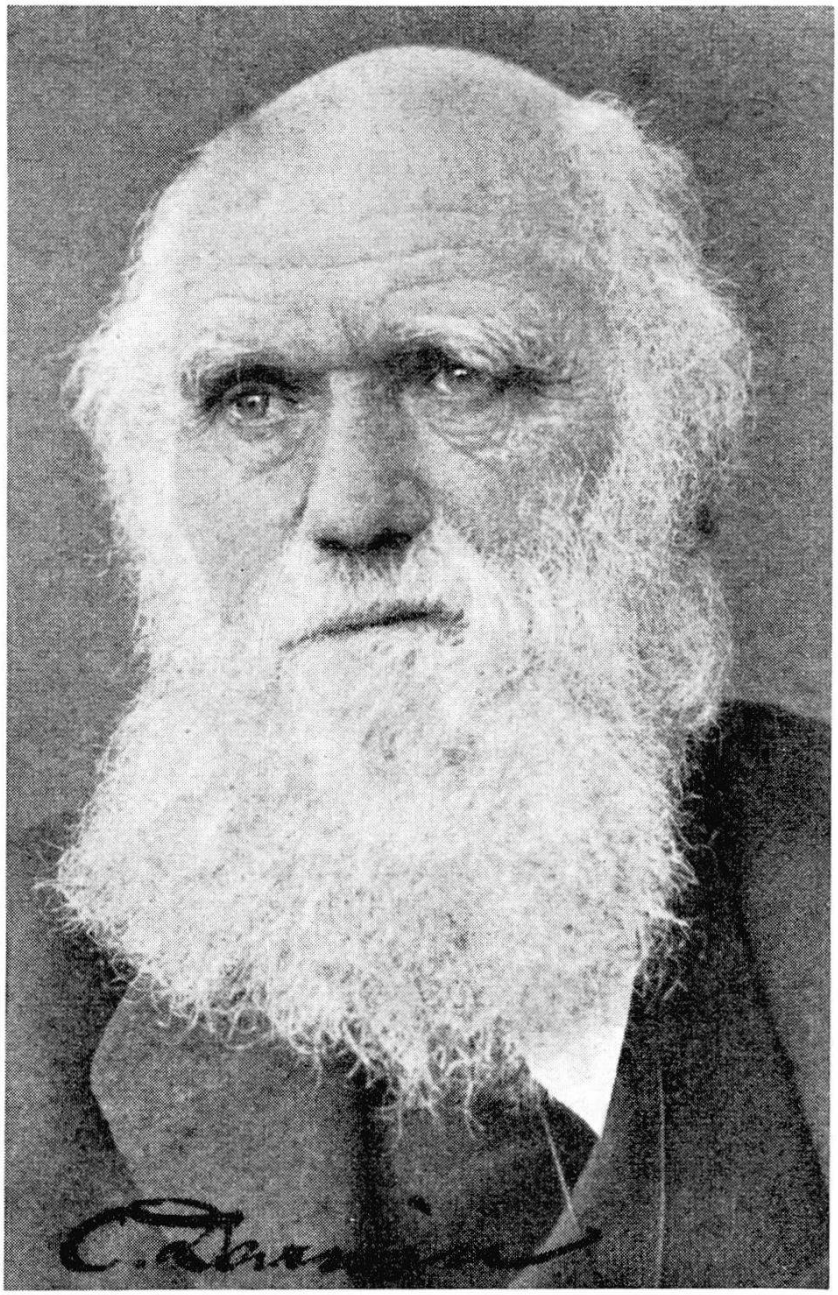


Abb. 2. Charles Darwin (1809–1882), der größte Biologe des 19. Jahrhunderts.

2. Das Leben des Individuums als Repräsentant der Art ist eingeschlossen zwischen Erzeugung und Tod. Der Phänotypus ist sterblich und plastisch.

3. Das Leben der Art ist die Wiederholung der Individuen gleicher Beschaffenheit aus dem Keimplasma. Der Genotypus ist unsterblich und über lange Zeiträume konstant.

4. Die spontanen Mutationen liefern das Rohmaterial für die Umwandlung der Arten. Die natürliche Auslese wählt unter ungeheuren Opfern die passendsten Genkombinationen aus, wobei Zeiträume von Millionen und Millionen von Jahren zur Verfügung stehen. Die gegen-



Abb. 3. H. J. Muller.

wärtige spontane Mutationsrate dürfte für die genetische Variabilität und für die Weiterentwicklung der Lebewesen genügen.

5. Schon kleine Dosen ionisierender Strahlung erzeugen Erbänderungen, die sich von den spontanen Mutationen prinzipiell nicht unterscheiden. Sie können für das Keimplasma und für die betroffene Nachkommenschaft von einschneidender, ja von tödlicher Bedeutung sein.

Heute ist es besonders wichtig, die genetischen Strahlenschädigungen abzuschätzen, weil der Mensch im Atomzeitalter in zunehmendem Maße energiereichen ionisierenden Strahlungen ausgesetzt wird, denn neue solche Strahlungsquellen sind entstanden durch die Kriegführung mit Atombomben, durch die Atombombenversuche nach dem Kriege, durch den Bau und Betrieb von Atomreaktoren – Atomzertrümmerungs-

maschinen größten Ausmaßes –, durch den Bau und Betrieb von Atomkraftwerken und durch die zunehmende Verwendung radioaktiver Elemente in der Technik zur Materialprüfung, in der Chemie zur Strukturermittlung, in der Biochemie zur Untersuchung des Stoffwechsels, in der Biologie zur Analyse aller Lebensvorgänge und in der Heilkunde zur Erkennung und Behandlung von Krankheiten.

Beim Durchgang der ionisierenden Strahlung durch den Körper des Lebewesens entstehen Ionen, indem Elektronen aus den Atom- und Molekularhüllen herausgerissen werden. Es sind dabei *Quantenstrahlung* – wie die Röntgen- und Gammastrahlen – und *Partikelstrahlung* – wie Elektronen, Alphateilchen und Neutronen, wobei die letzteren indirekt ionisieren – im Prinzip *gleichwertig*.

Die überwiegende Mehrzahl aller spontanen oder induzierten Mutationen ist schädlich. Dies dürfte sich beim Menschen deshalb besonders ungünstig auswirken, weil bei ihm anstelle der natürlichen Auswahl aus ethischen Motiven eine Kontraselektion tritt, so daß auch das körperlich und seelisch Untaugliche erhalten bleibt.

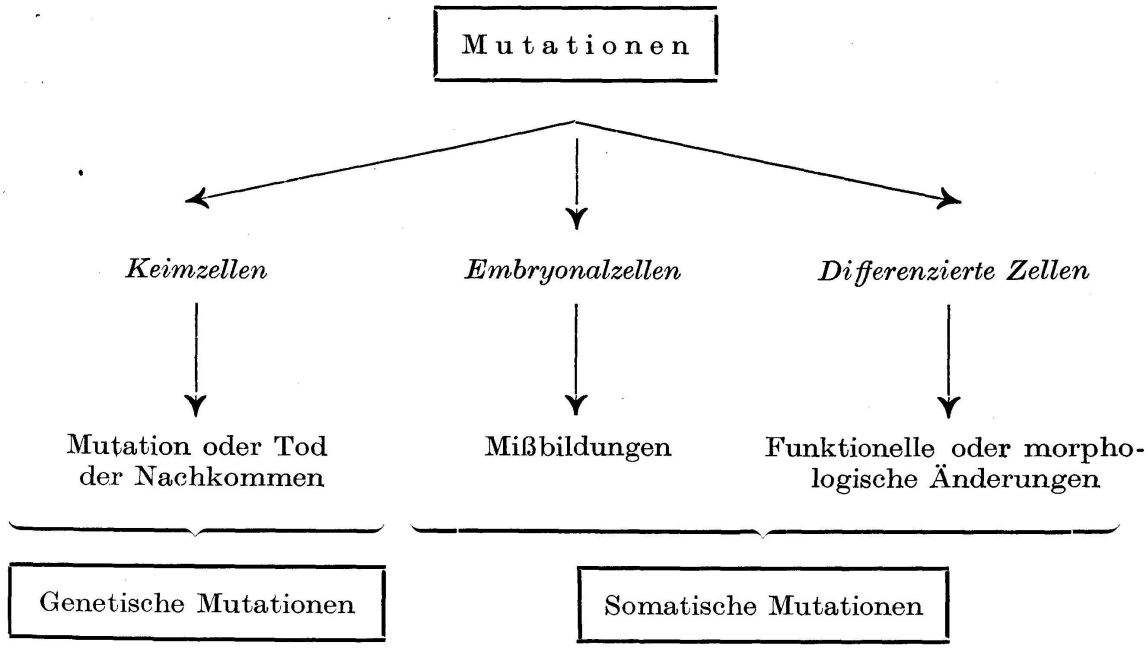


Abb. 4. Schema der Mutationen.

Es gibt verschiedene *Arten* von Mutationen. Spielt sich der Mutationsvorgang in den Keimzellen ab (Abb. 4), so sprechen wir von *genetischen Mutationen*. Entsteht die Mutation in den Embryonalzellen, so kommt es zu Mißbildungen. Findet diese Erbänderung in differenzierten Zellen statt, so beobachten wir funktionelle oder morphologische Unterschiede gegenüber dem Ausgangsindividuum. Die Erbänderungen in Embryonalzellen und in differenzierten Zellen nennen wir *somatische Mutationen*.

In Abb. 5 habe ich den Zeitpunkt des Mutationsschrittes einerseits im Soma und anderseits in der Keimbahn eingezeichnet. Die weißen Kreise stellen die Zellfolgen des Somas dar, die schwarz ausgefüllten Kreise bedeuten eine somatische Mutation, die frühembryonal (Punkt 1) oder spät (Punkt 2) auftreten kann. Schraffiert ist die Keimbahn. Punkt 3 ist eine normale Keimbahnzelle. Deren Enkelzelle (Punkt 4) hat mutiert, und nun trägt die Hälfte der Gameten direkter Deszendenz die Mutation (schraffierte Kreise mit zentralem schwarzem Punkt). Eine solche Keimbahnmutation kann sich auch in einer Gamete abspielen

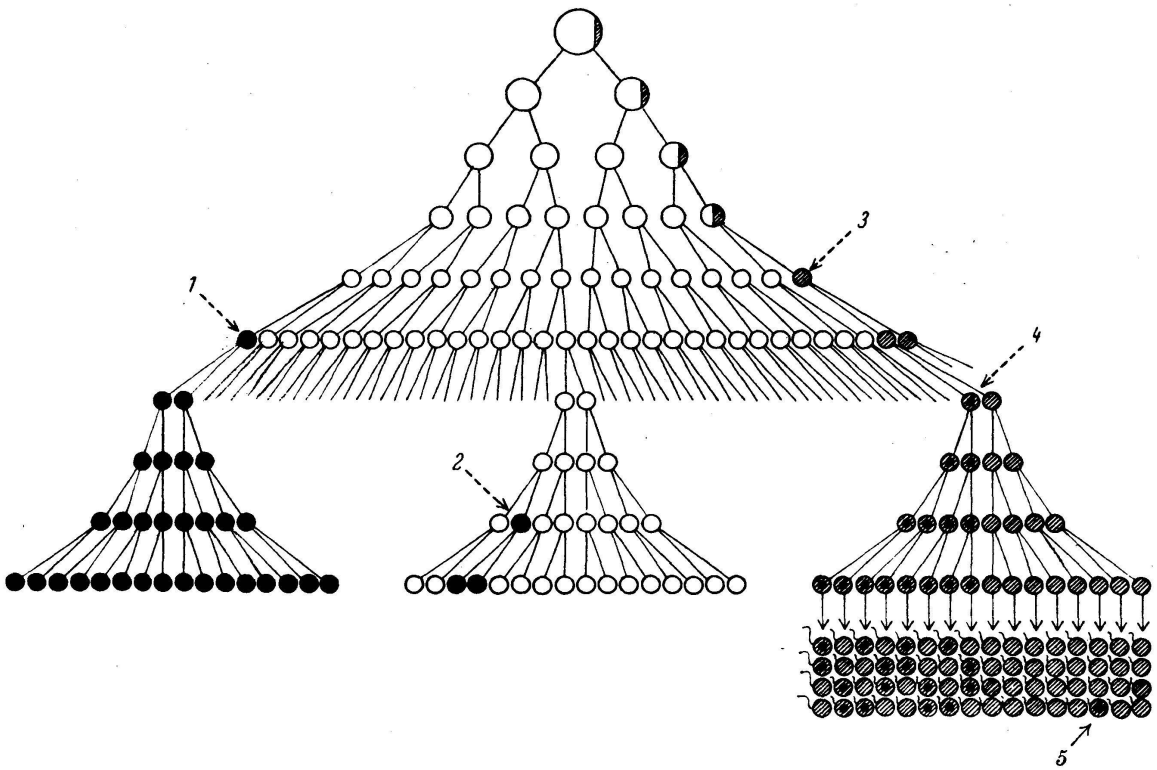


Abb. 5. Schema der Mutationsentstehung: weiß = Soma, ///// = Keimbahn, schwarz = Mutation. 1 = frühe Mutation im Soma, 2 = späte Mutation im Soma, 3 = Urkeimzelle, 4 = frühe Mutation in der Keimbahn; die Hälfte der Gameten direkter Deszendenz tragen die Mutation, 5 = späte Mutation in der Keimbahn: Gamete. Jeder Kreis stellt eine Zelle dar.

(Punkt 5). In dem Schema stellt also jeder Kreis eine Zelle dar. Morgan und seine Schule haben an der Taufliege (Drosophila melanogaster) Hunderte solcher Mutationen spontan erhalten und weitergezüchtet. Sie sind im Laufe von Tausenden von Fliegengenerationen entstanden. In der freien Natur würden sie rasch ausgemerzt, denn sie sind fast immer ungünstig. Im Bilde werden solche Augen-, Flügel- und Körperfarbe-Mutationen vorgeführt. Wie Sie wissen, gelang es dann, diese Mutationen in den Chromosomen zu lokalisieren und die bekannten Chromosomenkarten aufzustellen.

Phänotypisch manifestieren sich solche Mutationen, indem sie sichtbare Körpereigenschaften ändern: *Sichtbare Mutationen*. Sie können die Vitalität beeinflussen: *Vitalitätsmutationen*, sie können die Fertilität

herabsetzen: *Sterilitätsmutationen*, sie können – und das ist am häufigsten – den frühzeitigen Tod des Genträgers verursachen: *Letalfaktor*. Beim Menschen überwiegen die Letalfaktoren und die Vitalitätsmutationen.

Wie bereits betont, erzeugen ionisierende Strahlen die gleichen Mutationstypen, wie sie auch natürlicherweise entstehen, nur treten sie viel häufiger auf. Da, wie bereits ausgeführt, die genetischen Strahleneffekte meist schädlich sind, so geht daraus hervor, was für eine große Verantwortung Physiker, Ingenieure, Biologen und Ärzte auf sich nehmen, wenn sie mit ionisierender Strahlung arbeiten. Es handelt sich dabei nicht nur um die Verantwortung den Mitmenschen, sondern vor allem der Nachwelt gegenüber.

Folgende Gesetzmäßigkeiten der genetischen Strahlenwirkung galten bisher als sichergestellt, während wir selber bei einigen dieser Befunde ein Fragezeichen setzen möchten:

1. Die Strahlen müssen die Zellen direkt treffen.
2. Der Strahleneffekt ist irreversibel. Es gibt keine Gen-Heilung, wohl aber eine Gen-Elimination.
3. Schon die kleinste absorbierte Strahlenenergie ist wirksam. Es gibt vielleicht keine unterschwellige Strahlendosis.
4. Es wird direkte Dosisproportionalität angenommen. Hier setzen wir ein Fragezeichen.
5. Es gibt keinen Zeitfaktor oder Erholungsfaktor. Jede Einzeldosis, ob groß oder klein, soll ohne Verlust zur Auswirkung kommen. Hier setzen wir das zweite Fragezeichen.
6. Die gesetzte Schädigung ist heredozellulär. Sie wird von Zelle zu Zelle weitergegeben und vom betroffenen Individuum auf die Nachkommen übertragen.

I. Nachdem ich die Grundtatsachen der Strahlenbiologie und der Strahlengenetik erörtert habe, möchte ich zur Schilderung unserer eigenen Versuche übergehen. Uns fehlen die Räume, die Mittel und das Personal zu entsprechenden Versuchen an Säugetieren, vor allem an Mäusen. Ich werde aber über die entsprechenden amerikanischen und englischen Mäusearbeiten auf Grund der neuesten Genfer Atomkonferenz referieren. Hingegen haben wir unsere Versuche an der *Drosophila* durchgeführt, wobei sich die Experimente über mehrere Jahre erstrecken. Für deren Durchführung danke ich vor allem Frau Fritz-Niggli, Herrn Schmid und den Doktoranden Ott, Shenfield und Steger. Wir haben folgende Mutationen durch Röntgenstrahlung erzeugt:

1. Induzierte dominante sichtbare Mutationen.
2. Induzierte rezessive sichtbare Mutationen.
3. Induzierte dominante und rezessive Partials.
4. Induzierte dominante Letalfaktoren.
5. Induzierte rezessive Letalfaktoren.
6. Induzierte Chromosomenbrüche.
7. Induzierte Translokationen.
8. Induzierte Gynander.
9. Induzierte somatische Mutationen.

Bei den Mutationen 1 bis 5 handelt es sich um Gen-Mutationen, bei 6 bis 8 um Chromosomen-Mutationen, bei 9 wahrscheinlich um beides. In jedem Experiment wurden Tausende von Fliegen kontrolliert und ein außerordentlich großes Fliegenmaterial verarbeitet. In den Schemata findet sich immer oben links das bestrahlte Männchen mit dem entsprechenden diploiden Chromosomensatz und rechts das unbestrahlte Weibchen mit seinem Chromosomensatz. Die Chromosomenanordnung ist so getroffen, daß nach unten, also auf einem Uhrzifferblatt gegen 6 Uhr, beim Männchen das XY-Chromosomenpaar und beim Weibchen das XX-Chromosomenpaar angegeben ist. Wenn wir im Uhrzeigersinn weiterwandern, so kommt das 2. Chromosomenpaar nach links zu liegen, auf einem Uhrzifferblatt also gegen 9 Uhr. Das 3. Chromosomenpaar liegt rechts, also gegen 3 Uhr, und in der Mitte findet sich das 4. kleine Chromosomenpaar.

Die Versuchsanordnung zur Erzeugung *sichtbarer dominanter Mutationen* ist in Abb. 6 dargestellt. Das bestrahlte Männchen und das nichtbestrahlte Weibchen stammen aus einer reingezüchteten Wildrasse. Bei einmaliger Applikation von 2000 r erhielten wir in der F_1-Generation Tiere mit Stummelflügeln (außen unten links), Tiere mit Libellenflügeln (außen unten rechts), in der Mitte unten links eine Verbreiterung der Pigmentstreifen bei den weiblichen Tieren und in der Mitte unten rechts Tiere mit Mikrophthalmus. Die induzierten Mutationen lagen zum Teil im X-Chromosom, zum Teil im 2. und 3. Chromosom, wobei in der Abbildung im Chromosomensatz in der Mitte der Abbildung die mutierten Orte mit einem Kreuz bezeichnet sind. Diese Mutationen vererbten sich dominant. Die Ausbeute bei konventioneller Röntgenstrahlung betrug auf 10000 Nachkommen über 100 Mutationen, während sich auf 10000 Nachkommen der Kontrollen nur 10 oder noch weniger Mutationen fanden. *Die induzierte Mutationsrate ist also zehnmal höher als die spontane.* Es wurden über 40000 Nachkommen geprüft, wobei es sich, aus der Paarungszeit mit jungfräulichen Weibchen berechnet, um Spermatidenbestrahlung handeln mußte. In Abb. 7 finden Sie solche Mutationen festgehalten, nämlich in A und B eine Fliege mit gespaltenem Thorax, mit gleichzeitigen Veränderungen in der Pigmentierung und Behaarung des Abdomens, in C handelt es sich um eine Mutation der Flügelform, in D um eine Erbänderung im Flügelgeäder, in E um eine Verbreiterung der Pigmentstreifen auf dem Abdomen, in F um nierenförmige Augen, in G um gekrümmte Flügel, in H um eine Pigmentmutation, indem das Weibchen gleich wie das Männchen pigmentiert ist.

In einer weiteren Versuchsreihe haben wir *rezessive sichtbare Mutationen* durch Röntgenbestrahlung erzeugt (Abb. 8). Wiederum wurden normale Männchen bestrahlt mit einer Dosis von 2000 r. Die Bestrahlung erfolgte zum Teil mit konventioneller, zum Teil mit Betatronbestrahlung. Auf die Unterschiede in der Ausbeute gehe ich nicht ein. Zur Befruchtung dienten Weibchen mit fünf markierten Genen, nämlich gelbe Körperfarbe, weiße Augen, Flügeladerstörung, gegabelte Borsten und sogenannte vermilion-Mutation. Diese Gene finden sich beim Weibchen

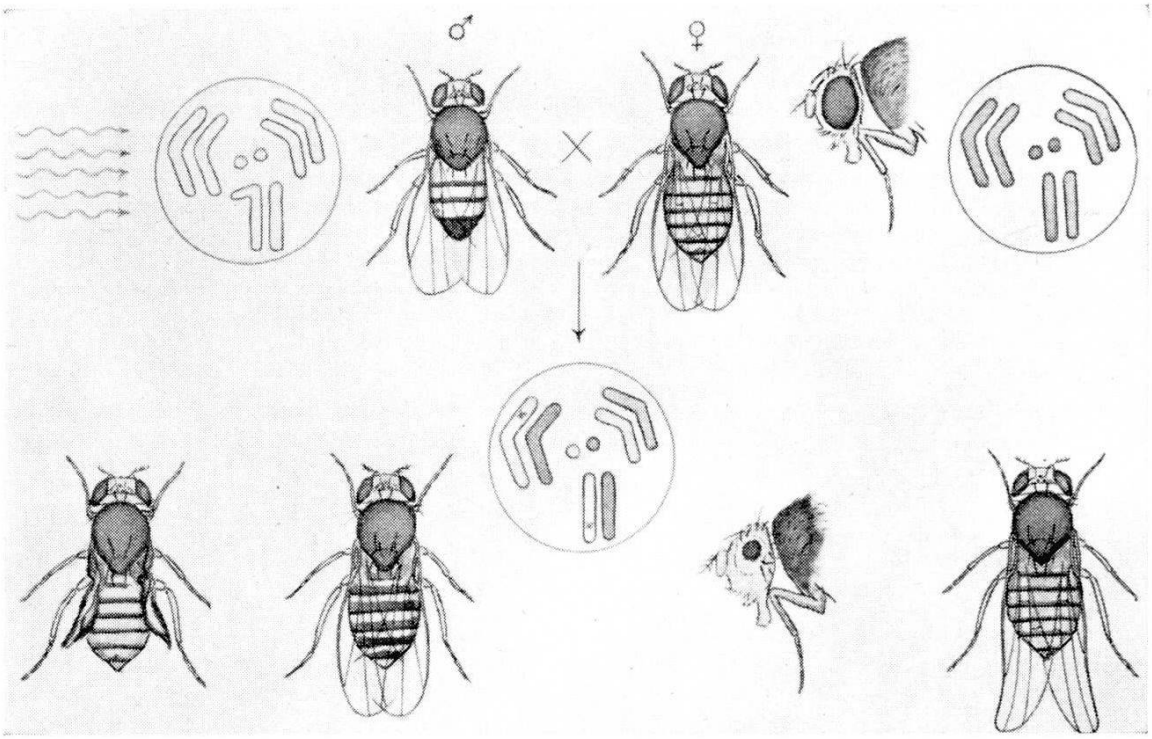


Abb. 6. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter sichtbarer dominanter Mutationen.

in den beiden X-Chromosomen. Das Weibchen hat weiße Augen und gelbe Körperfarbe. Im X-Chromosom des bestrahlten Männchens finden sich die entsprechenden Wildallele. Wenn keine Mutation in diesen Wildallelen bei den bestrahlten Männchen auftritt, so sieht die F_1-Generation wie Wildfliegen aus. Erfolgte aber eine Mutation in einem dieser fünf Wildallele, so ist das in der F_1-Generation sofort feststellbar, wobei wir nur die Weibchen untersuchen müssen. Wir fanden Tiere mit weißen Augen und normaler Körperfarbe, Tiere mit normalen roten Augen und gelber Körperfarbe, Tiere mit Gabelborsten, vermilion-Tiere und cross-veinless-Fliegen. Auf 10000 Nachkommen kamen 18 Mutationen, während wir auf 10000 Kontrolltiere keine einzige Mutation feststellen konnten. Die induzierte Mutationsrate ist also etwa 20mal höher als die spontane. Geprüft wurden 20000 Nachkommen nach Spermatidenbestrahlung des Vaters. Auf diese Versuchsanordnung werden wir zurückkommen bei Besprechung der Mäuseexperimente. In Abb. 8 haben wir in den Chromosomen der F_1-Generation durch leere Kreise noch weitere Mutationen im männlichen X-Chromosom angegeben, die aber nicht feststellbar sind, weil deren Effekt durch das entsprechende Wildallel im Chromosom des nicht bestrahlten Weibchens überdeckt wird.

Aufgegliedert auf Genloci haben wir folgendes festgestellt:

auf 10 000 Nachkommen 0,5 yellow-Mutationen
auf 10 000 Nachkommen 7 white-Mutationen
auf 10 000 Nachkommen 0,5 cross-veinless-Mutationen
auf 10 000 Nachkommen 5 vermilion-Mutationen
auf 10 000 Nachkommen 5 forked-Mutationen

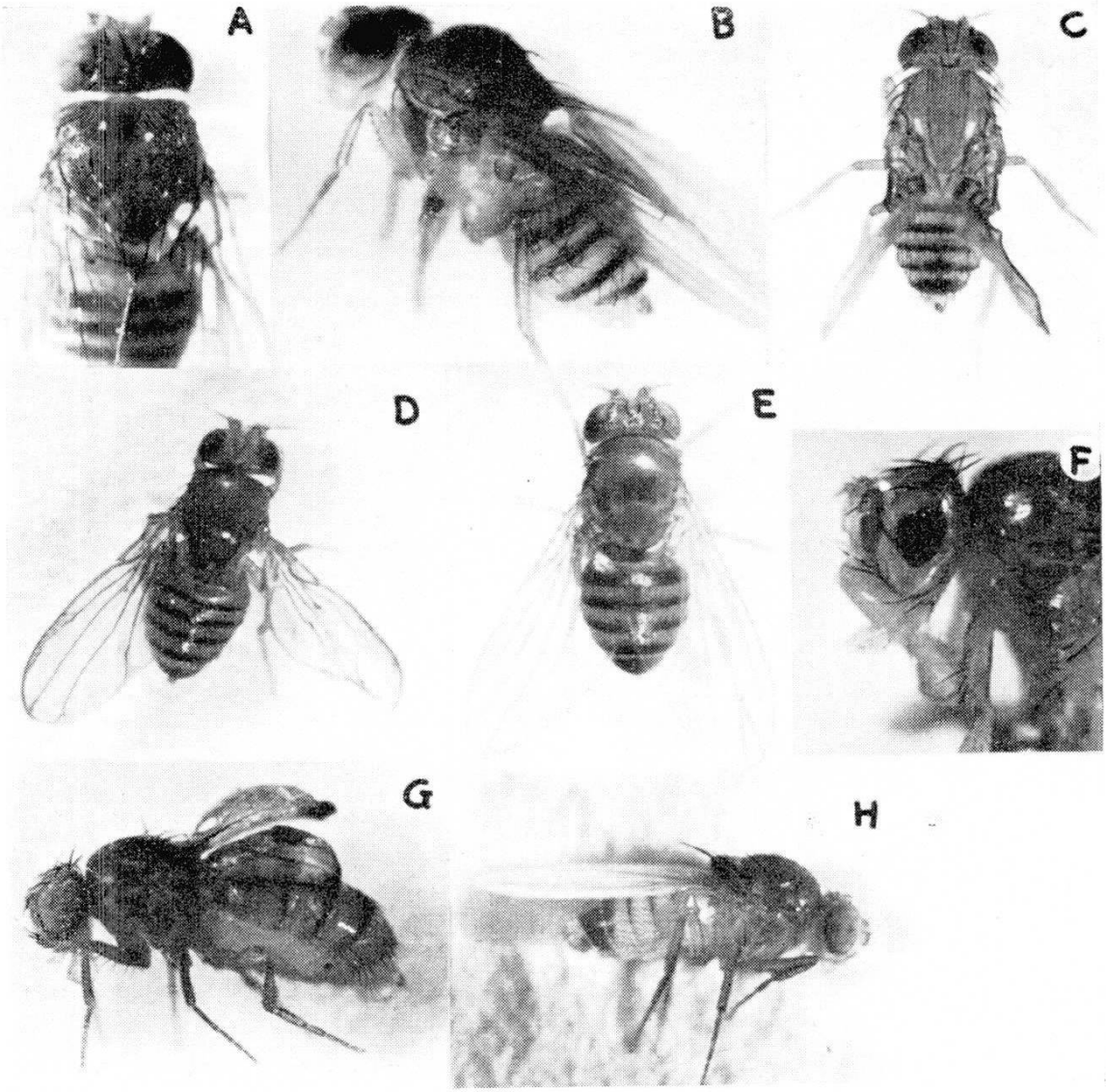


Abb. 7. Strahleninduzierte sichtbare dominante Mutationen bei Drosophila melanogaster.

Es handelt sich also um sehr seltene Ereignisse. In den Kontrollen traten diese Mutationen nicht auf, und sie sind erst zu erwarten, wenn über 100 000 Fliegen untersucht werden. Interessant ist die Feststellung, daß die verschiedenen Wildallele verschieden häufig mutieren. Auf die Unterschiede zwischen der Betatronstrahlung und der konventionellen Röntgenstrahlung gehe ich nicht ein.

In einer dritten Versuchsanordnung haben wir die Entstehung von «*Partials*» geprüft. Man versteht darunter nichtgeschlechtliche Mosaiktiere, Männchen oder Weibchen, bei denen eine in einer Chromatide einer Gamete neu induzierte Mutation nur in den Zellabkömmlingen *einer* der beiden ersten Blastomeren vorhanden ist, was ein Mosaik von Bezirken mit mutierten und nichtmutierten Zellen zur Folge hat, zum Unterschied der chromosomalen bilateralen Mutationen, die man auch Radicals

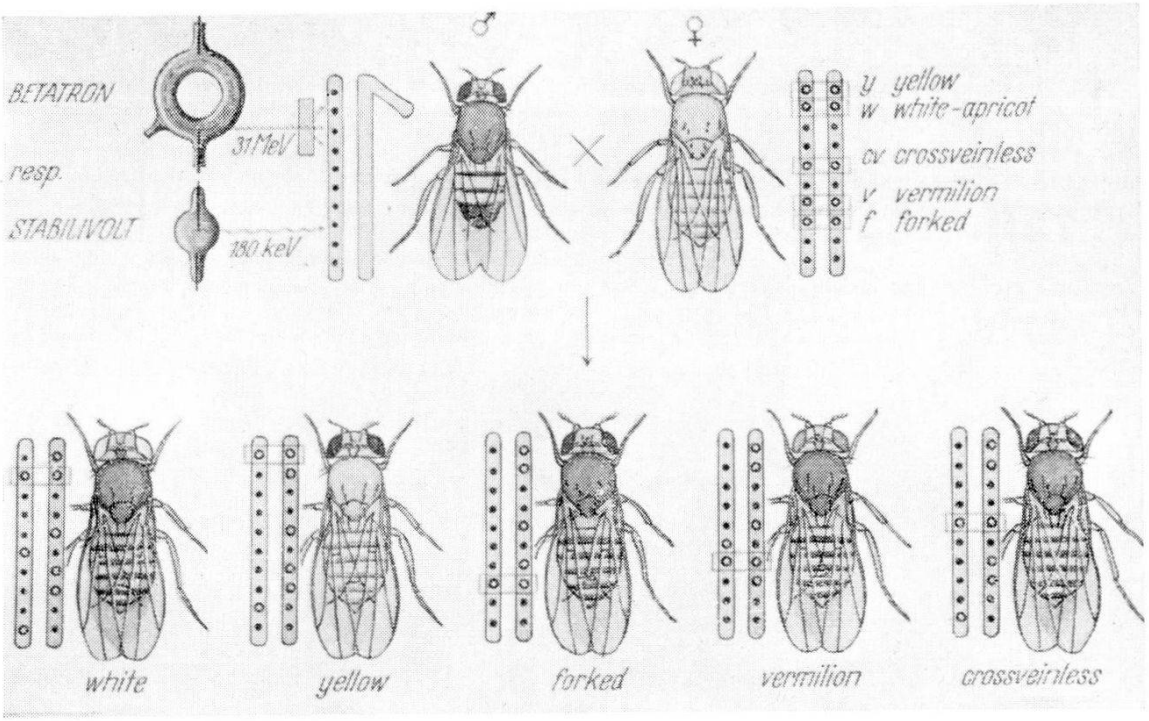


Abb. 8. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter sichtbarer rezessiver Mutationen.

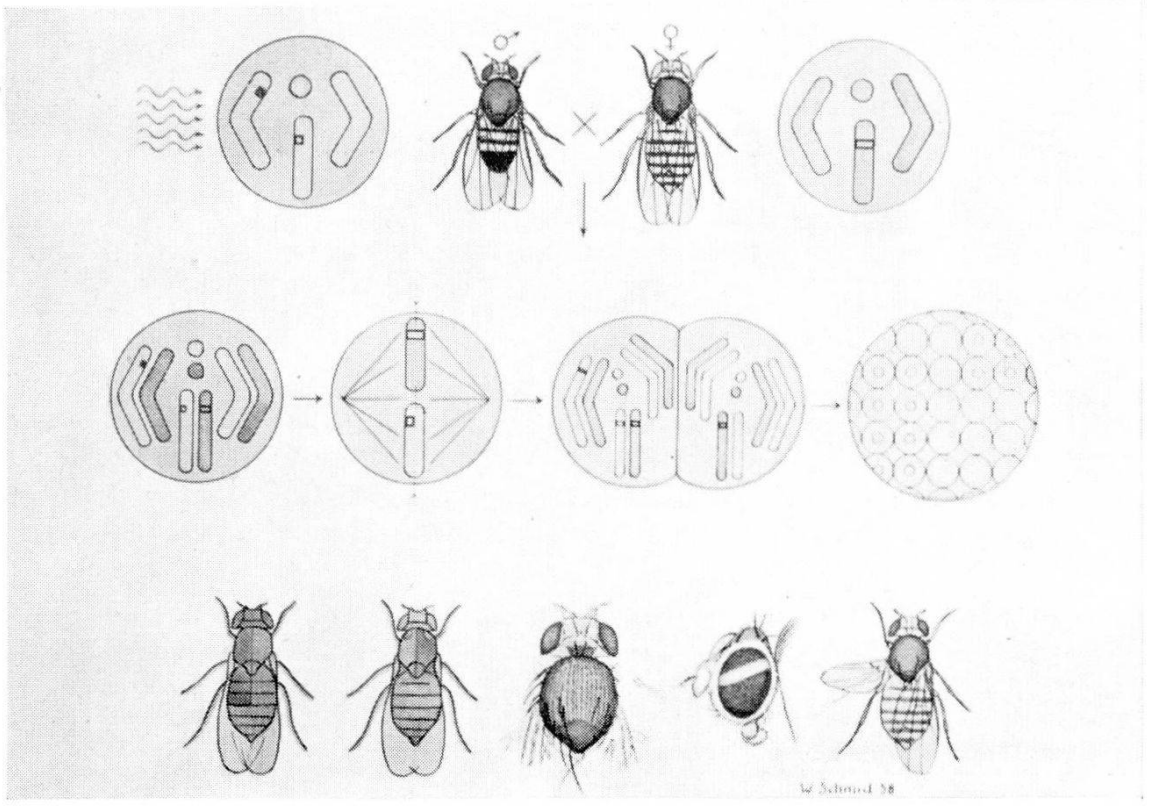


Abb. 9. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter Partials.

nennt. Verwechslungsmöglichkeiten von Partials bestehen mit chromosomalen Mutationen, also Radicals mit unvollständiger, einseitiger Expression des Phäns. In unserer Versuchsreihe wurden wiederum die Männchen mit 2000 r bestrahlt. Sie stammten aus der Wildzucht. Als Weibchen wurden solche Tiere verwendet, die mit der rezessiven Mutation white markiert waren (Abb. 9). Wenn sich bei den bestrahlten Männchen in der haploiden Gamete eine Mutation abgespielt hat, wobei es nur zu einer Chromatidmutation kam, so imponiert die entstandene Mutation gewöhnlich als Halbseitenveränderung. Man kann auch von Chromatid-Mosaiktieren sprechen. In der Mitte der Abbildung sieht man das Zwei-Blastomerenstadium, wobei links die rezessive Mutation white homozygot, rechts die Mutation white heterozygot vorhanden ist. Die dominante Mutation minute findet sich nur in der linken Blastomere im 2. Chromosom. Unten links sind zwei Verteilungsmuster solcher Chromatid-Mosaiktiere angegeben, in der Mitte ein halbseitliches minute-Muster mit dünnen und verkürzten Borsten und ein bandförmiger white-Fleck in einem Auge und rechts eine einseitige Flügelmutation.

In Abb. 10 finden sich solche Partials oder induzierte Mosaikmutationen. A zeigt eine einseitige Flügelmutation, in B sind heterozygote und in C homozygote Nachkommen abgebildet, in D und E findet sich eine einseitige Augenform-Mutation, in F eine halbseitige Pigmentmutation, d.h. ein weiblicher Phänotypus mit männlicher Sexualpigmentation auf der linken Hälfte des 5. Tergiten, in G und H wiederum eine einseitige Augenformmutation im Vergleich zu einem Normalauge (I). Wir fanden auf 10000 Nachkommen nach Bestrahlung mit 2000 r 36 Mosaiktiere und bei 10000 Kontrollen 0 Mosaiktiere.

In einer vierten Versuchsserie haben wir das Auftreten strahleninduzierter *dominanter Letalfaktoren* untersucht. In Abb. 11 ist die Versuchsanordnung dargestellt. Wiederum wird ein Wildmännchen bestrahlt und mit einem normalen Weibchen gepaart. Unten links sieht man die Eiablage des befruchteten Weibchens. Ist ein dominanter Letalfaktor beim bestrahlten Männchen aufgetreten, so entwickelt sich das Ei nicht weiter. Fehlt es an einem solchen, so geht die Entwicklung normal vor sich (in der Abbildung unten rechts). Bei Bestrahlung reifer Spermien fanden sich auf 10 000 Nachkommen 3000 Letale gegenüber 500 bis 1000 Letalen bei 10 000 Kontrollen. Man kann natürlich nicht entscheiden, ob es sich bei den nichtgeschlüpften Larven um Weibchen oder Männchen handelt. Bei Spermatidenbestrahlung entstanden auf 10 000 Nachkommen 8000 Letale, also bedeutend mehr als bei der Bestrahlung reifer Spermien.

Die Versuchsanordnung zur Feststellung *rezessiver Letalfaktoren* ist etwas komplizierter und in Abb. 12 dargestellt. Als Weibchen verwendeten wir Tiere mit sog. Bar-Augen. Die Anordnung entspricht dem berühmten Muller-5-Test. Die Weibchen der F_1-Generation haben Bar-Augen. Bei Befruchtung durch normale Wildmännchen entstehen, falls kein rezessiver Letalfaktor aufgetreten ist, in der Enkelgeneration in gleicher Häufigkeit Männchen mit Bar-Augen und Männchen mit Normal-

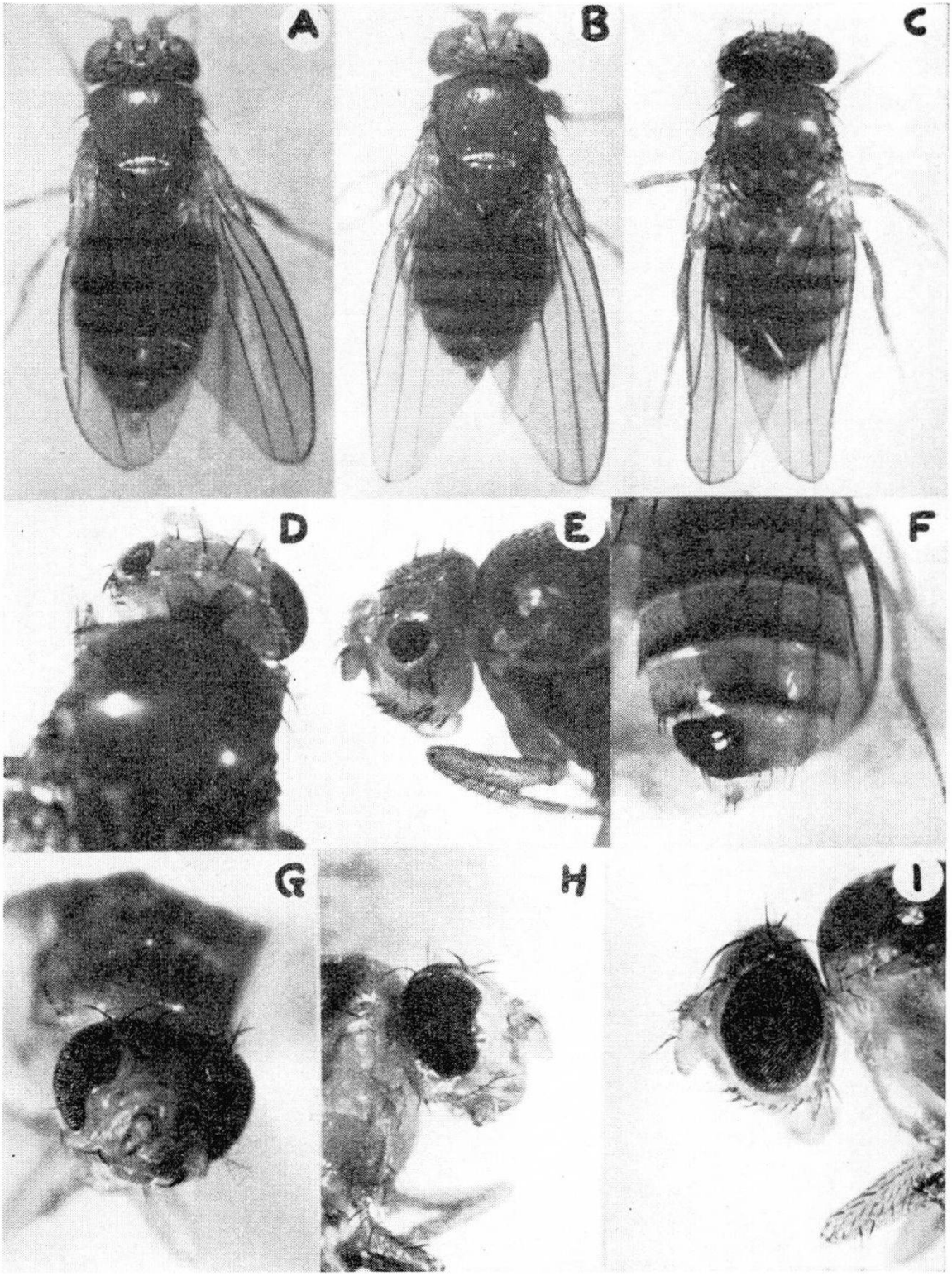


Abb. 10. Strahleninduzierte Partials.

Augen. Ist im X-Chromosom des bestrahlten Männchens ein rezessiver Letalfaktor aufgetreten, so beobachten wir nur Männchen mit Bar-Augen, während die Männchen mit Normal-Augen ausfallen, da das 2. X-Chromosom beim Männchen ja fehlt und damit auch das entspre-

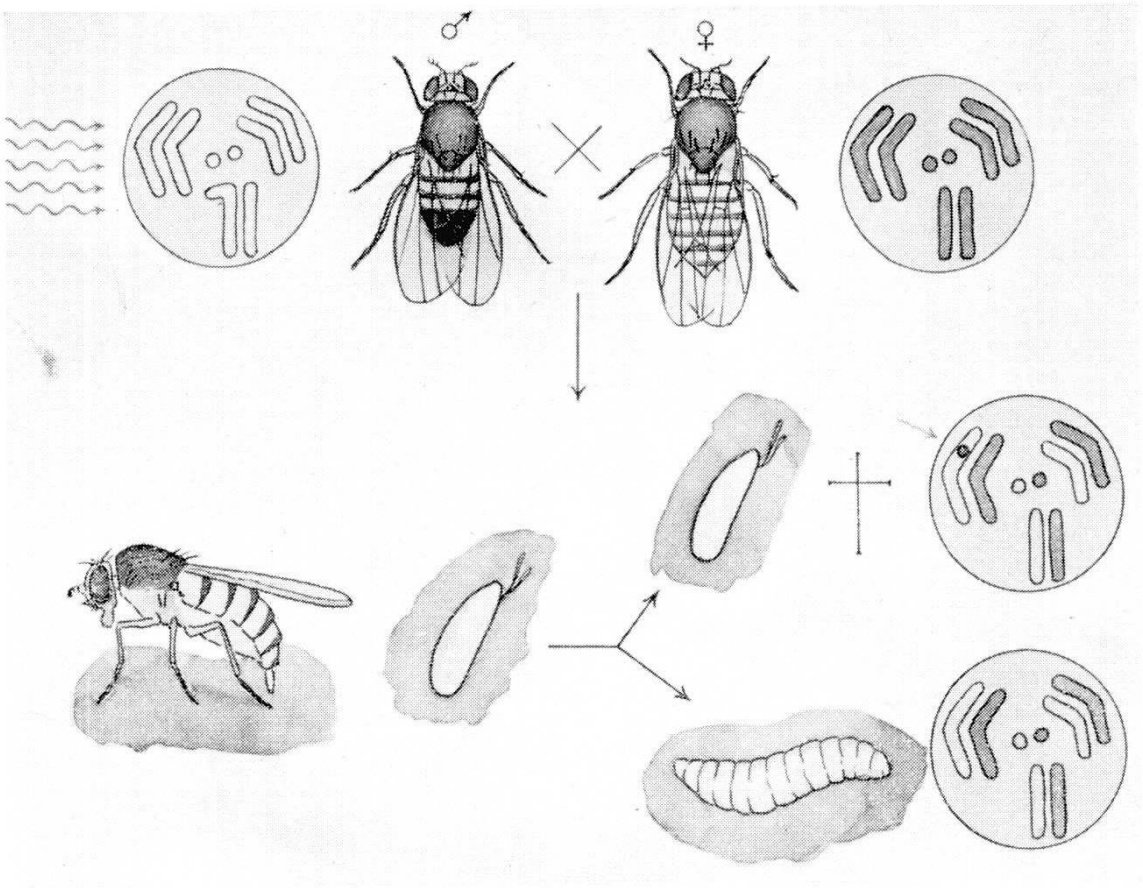


Abb. 11. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter dominanter Letalfaktoren.

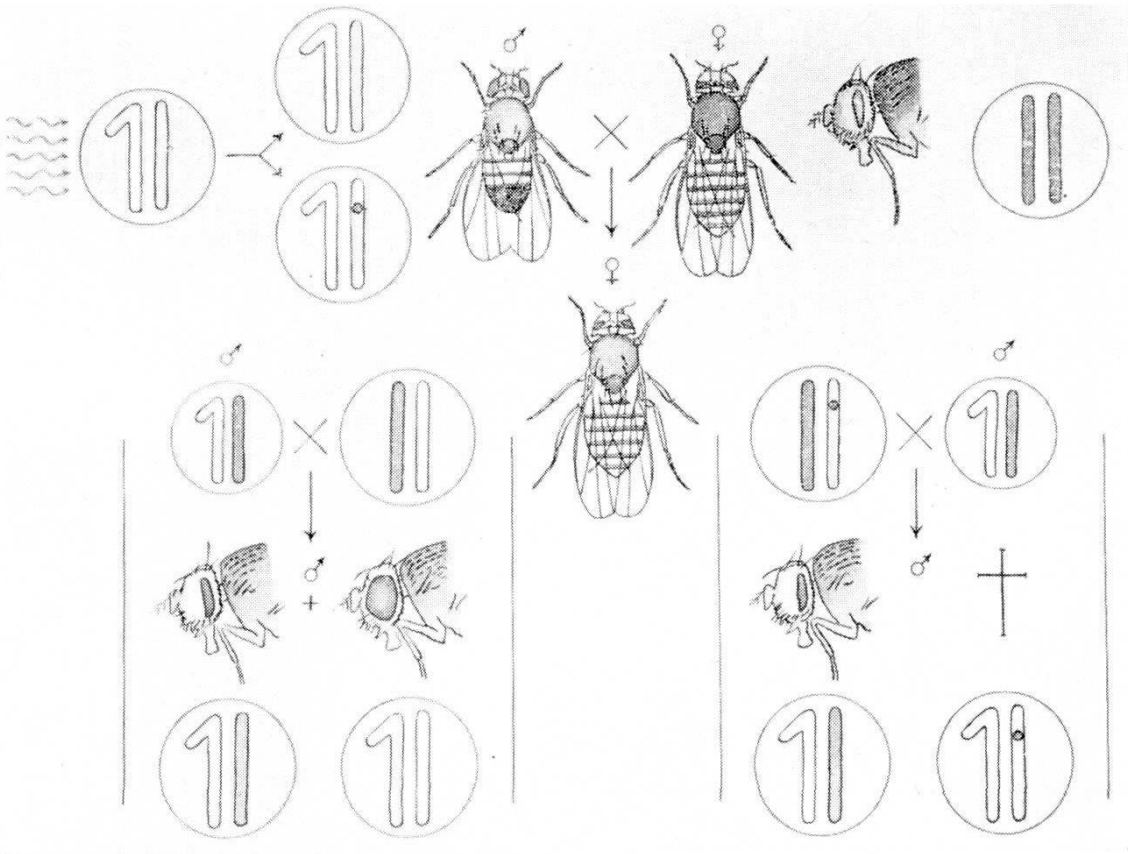


Abb. 12. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter rezessiver Letalfaktoren.

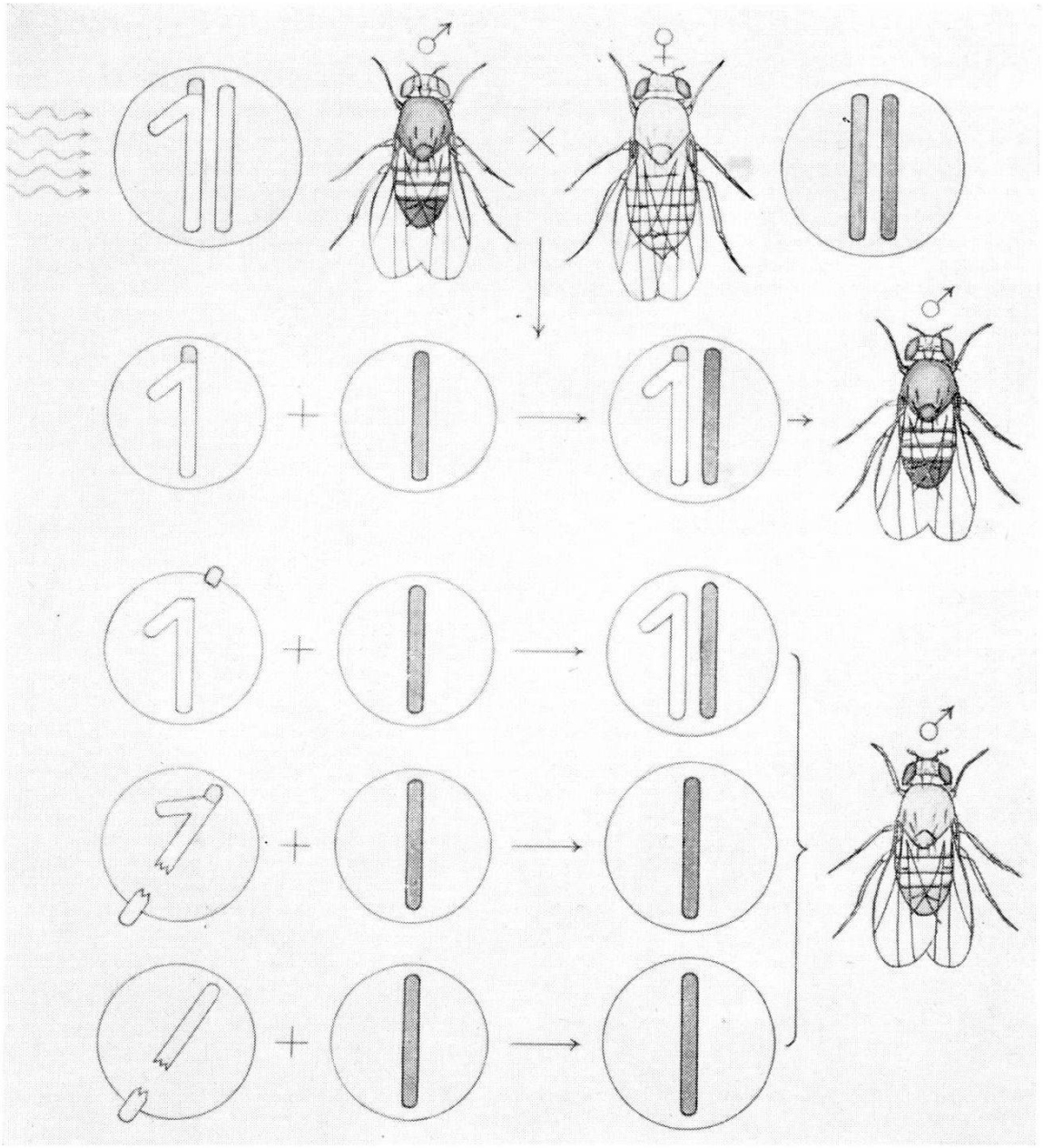


Abb. 13. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter Chromosomenbrüche.

chende Wildallel in diesem X-Chromosom. Die Ausbeute betrug: 300 Letalfaktoren auf 10 000 Nachkommen bestrahlter Männchen gegenüber 10–20 Letalfaktoren bei den Kontrollen. Auch hier war bei der Spermatidenbestrahlung die Ausbeute größer, nämlich 900 Letalfaktoren auf 10 000 Nachkommen bestrahlter Männchen.

Der Nachweis strahleninduzierter *Chromosomenbrüche* in den Geschlechtschromosomen bei Drosophila ist genetisch möglich. Bei dieser Versuchsanordnung (Abb. 13) wird ein Drosophila-Stamm benützt, dessen Männchen ein Y-Chromosom mit einem kleinen translozierten X-Chromosomenstück besitzen. In diesem angehefteten Stück findet sich das normale Wildallel zur Mutation «gelbe Körperfarbe», die bei dem befruch-

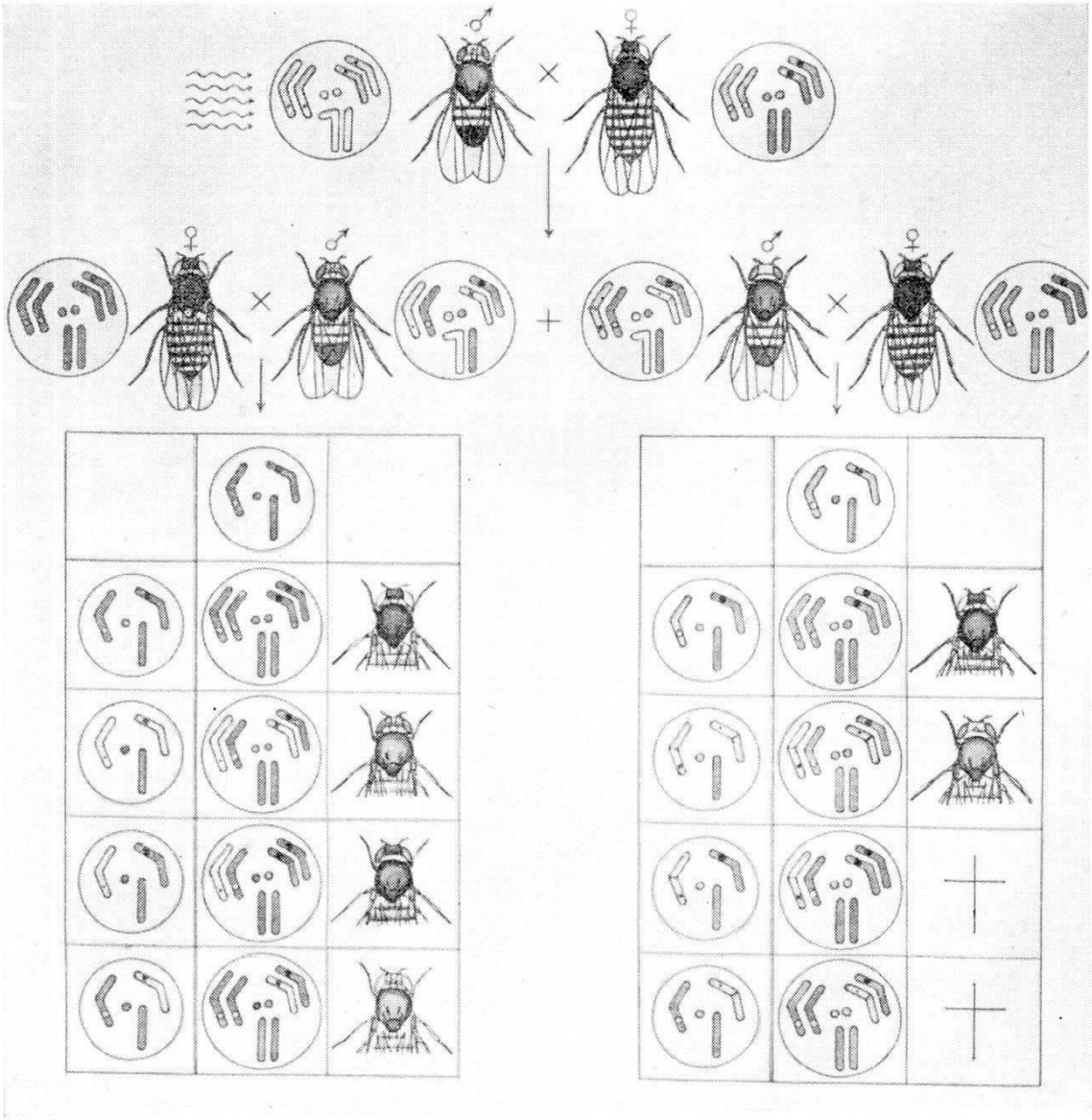


Abb. 14. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter Translokationen.

teten Weibchen doppelt vorhanden ist in den beiden X-Chromosomen. Nur die Männchen werden bestrahlt. Kommt ein Chromosomenbruch zustande, so entstehen Männchen, welche gelbe Körperfarbe haben, fehlt ein solcher Bruch, so haben die männlichen Nachkommen eine schwarze Körperfarbe wie die Väter. Bricht das Y-Chromosom oder das X-Chromosom, so sind die Träger dieser Chromosomenbrüche steril, weil das ganze gebrochene Chromosom eliminiert wird. Es handelt sich also dann um XO-Männchen. Auf 10 000 Nachkommen fanden wir 220 Brüche gegenüber 20 Brüchen bei den Kontrollen, wobei die Spermatiden bestrahlt worden waren.

Auch der Nachweis *strahleninduzierter Translokationen* ist auf genetischem Wege möglich (Abb. 14). Ein normales Wildmännchen wird bestrahlt und ausgekreuzt mit einem Weibchen, das homozygot für den Faktor «White» = weiße Augen im 2. Chromosom und für ebony =

schwarzer Körper im 3. Chromosom ist. Erfolgt nun durch die Bestrahlung eine reziproke Translokation zwischen den Chromosomenstücken, die beim Männchen die entsprechenden Wildallele tragen, so läßt sich dieses Geschehen nach erneuter Auskreuzung der F_1-Männchen mit homozygoten Weibchen der gleichen genetischen Beschaffenheit wie die unbestrahlte Mutter in der F_2-Generation erkennen. Fehlt eine Translokation, so entstehen in der F_2-Generation vier Phänotypen, nämlich Tiere mit weißen Augen und schwarzer Körperfarbe, Tiere mit roten Augen und wilder Körperfarbe, Tiere mit roten Augen und schwarzer Körperfarbe und Tiere mit weißen Augen und der Körperfarbe der Wildfliege. Hat aber ein Bruch mit nachfolgender Translokation stattgefunden, und zwar zwischen dem 2. und 3. Chromosom, so erhalten wir in der Enkelgeneration statt der vier Typen, welche normalerweise auftreten, nur zwei Typen, nämlich schwarze Tiere mit weißen Augen und braune Tiere mit roten Augen. Die beiden andern Typen fallen aus, weil es sich um unbalancierte Chromosomensätze handelt, sei es, daß zuviel oder zu wenig Chromosomensubstanz vom 2. oder vom 3. Chromosom vorhanden ist. Auf 10000 Nachkommen erhielten wir 570 Tiere mit reziproken Translokationen zwischen dem 2. und 3. Chromosom gegenüber 20 Translokationen bei den Kontrollen.

Ionisierende Strahlen erzeugen auch *Gynander* (Abb. 15). Es sind geschlechtliche Mosaiktiere der F_1-Generation, die entstanden sind durch Elimination eines z. B. durch Strahlen geschädigten X-Chromatids vor oder bei der Teilung der Zygote in die ersten beiden Blastomeren. Gynander treten nur in weiblichen XX-Fliegen auf. Spontan entstanden sind etwa ein Drittel aller im Strahlenexperiment festgestellten Gynander. Die eine der beiden ersten Blastomeren ist vom XX-Typus und führt zur Bildung der weiblichen Zellbezirke mit dem integumentalen Phänotypus des Vaters, weil das X des Vaters die dominanten Gene enthält; die andere Blastomere enthält nur ein X-Chromosom, das mütterliche, und wird zur Stammzelle der XO-Zellbezirke vom männlichen Phänotypus mit den rezessiven integumentalen Merkmalen der Mutter. Die Größe des Anteils vom männlichen oder weiblichen Integumentbezirk ist außerordentlich variabel. Neben Halbseitengynandern mit je ungefähr gleichviel männlichem und weiblichem Gewebe gibt es Fliegen, die nur einen ganz kleinen andersgeschlechtlichen Fleck aufweisen. Da bei der Drosophila Sexualhormone fehlen, ist die mosaikartige Zusammensetzung des Tieres leicht feststellbar.

Die Anordnung der männlichen und weiblichen Zellen im erwachsenen Tier erfolgt auf ganz verschiedene Weisen, doch werden dabei eine ganze Anzahl bestimmter Baupläne bevorzugt, wie die unterste Reihe der Abbildung zeigt. Die Abgrenzung der männlichen und weiblichen Mosaikteile wird ermöglicht durch Markierung der verwendeten Weibchen in den X-Chromosomen. In unserem Experiment besitzt das Weibchen homozygot die Gene yellow, white, vermilion, cross-veinless und forked. Nach Bestrahlung der Männchen mit 2000 r fanden sich

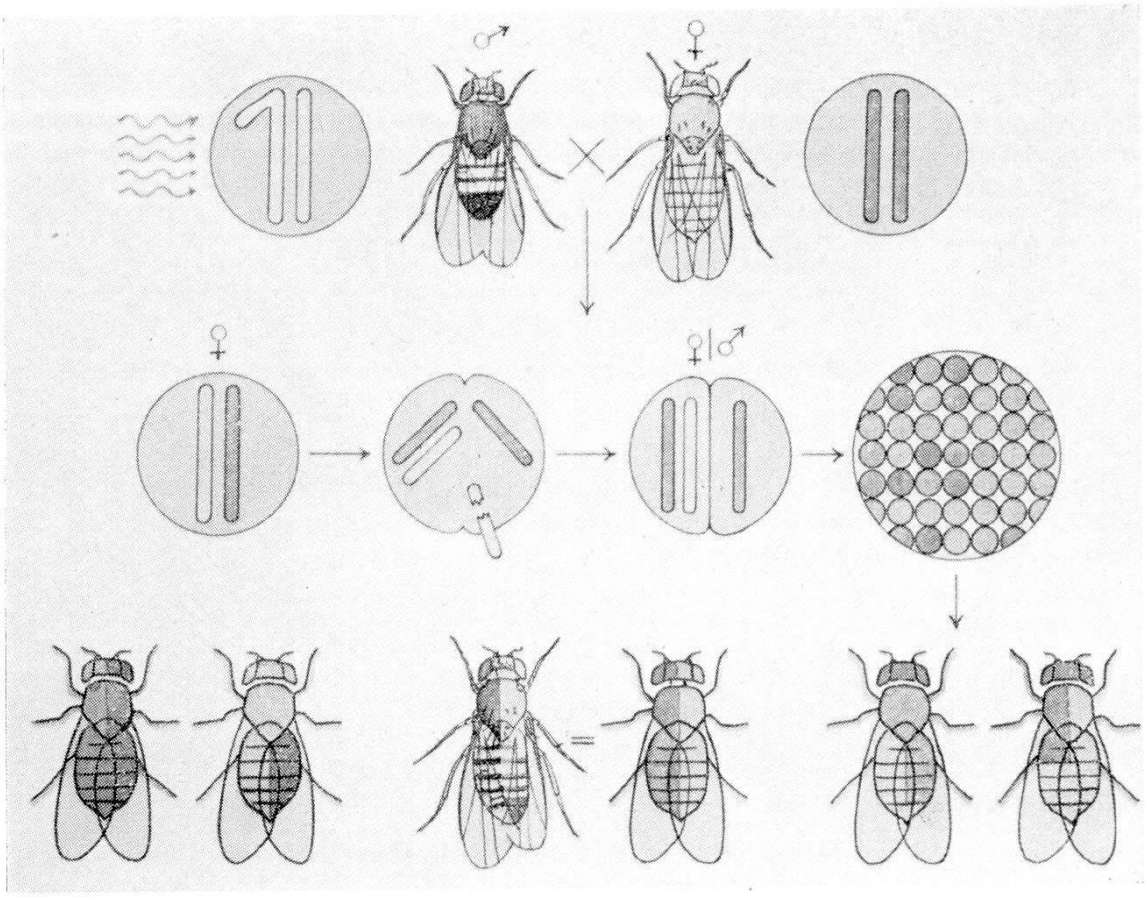


Abb. 15. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter Gynander.

auf 10 000 Nachkommen bestrahlter Väter neun Gynander gegenüber vier Gynandern bei den Kontrollen.

In Tabelle 1 seien unsere genetischen Mutationsversuche mit Drosophila melanogaster nochmals übersichtlich zusammengestellt.

Einleitend habe ich ausgeführt, daß auch *somatische Mutationen* entstehen können. Auf Abb. 16 sehen wir deren Entstehung. Der Vater ist ein normales Wildtier, die Mutter enthält die rezessive Mutation «white», die in den beiden X-Chromosomen lokalisiert ist. Bestrahlt wird ein Embryonalstadium. Wenn in einer solchen bestrahlten somatischen Zelle eine Mutation eintritt, dann enthalten alle deren Zellnachkommen diese Mutation, die sichtbar wird, wenn sie dominant ist. In der Abbildung ist die Mutation im 2. Chromosom angegeben, und die Nachfolgezellen sind rechts mit einem Doppelkreis markiert. In der unteren Reihe sieht man solche somatische Mutationen, z. B. links außen eine Verkrüppelung des rechten Mittelbeines, dann folgt eine Mißbildung des linken Flügels, dann ein Hemithorax und rechts außen ein weißer Augenfleck. Es ist aber manchmal schwierig oder unmöglich, solche somatische Mutationen zu unterscheiden von modifikatorischen Mißbildungen, die als somatische Phänokopien in Erscheinung treten. Wenn die gleichen Mißbildungen in einer Zucht sehr häufig auftreten und durch alle möglichen äußern Schädigungen erzeugbar sind, dann dürfte es sich

Tab. 1. *Genetische Mutationsversuche mit Drosophila melanogaster* [1]

Art der Mutation (M)	Auf 10 000 Individuen		Ungefähre Verdoppelungsdosis der M
	spontane M	nach 2000 r 180 kV	
Dominante sichtbare M	10	100	∼200 r
Rezessive sichtbare M ..... (5 Testfaktoren)	0	18	∼400 r
Dominante Partials (Mosaiktiere)	0	36	—
Dominante Letalfaktoren			
Spermienbestrahlung	500–1000	2000	∼500–1000 r
Spermatidenbestrahlung	2000	8000	400 r
Rezessive Letalfaktoren			
Spermienbestrahlung	16–20	300	∼100–200 r
Spermatidenbestrahlung	10–20	900	∼50 r
Chromosomenbrüche (X-Chromosom bei ♂)	<20	220	—
Translokationen	<20	570	—
Gynander	4	9	—

[1] Bei sichtbaren M Prüfung von jeweils 40 000 Nachkommen; bei Letalfaktoren, Translokationen und Chromosomenbrüchen Prüfung von 1000 bis 3000 Gameten

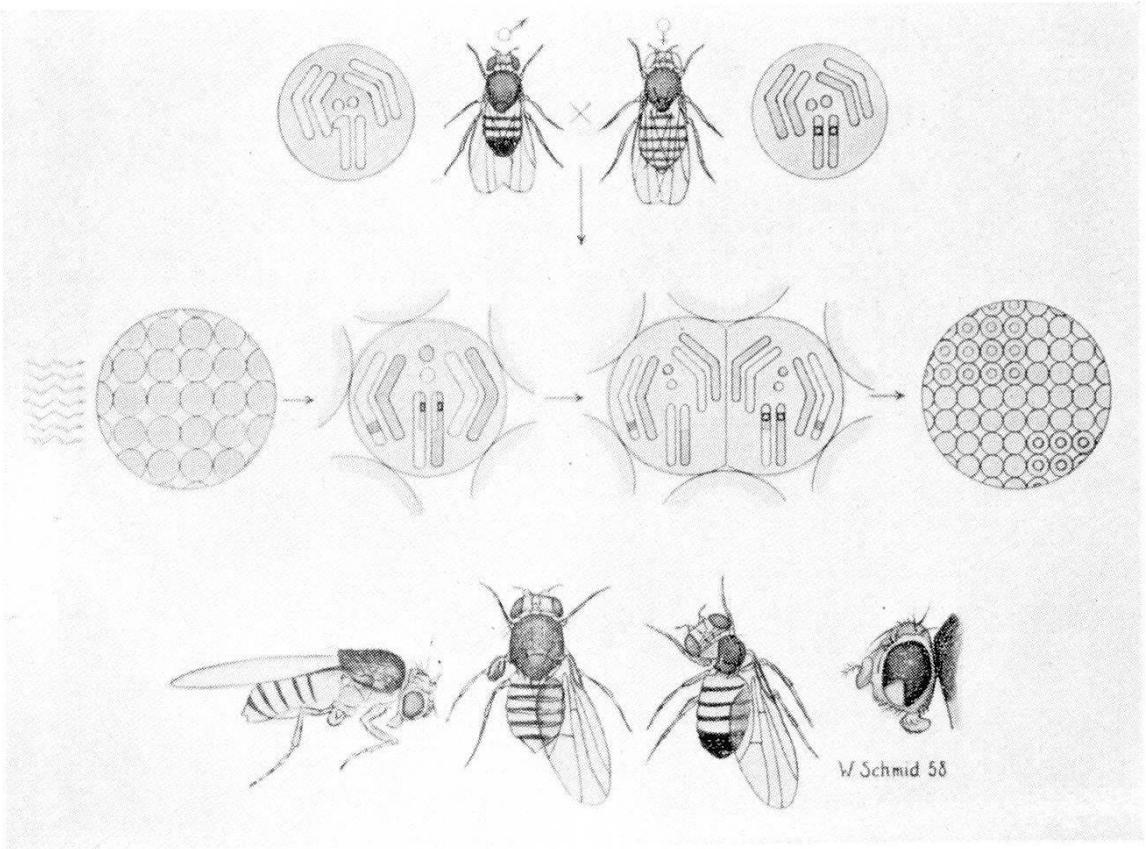


Abb. 16. Versuchsanordnung zur Feststellung strahleninduzierter somatischer Mutationen und von somatischem Crossing over.

um Modifikationen und nicht um somatische Mutationen handeln. Letztere sind viel seltener als Modifikationen. Oft sind Rückschlüsse auf die Pathogenese sehr schwierig und unsicher. Nur bei Versuchen, die auf bestimmte Gene gezielt angestellt werden, kann man mit größerer Wahrscheinlichkeit auf somatische Mutationen schließen und muß dabei ferner nachweisen, daß es sich nicht um dominante Keimzellenmutationen handelt.

In Abbildung 17 sehen wir einige somatische Mutationen nach Bestrahlung später Embryonen und junger Larven mit 800 r. Bei A handelt es sich um eine Mißbildung am linken Hinterbein, bei B um eine doppelseitige Flügelmißbildung, in C um eine Mißbildung des rechten Mittelbeines, in D um einen Hemithorax und in E um einen Defekt des linken Flügels. Diese abgebildeten Mißbildungen können natürlich auch durch Röntgenstrahlen ausgelöste Modifikationen sein. Das kann man oft nicht sicher sagen. Die Ausbeute beträgt: 5 bis 10% der bestrahlten und geschlüpften Tiere zeigten somatische Mutationen.

Es bleibt mir noch die Besprechung des *somatischen Crossing over*. Durch Strahleneinwirkung kann in einer somatischen Zelle eine noch wenig abgeklärte Bedingung geschaffen werden, in deren Folge die Chromosomen Crossing over eingehen, was unter normalen Bedingungen nicht beobachtet wird. Das Crossing over wird erkennbar bei Fliegen, die heterozygot sind für rezessive Gene, deren phänotypischer Effekt in einem kleinen Fleck erkennbar wird. PATTERSON erhielt über 10% solcher Mosaikfliegen nach Larvenbestrahlung. Da bei Drosophila-Männchen normalerweise kein Crossing over stattfindet und ein solches durch Bestrahlung auch beim Männchen induziert werden kann, so wird es erkennbar, wenn die Fliegen heterozygot sind. Auf Abbildung 16 sehen wir neben der somatischen Mutation ein solches somatisches Crossing over abgebildet, und zwar zwischen zwei Chromatiden der beiden X-Chromosomen. Die beiden linken Chromatiden bilden die X-Chromosomen der linken Tochterzelle, die beiden rechten Chromatiden die X-Chromosomen der rechten Tochterzelle. Die Nachkommen der linken Zelle zeigen nur die chromosomale somatische Mutation, die Nachkommen der rechten Tochterzelle zeigen sowohl Partien mit der dominanten somatischen Chromosomenmutation wie auch Bezirke, bei denen die rezessive Mutation «white» infolge des somatischen Crossing over homozygot auftritt und damit sichtbar wird. In unseren eigenen Versuchen haben wir kein somatisches Crossing over nachgewiesen.

In Tabelle 2 haben wir die verschiedenen Sorten von Mosaiktieren, die auftreten können, zusammengestellt. Es handelt sich um zwei Gruppen, nämlich um Mosaiktiere aus genetisch differenten und solche aus genetisch identischen Zellkomplexen. Die Pseudomosaiktiere entstehen durch modifikatorische Einflüsse, und man könnte sie deshalb auch Mosaikmodifikationen nennen.

Dies ist der Bericht über unsere Drosophila-Bestrahlungsversuche. Das Unheimliche der genetischen Strahlenwirkung liegt darin, daß das bestrahlte Individuum selber scheinbar nicht betroffen und die Strahlen-

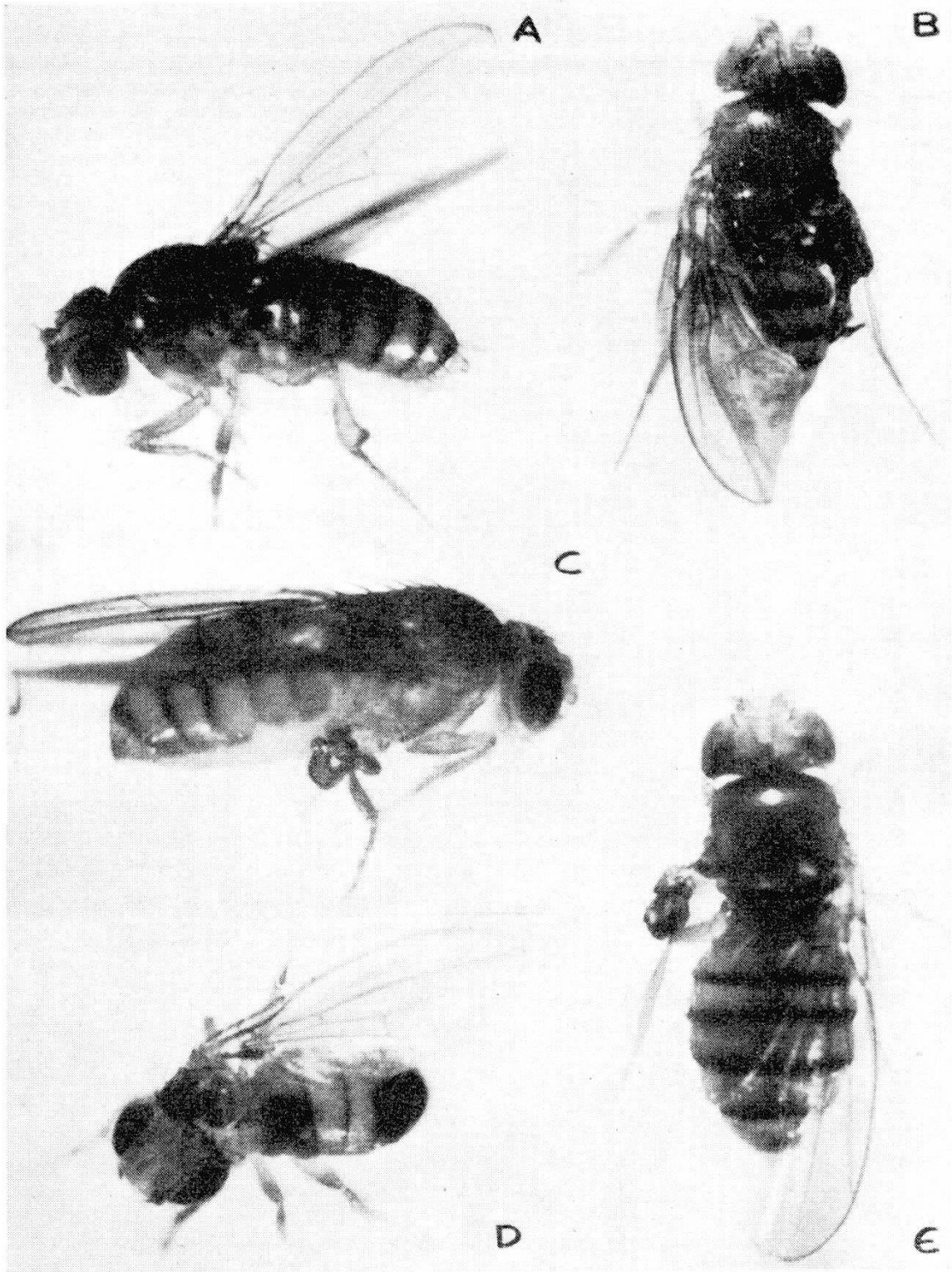


Abb. 17. Strahleninduzierte somatische Mutationen nach Bestrahlung später Embryonal- oder früher Larvenstadien mit 800 r. Ausbeute: rund 10 % der Geschlüpften.

Tab. 2. *Mosaiktiere*

1. Partials 2. Gynander 3. Somatische Mutationen 4. Somatisches Crossing over *a)* direkt strahleninduziert *b)* indirekt über Genmutation induziert (z.B. Minute-Reaktion)	Individuen aus zwei genetisch differenten Zellkomplexen aufgebaut
5. Intersexe 6. Pseudo-Mosaiktiere (durch bilateral unregelmäßige Expression eines Gens)	Individuen aus genetisch identischen Zellkomplexen aufgebaut

wirkung am Körper nicht spürbar ist; das Entstehen und die Wirkung von schädigenden Genen und deren Übertragung auf die Nachkommen ist erst in den näheren oder ferneren Generationen bemerkbar. Jede Zunahme der ionisierenden Strahlung in der Umgebung der Lebewesen führt zu einer Erhöhung der Mutationsrate und damit zu einer Erhöhung der Erbschäden. Obwohl jedes einzelne Gen nur selten mutiert, nämlich einmal auf 100000 oder einmal auf eine Million Keimzellen, ist die gesamte spontane Mutationsrate doch recht hoch, denn die Zahl der Gene pro Zelle ist ja sehr groß. Jede Zelle enthält 5000 bis 15000 Einzelgene, je nach Tierart. Diese Mutationsrate wird durch Röntgenbestrahlung stark gesteigert, und es stellt sich das Problem, wie groß die Höhe der noch tragbaren zusätzlichen Strahlendosis für den Menschen sein darf. Bevor wir darauf eine Antwort zu geben versuchen, wollen wir noch die Resultate der Mäuseversuche betrachten.

II. Großangelegte Experimente mit Mäusen sind in den Atomforschungszentren in Amerika und in England im Gange. Die Ergebnisse werden jeweils mit Spannung erwartet, da natürlich die Maus mit dem Menschen näher verwandt ist als die Drosophila. Die Versuche werden an gleichen Mäusestämmen einerseits vom Ehepaar Russell in den USA und anderseits von Carter in England durchgeführt, wobei die Versuchsanordnung bei diesen Autoren die gleiche ist und sich mit unseren Drosophila-Experimenten zum Nachweis induzierter rezessiver sichtbarer Mutationen deckt.

Die Maus hat 40 Chromosomen. Davon sind bis heute 15 Koppelungsgruppen bekannt. Bestrahlt werden männliche Mäuse aus einer Reinzucht; die unbestrahlten weiblichen Tiere sind mit folgenden rezessiven Genen markiert, die sie in doppelter Dosis enthalten:

a = non agouti: schwarzes Haarmuster
b = brown: braunes Eumelanin (Haar)
ch = chinchilla: Allel der Albinoserie
d = dilute: Verdünnungsfaktor (Haar)
p = pink: rosa Auge
s = piebald: Scheckung (Haarmuster)
se = short ear: kurzes Ohr

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, die ich Nachtsheim entnehme, erhielt Russell nach einmaliger Applikation von 600 r auf rund 48 000 Versuchstiere total 53 Mutationen, während bei den rund 38 000 Kontrollen nur 2 Mutationen beobachtet wurden. Die durchschnittliche Mutationsrate bei den Kontrollen betrug also 0,05‰ oder 1 mutiertes Tier auf 19 000 Normalmäuse, gegenüber 1‰ bei den bestrahlten Tieren, oder 1 mutiertes Tier auf 900 Tiere, deren Väter bestrahlt wurden. Wenn wir von den 7 betrachteten Genen die Zahlen auf *ein* Gen umrechnen, so beträgt die Ausbeute bei den Kontrollen 0,007‰ oder 1 Mutation auf 135 000 Normalmäuse und bei den Nachkommen der bestrahlten Väter 0,14 ‰ oder 1 Mutation auf 6300 Mäuse. *Die Nachkommen der ersten Generation der mit 600 r bestrahlten männlichen Mäuse haben eine 20fach erhöhte Mutationsrate.*

Tab. 3. *Strahleninduzierte und spontane Mutationen bei der Maus*

Autoren	Dosis (r)	Zahl d. unters. Tiere	Zahl der Mutationen pro Lokus[1]							
			a	b	c^{ch}	d	p	s	se	Sa
Russell	600	48 007	—	11	3	6	8	25	—	53
	0	37 868	—	—	—	1	—	1	—	2
Carter und Mitarbeiter .	40	10 024	—	—	—	—	—	1	—	1
	0	18 355	—	—	—	1	—	1	—	2

[1] a, b, c^{ch}, d sind die Symbole für 4 Gene, die die Pigmentproduktion und -verteilung im Haarkleid beeinflussen, p ändert die Augenfarbe (pink-eyed), s ruft Scheckung hervor, se führt zu Kurzohrigkeit (short-eared).

Auf Grund der Dosisangabe von 600 r ergibt sich folgendes: Pro 1 r erhalten wir eine Mutation auf eine halbe Million Tiere, wobei sieben Gene berücksichtigt sind. Daraus ergibt sich für ein Einzelgen eine Mutation auf vier Millionen Nachkommen.

Die einzelnen Mutationen sind verschieden häufig. So hat man die Mutation «scheckig» 25mal, die Mutation «brown» elfmal, die Mutation «schwarz» und die Mutation «Kurzohr» kein einzigesmal beobachtet, auch spontan nicht. Spontan entstehen 30 solcher Mutationen auf eine Million Nachkommen, so daß 30 r notwendig sind, um die natürliche Mutationsrate zu verdoppeln. Die Versuchsanordnung von Carter und Mitarbeitern war die gleiche. Auf 18 355 Kontrollen beobachtete er zwei Mutationen, 10 024 Nachkommen von mit 40 r bestrahlten Vätern wurden untersucht. Es fand sich nur eine Mutation. Mit diesen Zahlen kann man natürlich vorläufig nichts anfangen, und es müssen weitere Versuchsresultate abgewartet werden. Solche sind nun bekanntgegeben worden. An der *Genfer Atomkonferenz 1958* haben die Autoren W.L. und L.B. Russell über neuere Resultate berichtet, die in Tabelle 4 zusammengestellt sind. Die früheren Ergebnisse mit 600 r sind an größerem

Zahlenmaterial bestätigt worden, außerdem wurden noch andere Bestrahlungsdosen gewählt. Bei 1000 r wurde nur das hintere Körperdrittel bestrahlt, da Ganzbestrahlungen mit dieser Dosis tödlich wirken. *Die vermutliche Verdoppelungsdosis bei der Maus bei einmaliger kurzzeitiger Bestrahlung beträgt etwa 33 r, berechnet auf Grund der Erfahrungen bei 600 r.*

Tab. 4. *Strahleninduzierte Mutationen bei der Maus*

Einmalige Bestrahlung von Spermatogonien

Dosis (r)	Zahl der Nachkommen	Anzahl der Mutationen an 7 loci	Durchschnittliche Mutationsrate für *einen* locus auf 10^5 Gameten
0	106 408	6	0,81
300	40 408	25	8,85
600	119 326	111	13,29
1000	31 815	23	10,33

Die gleichen Autoren haben auch Bestrahlungen mit Gammastrahlen durchgeführt, die über *längere Zeit* eingewirkt haben. Darüber gibt Tabelle 5 Auskunft. Wir sehen, daß die durchschnittliche Mutationsrate bei chronischer Bestrahlung anstelle einmaliger kurzzeitiger Bestrahlung bei gleicher Dosis niedriger ist. *Die vermutliche Verdoppelungsdosis bei der Maus bei chronischer Bestrahlung beträgt rund 200 r, berechnet auf Grund der Erfahrungen bei 1000 r.*

Tab. 5. *Strahleninduzierte Mutationen bei der Maus*

Chronische Gammabestrahlung von Spermatogonien

Dosis (r)	Zahl der Nachkommen	Anzahl der Mutationen an 7 loci	Durchschnittliche Mutationsrate für *einen* locus auf 10^5 Gameten
0	66 107	6	1,30
100	18 973	4	3,01
600	10 446	1	1,37
1000	12 937	6	6,63

Soweit die bisher bekanntgewordenen Mäuseversuche. Ich glaube, man darf sie auf den Menschen übertragen. Wichtig ist, daß die chronische Strahleneinwirkung als Gammastrahlung aus einer Radiumquelle sehr viel weniger wirksam ist als die einmalige kurzzeitige Röntgen-Bestrahlung. Die Verdoppelungsdosis beträgt ja bei der kurzzeitigen Bestrahlung 33 r, bei der chronischen Bestrahlung rund 200 r.

III. Uns interessiert vor allem die *spontane* und *induzierte* Mutationsrate beim Menschen. Nur wenn wir die spontane Mutationsrate einigermaßen kennen, können wir Berechnungen über die Gefährdung durch zusätzliche ionisierende Strahlung anstellen. Es ist aber schwierig, die spontane Mutationshäufigkeit beim Menschen festzustellen, denn neue Phäne und neue Phänotypen entstehen:

1. als erbliche genetische Mutationen,
2. als nicht erbliche echte oder falsche Phänokopien (mimetische Modifikationen),
3. als erbliche echte oder falsche Genokopien (mimetische Gene),
4. als somatische Mutationen.

Aus diesen Gründen schwanken die Angaben der Literatur über die spontane Mutationsrate für die verschiedenen Erbleiden ganz außerordentlich. Überdies verfügen wir über keinen Kataster der Erbleiden in der Bevölkerung, sondern Erbfamilien werden durch Zufall entdeckt und sind nur ein mehr oder weniger willkürlicher Teilausschnitt aus der Gesamtbevölkerung. Meistens fällt die Schätzung der spontanen Mutationsrate zu hoch aus, indem spontane Fälle nicht immer neue Mutationen, sondern häufig Phänokopien sind. Nachtsheim und Vogel haben die errechneten Mutationsraten verschiedener Erbleiden beim Menschen zusammengestellt und erhalten aus eigenen und fremden Beobachtungen z. B. folgende Werte für die Häufigkeit von Genmutationen *pro Million Gameten*: Chondrodystrophie 42 in Dänemark gegen etwa 100 in Deutschland, Retinoblastom 4 bis 5 in Berlin-Brandenburg gegen angeblich 14 in England und Neurofibromatose 100 in den USA. Es handelt sich dabei um Krankheiten mit autosomal dominantem Erbgang, während die Anstellung solcher Berechnungen bei autosomal rezessivem Erbgang unmöglich ist. Für geschlechtsgebundenen rezessiven Erbgang finden sich für die Hämophilie Werte von 20 bis 32, für die progressive Muskeldystrophie von 40 bis 100. Über die gesamte Mutationsrate beim Menschen wissen wir nichts.

Hingegen sind wir ziemlich gut orientiert über die natürliche und über die künstliche Strahlung, der wir Menschen ausgesetzt sind. Der menschliche Körper ist radioaktiv und erzeugt eine *Eigenstrahlung*. Man spricht auch von interner Strahlung, die bedingt ist durch aus der Atmosphäre inhaliertes und dann im Körper resorbiertes Radon, durch das im Körper immer vorhandene radioaktive Kalium 40 und den im Körper immer vorhandenen radioaktiven Kohlenstoff C14. Es handelt sich also um das Vorhandensein von natürlichen radioaktiven Elementen im Organismus. Die *Umgebungsstrahlung* setzt sich zusammen aus der kosmischen Strahlung, aus der Strahlung der natürlichen radioaktiven Substanzen im Erdboden, im Wasser und in der Luft (Radium und seine Folgeprodukte usw.) und durch den Radongehalt in der Luft. Beides zusammen nennen wir die *natürliche Strahlung*, deren Einwirkung unabwendbar ist. Man berechnet dabei die Gonadendosis pro Jahr und pro 30 Jahre Reproduktionszeit in Röntgeneinheiten oder in rad-Einheiten,

was praktisch ziemlich identisch ist. Die in Großbritannien und Schweden errechneten Werte finden sich auf Tabelle 6.

Tab. 6. *Jährliche Gonadendosis in rad*

Strahlenquelle	Großbritannien (nach Spiers)	Schweden (nach Sievert)
Externe Strahlung ..... Kosmische + Erdstrahlung + Radon in Luft	0,072	0,081–0,137
Interne Strahlung ..... durch Radon	0,023	0,017
K^{40}		
C^{14}		
Total	0,095	0,098–0,154

In Abbildung 18 sind die Verhältnisse graphisch dargestellt. Schräg schraffiert ist die Eigenstrahlung oder innere Strahlung, und weiß gelassen ist die Umgebungsstrahlung oder äußere Strahlung. Die totale Gonadendosis pro Jahr beträgt 0,09 r, was in 30 Jahren 2,85 r ausmacht.

An der wissenschaftlichen Ausstellung der Genfer Atomkonferenz 1958 konnte jeder Besucher in wenigen Minuten eine Radioaktivitätsmessung seines eigenen Körpers vornehmen lassen (Abb. 19). Links sehen Sie das Resultat der Messung von mir und rechts die Meßanordnung. Die schrägen Striche geben die Streuung an, die Abszisse enthält das Körpergewicht in Kilogramm, die Ordinate die Impulse, d. h. die Zerfallsakte pro Sekunde. Es ist bemerkenswert, daß bei gleichem Körpergewicht die Werte bei den Frauen immer etwas tiefer liegen als bei den Männern, weil die Frauen mehr Fett und weniger Muskulatur haben und sich das Kalium 40 hauptsächlich in der Muskulatur findet. Diese Meßmethode mißt nur einen Teil der Radioaktivität des Körpers, nämlich jenen Teil, der rückwärts ausgestrahlt wird und die Körperoberfläche durchdringt. Dieser Anteil ist aber der Gesamtradioaktivität des menschlichen Körpers proportional. Die natürliche Radioaktivität des menschlichen Körpers entspricht ungefähr der Dosis eines Leuchtzifferblattes von Armbanduhren.

Zu dieser natürlichen Radioaktivität kommen nun *zusätzliche Strahlenmengen* hinzu, vor allem durch diagnostische Röntgenuntersuchungen, dann durch Atombombenversuche, durch die Durchleuchtung in Schuhgeschäften, durch die Leuchtzifferblätter von Uhren und durch die Television, um einige zusätzliche Strahlenquellen anzuführen. Den Hauptanteil liefert die diagnostische Röntgenuntersuchung. Die errechneten Dosen gehen aus Tabelle 7 hervor. Wir entnehmen derselben, daß die jährliche Gonadendosis durch Röntgenuntersuchungen zwischen 20

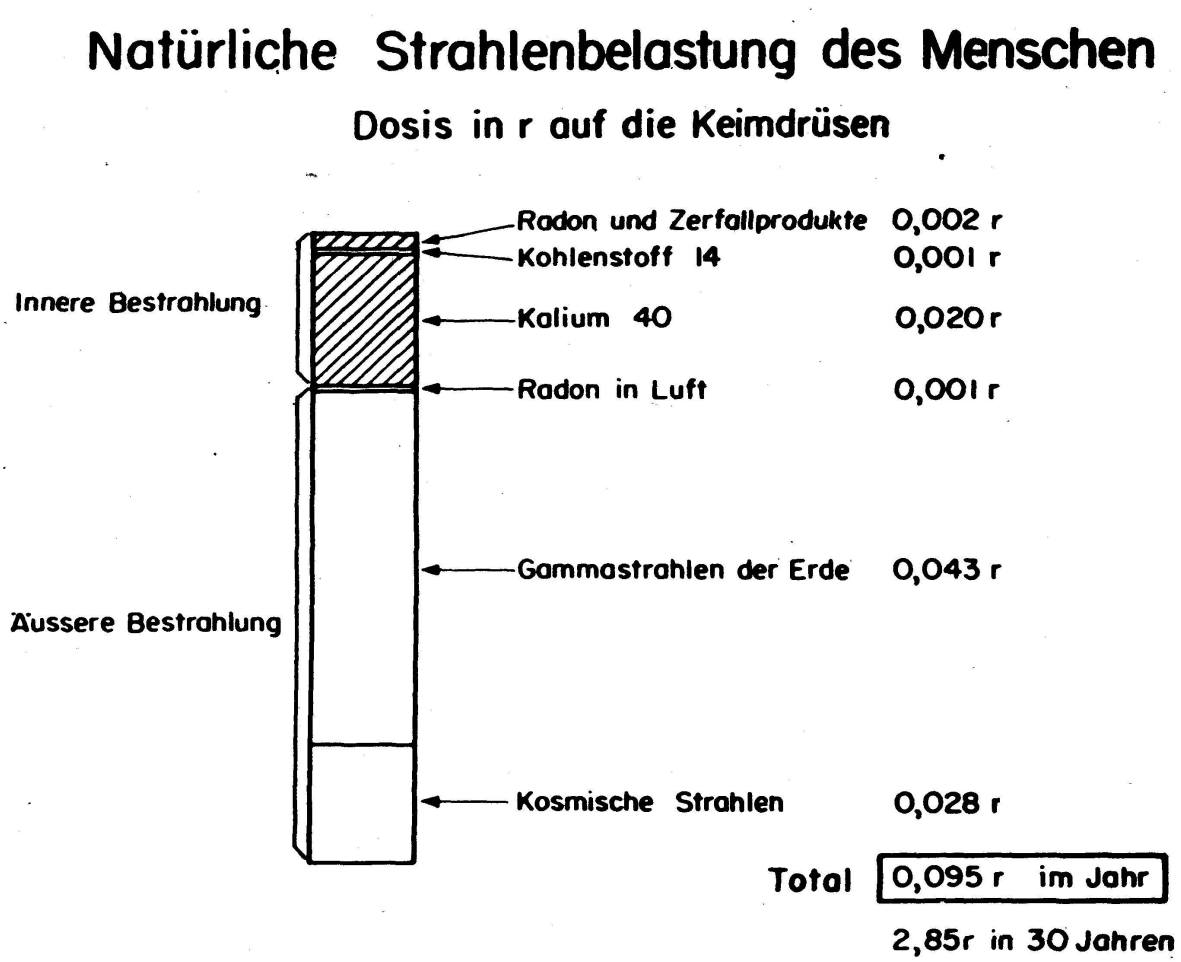
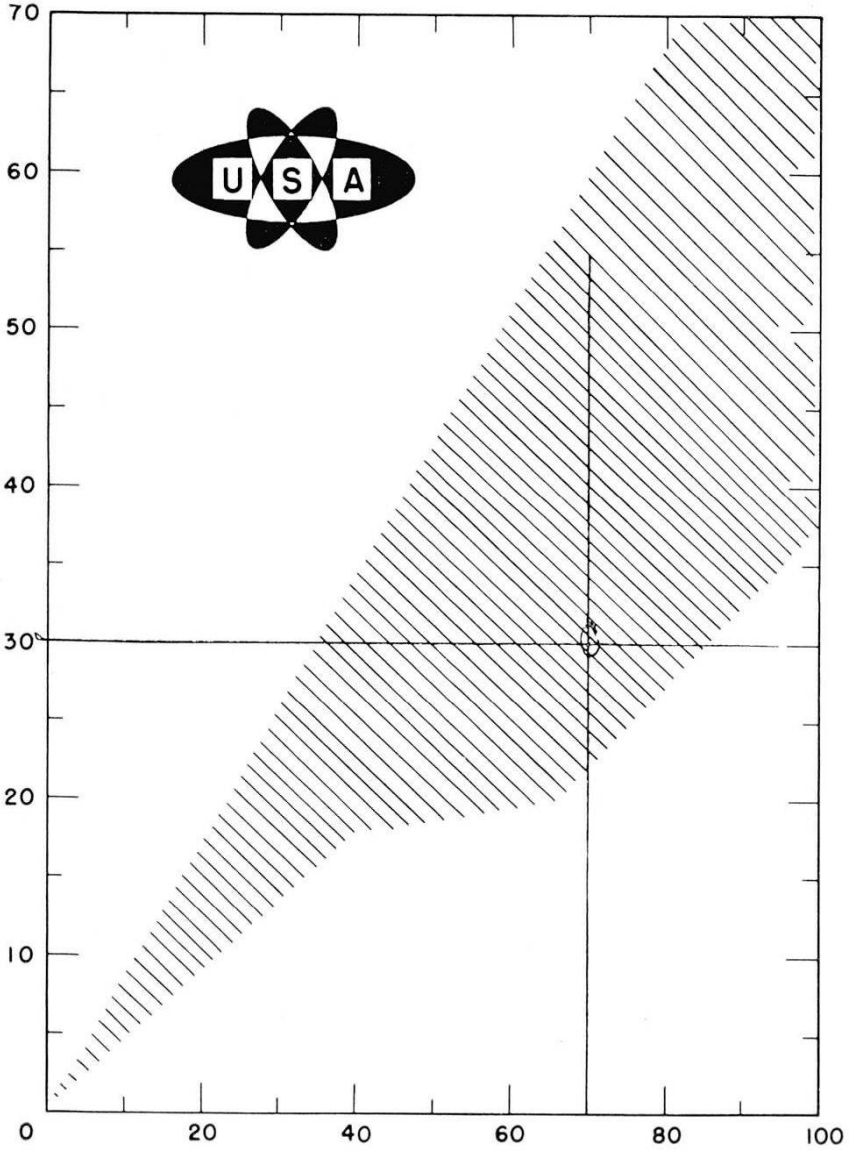


Abb. 18. Natürliche Strahlenbelastung des Menschen.

und 100 Millirad schwankt. Diese Untersuchungen sind nützlich und geschehen mit Einverständnis der Betroffenen. Wir dürfen dabei nicht vergessen, daß die Einführung der Röntgenstrahlen in die Medizin der größte Fortschritt war seit der Einführung des Mikroskopes in die Heilkunde und daß durch die Röntgenuntersuchung und die Strahlentherapie unendlich viel Nutzen gestiftet wird. Dieser zusätzliche Strahlendosis gegenüber treten alle anderen zusätzlichen Strahlen weit zurück. Die Bevölkerung ist beunruhigt durch die Atombombenversuche und

Tab. 7. *Jährliche Gonadendosis durch Röntgenuntersuchungen*

Land	Autor	Gonadendosis in mrad
Dänemark	Hammer-Jacobson 1957	28
Großbritannien	Medical Research Council	22
Schweden	Lars-Eric Larsson 1957	40
USA	Laughlin and Pullmann 1957	135 ± 100



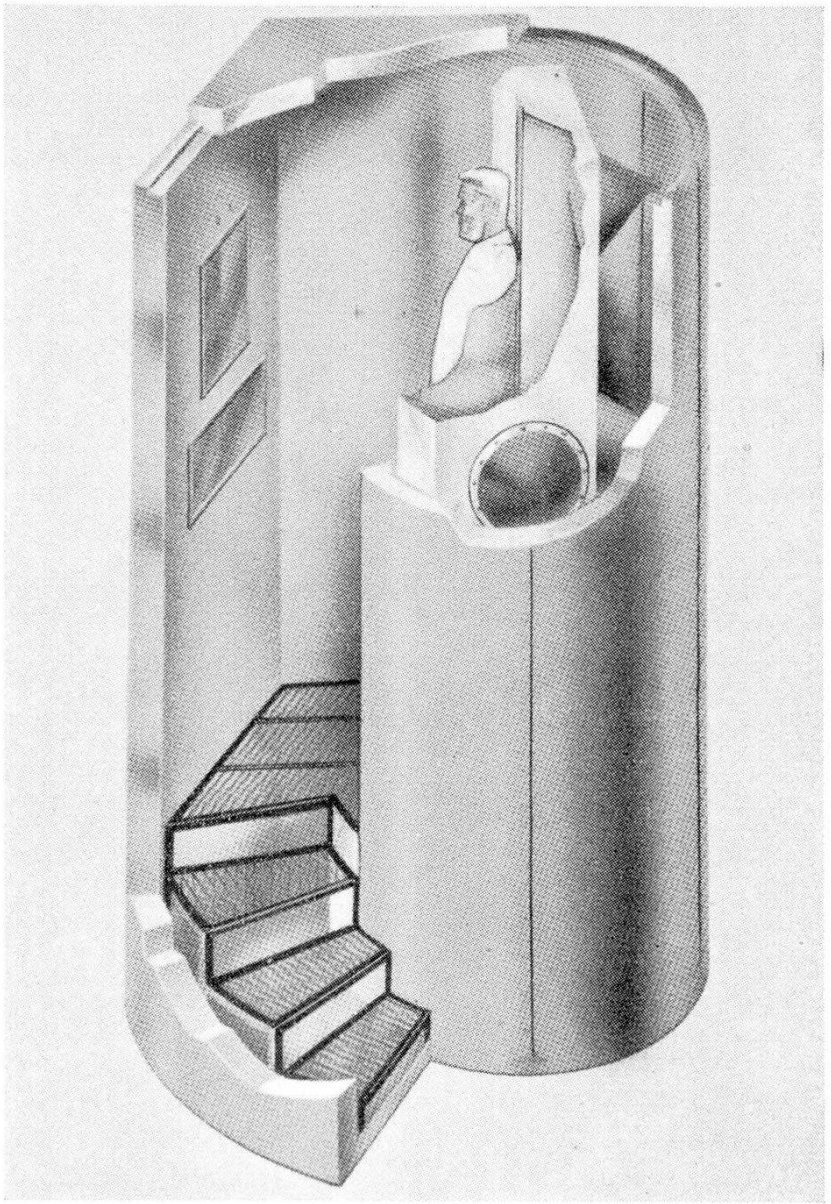


Abb. 19. Radioaktivitätsmessung meines Körpers.

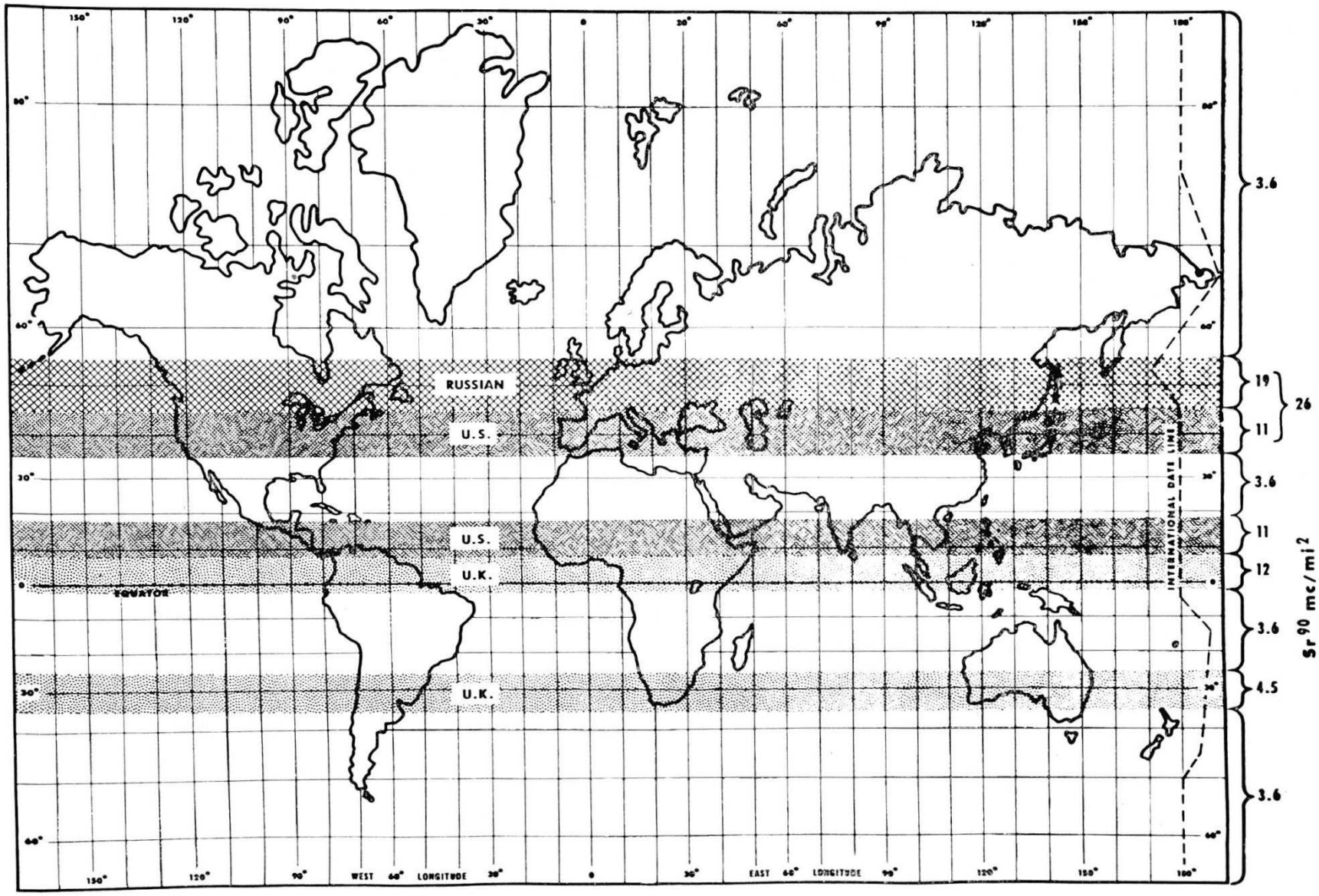


Abb. 20. Ausfall von radioaktivem Strontium 90 aus den Atombombenversuchen (nach Libby).

spricht vom Atomtod. Enorme Übertreibungen sind an der Tagesordnung. Wenn wir aber die Strahlung aus natürlichen Quellen gleich 100% setzen, so betrug 1956 der Zuschuß an Radioaktivität durch bereits explodierte Atomwaffen nur 0,04%. Diese zusätzliche Strahlung trifft uns aber ohne unsere Einwilligung.

Am Symposium der Schweizerischen Akademie der medizinischen Wissenschaften in Lausanne im Frühjahr 1958 berichtete Libby zum erstenmal ausführlich über den Ausfall von radioaktivem Strontium 90 aus den Atombombenversuchen. Er zeigte uns die Ergebnisse der Messungen auf Ende 1957 (Abb. 20). Auf der Abszisse sind die Meridiane angegeben, auf der Ordinate links die Breitengrade, und rechts die Dosen von Strontium 90 in Millicurie pro Quadratmeile, wobei eine Quadratmeile ungefähr 2,5 km^2 entspricht. Die radioaktiven Zonen ziehen gürtelförmig um die Erde herum. Man sieht 3 solche Gürtel, wobei die Verantwortlichkeit der Russen, der Vereinigten Staaten und des britischen Königreiches auseinandergehalten sind. Die weißen Partien im Norden und Süden und die Ozeane haben nur einen ganz geringen Fall out, am Nordpol und am Südpol soll er null betragen und auch über den Ozeanen ist er sehr gering. Interessant ist die Mitteilung, daß die Uran-235-Bomben und die Plutoniumbomben bis an die obere Grenze der Troposphäre hinaufreichen und daß die radioaktiven Schlacken innerhalb dreier Monate mit dem Regen auf die Erde gelangen, während die Wasserstoffbomben bis in die Stratosphäre hinaufreichen, wobei die radioaktiven Stoffe, vor allem Tritium, bis 10 Jahre in der Stratosphäre kreisen.

Die natürliche und zusätzliche Gonadendosis von der Geburt bis zum 30. Lebensjahr beträgt nach englischen Autoren ungefähr 4300 Millirad; dabei kommen 3400 Millirad auf die natürliche Strahlung und etwa 900 Millirad auf die zusätzlichen Strahlungen durch diagnostische Röntgenuntersuchungen, berufliche Strahlenbelastungen, Reaktorbetriebe, Schuhdurchleuchtungen, Leuchtziffern von Armbanduhren, Fernsehen und Atomkernversuchsexplosionen. *Die zusätzliche künstliche Belastung durch zivilisatorische Einflüsse macht rund 30% der natürlichen Belastung aus.*

Wenn die spontane Mutationsrate durch kosmische Strahlung, Uran- und Radiumstrahlen der Gesteine, Radongehalt der Luft und die natürliche Radioaktivität des menschlichen Körpers allein erzeugt würde, so wären 30 rad notwendig, in Wirklichkeit ist die natürliche Strahlung aber viel zu schwach, um die spontane Mutationsrate zu erklären. Sie ist nur einer der mutagenen Faktoren, wobei wir über die andern – chemische Substanzen und Wärmeenergie – noch sehr wenig wissen.

Einprägsam sind graphische Darstellungen. In Abbildung 21 sehen wir links eine Säule, welche der Strahlung von natürlichen Quellen entspricht und gleich 100% gesetzt ist, darüber findet sich ein schwarzer Strich, der die Radioaktivität bereits explodierter Atomwaffen darstellt, während die Säule rechts die zusätzliche Strahlenbelastung durch zivilisatorische Einflüsse enthält. Es ist der weiße Teil der Gesamtsäule. Die

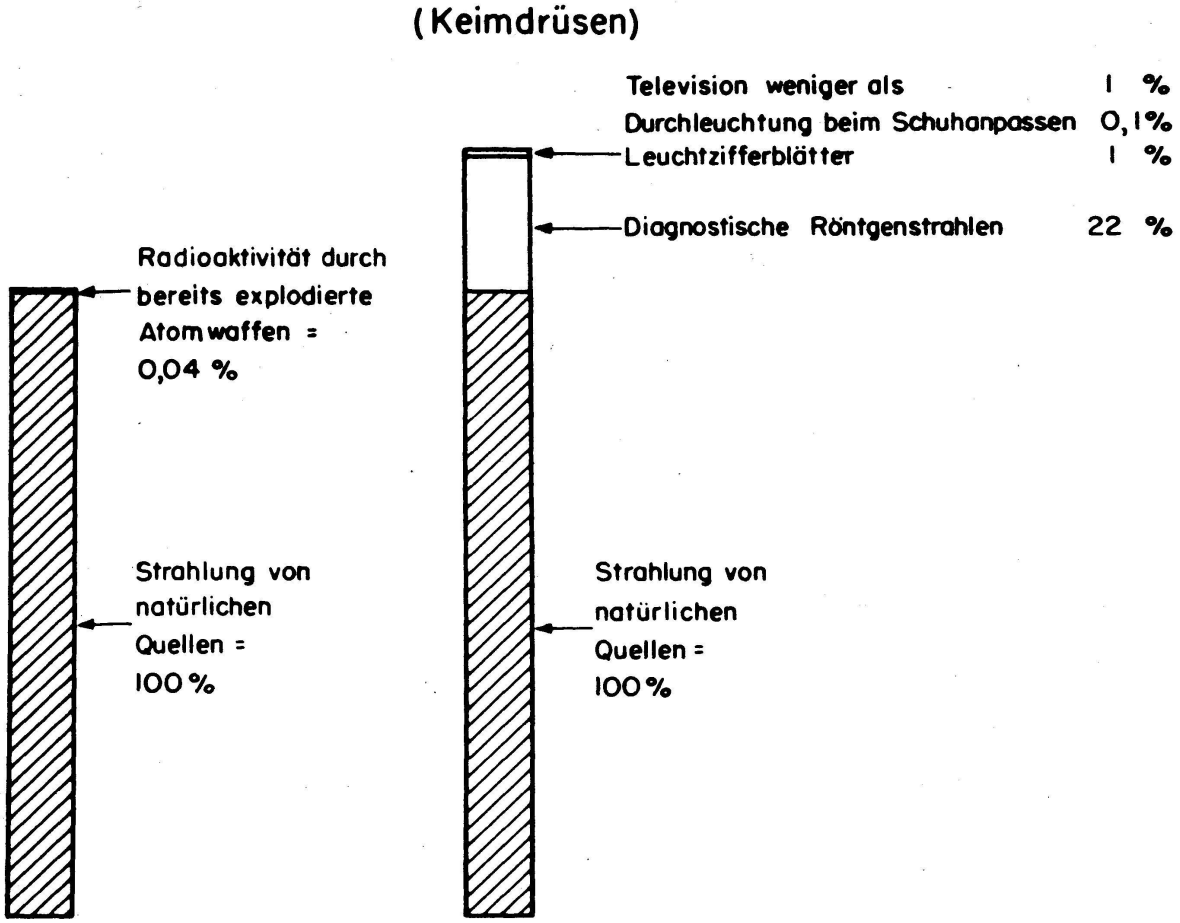


Abb. 21. Strahlenbelastung einer Population in England.

Angaben stammen aus dem Jahre 1956 und berücksichtigen die Fallout-Belastung noch nicht. Nach neuesten Angaben von LIBBY beträgt die Belastung durch Atombombenexplosionen bis heute etwa 5% der natürlichen Strahlenbelastung.

Zusammengefaßt kommen wir zu folgenden Werten (Tab. 8). Unabwendbar ist die natürliche Strahlung, nützlich und mit Einverständnis der Betroffenen ist die zusätzliche Bestrahlung durch Röntgenuntersuchungen und ohne Einverständnis ist die Strahlung durch Atombombenexplosionen.

Tab. 8. *Mittlere jährliche Gonadendosis der Bevölkerung pro Jahr*

Natürliche Strahlung	$\pm$ *0,1 r* (unabwendbar)
Röntgenuntersuchungen	$\pm$ *0,02–0,03 r* (nützlich; *mit Einverständnis*)
Bombenexplosionen ..... (für Mitteleuropa)	$<$ *0,001 r (ohne Einverständnis)*

Größer als die Gefährdung der Gesamtbevölkerung ist die berufliche Strahlengefährdung (Abb. 22). Wir haben am Kantonsspital Zürich das strahlengefährdete Personal im Jahr 1957 ständig kontrolliert und kommen zum Ergebnis, daß bei guter Disziplin des Personals in Röntgen- und Isotopenlaboratorien und bei gutem Strahlenschutz, der periodisch kontrolliert wird, die jährliche Toleranzdosis für das Berufspersonal auf 1 r herabgesetzt werden kann. Die höchsten Werte sind nur bei Personen zu finden, welche sich mit lokaler Radiumtherapie und mit Isotopentherapie beschäftigten, während die Gefährdung durch diagnostische und therapeutische Röntgenapparaturen einschließlich Betatron unter 1 r pro Jahr gehalten werden kann.

Mein Physiker Joyet hat eine approximative Berechnung angestellt über das Auftreten neuer strahleninduzierter Mutationen unter den Nachkommen einer Bevölkerung von 5 Millionen Einwohnern (Schweiz). Er errechnet pro Jahr durch natürliche Strahlenquellen rund 3000 Träger einer neuen Mutation und rund 1000 durch künstliche Strahlenquellen.

Unbiologisch ist es, wenn man diese Mutationswerte vergleicht mit tödlichen Verkehrsunfällen in der Bevölkerung oder mit der Zahl der an Poliomyelitis Erkrankten, denn hier handelt es sich um eine definitive Elimination oder um eine Ausheilung, ohne daß die Nachkommenschaft beeinflußt wird. Die Vorgänge spielen sich am Phänotypus ab und können bestensfalls verglichen werden mit somatischen Strahlenschäden, wie Leukämien, Röntgenkrebsen oder Röntgenverbrennungen, nicht aber mit genetischen Strahlenwirkungen.

Aus meinen Ausführungen geht hervor, daß wir allen Grund haben, die zusätzliche Strahlendosis so niedrig wie möglich zu halten. Allgemein wird eine Verdoppelungsdosis noch für tragbar erklärt. Diese Verdoppelungsdosis beim Menschen ist aber noch nicht sicher festgestellt, die Zahlenwerte schwanken zwischen 7 r und 80 r und durchschnittlich etwa bei 40 r (Tab. 9). Andere Autoren geben freilich 200 r als Verdoppelungsdosis beim Menschen an.

Tab. 9. *Verdoppelungsdosis beim Menschen*

7 r—80 r
oder
40 r $^{+\ 100\ \%}_{-\ 80\ \%}$

IV. Ich schließe mein Referat mit einer Feststellung, einem Wunsch und einem Blick in die Zukunft.

Die Feststellung: Durch zusätzliche ionisierende Strahlung wird die schädliche Mutationsrate erhöht. Wir wissen aber quantitativ noch sehr wenig über die spontane und die strahleninduzierte Mutabilität beim Säuger und fast gar nichts darüber beim Menschen.

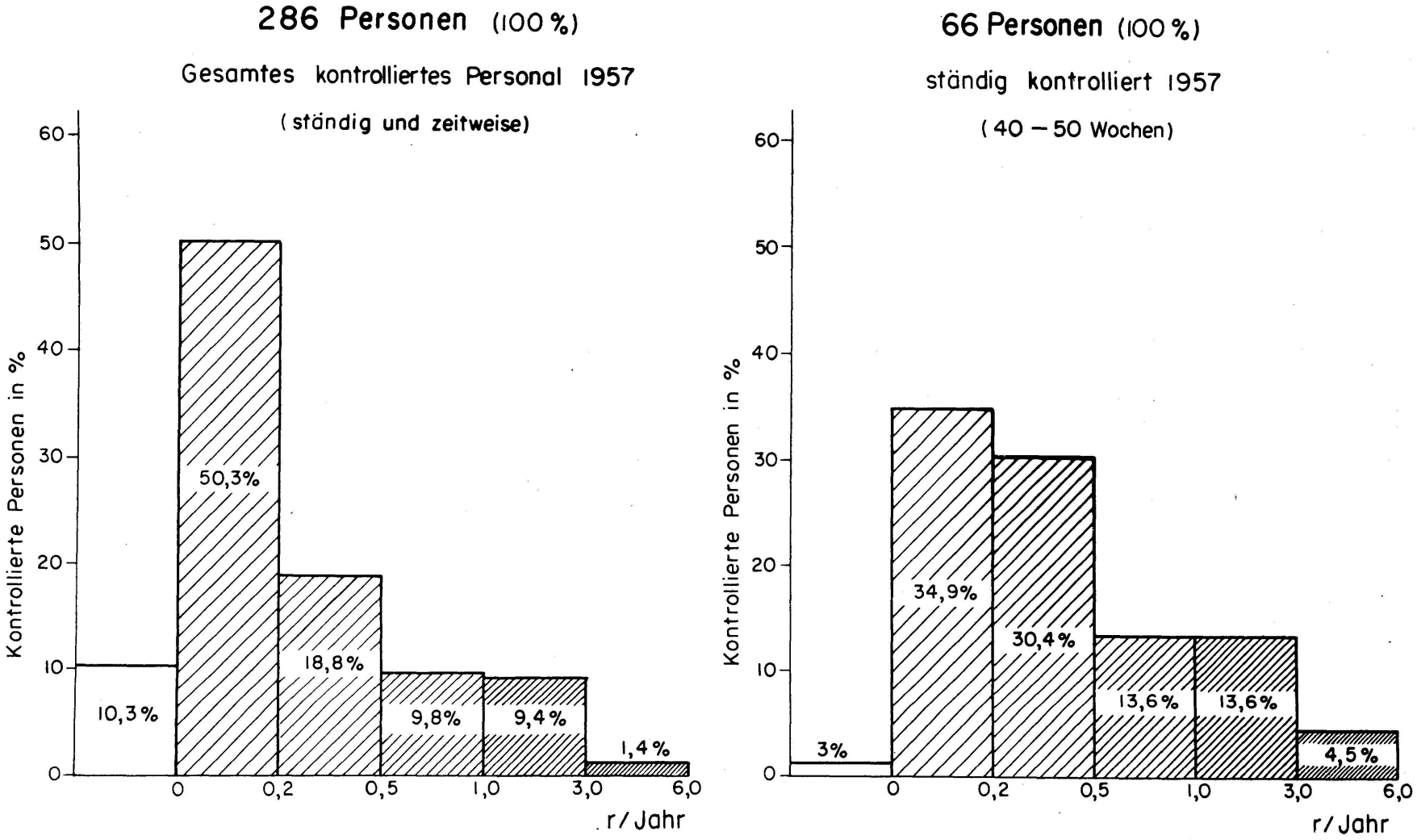
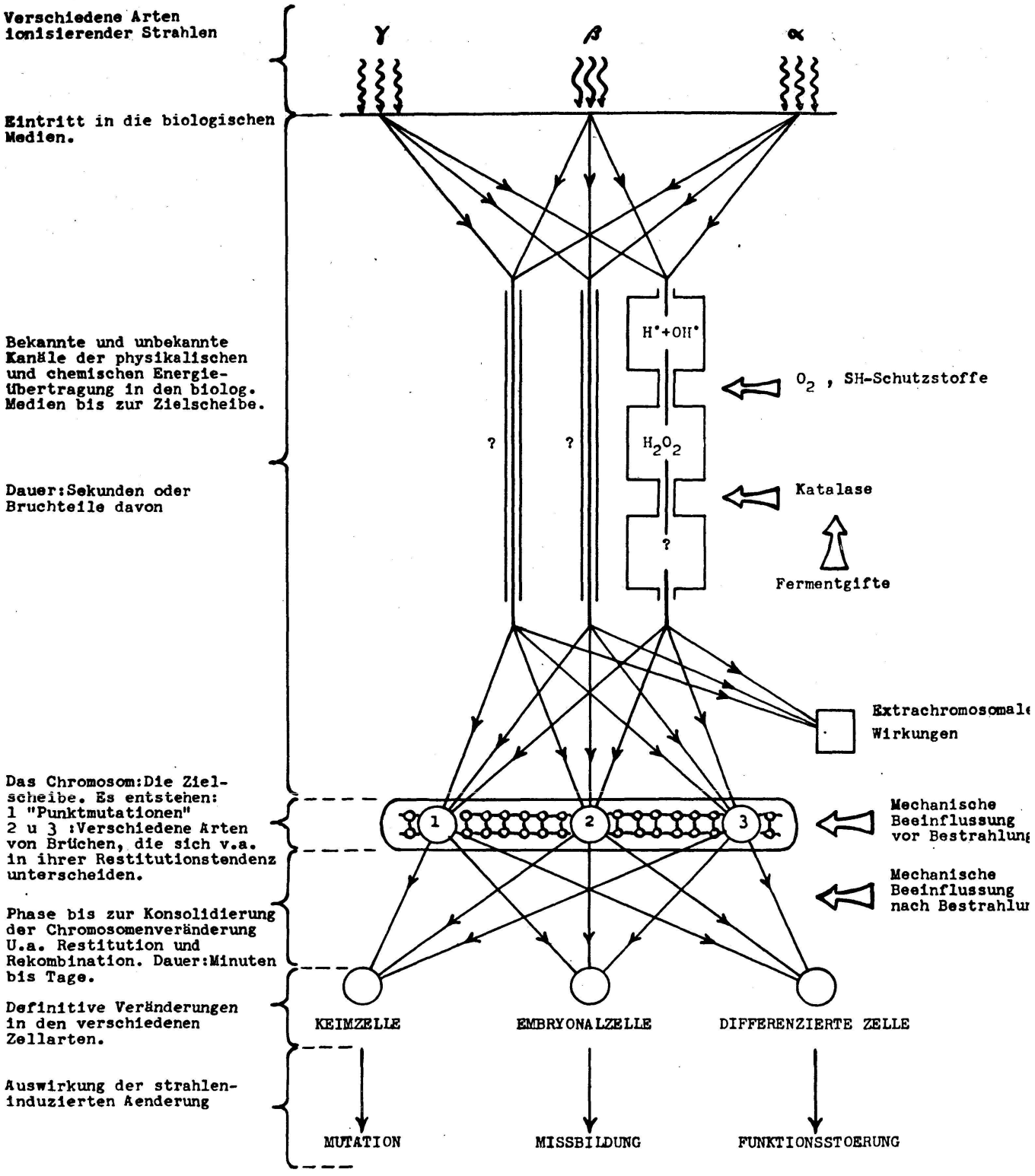


Abb. 22. Strahlenmessungsresultate beim Röntgenpersonal Kantonsspital Zürich.



SCHEMA DER STRAHLENBIOLOGISCHEN GRUNDVORGAENGE

W. Sch.

Abb. 23. Schema der strahlenbiologischen Grundvorgänge.

Der Wunsch: Intensive systematische Forschung auf dem Gebiet der Strahlengenetik ist notwendig und unerläßlich. Sie muß großzügig gefördert werden. Die Anwendung der Röntgenstrahlen und der Isotopen am Menschen soll ausschließlich den dafür ausgebildeten Ärzten vorbehalten bleiben und nicht in Laienhände abgleiten. Dafür ist eine gesetzliche Ordnung notwendig.

Der Blick in die Zukunft: Möge es gelingen, zur Energiegewinnung durch thermonukleare Fusionsprozesse an Stelle der heutigen schlackenreichen saubere Atomreaktoren zu bauen und Strahlenschutzstoffe zu finden zur Herabsetzung der genetischen Gefährdung.

In einem Schema, Abbildung 23, über die strahlenbiologischen Grundvorgänge sind die Einwirkungsmöglichkeiten auf dieselben eingezeichnet (dicke Pfeile). Die Zeit erlaubt es nicht, auf dieses Schema, das ich meinem Mitarbeiter W. Schmid verdanke, einzugehen.

Gestatten Sie mir als Schweizer zum Schluß ein persönliches politisches Bekenntnis, sorgt sich doch die ganze Welt um die Atombombengefährdung und um den Atomtod. Früher waren viele Menschen der Meinung, der Krieg sei ein notwendiges Übel, er sei Politik mit andern Mitteln. Nein, der Krieg ist nur ein Übel. Doch gehören zum Kriegführen immer mindestens zwei, und es gelten nach wie vor die Worte Tells: «Es kann der Frömmste nicht im Frieden bleiben, wenn es dem bösen Nachbar nicht gefällt.» Wir in der Schweiz wissen seit Jahrhunderten, daß Neutralität an und für sich nichts bedeutet. Wir wissen aber auch, daß jede Nation das Recht und die Pflicht hat, sich mit Waffen zu verteidigen, wenn sie unrecht bedroht oder angegriffen wird. Respektiert wird nur die bewaffnete Neutralität, die auf einer ständigen militärischen, wirtschaftlichen und geistigen Wehrbereitschaft beruht. Daraus folgt, daß für unsere Soldaten, die das Vaterland gegen Angriffe von außen verteidigen wollen und verteidigen müssen, die besten Waffen gerade gut genug sind. Wir können nicht mit Gewehren gegen Atomwaffen kämpfen. Pazifistische Kreise im Westen bedenken bei ihrer Propaganda nicht, daß sie damit dem Kommunismus in die Hände arbeiten, während der freie Westen sich in einem ideologischen Kampf auf Leben und Tod mit dem kommunistischen Osten befindet. Die Angst vor den Atomwaffenversuchen wird beim gegenwärtigen Stand der Dinge maßlos übertrieben. Defaitistische Offenbarungen berühmter und idealistisch gesinnter alter Herren, wie Lord Russell und Albert Schweitzer, muß man mit Gelassenheit entgegennehmen.

1908 à 1958. Aux étudiants glaronais de R. et F. Chodat

Le temps de la floraison[1]

Par

FERNAND CHODAT

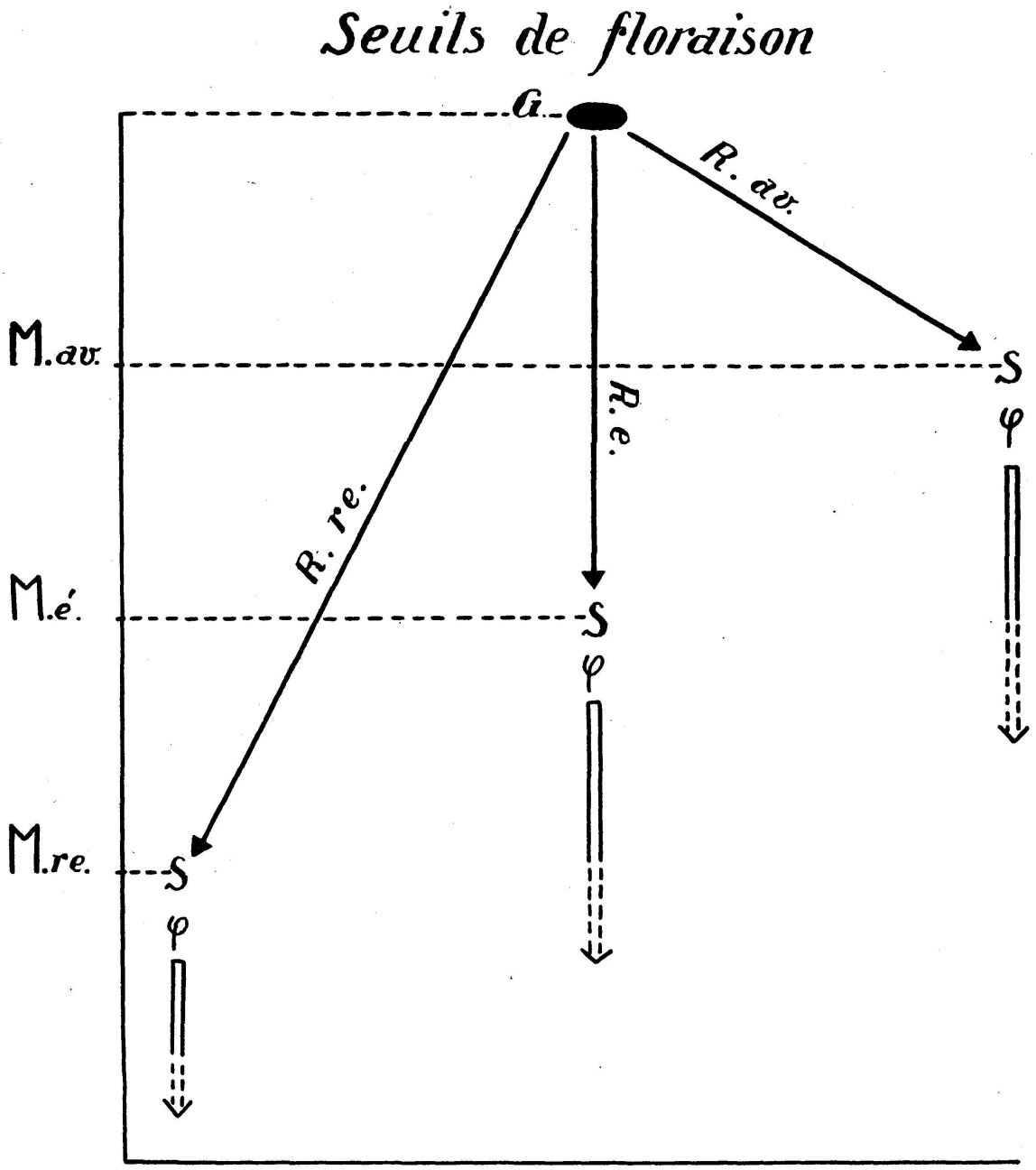
1° De l'état végétatif à l'état reproductif: la notion de seuil

Le graphique n° 1 figure cette succession d'états dans trois conditions: la normale, dite écologique, c'est-à-dire celle du climat au sein duquel se déroule habituellement le développement de la plante. Les conditions 2 et 3 seront celles de milieux ambiants qui accélèrent ou retardent l'époque de floraison.

La notion du seuil, soit du passage de l'un de ces états à l'autre, est à retenir en premier lieu. Elle fut introduite, il y a près de soixante ans, par KLEBS (1) à la suite de ses expériences sur les microorganismes et quelques phanérogames. Ce moment critique, maturité de floraison ou «Blühreife», est celui où le végétal perd l'inaptitude absolue à fleurir. Notons d'emblée que ce temps peut être atteint en peu de semaines ou seulement au bout de quelques années pour les plantes vivaces.

Comment s'exprime cette perte? Quelque chose cesse, définitivement pour les plantes annuelles et bisannuelles, temporairement pour les plantes vivaces: allongement de la tige et des rameaux végétatifs, formation des feuilles, etc. Ces dernières précisions ne sont d'ailleurs peut-être pas valables pour toutes les plantes! D'autres tissus s'organisent: conversion d'une ébauche végétative (futur bourgeon) en ébauche reproductive (futur bouton). Ici, l'ignorance nous arrête: les botanistes ne sont nullement d'accord sur la nature (foliacée ou non) des organes d'une fleur, sur la zone anatomique (tunica ou corpus) qui différencie les appareils floraux. Ces divergences relatives à des territoires idoines résultent, peut-être, de faux problèmes, reflets d'une dichotomie cérébrale. Une meilleure compréhension physiologique de la mise à fleur éliminera, je crois, ce dilemme. Laissons ces doutes pour rappeler qu'en construisant sa fleur, le végétal s'achemine vers la condition de gamétophyte. Il ne s'agit pas que du sac embryonnaire, mais encore des tissus sporophytiques qui sont imprégnés, par anticipation, du tonus du

[1] Cette introduction ne prétend point être historique, ni exhaustive.



G = graine R. re. = régime retard R. e. = régime écologique R. av. = régime avance S = seuil φ = floraison M. av. = maturité avancée M. é. = maturité écologique M. re. = maturité retardée

gamétophyte. Frontière physiologique imprécise, précédant et préparant la frontière caryologique si nette! Les tissus floraux sont éphémères et construits différemment des appareils végétatifs destinés à pousser, assimiler et distribuer les sèves. Les pièces florales de croissance limitée, sans bourgeons axillaires, pauvres en chlorenchymes, accusent une fragilité tissulaire et cellulaire. Cette morphogenèse implique une modification profonde du métabolisme des méristèmes générateurs de fleurs. Il suffit que le méristème soit ravitaillé différemment (nutrition dysharmonique due à l'intervention actuelle ou antérieure d'effecteurs) pour que s'amorce

la série des réactions de mise à fleur, réactions contrôlées par le capital génique. Car, ne l'oublions pas – et cela se fait souvent – il n'est pas question de *créer* des fleurs, mais simplement d'accélérer ou de retarder l'époque de leur apparition.

Toute l'impulsion végétative réapparaît, après la fécondation, qui ramène le végétal sous le signe diploïde.

Complétons le graphique n° 1 par l'énoncé d'un axiome: que la floraison soit précoce, normale ou tardive, les événements qui la déterminent sont qualitativement les mêmes.

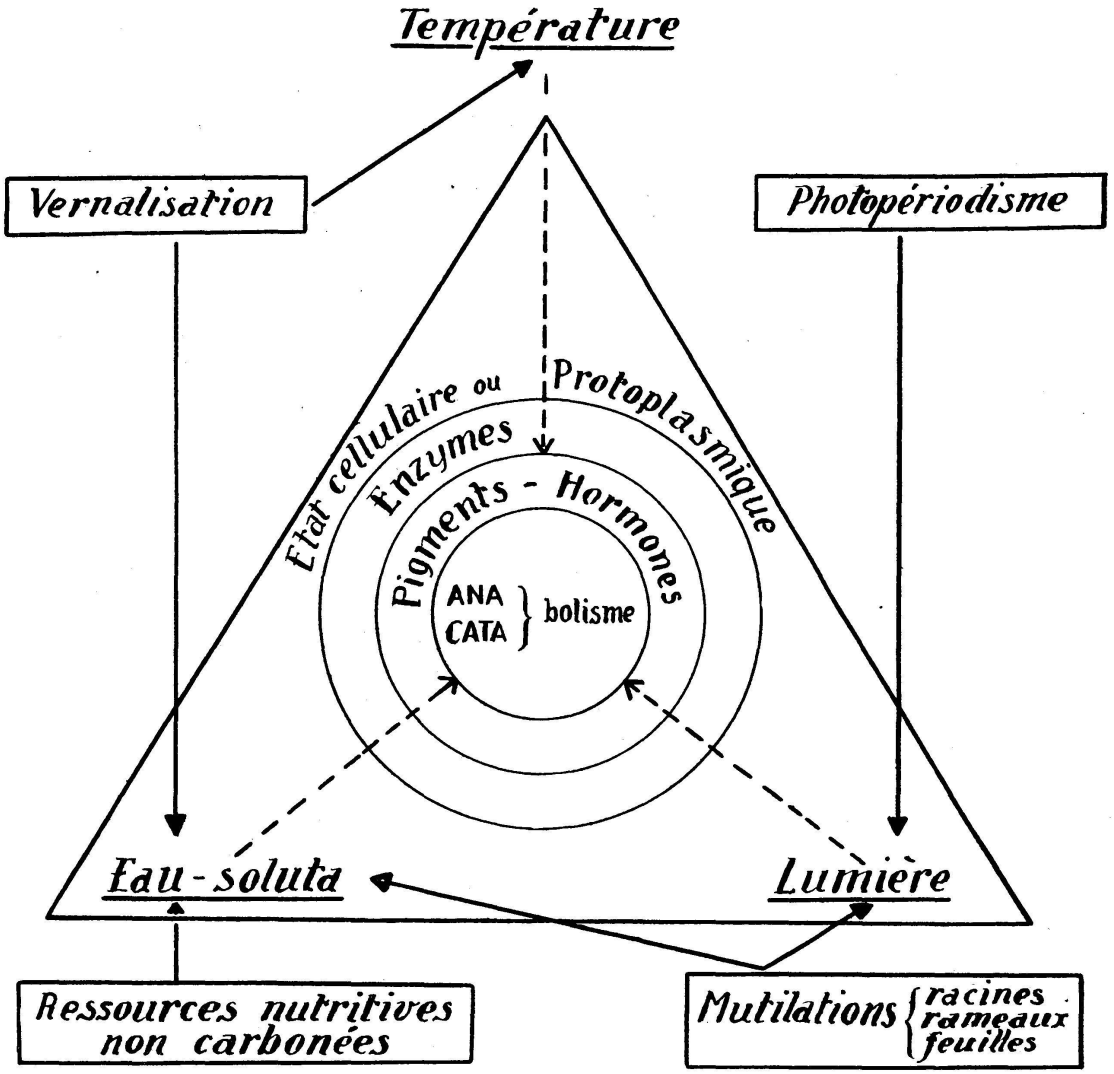
Constatons, enfin, que le mécanisme de la mise à fleur sera surtout dévoilé par l'étude des floraisons retardées ou accélérées.

2° Contraintes du milieu ou composantes d'un régime

Tout organisme, tant pour sa forme que pour son développement (floraison), représente un équilibre entre les contraintes du milieu et la réactivité de la matière vivante. L'espèce n'est vraisemblablement que la fixation de cet équilibre. La température, la lumière sont des contraintes du milieu externe. Les rythmes endogènes, dont BÜNNING (2) a souligné l'importance au cours de ces dernières années, appartiennent aux contraintes du milieu interne. J'y ajoute les contraintes exogènes indirectes; elles résultent de mutilations de la plante (ablation de rameaux, effeuillage, etc.) et créent un déséquilibre interne de nature tropho-hormonale par suppression, non des contraintes exogènes, mais bien de leurs organes percepteurs. Les effets des contraintes de ce dernier type sont importants pour l'analyse de l'époque de floraison.

Des contraintes dirigées constituent un régime. Le graphique 2 signale les principales composantes d'un régime et les moyens de les faire varier. Ces facteurs agissent sur la substructure protoplasmique qui règle le degré de liberté des enzymes (OPARINE, KURSANOV ([3]), et sur les états d'équilibre des polysystèmes enzymatiques, tantôt au profit des synthèses, tantôt à celui des hydrolyses. La gamme des pigments, constituée de molécules voisines ou en équilibre réversible, sélectionne les longueurs d'ondes et multiplie les photoréactions qui se succèdent ou alternent. Subtilement contrôlées par ces inductions (contraintes), les activités enzymatiques et les distributions d'énergie forment, en quantités variables, les hormones de croissance et polarisent en fin de compte la cellule vers l'anabolisme ou le catabolisme. Un ensemble d'informations, de valeurs inégales, suggère, en effet, une relation entre les types de métabolisme et le déclenchement et l'entretien des états végétatifs et reproductifs. Toute règle dans ce domaine de nos connaissances serait actuellement prématurée! Chez les plantes vernalisées, c'est-à-dire rendues aptes à fleurir, l'équilibre diastasique du végétal montrerait une prédominance marquée des processus hydrolytiques. Un titre tissulaire faible en hydrates de carbone, faible en azote minéral et haut en azote organique soluble, se rencontre chez des plantes en plein état végétatif.

Composantes d'un régime et moyens de les faire varier.



Le graphique 2 suggère encore la remarque suivante: des traitements aussi différents que la réfrigération, l'éclairement, la mutilation, seuls ou conjugués, accélèrent ou retardent la mise à fleur. Les premiers percepteurs structuraux ou moléculaires de ces inductions variées sont assurément distincts dans la cellule. Bientôt cependant, ces flux d'énergie mesurée participent à un mécanisme biochimique commun et intermédiaire qui hâte ou retarde, selon son signe, le déploiement des potentialités gèniques florigènes. Ainsi s'expliquent des constatations expérimentales de plus en plus nombreuses: le remplacement (partiel ?) d'un régime par un autre, grâce à des courts-circuits physiologiques, pour raccourcir ou prolonger la durée de l'état végétatif.

La symétrie du discours voudrait que je consacre un paragraphe aux effets florigènes des contraintes nutritives. Entre 1890 et 1910 KLEBS a montré que le rapport des ressources carbonées aux ressources azotées joue un rôle important dans les processus de sexualisation. KRAUSS et KRAYBYLL (4) en 1918, ont fixé pour diverses plantes supérieures les teneurs respectives en C et en N qui caractérisent l'état de floraison: beaucoup d'hydrates de carbone et une quantité modérée d'azote. Ces règles, dont on a voulu tirer parti dans la pratique agricole et horticole, ont rencontré tant d'exceptions qu'elles ont perdu une bonne partie de leur crédit. Une relation entre les disponibilités alimentaires réelles de la cellule et sa vocation végétative ou reproductive, est certainement capitale comme le montrent les plus récentes expériences. La démonstration de ce principe est par contre pleine d'embûches: les formes de carbone et d'azote à doser sont nombreuses; l'apport glucidique est difficile à contrôler chez les végétaux autotrophes; la plante s'impose, enfin, un menu variable suivant les circonstances et vraisemblablement différent de celui que nous lui proposons.

3° Contraintes thermiques

Une période de réfrigération, parfois bien antérieure à l'époque de floraison, est souvent nécessaire au déclenchement de cette dernière. Les exigences à cet égard sont si différentes de plantes à plantes qu'elles ont conduit à diverses classifications. CHOUARD (5) distingue des besoins absolus, partiels (plantes préférantes) et nuls. Il a montré que ces groupes n'ont rien à faire avec la systématique (dans certains cas au moins) puisque l'on rencontre des espèces du genre *Oenothera* dans chacune de ces classes. Des variétés même, chez les laitues, les tabacs, les lins révèlent des exigences thermiques différentes.

On nomme souvent tempérament ces besoins physiologiques génotypiques. L'exemple le plus classique est celui des céréales d'hiver: si leurs semences imbibées ou leurs plantules n'ont pas bénéficié pendant un mois à peu près d'une température comprise entre 0° et 5° (vernalisation), l'épiaison ne se fait pas au printemps et la plante reste en herbe. Des listes de végétaux appartenant aux trois catégories de CHOUARD sont progressivement établies. LANG (6) adopte d'autres appellations pour des classes qui correspondent assez exactement à celles de CHOUARD : plantes vivaces et bisannuelles (besoin absolu) ; plantes annuelles d'hiver (besoin partiel), plantes annuelles d'été (besoin nul). Une classification n'est point faite pour être satisfaisante, mais bien pour être provisoirement utile! Ces définitions physiologiques ne sont vraies que dans des conditions culturales très précises; dès que l'expérience s'en écarte, on voit, dans bien des cas, l'attribut s'effacer.

On peut encore grouper les végétaux selon l'âge auquel l'induction thermique est efficace au point de vue de la floraison: plantes vernalisables en graines (p. ex. *Secale*), à l'état de plantule (p. ex. *Campanula medium*) ou enfin à l'état de plantes adultes (*Dianthus barbatus* p. ex.).

Ce groupement, dû à WELLENSIEK et al. (7) apporte une information utile mais d'interprétation très compliquée: une semence peut être réfrigérée à l'obscurité, mais une plantule a besoin – une plante à plus forte raison – de lumière. Les conjonctures étant différentes, on peut avoir des doutes, non sur les faits, mais sur l'opportunité d'un tel classement. Dans cet ordre d'idées, et pour illustrer la conjugaison des contraintes thermiques et lumineuses, mon collaborateur DANG (8) a déterminé les temps nécessaires à la floraison du blé Capelle d'hiver, vernalisé à 3° à 4° (au lieu de 0° à 1°) sous lumière de 3500 lux. L'effet synergique, dans le sens florigène, de la lumière, est indiscutable.

La définition classique de la vernalisation serait: un traitement *a frigore* qui hâte une mise à fleur qui, sans ce traitement, aurait été tardive ou nulle. Mais, où commence le «froid» ? Les écoles soviétiques parlent de vernalisation à chaud, valables pour les plantes subtropicales. WELLENSIEK limite sa définition aux traitements opérés aux basses températures (0° à 5°).

Cet auteur exclut encore le comportement du chou-fleur qui est insensible, à l'état de plantule, aux basses températures (MILLER [9]). Une réfrigération est cependant nécessaire à ce légume pour fleurir, mais à l'état adulte et pendant (?) ou peu de temps avant que les fleurs se forment. Mon collaborateur GAGNEBIN (10) a maintenu durant 600 jours à l'état végétatif un chou-fleur de type bisannuel cultivé à une température supérieure à plus de 15°!

Les propriétés acquises par la vernalisation sont rémanentes. L'expérience indique la date exacte à laquelle débute l'induction thermique; d'autres mesures permettent de juger à partir de quand elle devient superflue. Rémanent voudrait donc dire, que l'époque à laquelle s'expriment embryologiquement les effets de la vernalisation, est postérieure à la fin de cette dernière. Pratiquement, cette affirmation est vraie dans bien des cas. On pourrait rappeler ici, que l'expression embryologique est une étape déjà tardive de la morphogenèse, dont les échelons antérieurs, protoplasmique, cytologique, nous sont encore presque inconnus!

Un débat a eu lieu au sujet de la réversibilité de l'«état vernalisé». Les expériences de GREGORY (11), qui fut un pionnier dans ce domaine, lui permettaient de dire que des plantes dont on a interrompu la vernalisation pour les remettre à une température supérieure, perdaient le stimulus acquis au cours de la réfrigération. AVAKIAN (12) et d'autres auteurs soviétiques défendent au contraire la thèse de l'irréversibilité de ces transformations. L'opposition de ces opinions semble avoir perdu de son intérêt depuis que l'on a observé que la réversibilité était possible jusqu'à un certain moment du processus, apparemment nulle au-delà.

Il est prouvé que les tissus méristématiques sont suffisants pour percevoir l'induction de réfrigération (vernalisation de semences simplement imbibées). La propagation de ce stimulus à tous les tissus qui dérivent du méristème influencé est une autre notion qui s'est imposée à tous les chercheurs. Comme le dit CHOUARD, cette propagation appelle une explication biochimique qui reste à trouver! Il ajoute que des bour-

geons qui naîtraient, après vernalisation par caulogenèse adventive (par exemple d'une souche tubérisée) ne sont jamais vernalisés.

Les propos précédents nous amènent à parler des importantes expériences faites dès 1936 par MELCHERS (13) sur la jusquiame bisannuelle et qui sont également valables pour la jusquiame blanche, le tabac, les petunias. L'auteur greffe un rameau de jusquiame bisannuelle non vernalisée (donc à floraison inhibée) sur une plante de jusquiame normalement vernalisée. Le greffon reçoit du porte-greffe une sève qui restitue au greffon le pouvoir de fleurir. STOUT (14) a obtenu de semblables résultats pour la betterave. Plus récemment ZEEVAART (15) a employé comme donneur de sève une pomme de terre vernalisée et comme accepteur une jusquiame bisannuelle non vernalisée. Ce dernier greffon récupère, dans ces conditions, la faculté de fleurir. Le transfert ne dépend donc pas des espèces réunies par la greffe. Certaines plantes cependant, tant en homogreffe qu'en hétérogreffe ne répondent pas à l'apport de sève de la plante donatrice vernalisée: tomate, chou-fleur, *Cheiranthus cheirii*, etc.

Les résultats de MELCHERS et ceux qui l'ont suivi, même s'ils ne sont pas reproductibles chez toutes les plantes, suggèrent l'existence d'une substance ou d'un complexe de molécules, responsable de l'état vernalisé et diffusible de la plante donatrice à la plante réceptrice. Cette «vernaline» qui a fait l'objet de nombreuses hypothèses n'a pu, jusqu'à présent, être identifiée ou isolée.

Postuler la formation d'une hormone n'est certes pas l'unique interprétation des effets physiologiques du froid. Il n'est en lui-même créateur de rien; son rôle est de sélectionner des activités enzymatiques cryophiles. Rappelons, à cet égard, que les basses températures inhibent partiellement l'organisation de l'azote minéral et contribue ainsi au déséquilibre trophique que nous avons évoqué plus haut. La rémanence de cette sélection des pouvoirs diastasiques pourrait être considérée comme une adaptation enzymatique, caractéristique de la cellule méristématique.

Face à ces énigmes, tournons-nous vers d'autres conséquences de la réfrigération. La vernalisation artificielle provoque chez les lins des modifications organographiques: les plantes traitées par le froid ne développent qu'une partie de leurs rameaux latéraux et prennent de ce fait un port plus ou moins monocaule *(L. austriacum)*. Ces constatations, faites avec mon collaborateur DANG (16), se retrouvent chez les céréales et diverses autres plantes. HARTMAN (17) a remarqué que les *Cichorium intybus* vernalisés donnent des feuilles plus longues, plus étroites, plus pointues et plus poilues que celles des sujets non vernalisés. SIRONVAL (18), dans ses études sur le fraisier des quatre-saisons, insiste judicieusement sur l'évolution organographique qui précède la mise à fleur.

Disons, pour clore ce paragraphe, que les effets de la vernalisation, en ce qui concerne la floraison, peuvent, dans certains cas, être obtenus par d'autres interventions que celle du froid. DANG (19) et moi-même avons fait fleurir des lins non vernalisés par simple ablation des rameaux latéraux. Par sélection, mon collaborateur GAGNEBIN (20) a tiré d'une

race bisannuelle de chou-fleur, une lignée qui se passe de la réfrigération tardive de ces légumes. Par ailleurs, des vicariances de la thermophase par la photophase sont à l'étude dans notre station genevoise. Tout cela montre que la plante connaît des «raccourcis» qui lui évitent la route du froid. Veux-je, par là, sous-estimer l'importance de la vernalisation ? Nullement! Je crois simplement que la réfrigération est la solution *écologique*, vraisemblablement adaptative, du problème de la préparation d'une mise à fleur.

4° Contraintes lumineuses

En abordant cet autre aspect des conditions déterminant la floraison, n'oublions pas qu'il est étroitement enchevêtré avec celui des inductions thermiques. On est en présence d'antagonisme et de synergie de ces deux influences, politique biologique encore bien mystérieuse!

Tournois dès 1912 (21), puis plus tard (1918–1920) Garner et Allard (22) indépendamment, ont découvert une réaction de la plante vis-à-vis de la durée de la période d'éclairement (longueur du jour) qui alterne avec la période d'obscurité (nuit). L'observation fondamentale de ces phénomènes, connus sous le nom de photopériodisme, fut faite à propos de tabacs de la variété Maryland: pendant l'été, aucune de ces plantes ne développa de fleurs: elles apparurent au cours de l'hiver suivant, dans les orangeries où étaient conservées ces plantes. L'interprétation de ce comportement, confirmée par des expériences complémentaires, fut dès lors la suivante: les longs jours d'été entravent la mise à fleur, les jours courts de l'hiver favorisent la floraison. Le rythme répété, jour court/nuit longue, c'est-à-dire une périodicité, est un des éléments essentiels de ce mécanisme. Bientôt furent reconnues des plantes dont l'exigence photopériodique était inverse; pour elles, des «jours longs» sont nécessaires pour la mise à fleur dans le délai écologique. Les céréales, la plupart des crucifères, certaines lignées de laitues, *Sedum kamtschaticum*, *Rudbeckia bicolor* et bien d'autres plantes encore appartiennent à ce groupe de végétaux dits à «jours longs». Des genres et des espèces sont, au point de vue de la floraison, indifférents à l'induction photopériodique. (*Helianthus*, *Euphorbia Peplus*, etc.). Chouard a nommé héméropériodiques les plantes à jours longs, nyctipériodiques celles à jours courts et enfin photoapériodiques les indifférentes. Les sous-groupes : absolues, préférentes, etc., rencontrés dans cette classification, révèlent, comme dans le cas de la vernalisation, le caractère relatif de ces distinctions.

Notons ici que ces proportions (durée) de lumière et d'obscurité s'inscrivent en général dans un cycle de 24 heures. Divers essais, dont nous parlerons plus loin, font appel à des cycles plus étendus. Le choix de la durée du cycle est en fait plus qu'une convention expérimentale. Ici intervient la contrainte du rythme endogène (Bünning), sorte de périodicité de perception et de réaction, liée aux structures les plus fondamentales de la matière vivante. La rotation terrestre impose un

rythme exogène (périodicité nocti-diurne) de 24 heures. Il est probable que beaucoup d'organismes vivants ont fixé, par adaptation, un rythme endogène correspondant à la même durée. De récentes expériences apprennent toutefois que la nature vivante en connaît d'autres. Les interférences inévitables, produites par l'onde induite (induction externe) et l'onde autonome (rythme endogène), compliquent singulièrement l'image que nous nous faisons de la propagation des effets d'une induction rythmée dans l'être vivant.

Revenons à quelques questions apparemment plus simples: Quelle est la durée minimale d'une induction photopériodique efficace et quand doit-elle être imposée? La première question est surtout une affaire d'espèce. La seconde, d'ordre plus général, est en partie résolue, pour certaines plantes au moins. Mon collaborateur STROUN (23), s'inspirant d'une méthode de PIVNOVSKI, a apporté dans sa thèse et dans des travaux ultérieurs d'utiles précisions à cet égard. En soumettant des céréales à une induction photopériodique défavorable à la floraison (jours courts), induction de durée déterminée, et en répétant cette épreuve sur des lots comparables à diverses périodes successives, STROUN a pu définir indirectement l'âge à partir duquel la plante enregistre l'induction (test: retard de floraison) et celui à partir duquel la stimulation lumineuse devient superflue. Cette enquête montre que dans le cas cité, le photostade commencerait pour un blé de printemps 20 jours après le semis et durerait 25 à 27 jours. L'intérêt des recherches de STROUN développant celles de FEDOROV (24), est encore d'avoir établi une concordance entre le déroulement de la perception au photopériodisme et celui de la différenciation morphologique des ébauches florales (cône de croissance). L'épi des Graminées se forme secrètement alors que la plante est encore en herbe; les céréalistes ont subdivisé la progression de cette morphogenèse florale en diverses étapes. Disons, en simplifiant, que ces expériences ont montré que le photostade commence avant la différenciation des primordia floraux. La *durée* de l'éclairement (équilibre des activités diurne et nocture) est le facteur dominant jusqu'à l'apparition des bosses d'épillets (quatrième étape de la différenciation de l'épi). A partir de là, c'est la qualité de la lumière (spectrostade) qui intervient au premier chef dans le développement du jeune épi. Ces expériences confirment les vues de KOUPERMAN (25) et ramènent le photopériodisme *sensu stricto* à une durée moindre que celle qu'on supposait précédemment.

On ne s'est pas seulement demandé quand, mais encore où l'induction photopériodique atteignait la plante? La physiologie désigne d'office les tissus chlorophylliens; voici la confirmation expérimentale: un régime à jours longs nécessite une lumière, dite d'appoint, fournie par des lampes allumées à la chute du jour. L'intensité de cette lumière supplémentaire varie de 10 à 100 lux et n'a donc aucun rapport avec celle de l'éclairage solaire ou artificiel qui assure les besoins trophiques diurnes (7000 à 10 000 lux). Quelques faits rattachent cependant les réactions initiales de la lumière d'appoint à celles de la photosynthèse. L'irradiation supplémentaire n'a pas d'effet quand elle atteint une feuille étiolée ou un tissu

dépourvu de chloroplastides. Elle est inefficace en absence de CO_2 (PARKER et BORTHWICK [26]). Les réactions de la lumière d'appoint sont largement indépendantes de la température.

Une faible énergie lumineuse est donc suffisante pour déclencher le stimulus photopériodique ! Ajoutons que l'exposition d'une surface verte restreinte satisfait les besoins de la plante tout entière. En «photopériodisant» un seul foliole d'une plante de soja, BORTHWICK (27) parachève le processus ; une fraction de la surface foliaire suffit à HARDER (28) chez *Kalanchoe Bloosfeldiana*.

La conjugaison de ces microénergies et microsurfaces éveille la notion d'un oligodynamisme fonctionnel qui nous est encore peu familier !

Les pionniers du photopériodisme, GARNER et ALLARD, avaient déjà montré, chez *Cosmos*, que le stimulus photopériodique se propage sans polarisation dans la plante : peu importe qu'on applique le régime en haut ou en bas de la plante. Les photoinductions, obtenues au moyen d'une surface restreinte, sont parfois contrebalancées par le tonus du reste des tissus. Chez deux plantes nyctipériodiques, le chrysanthème d'Inde et le soja, il faut, pour que le stimulus produit par la fraction exposée en jour court exerce son effet florigène, enlever les feuilles qui ont bénéficié d'un régime à jours longs.

Le problème des régions réalisatrices du stimulus photopériodique (ébauches végétatives, versus florales) nous ramène aux premiers propos de cet exposé. Ce sont les méristèmes qui reçoivent l'information définitive – dont le stimulus photopériodique n'est vraisemblablement qu'une des composantes primaires – information qui détermine la substitution d'une morphogenèse florale à une morphogenèse végétative. Nous sommes d'ailleurs habitués, sans les comprendre, à ces décisions de cellules méristématiques qui s'engagent dans une voie particulière de différenciation cytologique. Le choix : soma ou gonade, relève d'un mécanisme analogue, mais d'un ordre plus élevé, puisqu'il s'agit d'organes et non de tissus.

L'unité organique de l'être – Gesamtheit – m'empêche cependant d'accepter l'idée d'une mission strictement florigène des inductions thermiques et lumineuses. C'est pourquoi je compléterai ces notions générales sur le photopériodisme par quelques indications sur ses effets non florigènes.

Je les ai groupés en un tableau quelque peu schématique :

Effets non florigènes du photopériodisme

		jours courts	*jours longs*
1	allongement de la tige	contre	pour
2	formation du bulbe	contre	pour
3	tallage, ramification	pour	contre
4	tubérisation	pour	contre
5	succulence	pour	contre (?)
6	abscission	pour	contre

En gros, les manifestations réunies sous les chiffres 1 et 2 correspondent à des croissances, allongements, formations de feuilles. Elles sont favorisées par les jours longs. Les manifestations 3, 4, 5, 6 correspondent à des réactions consécutives à une croissance principale entravée, à des accumulations de réserve dans le cytoplasme ou la membrane. Ces phénomènes sont favorisés par les jours courts. Le choix des solutions de cette alternative: dépense ou épargne, semble largement commandé chez les appareils végétatifs, par la nature du photopériodisme.

Pour illustrer cette synthèse, je rappelle le port en rosette (croissance internodale réduite) de plantes croissant en jours courts. Bien que plus évidente chez les héméropériodiques, on retrouve cette réaction chez les nyctipériodiques et les indifférentes. D'autre part, ce régime avait déjà donné à GARNER et ALLARD des *Oenothera* branchus. Les bulbes, formés de feuilles, sont par excellence des produits de la croissance: ils ont besoin de jours longs! Certaines variétés nyctipériodiques de *Phaseolus*, d'autres variétés photoindifférentes, le *Glycine Apios* héméropériodique, exagèrent tous leur tubérisation en jours courts. Il en va de même pour le radis, la betterave et certaines plantes qui ne présentent habituellement pas de tubérisation. Rencontré chez les plantes des diverses catégories photopériodiques, ce comportement est donc d'un ordre plus général que celui de la sensibilité des catégories précitées. Le régime à jours courts correspond, avons-nous vu, à une protidogenèse réduite et à une accumulation d'azote minéral et d'hydrates de carbone. En fait, on assiste plus à une modification du *type d'utilisation* des ressources nutritives qu'à un changement de la *quantité* des matières produites dérivables de ces ressources. Pour la succulence, on doit à G. MEYER (29) des documents conformes au principe exposé *(Sedum kamtchaticum)*. Les platanes, les érables, les bouleaux, les robiniers retardent en jours longs, par un effet de croissance prolongée, la chute de leurs feuilles. L'influence du régime photopériodique sur la ramification des feuilles est une question présentement non résolue à cause des observations contradictoires faites au sein d'un même genre *(Scabiosa*, CHOUARD).

5° *Les secrets de la nuit*

Les traits généraux des réactions aux contraintes lumineuses, fournis au paragraphe 4, esquissent la figure physiologique des plantes à jours longs. L'étude des végétaux qui ont besoin pour fleurir d'une nuit longue révèle d'autres phénomènes dont voici les plus importants.

Le besoin d'une période obscure n'a jamais pu être prouvé pour les plantes à jours longs qui fleurissent – et parfois même mieux – en lumière continue.

Autre fait: chez les plantes à jours courts, la période obscure doit être, pour que le régime soit florigène, précédée et suivie d'un temps d'illumination de forte intensité. Ces exigences particulières se rap-

portent, en partie tout au moins, aux besoins nutritifs de la plante, assurés par une photosynthèse de durée et d'intensité minimales.

La durée de la nuit a une importance capitale pour la floraison: 16 heures d'obscurité conviennent à beaucoup de plantes nyctipériodiques. Si, par contre, la nuit dépasse une durée critique, l'effet de l'obscurité est rendu nul. Entre une durée minimale et une durée maximale, l'expérience peut encore définir une durée optimale. De nombreux cas particuliers complètent ces règles trop générales pour correspondre à la réalité biologique. HAMMER et BONNER (30) imposent, par exemple, au *Xanthium pennsylvanicum* (Coklebur!) nyctipériodique le régime suivant: 16 heures de jour, 8 heures de nuit et ainsi de suite. Comme on s'y attend, ce climat maintient la plante en herbe pour de longs mois. Mais si les chercheurs intercalent dans ce rythme une seule nuit de 9 heures, la floraison surgit. SCHMITZ (31) arrive de son côté à faire fleurir *Kalanchoe Bloosfeldiana* nyctipériodique en jours longs, lorsqu'il prend soin d'allonger parallèlement la nuit. Joignons encore deux documents aux précédents: KHUDAIRI et HAMMER (32), puis SALISBURY (33) ont prouvé que l'âge de la feuille intervient dans l'établissement de ces durées optimales de la phase obscure. Le maximum de sensibilité correspond au moment où la feuille atteint la moitié de sa croissance. La température enfin, joue dans ces phénomènes son rôle classique d'accélérateur ou de retardateur de réactions.

Les hypothèses faites pour expliquer les conditions de floraison de plantes à jours courts, font encore appel aux découvertes de la labilité des réactions développées pendant l'obscurité. HAMMER (34) annule l'effet d'un régime à jours courts, propice à la floraison du soja nyctipériodique, en interrompant la longue nuit par une brève illumination de quelques minutes.

Cette réversibilité des réactions, due à la brève illumination, se retrouve, mais avec un résultat inverse dans l'expérience suivante: l'épinard, héméropériodique, fleurit dans un régime à jours courts qui normalement n'est pas florigène pour lui à condition d'interrompre la courte nuit par une brève illumination! BORTHWICK et PARKER (35) ont établi pour le soja que l'efficacité de la brève illumination intranocturne dépend de l'énergie lumineuse perçue et de la longueur d'onde: protochlorophylle et caroténoïdes seraient les enregistreurs de cette lumière perturbatrice. On a pu dire, en conséquence, que c'est plus dans la nuit que dans le jour que se décide la floraison!

6° Quelques interprétations photochimiques et hormonales

Des expériences précédentes on peut conclure: un état physiologique fragile s'institue au cours de la nuit et se dégrade progressivement au point de devenir inopérant si l'obscurité se prolonge anormalement. Une autre formule, équivalente, dirait: des substances s'organisent et se dissipent! Que sait-on de plus à ce propos?

Pour SPEAR, THIMANN et GREGORY (36) la forte illumination prénocturne déterminerait la formation d'un accepteur de gaz carbonique qui se combinerait au CO_2 durant la nuit par l'intermédiaire d'un enzyme. L'arrêt de cette fixation serait attribuable à l'épuisement de l'accepteur ou à la translocation soit de l'accepteur, soit de l'enzyme. Une brève illumination intranocturne dénaturerait et le produit de la fixation et l'enzyme.

De cette suggestion, passons à l'interprétation moins théorique proposée par le groupe des chercheurs de Beltsville.

En 1935, FLINT et MCALISTER (37), auxquels s'est joint plus tard BORTHWICK, decouvraient que des semences de laitue, baignées d'une lumière rouge, germent bien. Si l'on utilise une lumière plus voisine de l'infrarouge (7100 à 7500 Å) il y a inhibition de la germination. L'emploi successif de ces deux types de lumière, au cours d'une même germination, donne les résultats suivants:

rouge puis infrarouge ⟶ inhibition
infrarouge puis rouge ⟶ germination.

Ces irradiations annulent réciproquement leurs effets. Voici alors la supposition faite: deux pigments distincts ou deux formes d'un même pigment absorbent respectivement l'une ou l'autre de ces lumières. Mais, les produits de la photoréaction rouge sont favorables à la germination tandis que ceux de la photoréaction infrarouge ne le sont pas.

Revenons maintenant à l'effet funeste pour la floraison d'une brève illumination intranocturne chez une plante nyctipériodique *(Xanthium pennsylvanicum)*. Si BORTHWICK utilise pour cette illumination une source de lumière rouge, tout se passe comme prévu: la floraison est retardée. Si, par contre, l'expérimentateur illumine successivement les feuilles par une lumière rouge suivie d'une lumière infrarouge, l'inhibition est levée, la floraison est normale. Les ondes infrarouges annulent donc l'effet des ondes rouges. En réalité, ces résultats dépendent encore d'autres facteurs, tels que la température et le temps écoulé entre les deux irradiations.

Un antagonisme des actions des ondes du rouge et de celles du rouge lointain a été minutieusement analysé par LIVERMAN et BONNER (38) à propos de la croissance des coléoptyles d'avoine. Des expériences appropriées montrent que le rouge favorise cette croissance en présence ou en absence d'auxine. L'infrarouge, par contre, annule l'effet catalytique des ondes rouges, à condition que de l'auxine soit présente au moment de l'irradiation par les ondes infrarouges. Il ne s'agit pas, selon ces auteurs, d'une destruction de l'auxine par l'infrarouge, car il suffit de réilluminer le système par des ondes rouges pour restaurer l'effet catalytique positif. La lumière rouge contribuerait à la conversion d'un récepteur d'auxine inactif en sa forme active, susceptible dès lors de se lier à l'auxine libre. L'infrarouge aurait pour effet de rompre ce complexe physiologiquement efficace en restaurant à l'état libre la forme inactive du récepteur et l'auxine libre. Ce schéma implique première-

ment une augmentation, due à la lumière rouge, du titre en auxine physiologiquement active. Les auteurs déduisent ensuite que l'augmentation déterminerait chez les nyctipériodiques l'inhibition de floraison (titre supra-optimal d'auxine) et chez les héméropériodiques la mise à fleur (titre $\pm$ optimal en auxine).

Mon intention n'est pas d'entrer dans les détails d'essais et d'hypothèses actuellement justifiables de la critique des spécialistes. J'ai ainsi l'occasion d'introduire dans le problème de la floraison la notion d'hormones de croissance, présentation que l'on aurait d'ailleurs pu faire à propos d'autres expériences. Avant de le faire, il me faut apporter à ces informations limites de photophysiologie, l'appui parallèle des solides démonstrations obtenues par SIRONVAL (39) sur le fraisier des quatre-saisons. «Les modifications du métabolisme des chlorophylles au cours de l'avancement du développement sont particulièrement nettes durant la photophase physiologique. Jusque-là, dans des conditions de milieu convenables, en jours longs, les quantités de ces pigments ont progressivement augmenté d'une feuille à la suivante. Puis brusquement, vers la 15e à la 17e feuille, on voit le métabolisme „végétatif" se transformer, tandis que s'élabore à sa place un autre métabolisme, „sexué", qui sera celui de la plante en fleur. Le métabolisme „sexué", qui se constitue au terme de la photophase en jours longs, est caractérisé par un abaissement relatif de la quantité de chlorophylle *b*, ainsi que par une accumulation anormalement lente des pigments. En jours courts, un contenu chlorophyllien aberrant s'installe dès les premières feuilles de la plante, bien avant la photophase. Ce contenu de „jours courts" est distinct du contenu de „jours longs" par plusieurs caractères: teneur faible en pigments, rapport $\frac{a}{b}$ élevé, etc. Ce contenu persiste de feuille à feuille aussi longtemps que les jours courts sont appliqués et s'avère totalement incapable d'évoluer quelque peu: le métabolisme pigmentaire paraît introduit dans une impasse. En même temps le fraisier reste végétatif.»

Je distingue, dans la question des hormones de croissance, deux aspects: celui du rôle sur la floraison des auxines exogènes (donc supplémentaires aux hormones naturelles) et celui de la participation des auxines endogènes aux divers mécanismes que j'ai évoqués. Suivant LEOPOLD (40), les résultats concernant le rôle accélérateur de la floraison des auxines exogènes (cas de graines et des plantules) sont parfaitement contradictoires.

Des mises à fleur précoces ont d'ailleurs été obtenues à la suite d'interventions de molécules très diverses: acide triiodobenzoïque et thiamine pour *Pisum*, l'hydrazine maléique pour *Brassica*, l'acide n-tolylphtalamique pour la tomate! La structure chimique n'est donc pas une indication féconde. L'application d'auxines, aux plantes partiellement développées, ne permet pas mieux d'attribuer aux hormones un rôle accélérateur de la floraison. Deux plantes (cas les mieux connus!) font cependant exception : les ananas, pour lesquels l'induction florigène

par les auxines est passée dans la pratique agronomique ; le litchi, cette Sapindacée aux fruits comestibles, présente dans les pays tropicaux une floraison sporadique, parfois nulle. NAKATA (41) a suspendu cet état végétatif, au profit de la floraison, au moyen d'acide naphtalènacétique. Si le rôle accélérateur de la floraison des auxines est douteux, la fonction inverse – inhibition – est par contre bien démontrée chez la plupart des plantes, sinon toutes! Les concentrations nécessaires à cette démonstration sont malheureusement si élevées qu'elles déterminent diverses anomalies organographiques qui entachent l'expérience. La propriété inhibitrice de la floraison trouve des vérifications plus probantes dans les expériences ayant trait aux teneurs en auxines endogènes.

Le moment est venu de mentionner les gibberellines, groupe de molécules accumulées dans un champignon parasite du riz et vraisemblablement répandues à de très faibles concentrations chez les plantes supérieures. Ces substances agissent non seulement sur la croissance des plantes d'une façon étonnante, mais provoquent encore des précocités de floraison, la surabondance des fleurs et parfois la levée d'une inhibition de floraison. Différents des auxines, ces composés étonnants catalyseraient, selon HAYASHI et MURAKAMI (42), la transformation des précurseurs d'auxines en complexes physiologiquement actifs, alors que pour PILET (43), ils inhiberaient les auxines-oxydases.

On s'étonnera que la théorie du florigène surgisse si tard dans un exposé consacré à la floraison. Elle est pourtant à sa place, dans le plan adopté, au chapitre des interprétations hormonales.

Cette conception du mécanisme de la mise à fleur est à la fois prometteuse par son évidence expérimentale et décevante par l'absence d'une confirmation biochimique. Cette dernière critique est peut-être plus formelle que réelle. Si nous renonçons, provisoirement, à faire de l'hormone baptisée florigène, une entité chimique définissable et que nous accordions à ce terme le sens, un peu vague, de conjoncture biochimique produite par les médiateurs pigmentaires et enzymatiques précédemment décrits, l'objection diminue. L'échec d'un isolement et d'une identification du florigène vient, peut-être, de sa nature composite, sujette, hors de la cellule, au fractionnement en éléments inactifs à l'état isolé. Mais, venons au fait!

La supposition d'un facteur de floraison remonte à SACHS (44). Elle a été reprise par KNOTT (45) à l'occasion de ses observations sur le transport de l'influx photopériodique de la feuille au méristème. La technique de la greffe, introduite par CAJLAHJAN en 1936 (46), créateur du mot florigène, apporta à cette hypothèse une démonstration très probante: une feuille de *Perilla* (florigène +) greffée sur une plante (florigène —) induit chez cette dernière la floraison. Un chrysanthème nyctipériodique, traité en jours longs et donc destiné à demeurer longtemps à l'état végétatif, fleurit s'il est greffé sur un sujet porteur des potentialités de floraison acquises par un régime approprié. La jusquiame fournit de mêmes résultats. L'orobanche ne fleurit que si son hôte, le trèfle rouge est apte à donner des fleurs (HOLDWORTH et NUTTMANN). Le carac-

tère peu ou pas spécifique de l'effecteur diffusant au travers des greffes a été prouvé par l'induction à la floraison d'une plante à jours longs au moyen d'un rameau greffé de végétal à jours courts. Comme on le voit, le nombre des essais possibles d'homogreffes et d'hétérogreffes, intravariétales ou intergénériques est considérable. Si tous n'ont pas été réalisés ou n'ont pas fourni de résultats positifs, il n'en reste pas moins une information expérimentale impressionnante en faveur de la nature substantielle et diffusible – même au travers d'une greffe imparfaitement soudée d'un effecteur propre à déclencher le métabolisme gènique de la floraison.

Conclusion

Le thème traité est celui de l'accélération ou du retard de l'expression du complexe des gènes de floraison. Le biologiste est habitué à ces entrées en scène successives des déterminants génétiques, retenus pour un temps dans les coulisses du théâtre nucléaire. Les raisons profondes d'un tel programme relèvent des exigences d'une causalité irréversible et l'interprétation de cet ordre dépend de l'opinion qu'on se fait sur la destinée de l'être vivant.

Plus accessible, parce que sujette à l'expérimentation, est la connaissance du «tempo» des étapes vitales. Ce mouvement, faiblement contrôlé par le génome, résulte de l'adaptation de générations de plantes au milieu où elles vivent: effet labile d'une contrainte écologique! C'est dire aussi, qu'en dépaysant le végétal, on le ramène, temporairement, à l'un ou à l'autre des essais tentés antérieurement pour trouver l'équilibre entre son cycle et son milieu. En fait, ce dépaysement n'est ni géographique, ni historique: les fluctuations de la température et de l'éclairement suffisent pour ressusciter ces tempéraments préliminaires. On déroule, à l'envers, le film de la phylogénie physiologique.

L'étude des contraintes du milieu externe, nécessaires et suffisantes pour avancer ou différer la mise à fleur, a conduit LYSSENKO (47) et son école à l'établissement d'une théorie phasique ou stadiale du développement des végétaux. Depuis l'introduction des concepts de thermostade suivi du photostade, on a découvert que ces phases s'émiettent en sous-étapes et sont, peut-être, précédées d'une hydrophase. Ce sont des précisions, la critique est ailleurs. La voici: ces contraintes sont-elles toutes nécessaires à la floraison et se suivent-elles, chez tous les végétaux, dans l'ordre rigoureux annoncé? Déceler chez la plante un gradient *historique* de perception des conditions du milieu est assurément une conquête de la physiologie! Cette certitude, vérifiable en de nombreux cas, apparaît cependant relative; elle exprime un comportement lié aux conditions écologiques de nos contrées tempérées. La généralisation de telles conclusions en une théorie du mécanisme déclencheur des réactions florigènes semble prématurée.

A côté de l'écologie, de la morphologie évolutive de l'individu, d'autres voies peuvent contribuer à la solution de l'énigme du temps de la floraison. Il faudrait, en particulier, identifier dans l'économie

cellulaire les effecteurs physiques et chimiques qui règlent l'alternance – ou mieux – la prédominance des activités enzymatiques d'anabolisme et de catabolisme. Ces connaissances, jointes aux notions que nous possédons déjà sur l'adaptation enzymatique, aideront à se faire une idée plus précise sur la vocation végétative ou florigène d'une plage méristématique.

Bibliographie

(1) KLEBS, G., Über die Blütenbildung von *Sempervivum*. Flora, 111, 128, 1918.
(2) BÜNNING, E., Der Verlauf der endogenen Tagesrhythmik bei photoperiodischen Störlichtversuchen mit Soja. Phys. Plant., 7, 538, 1954.
(3) OPARINE et KURSANOV cité d'après DUPERON, R., Aspect biochimique de la vernalisation. Bull. Soc. française de phys. végét., T. 2, n° 4, 1956.
(4) KRAUSS, E. J., et KRAYBILL, H. R., Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. Oreg. Agr. Expt. Sta. Bull., 149, 1918.
(5) CHOUARD, P., Pourquoi fleurissent les plantes. Conférence Palais de la Découverte, Université de Paris, 29 octobre 1949.
(6) LANG, A., Physiology of flowering. Ann. Rev. Plant Physiology, 3, 265, 1952.
(7) WELLENSIEK, S.-J., DOORENBOS, J., et ZEEVAART, J.-A.-D., L'action du froid dans le processus de la vernalisation. Bull. Soc. française de phys. végét., T. 2. n° 4, p. 136, 1956.
(8) DANG, K.-D., Communication verbale inédite. Station de botanique expérimentale, Genève 1958.
(9) MILLER, J.C., A study of some factors affecting seed-stalk development in cabbage. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bull., 488, 1929.
(10) GAGNEBIN, F., communication verbale inédite. Station de botanique expér., Genève 1958.
(11) GREGORY, F.G., et PURVIS, O.N., Devernalisation of spring Rye by anaerobic conditions and revernalisation by low temperature. Nature, 140, 547, 1937.
(12) AVAKIAN, A., Processus stadiaux et hormone dite florigène (en russe). Agrobiologia, 1, 1948.
(13) MELCHERS, G., Die Wirkung von Genen, tiefen Temperaturen und blühenden Pfropfpartnern auf die Blühreife. Biol. Zentr., 57, 268, 1937.
(14) STOUT, cité d'après ZEEVAART, J.-A.D.,La transmission de l'effet de vernalisation par greffage. Bull. Soc. française de phys. végét., T. 2, n° 4, 162, 1956.
(15) ZEEVAART, J.-A.-D., loco citato.
(16) CHODAT, F., et DANG, K.-D., Vernalisation de *Linum austriacum* L. par ablation des rameaux latéraux, Experientia, Vol. XIV/2, 68, 1958.
(17) HARTMAN, Th. A., After-effects of low temperature on leaf morphology of *Cichorium intybus*, Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. Amsterdam, C 59, 1956.
(18) SIRONVAL, C., La photopériode et la sexualisation du fraisier des quatre-saisons à fruits rouges. Travaux du Centre de recherches des hormones végétales, n° 18, février 1957.
(19) CHODAT, F., et DANG, K.-D., loco citato.
(20) GAGNEBIN, F., communication verbale inédite. Sta. bot. expér., Genève 1957.
(21) TOURNOIS, J., Influence de la lumière sur la floraison du houblon japonais et du chanvre. Comptes rendus Acad. Sc., 155, 297, 1912.
(22) GARNER, W., et ALLARD, H., Effect of relative length of day and night and others factors of the environment on growth and reproduction in plants. Journ. Agr. Res. 18, 155, 1920.
(23) STROUN, M., Contribution à l'étude du développement des céréales. Thèse Univ. Genève, n° 1250, 1956.
(24) FEDOROV, A.-K., Différenciation du cône de croissance par rapport au développement stadial des plantes. Agrobiologie, 1, 1953.
(25) KOUPERMAN, F. M., Les bases biologiques de la culture du froment (en russe). Ed. de l'Université de Moscou, 1956.
(26) PARKER, M. W., et BORTHWICK, H. A. Botan. Gaz., 102, 256, 1940.

(27) BORTHWICK, H. A., et PARKER, H. W., Effect of photoperiod on development and metabolism of Biloxi Soybean. Bot. Gaz., 100, 651, 1939.
(28) HARDER, R., et BODE, O., Über die Wirkung von Zwischenbelichtungen während der Dunkelperiode auf die Blüten, die Verlaubung und die Blattsukkulenz bei der Kurztagpflanze *Kalanchoe Blossfeldiana*. Planta, 33, 469, 1943.
(29) MEYER, G., Über die photoperiodische Beeinflussbarkeit des Habitus von *Sedum Kamtschaticum*. Biol. Zbl., 66, 1, 1947.
(30) HAMMER, K. C., et BONNER, J. Bot. Gaz., 100, 388, 1938.
(31) SCHMITZ, J., Über die Beziehungen zwischen Blütenbildung in verschiedenen Licht-Dunkelkombinationen und Atmungsrhythmik bei wechselnden photoperiodischen Bedingungen. Planta, 39, 279, 1951.
(32) KHUDAIRI, A., et HAMMER, K. C., Plant Physiol., 29, 251, 1954.
(33) SALISBURY, F.B., Kinetic studies on the physiology of flowering. Thèse Calif. Institute of Technology, Passadena, Calif., 1955.
(34) HAMMER, K. C., Interrelation of light and darkness in photoperiodic inductions, Bot. Gaz., 101, 658, 1940.
(35) BORTHWICK, H. A., et PARKER, M. W., loco citato.
(36) THIMANN, K. V., SPEAR, I., et GREGORY, F. G., VIIIe Congrès international de Botanique, Paris. Sect. 11, 1954.
(37) FLINT, L. H., et MCALISTER, E. D., Smithsonian Inst. Publs. Misc. Collections, 94, 5, 1935.
(38) LIVERMAN, J. L., et BONNER, J., Proc. Natl. Acad. Sci.U.S., 39, 905, 1953.
(39) SIRONVAL, C., loco citato.
(40) LEOPOLD, A. C., Auxin uses on the control of flowering and fruiting. An. Rev. Plant Phys., 9, 281, 1958.
(41) NAKATA, S., Bot. Gaz., 117, 126, 1955.
(42) HAYASHI et MURAKAMI, cité d'après PILET, P.-E.
(43) PILET, P.-E., A la découverte des Gibberellines. Rev. Hortic. Suisse, n° 4, 1958.
(44) SACHS, J., Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. Leipzig 1882.
(45) KNOTT, J., Effect of localised photoperiod on spinach. Proceed. Amer. Soc. Hort., Sc. 31, 152, 1934.
(46) CAJLAHJAN, M., Hormonal theory of plant development. Moscou 1937.
(47) LYSSENKO, T. D., Agrobiologie, Editions en langues étrangères. Moscou 1953.

Institut de botanique générale de l'Université de Genève et Station de botanique expérimentale

Die Vorgeschichte der Kettengebirge

Von

Rudolf Trümpy, Zürich/Glarus

Die Glarner Alpen sind klassischer Boden für die Lehre vom Bau der Kettengebirge. Hier erkannte Arnold Escher von der Linth – vielleicht schon sein Vater, der Erbauer des Linthkanals – die Existenz großer und unerklärlicher Lagerungsstörungen, hier führte Albert Heim seine bahnbrechenden Untersuchungen über die Gesteinsverformung durch, hier legte Marcel Bertrand zu Ende des 19. Jahrhunderts den Grundstein zur Deckenlehre, welche erst das Verständnis der alpinen Tektonik ermöglichte. Und der Bau der Alpen hat wiederum den Schlüssel zum Bau anderer Kettengebirge geliefert – einen Schlüssel freilich, der kein Universaldietrich ist und dessen schematische Anwendung die Deckenlehre oft unverdienterweise in Mißkredit gebracht hat. Denn wenn die weite Verbreitung großer Überschiebungen heute, nicht zuletzt dank den Ergebnissen der Ölbohrungen, mehr und mehr anerkannt wird, so stellen die Alpen mit ihren extremen tektonischen Komplikationen doch einen Sonderfall dar, der vielleicht nur noch im Himalaja seinesgleichen findet.

Diese alten und jungen Kettengebirge, von denen viele längst eingeebnet und von jüngern Schichten überdeckt worden sind, stellen mit ihrem Falten- und Deckenbau, ihrer Gesteinsmetamorphose und ihren Graniten die reizvollsten und schwierigsten Studienobjekte der Geologie dar. Aber auch ihr sedimentäres Baumaterial ist in mancher Hinsicht ganz anders als dasjenige der gleichalterigen ungefalteten oder nur schwach gestörten Bereiche. Dies bedeutet, daß die Faltung, die Deckenbildung, die Granitisierung usw. nicht irgendeine langgestreckte Zone der Erdrinde ergriffen haben, sondern einen Gürtel, der durch eine ganz besondere und gewissermaßen abnormale Vorgeschichte dazu prädestiniert war. Diese Vorgeschichte eines Gebirges, d.h. die historische Entwicklung des Raumes, in welchem seine Sedimente und Vulkanite gebildet worden sind, weist enge, wenn auch noch nicht in allen Teilen eindeutig geklärte Beziehungen zur tektonischen Struktur auf, und die eine kann ohne die andere nicht verstanden werden.

Die Erkenntnis der prinzipiellen Andersartigkeit der Schichtreihen in den Gürteln, aus denen sich später Kettengebirge entwickelt haben,

ist fast genau 100 Jahre alt. Sie geht auf JAMES HALL zurück, der festgestellt hatte, daß die paläozoischen Sedimente der Appalachen rund zehnmal mächtiger seien als die gleichalterige Serie weiter im W, im ungefalteten Tafelland der Mississippi-Senke. HALL stelle auch gleich die Regel auf, daß alle Faltengebirge aus derartigen Trögen mit abnorm großer Sedimentmächtigkeit entstanden seien. 1879 nannte DANA solche langgestreckte Sedimentationströge «*Geosynklinalen*» und wurde damit zum Schöpfer eines der fruchtbarsten, aber auch eines der meistdiskutierten geologischen Begriffe. Heute werden zahlreiche Typen von Geosynklinalen unterschieden, von denen einige nicht an den Bereich späterer Kettengebirge gebunden sind. Sie können innerhalb eines Kontinents, zwischen zwei Kontinenten, zwischen Kontinent und Ozeanbecken, vielleicht auch zwischen zwei Ozeanbecken liegen. Mit der Definition des Begriffes und seiner geschichtlichen Entwicklung haben wir uns hier nicht zu beschäftigen. Wir wollen vielmehr die Eigenschaften untersuchen, in welchen sich die Schichtreihen der Kettengebirge von denjenigen der Tafelländer unterscheiden.

Eines dieser Kriterien, nach der ursprünglichen Definition der Geosynklinale das einzig ausschlaggebende, haben wir bereits genannt: die *Mächtigkeit* der Sedimentserien in den Faltengebirgen. Sie erreicht in vielen Fällen 10 oder 15 km, fünf- bis zehnmal mehr als im umgebenden Bereich. Dabei bestehen diese sehr dicken Schichtstöße vielfach aus Sedimenten, die sich in geringer Meerestiefe abgelagert haben, manchmal sogar aus kontinentalen Bildungen. Eine Geosynklinale solcher Art ist z. B. die Typusgeosynklinale der «Ridge and Valley province» der westlichen Appalachen während des älteren Paläozoikums. In ihr kamen u. a. Quarzsandsteine zur Ablagerung, die durch ihren Mineralbestand die Herkunft aus einem alten, stark verwitterten Kontinentalgebiet und durch manche Schichtungsmerkmale ihre Bildung in seichtem Wasser verraten. Ebenfalls stark vertreten sind Kalke und Dolomite in charakteristischer Seichtwasserfazies. Auch Schiefertone und Schiefermergel können sehr mächtig werden, obschon die Meerestiefe gering blieb.

HANS STILLE hat solche Geosynklinalen, deren Sedimente sich nur durch ihre Mächtigkeit, nicht aber durch ihren Charakter von denjenigen der stabilen Schelfregionen unterscheiden, *Miogeosynklinalen* genannt. Beispiele hierfür bieten neben der Geosynklinale der westlichen Appalachen Devon und Unterkarbon der nördlichen Ardennen sowie Jura und Kreide der helvetischen Decken. Da die Meerestiefe stets bescheiden blieb oder höchstens um wenige 100 Meter schwankte, muß die Absenkung des Untergrundes ungefähr mit der gleichen Geschwindigkeit erfolgt sein wie die Erhöhung des Schichtstoßes durch die Bildung neuer Sedimente. Nach den Zusammenstellungen MARSHALL KAYS betrug diese Geschwindigkeit in den meisten Fällen 100 bis 200 Meter/Jahrmillion (0,1 bis 0,2 mm/Jahr). Höhere Werte werden aus Bruchgräben (von der Art des oligozänen Rheintalgrabens) und aus synorogenen Vorlandtrögen, z. B. aus der schweizerischen Molasse, angegeben. Das fein eingespielte Gleichgewicht der beiden Phänomene läßt auf eine Kausal-

verbindung schließen: entweder bestimmte der Subsidenzbetrag die Mächtigkeit der Sedimente, indem diese nur bis zum Meeresspiegel oder bis zum stark bewegten Oberflächenwasser hinauf wachsen konnten, oder aber das Gewicht der Sedimente bedingte ein isostatisches Einsinken des Untergrundes. Daß solche isostatische Kompensationsbewegungen schon bei geringer Mehr- oder Minderbelastung der Erdkruste und geologisch gesehen sehr rasch erfolgen können, zeigt der heute noch andauernde Aufstieg von Ostkanada und Skandinavien nach dem Abschmelzen der eiszeitlichen Gletscher. Höchst wahrscheinlich wirkten die beiden Mechanismen zusammen, so daß ein kumulativer Effekt zustande kam: wenn sich in einem Streifen der Untergrund aus irgendwelchen Gründen einsenkt, so wird das sedimentäre Material dort hinein getragen, und sein Gewicht bewirkt eine weitere Absenkung des Beckens. Als dritter Faktor kommt die Setzung (Kompaktion) der mächtigen, ursprünglich porösen Tongesteine des Geosynklinaltroges hinzu.

Heute noch aktive Miogeosynklinalen sind aus der Bodengestalt allein, ohne geophysikalische Untersuchungen oder Tiefbohrungen, kaum zu erkennen. Außerhalb der tektonisch aktiven Muttertröge der Kettengebirge finden sich gewaltige Sedimentanhäufungen, bei denen wohl nur ein passives Einsinken des Untergrundes infolge isostatischer Kompensation und Kompaktion mitspielt, an den Kontinentalrändern, namentlich an Stellen stärkster Materialzufuhr, wie etwa im Mississippi-Delta.

Es bestehen natürlich alle Übergänge zwischen den stabilen Schelfregionen und den Miogeosynklinalen; aber in manchen Fällen ist der Rand des stärker einsinkenden Streifens doch recht scharf und durch Flexuren oder normale Verwerfungen, welche während der Sedimentation gespielt haben, gekennzeichnet. Auch außerhalb der Kettengebirge und der Geosynklinalen, z. B. im Paläozoikum der Sahara, zeigt es sich, daß die Gebiete größter Sedimentmächtigkeit relativ am stärksten gefaltet worden sind.

Auf den Schelfen, d.h. auf den von untiefen Meeren überfluteten Teilen der Kontinentalblöcke, ist die Sedimentation diskontinuierlich: Zeiten der Gesteinsbildung wechseln mit solchen des Stillstandes oder der submarinen bzw. subærischen Erosion. Ferner weisen die Gesteinsserien eine sehr deutliche zyklische Gliederung auf. Sie findet sich noch in vielen Miogeosynklinalen; ihr ist der charakteristische Anblick unserer Kreideberge, z. B. des Glärnisch, mit seinem Wechsel von Mergelbändern und Kalkwänden, zu verdanken. In andern Miogeosynklinalen oder in andern, meist gebirgseinwärts gelegenen Streifen derselben Geosynklinalen ist die aktive Absenkung des Untergrundes so kräftig, daß die Ablagerung kontinuierlich erfolgt und keine Schichtlücken mehr auftreten. Die zyklische Gliederung kann ebenfalls verschwinden, so daß mächtige, monotone Serien resultieren. Durch die starke orogen bedingte Subsidenz werden die großräumigen Pulsationen, welche die Sedimentationszyklen verursachen, völlig überprägt. Es kann sich bei diesen, meist schiefrigen Schichtmassen auch schon um Bildungen tieferer Meere handeln, in welchen Schwankungen des Meeresspiegels um etwa 100 Meter, welche

im Seichtmeer eine Umwälzung der Milieubedingungen mit sich bringen würden, ohne nachweisbaren Einfluß bleiben. Derartige ungegliederte Schiefermassen leiten von den Ablagerungen der typischen Miogeosynklinalen bereits über zu denjenigen der *Eugeosynklinalen*, wie sie für die eigentlichen Kernzonen der daraus entstehenden Kettengebirge bezeichnend sind.

Die Miogeosynklinalen – Streifen mit stark einsinkendem Untergrund, in welchen sich «normale» Seichtwasserablagerungen in abnormal großer Mächtigkeit anhäufen – sind nämlich nicht die einzigen Typen von Geosynklinalen, aus denen später Kettengebirge entstanden sind. Sie sind auch nicht die wichtigsten. Das entscheidende Phänomen in der Vorgeschichte der Kettengebirge ist vielmehr die Ausbildung der Eugeosynklinale – wobei man diesen Begriff wohl etwas weiter fassen darf als sein Autor, HANS STILLE.

In diesen Trögen ist die Beweglichkeit des Untergrundes wesentlich größer als in den randlichen Miogeosynklinalen. Sie ist auch in vermehrtem Maße unabhängig von der Zufuhr sedimentären Materials. Es kann so der Fall eintreten, daß die Sedimentbildung auf weite Strecken nicht mit der Absenkung Schritt hält und daß der Boden einer Eugeosynklinale mehrere Kilometer tief unter den Meeresspiegel versenkt wird. In den Kernzonen der Kettengebirge kommen deshalb Gesteine vor, die wir in den Schichtreihen der Tafelländer und der andern Geosynklinalen nicht wiederfinden und die in großer Meerestiefe, zudem oft bei starker Bodenunruhe, gebildet worden sind. Ozeanische Ablagerungen älterer Zeiten sind uns ja aus den bisher zugänglichen Gebieten der Erdoberfläche sonst nicht bekannt, da im Verlauf der geologischen Geschichte wohl mehrmals Teile von Kontinenten in ozeanischen Tiefen versunken sind, nie aber Teile des Ozeanbodens einem späteren Kontinent einverleibt wurden. Einzig in den relativ schmalen Eugeosynklinaltrögen der Kettengebirge – die zudem durch die Orogenese ausnahmslos auf einen Bruchteil ihrer ursprünglichen Querausdehnung zusammengestaucht worden sind – herrschten jeweils eine Zeitlang fast ozeanische Verhältnisse. Einige dieser Gesteinstypen, die im wesentlichen auf die Kettengebirge beschränkt sind, mögen hier aufgezählt werden.

Tonige Sedimente können an sich in jeder beliebigen Meerestiefe entstehen und finden sich in großer Mächtigkeit sowohl in Miogeosynklinalen wie in Eugeosynklinalen. Die mächtigen, monotonen Schiefermassen, welche heute, meist in mehr oder weniger metamorphem Zustand, das vorherrschende Material der Kernzonen vieler Kettengebirge bilden, sind aber gewiß zum großen Teil schon in tieferem Wasser abgelagert worden.

Weitergehende Schlüsse lassen die *Sandsteine* zu, die namentlich in paläozoischen Eugeosynklinalserien oft mit den Tonschiefern vergesellschaftet sind. Diese Sandsteine gehören dem sogenannten Grauwackentypus an, d.h. sie haben ein toniges Bindemittel, und unter den Komponenten finden sich neben ungleich gerundeten Quarztrümmern auch viel Feldspäte und Gesteinsfragmente. Diese letzteren bestehen in den mesozoischen und tertiären Ablagerungen der Thetys weitgehend aus Kalk-

stein und Dolomit. Oft weisen die Grauwackensandsteine das Schichtungsmerkmal des Graded Bedding auf: jede Bank beginnt unten mit dem gröbsten Material, das nach oben allmählich feiner, silt- und tonreicher wird, bis mit scharfer Grenze wieder die nächste Grobsandlage folgt. Man deutet diese Sandsteine mit Graded Bedding heute, namentlich auf Grund der Arbeiten von PH. H. KUENEN, als Ablagerungen von submarinen Strömen einer Wasser-Sand-Silt-Ton-Suspension hoher Dichte, den sogenannten Turbiditätsströmen. Die Suspension kann sich irgendwo, z. B. im Gefolge einer submarinen Rutschung, bilden und fährt mit erheblicher Geschwindigkeit auch auf wenig geneigten Hängen zum tiefsten Punkt, wo sie dekantiert und ein Graded Bed liefert. In Anbetracht der weiten Verbreitung dieser Turbidite in den Geosynklinalen muß man submarine Hänge von bis zu 20 oder mehr Kilometer Breite mit einem Minimalgefälle von einigen Grad in Betracht ziehen, was Minimaltiefen von einigen hundert bis wenigen tausend Metern ergibt – trotz der klastischen Natur der Sedimente also mehr, als in den Schelfmeeren je vorkommt. Bei den jungtertiären Turbiditsanden des kleinen Ventura-Beckens bei Los Angeles läßt sich die große Ablagerungstiefe auch direkt auf Grund der Foraminiferenfauna beweisen. In den heutigen Ozeanen werden durch Turbiditätsströme Sande bis in Tiefen von 2000 m und mehr verfrachtet. Die bis vor etwa zehn Jahren übliche Tendenz, Sandsteine automatisch als Bildungen seichter Meere zu interpretieren, hat in der Geologie der Kettengebirge viel Verwirrung gestiftet.

Dies gilt nicht nur für die Sandsteine, sondern auch für die gröbsten detritischen Gesteine. Wie schon PAUL ARBENZ betonte, sind neben den monotonen Schieferserien *marine Breccienbildungen* geradezu ein Kennzeichen der alpinen Geosynklinale; auch aus andern Kettengebirgen werden sie oft beschrieben. Lange wurden sie als Küsten-, Delta- oder Plattformkonglomerate gedeutet, obschon ihnen alle lithologischen und schichtungsmäßigen Kennzeichen derselben, so namentlich die gute Rundung der Komponenten, abgehen. Die Trümmer in diesen z.T. sehr groben Breccien, welche oft ein undeutliches Graded Bedding aufweisen, sind vielmehr oft ganz eckig. Es dürfte sich großenteils um submarine Schutt- und Bergsturzhalden an tektonisch aktiven, oft durch kontemporäre Verwerfungen bedingten Steilrändern handeln; solche können natürlich in beliebiger Meerestiefe auftreten, und manche unter ihnen sind wahrscheinlich Tiefseebildungen.

Eine weitere Gruppe von Gesteinen, welche fast nur in den Kernzonen der Kettengebirge vorkommt, ist diejenige der *pelagischen Kieselgesteine*. Hierzu gehören etwa die bekannten Radiolarienhornsteine im Jura der Alpen oder die schwarzen Lydite im Unterkarbon der herzynischen Gebirge. Sie wurden schon von GUSTAV STEINMANN in Analogie zum rezenten Radiolarienschlamm als Tiefseesedimente aufgefaßt; doch wurde diese Deutung alsdann von den meisten Autoren in Zweifel gezogen, und zwar namentlich auf Grund der Vergesellschaftung mit sogenannten «neritischen», d. h. Seichtwasserablagerungen. Diese vermeint-

lichen Seichtmeerbildungen sind aber Sandsteine und Breccien des obenerwähnten Typus, die sehr wohl in großer Tiefe entstanden sein können. Ferner wurde das Vorkommen von verkieseltem Holz in Radiolariten als Argument für Flachwasserbildung herangezogen. Treibholz und Tang können aber natürlich auch in tiefem Wasser und weit weg vom Kontinent zu Boden sinken; tatsächlich ist Seetang vor der Küste Kaliforniens in Tiefen gefunden worden, die weit jenseits des euphotischen Lebensbereichs dieser Algen liegen. Wir glauben nach wie vor, daß die meisten Radiolarite der Alpen und vieler anderer Kettengebirge in tiefen (wenn auch nicht notwendigerweise abyssalen) Trögen zur Ablagerung gekommen sind, und sehen uns in dieser Auffassung durch das Vorkommen von Manganknollen bestärkt, welche geradezu ein Leitfossil der heutigen Tiefseesedimente darstellen.

In den jurassischen und jüngeren Eugeosynklinalen werden die Radiolarite von sehr feinkörnigen *pelagischen Kalken* begleitet. Sie enthalten keine Bodenfauna, sondern nur Überreste schwimmender, pseudoplanktonischer und planktonischer Lebewesen, wie Ammoniten, bestimmte dünnschalige Muscheln, treibende Foraminiferen und Echinodermen, Infusorien, Coccolithophoriden und winzige Organismen ungewisser Stellung. Sie scheinen sich z. T. in einer Tiefe gebildet zu haben, wo der hohe CO_2-Gehalt des Wassers bereits eine beginnende Auflösung des Kalziumkarbonats bewirken konnte; so sind die aus Aragonit bestehenden Schalen der Ammoniten verschwunden, während ihre kalzitischen «Deckel», die Aptychen, noch erhalten sind. Schichtlücken infolge submariner Auflösung sind in solchen Kalken nicht selten; auch sie sind ganz zu Unrecht als Flachwasserindiz gewertet worden.

Radiolarite, Aptychenkalke, gewisse schwarze, bitumenreiche Schiefer usw. sind Mangelsedimente (SONDER), welche dort entstehen, wo die detritische Materialzufuhr sehr gering ist und wo auch die Bedingungen für die Entstehung größerer Kalkmassen nicht gegeben sind. Dies ist in der Tiefsee der Fall; doch kann die selbe Konstellation auch in seichterem Wasser realisiert sein. Diese Mangelsedimente bilden sich sehr langsam, so daß wenige Meter Radiolarit oft einen Zeitraum von Dutzenden von Jahrmillionen vertreten können. Auch in den heutigen Ozeanen ist die Sedimentation ja außerordentlich langsam, mit Ausnahme der Zonen längs der Kontinenträndер, wo die Turbiditätsströme Detritus zuführen. Man darf Tröge, in welchen Tiefseeablagerungen geringer Dicke zum Absatz kommen, nicht kurzweg als Geosynklinalen bezeichnen, da sich ja deren Definition ausdrücklich auf die große Mächtigkeit der Schichtfolge bezieht. Wir haben deshalb für derartige Becken den Begriff der *Leptogeosynklinale* vorgeschlagen. In manchen Fällen wird es sich allerdings nur um ein leptogeosynklinales Stadium einer Eugeosynklinale handeln. Beispiele leptogeosynklinaler Serien bieten Jura und Kreide der Platta-Decke (Aroser Schuppenzone) oder die Argille scagliose des Apennin.

Eugeosynklinalen sollen sich nach STILLE von den Miogeosynklinalen im wesentlichen durch das Auftreten von *vulkanischen Gesteinen* unter-

scheiden. Es scheint uns nicht ratsam, die Unterscheidung der beiden Geosynklinaltypen auf ein einziges und vielleicht oft sekundäres Merkmal abzustellen, um so mehr, als es charakteristische Eugeosynklinalen ohne Vulkanite gibt und anderseits einzelne Lagergänge, submarine Ergüsse oder Tufflagen auch in Miogeosynklinalen auftreten können. Aber die bezeichnenden präorogenen Vulkanite sind doch eindeutig in der Eugeosynklinale beheimatet. Ihr Chemismus und ihre Lagerungsform variieren allerdings stark von einem Kettengebirge zum andern und auch innerhalb eines Faltengürtels. In vielen älteren Geosynklinalen sind es mächtige Massen von extrusiven Laven, Tuffen, Tuffiten und Agglomeraten. Für die basischen und ultrabasischen alpinen Ophiolithe wird großenteils intrusive Natur angenommen, und sie sollen sogar im Zusammenhang mit frühen Faltungsphasen und längs Schubbahnen eingedrungen sein. Die geologischen Feldbeweise hierfür sind aber nicht eindeutig. Kissenlaven, Tuffe und vulkanische Breccien weisen auch hier in vielen Fällen auf Ergüsse hin. Der Aufstieg der alpinen Ophiolithmagmen erfolgte hauptsächlich in der Kreide, zu einer Zeit, als die granitische Kruste unter den Geosynklinaltrögen stark ausgedünnt war. Man kann sich diesen Aufstieg natürlich zwangloser im Gefolge eines Zerrungsmechanismus als eines beginnenden Zusammenschubes vorstellen.

Ist die Eugeosynklinale einerseits durch besondere Gesteinstypen – ophiolithische Vulkanite, pelagische Kieselgesteine und pelagische Kalke, Grauwacken und Tonschiefer sowie submarine Breccien – charakterisiert, so stellt anderseits die *extreme Mobilität* der Erdkruste in ihrem Bereich vielleicht das entscheidende Merkmal dar. Sie wirkt sich in einer minimalen räumlichen Ausdehnung und einer minimalen zeitlichen Permanenz der paläogeographischen Elemente (Schwellen und Tröge) aus.

In den Schelfregionen außerhalb der Faltengebirge ist die Fazies gleichalteriger Ablagerungen oft erstaunlich konstant. Küstenlinien und Riffbauten bringen wohl etwas Abwechslung ins Bild, aber dünne Horizonte lassen sich manchmal über Hunderte von Kilometern hinweg verfolgen. In vielen Becken unterliegt selbst die Mächtigkeit der einzelnen Bänke nur geringfügigen Schwankungen. Gleichzeitig sind die paläogeographischen Konfigurationen sehr langlebig; Becken- und Schwellenregionen dauern über Hunderte von Jahrmillionen an oder werden doch immer wieder reaktiviert.

Schon in den Miogeosynklinalen ändern sich diese Verhältnisse. Fazies und Mächtigkeit einer Formation sind viel stärkeren Schwankungen unterworfen. Die Faziesänderungen gehen in vielen Fällen kontinuierlich vor sich. Wo plötzliche Fazies- und Mächtigkeitssprünge existieren, können sie oft auf Bewegungen längs Bruchflächen während der Sedimentation zurückgeführt werden.

In den eugeosynklinalen Gürteln der Erdoberfläche erreichen paläogeographische Gliederung und paläogeographische Peripetien ihr höchstes Maß. Es tritt eine sehr ausgeprägte Aufteilung in Teiltröge und Teilschwellen ein, welche beide in der Längsachse der Geosynklinale, oft

aber auch etwas schief dazu, verlaufen. Die Längserstreckung dieser Zonen ist oft sehr bedeutend, wenn auch nicht unbegrenzt; ihre Breite dagegen viel geringer. Freilich ist es wegen der sehr starken transversalen Krustenverkürzung und der longitudinalen Dehnung oft schwierig, die ursprüngliche Umgrenzung paläogeographischer Einheiten festzustellen. Aber auch innerhalb einer einzigen Decke, wo sicher keine Beobachtungslücken vorliegen, kann sich die Ausbildung einer Schichtreihe auf wenige Kilometer Distanz senkrecht zum Streichen des Gebirges von Grund auf verändern, so daß man kaum einen Horizont wiedererkennt. Die Schwellenzonen waren zeitweilig submarin, zeitweilig reichten sie auch über den Meeresspiegel hinaus und trugen oft Vulkane. Über ihre tektonische Natur existieren verschiedene Ansichten. Diejenigen in der alpinen Geosynklinale wurden von EMILE ARGAND als Decken in statu nascendi interpretiert, als Stirnen von unter Tangentialdruck vorrückenden Großschuppen. Diese Hypothese einer bis ins ältere Mesozoikum zurückreichenden *Embryonaltektonik* würde bedeuten, daß in der Geosynklinale schon während oder kurz nach ihrer Entstehung kompressive Wirkungen aktiv gewesen wären. Wir haben in einigen Arbeiten darzulegen versucht, daß diese geniale Theorie nicht mit den beobachteten Tatsachen in Einklang zu bringen sei. Vielmehr scheinen Tröge und Schwellen während der frühen Geosynklinalphasen weitgehend durch bruch- und flexurartige Störungen begrenzt zu sein, und es herrschten Vertikalbewegungen vor, die eher auf Zerrung als auf Zusammenschub hinweisen. Dies ist auch in fast allen andern Kettengebirgen der Fall.

Neben dieser intensiven Quergliederung der Geosynklinale durch Schwellen und Inselkränze ist auch die Nichtpermanenz der paläogeographischen Elemente bezeichnend, in welcher sich die außerordentliche Mobilität der Erdkruste spiegelt. Besonders in den Alpen sind die Tröge und Schwellen relativ ephemere Erscheinungen. In bezug auf die Beweglichkeit des paläogeographischen Bildes stellt die alpine Geosynklinale wohl einen Extremfall dar; in ihr konnten sich auch nicht wie anderswo viele Kilometer dicke Sedimentfolgen anhäufen, da bereits abgelagerte Formationen immer wieder lokal herausgehoben und zerstört wurden. Die Geosynklinale frißt ihre eigenen Kinder, die aus ihr hervorgegangenen internen Hochzonen, welche in den früheren Stadien horstartigen, in den späteren falten- oder schuppenartigen Bau aufweisen. Das detritische Material der Eugeosynklinalserien, namentlich auch der Flyschbildungen, welche die Endphase der Geosynklinale charakterisieren, stammt zum allergrößten Teil von solchen internen Rücken.

Während große Sedimentmächtigkeiten *das* Kennzeichen miogeosynklinaler Schichtfolgen sind, ist dies für die Eugeosynklinalen nicht so unbedingt der Fall. Zwar finden sich auch hier viele Kilometer dicke Schiefer-, Grauwacke- und Vulkanitserien; aber dicht daneben sieht man Streifen mit äußerst kümmerlicher Sedimententwicklung, sei es, weil große Teile der Serie vororogenen Erosionsphasen zum Opfer fielen oder weil die Ablagerungsgeschwindigkeit in Tiefseetrögen oder auf submarinen Schwellen außerordentlich reduziert war. Miogeosynklinalen

sind, wie gesagt, oberflächenmorphologisch gar nicht erkennbar; Eugeosynklinalregionen mögen ein Bild bieten, wie es heute in den kleinen Sundainseln oder den Molukken zu sehen ist.

Typische Miogeosynklinale und typische Eugeosynklinale sind zwei deutlich verschiedene paläogeographische Erscheinungen. Aber es gibt ebensoviel Übergänge zwischen den beiden Arten von Trögen mit labilem Untergrund, und eine scharfe Abgrenzung kann nur ganz willkürlich gezogen werden. In den meisten Meeresbecken, aus denen Kettengebirge hervorgegangen sind, bilden die Miogeosynklinalen mehr oder weniger breite Gürtel zwischen der Eugeosynklinale der Kernzone und den Schelfmeeren oder dem Kontinentalgebiet des Vorlandes; sie können auf einer oder auf beiden Seiten der Kernzone ausgebildet sein. Der Übergang in die zentrale Eugeosynklinale kann ganz graduell sein, oder es kann eine Schwellenzone eine mehr oder weniger deutliche Trennung bilden. Außerdem sind die beiden Arten von Geosynklinalen raumzeitlich nicht stabil. Besonders in der Endphase der Vorgeschichte eines Kettengebirges, zur Zeit der ersten Faltungsphasen, verlagern sich die Einzeltröge sehr rasch, und ein Gebiet, das sich vordem als Miogeosynklinale oder gar als stabiles Vorland verhalten hatte, nimmt nun ebenfalls mächtige eugeosynklinale Sedimente vom Flyschtypus auf.

Diese Beziehungen lassen eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennen; aber es wäre eine grobe und unstatthafte Simplifikation, etwa ein Schema für die Vorgeschichte *aller* Kettengebirge aufstellen zu wollen. Vorgeschichte wie Struktur verleihen vielmehr jedem Faltengürtel seinen besonderen Charakter. Wenn wir im folgenden einen außerordentlich kondensierten und vereinfachten Überblick über die Vorgeschichte der *französischen und schweizerischen Alpen* geben möchten, so soll dies nicht bedeuten, daß diese Vorgeschichte als Muster für diejenige anderer Ketten dienen soll; die alpine Geosynklinale repräsentiert, wie gesagt, einen Sonderfall oder zumindest einen Extremfall. Doch zeigt sie auf engem Raum die außerordentlich verschlungenen Zusammenhänge, welche zwischen den verschiedenen Typen von Sedimentationsräumen innerhalb einer Großgeosynklinale existieren können.

Das ehemals 500 bis 800 km breite Gebiet, aus dem die späteren Alpen entstehen sollten, wurde, wie ganz Mittel- und Südeuropa, im jüngeren Paläozoikum gefaltet. Die Hauptphase dieser *herzynischen Bewegungen* fand hier wahrscheinlich zwischen Unter- und Oberkarbon statt. Wie jede Faltung, bewirkte auch diese Störungen des isostatischen Gleichgewichts, welche durch den Einbruch von grabenartigen Senken auf dem jungen Faltengebirge kompensiert wurden. In diesen postorogenen Bruchgräben oder Taphrogeosynklinalen lagerten sich mächtige, meist kontinentale Schuttmassen oberkarbonen und permischen Alters ab. Sie erlitten eine weitere Faltungsphase während der Permzeit; auch große Granitmassen dürften in diese letzte herzynische Phase zu stellen sein. Bis hierher unterscheidet sich die Geschichte des alpinen Sedimentationsraumes wohl nicht von derjenigen der umgebenden Gebiete.

Absenkung und Auffüllung der meisten dieser kontinentalen Tröge endete mit der permischen Faltung. Einige von ihnen persistierten bis in die *Trias*, wobei in der Untertrias meist reine Quarzsandsteine, in der Mitteltrias mächtige Kalke und Dolomite gebildet wurden – eine Abfolge, die auch in andern «interorogenen» Miogeosynklinalen dieser Art häufig zu finden ist. An der Wende Mitteltrias/Obertrias bahnte sich eine völlige Umstellung des paläogeographischen Bildes an. Es lassen sich die ersten alpinen Bauelemente erkennen, im besonderen die spätere piemontesische (südpenninische) Geosynklinale, vorerst allerdings nur in Form einer ganz flachen Einmuldung, welche geringmächtige lagunäre und Seichtmeersedimente erhielt. Überhaupt war das triadische Relief außerhalb einiger Zonen in den Ost- und Südalpen außerordentlich flach, und diese Periode stellt eindeutig eine Ruhe- und Übergangszeit zwischen herzynischem und alpinem Zyklus dar.

Das eigentliche alpine Geosynklinalstadium setzt erst im Verlauf des unteren *Jura*, des Lias, ein. Es entstehen nun zwei große Geosynklinaltröge. Der äußere, nördliche davon läuft schief zu den tektonischen Leitlinien, aus dem Gebiet der höheren helvetischen Decken der Glarner Alpen in dasjenige der tiefhelvetischen Einheiten der Westschweiz und in die subalpinen Ketten des Dauphiné. Der Nordrand dieses Troges ist durch normale, antithetische Flexuren und Verwerfungen gegeben und weist also typische Zerrungserscheinungen auf. Ebenfalls in der Obertrias und im Lias wurde die zentrale, mittel- bis eventuell südpenninische Schwelle des Briançonnais ausgebildet, eine zirka 50 km breite, horstartige, schief durch die Geosynklinale ziehende Plattform. Einwärts davon lag ein steiler Bruchrand, der die Schwelle gegen die piemontesische Geosynklinale abgrenzte. In dieser kamen etwa 1500 m (?) tonig-kalkig-sandige Bildungen, die heutigen Schistes lustrés, zum Absatz; einige Vulkanite darin sind vielleicht schon liasischen Alters. Die Meerestiefe war zu Anfang noch gering; erst vom Mittellias an wurde der Grund des Beckens durch die immer stärker werdende Subsidenz in bedeutendere Tiefen versenkt.

Diese Phase ziemlich intensiver, vorwiegend detritischer Sedimentation, mit Schüttung bedeutender, großenteils schiefriger Ablagerungen in zwei Gürteln, dauert noch im Mitteljura an. Sie wird gegen Ende des Mitteljura durch ein leptogeosynklinales Stadium abgelöst, das dem Maximum der Meerestiefe entspricht. In der piemontesischen Eugeosynklinale und im Bereich der heutigen ostalpinen Decken kommen geringmächtige Tiefseeablagerungen (Radiolarite und pelagische Kalke) zum Absatz; auch in weiten Gebieten des westlichen Mittelmeerraumes sind diese Gesteine sehr verbreitet, so daß hier wohl eine Zeitlang fast ozeanische Verhältnisse geherrscht haben mögen. In der helvetischen, nord- und mittelpenninischen Zone der Alpen war die Meerestiefe geringer; auch hier trat die detritische Sedimentation zur Oberjurazeit in den Hintergrund, und es wurden hauptsächlich Kalke gebildet.

Im Verlauf der *unteren Kreide* tritt die Geosynklinale in ein kritisches Stadium ein. Eine Miogeosynklinale, in der sich mächtige kalkig-

mergelige, zyklisch gegliederte Sedimente seichten bis mäßig tiefen Wassers anhäufen, nimmt den Raum der helvetischen Decken und der subalpinen Ketten ein. Südöstlich davon liegt ein in Graubünden um 200 km breiter, in den Westalpen viel schmälerer Trog, der vorwiegend detritische Sedimente in einer Dicke von mehreren Kilometern aufnimmt. Es sind dies die nordpenninischen Bündnerschiefer sowie die Ferret-Schiefer des Wallis, welche bereits Anklänge an Flyschfazies aufweisen, zum Teil aber nachweisbar in seichtem Wasser gebildet worden sind. Im innern (südlichen) Teil dieser Geosynklinale wurden ophiolithische Magmen gefördert. In der piemontesischen Geosynklinale setzten sich weiterhin dünne Tiefseebildungen ab. Die mächtigen Ophiolithemissionen dieses Gürtels scheinen ebenfalls großenteils in der Unter- oder Mittelkreide erfolgt zu sein.

Normale Seichtwasserablagerungen von *Oberkreide*-Alter fehlen dem helvetischen und penninischen Bereich, wo zwei Streifen mit pelagischer Kalk- und Mergelfazies mäßiger Meerestiefe und zwei Tröge mit Flyschfazies (im Nordpenninikum einerseits, im Hochpenninikum und Unterostalpin anderseits) existieren. Die innerpenninische Briançonnais-Schwelle hat ihre Individualität verloren und ist in einem viel breiteren Gürtel aufgegangen, der durch die pelagischen Mergelkalke der Couches Rouges gekennzeichnet ist; dies spricht entschieden gegen ihre Natur als Decken-Embryo, da sich ein solcher mit dem Herannahen der Faltungsphasen doch eher hätte verstärken müssen. Weiter im SE, in den höheren ostalpinen Decken, ist die Entwicklung bereits viel weiter gediehen, und die Molassebildungen der Gosau liegen diskordant über erodierten Schubdecken.

Im *älteren Tertiär* (Paläozän, Eozän und unterstes Oligozän) greift die Flyschfazies auch auf das Helvetikum und das Mittelpenninikum über. Auffallenderweise findet sich in einem gegebenen Profil stets die Folge normale Seichtwasserbildungen–pelagische Sedimente–Flysch; die Eintiefung der Flyschtröge ist also der Schüttung mächtiger detritischer Sedimente vorausgegangen. Die oberkretazischen und alttertiären Flyschtröge sind viel zahlreicher und kleiner als die älteren Sedimentationsbecken und von diesen weitgehend unabhängig. Unter sich weisen sie erhebliche Unterschiede in bezug auf Alter und Ausbildung der Sedimente auf, so daß eine allgemein gültige Definition des Flyschbegriffes auf Schwierigkeiten stößt. Es handelt sich meist um einen Wechsel von siltigen Schiefertonen bzw. Schiefermergeln mit schlecht sortierten, feldspatreichen Kalksandsteinen oder seltener Grauwackensandsteinen. Die Sandsteine zeigen oft Graded Bedding, und Turbiditätsströme spielten zweifellos bei ihrer Entstehung eine große Rolle. Die Komponenten der grobdetritischen Gesteine sind schlecht sortiert und schlecht oder ungleich gerundet; viele Flyschbreccien sind das Produkt submariner Murgänge. Kalke sind selten und nur durch sehr feinkörnige, fossilleere Typen vertreten, deren Entstehung ein heute noch ungelöstes Rätsel darstellt. Charakteristisch ist die Abwesenheit einer autochthonen schalentragenden Bodenfauna. Die Flyschbildungen sind rasch, in ziem-

lich tiefen Meeren mit normalem Salzgehalt, zwischen schmalen, tektonisch aktiven Schwellenzonen abgelagert worden; sie entsprechen der Endphase der alpinen Geosynklinale und leiten von den präorogenen zu den synorogenen Bildungen über. Die schmalen Schwellenzonen der Oberkreide- und Alttertiärzeit zeigen einen andern Bau als die mesozoischen Hochzonen; ihre Anlage dürfte auf die beginnende Kompression zurückzuführen sein, und einige von ihnen mögen effektiv embryonale Deckenstirnen sein.

Flysch ist ein Berner Oberländer Lokalausdruck, der mit der Zeit in den Alpen eine bestimmte, oben skizzierte Bedeutung erhalten hat. Der Name wird heute auf viele, z. T. recht andersartige und andersalterige Bildungen verschiedener Gebirge übertragen, was nicht immer glücklich ist. Wohl ist die Flyschfazies in ihrer charakteristischen Ausbildung unverkennbar; aber es ist unmöglich, sie nach unten gegen die «jüngeren», unterkretazischen Bündnerschiefer und nach oben gegen die untere Meeresmolasse scharf abzugrenzen. Auch können sich flyschfremde Gesteinstypen, wie z. B. kreuzgeschichtete Quarzsandsteine, in eine ansonst typische Flyschfolge einschalten.

Im Verlauf des Eozäns und Oligozäns werden die Flyschtröge durch die fortschreitende Faltung immer weiter alpenauswärts, nach Norden verdrängt und aufgefüllt. Zuletzt bleibt nur noch ein schmaler, brackischer Meeresschlauch in der subalpinen Molasse übrig, der schließlich durch die Deltas der aus den aufsteigenden Alpen herunterfließenden mitteloligozänen Flüsse zugeschüttet wird. Die fast rein detritischen, synorogenen Molassebildungen kontinentaler oder marin-brackischer Fazies erfüllen in gewaltiger Mächtigkeit die Vorlandsenke außerhalb des Alpenkörpers. Die Geschichte dieser Exogeosynklinale gehört aber nicht mehr zur Vorgeschichte des Gebirges, da sie sich während und nach den wichtigsten Faltungsphasen abgespielt hat.

Wir haben die Vorgeschichte der Westalpen durch einen verkehrten Feldstecher betrachtet; aber selbst aus diesem verstümmelten Schema dürfte die außerordentlich komplexe Verschachtelung der verschiedenen Geosynklinaltypen in Zeit und Raum hervorgehen. Ähnliche und doch wieder in jedem Fall eigentümliche Evolutionslinien zeigen die andern großen Kettengebirge der Erde.

Von der ersten Anlage der Geosynklinale bis zur Auffaltung des Kettengebirges führt ein langer und durchaus nicht immer gerader Weg. Die Geschichte eines Gebirges beginnt viele, meist Hunderte von Jahrmillionen vor dem Einsetzen des orogenen Zusammenschubes und vor der morphologischen Heraushebung. Die erste Einsenkung des Troges ist offenbar in erster Linie autonom; sie geht vielleicht auf eine Verdünnung der granitischen Kruste von unten her, durch subkrustale Erosion, zurück. Zwischen zwei orogene Zyklen schaltet sich meist eine längere Ruhepause und neutrale Zeit (Trias der Alpen) ein, so daß die Entstehung der Geosynklinale kaum auf dem isostatischen Ausgleich von Schwerestörungen im Gefolge einer vorhergehenden Orogenese (Hsu) beruhen kann. Die Existenz leptogeosynklinaler Schichtfolgen

beweist das aktive, von der Sedimentlast weitgehend unabhängige Absinken des Untergrundes. Während des größeren Teils der geosynklinalen Vorgeschichte waren Zerrungskräfte am Werk, und erst gegen Ende dieser Vorgeschichte, in der Flyschphase, setzt der Zusammenschub, setzen die Kompressionskräfte ein, welche dann schließlich zu der Hunderte von Kilometern betragenden Krustenverkürzung führen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß zwischen der geosynklinalen Vorgeschichte und dem eigentlichen Faltungsprozeß eine sehr enge Kausalbeziehung besteht. Das soll nicht heißen, daß die Einsenkung der Geosynklinale etwa die «Ursache» der späteren Faltung und Hebung gewesen sei; vielmehr sind Subsidenz, Faltung und Hebung drei Phasen *eines* Vorganges, dessen Ursachen viel tiefer liegen. Zur Deutung dieses Vorganges kann der Stratigraph nichts direkt beitragen; er überläßt das Feld dem theoretischen Tektoniker, dem Geophysiker, dem Petrologen und Geochemiker. Er darf aber fordern, daß eine gültige Theorie über die Ursachen und den Mechanismus der Gebirgsbildung auch eine Erklärung für die Entstehung und die Entwicklung der Geosynklinalen liefere. Und sehr viele der zahllosen Hypothesen versagen in diesem Punkt.

Es kann nicht unsere Sache sein, in diese Grundfragen der allgemeinen Geologie einzudringen. Aber das Studium der gefalteten Sedimentserien in den Kettengebirgen, die nicht immer einfache, für den Beteiligten außerordentlich spannende Analyse ihrer Vorgeschichte, wird dem Theoretiker vielleicht einen wichtigen Beitrag zur Deutung des Phänomens der Gebirgsbildung in die Hand geben. Hier ging es ja nur darum, einen Eindruck von den zahlreichen und komplexen Problemen zu vermitteln, die das Baumaterial der großen Gebirge dem Geologen stellen kann.

1. Sektion für Mathematik

Sitzung der Schweizerischen Mathematischen Gesellschaft

Sonntag, den 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr G. VINCENT (Lausanne)
Sekretär: Prof. Dr. H. JECKLIN (Zürich)

1. J. RIGUET (Adliswil). – *Graphes catégoriques et structures locales*[1].

2. S. PICCARD (Neuchâtel). – *Les groupes abéliens associés à certains groupes.*

I. Soit G un groupe multiplicatif non libre défini par un ensemble E d'éléments générateurs et une famille F de relations fondamentales qui les lient. Supposons qu'il existe un entier $n \geqq 2$ et un sous-ensemble E^* de E, dont chaque élément figure au premier membre de l'une au moins des relations $f = 1$ de la famille F, tel que le premier membre f de toute relation $f = 1$ de la famille F est de degré congru à 0 modulo n par rapport à chacun (par rapport à l'ensemble) des éléments de E^* qui figurent dans l'expression de f. Nous disons que le groupe G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à chacun (par rapport à l'ensemble) des éléments de l'ensemble E^*. On peut alors associer au groupe G un groupe abélien dont les éléments sont des classes d'éléments de G et ce groupe abélien fournit des renseignements sur la structure du groupe G.

Supposons, pour fixer les idées, que G est fini d'ordre N. Soit $E = \{a_1, a_2, \ldots, a_k\} = E^*$ et supposons que G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à chacun des éléments de l'ensemble E. On peut alors décomposer l'ensemble des éléments de G en n^k classes d'équivalence comme suit.

Soient $i_1, i_2, \ldots, i_k$ k entiers dont chacun est compris entre 0 et $n-1$ et soit a un élément quelconque de G. a peut être obtenu par composition finie des éléments de E. Soit $a = \varphi(a_1, a_2, \ldots, a_k)$. Nous disons que a est de classe $M_{i_1 i_2 \ldots i_k}$ si φ est de degré $\equiv i_u \pmod{n}$ par rapport à a_u, quel que soit $u = 1, 2, \ldots, k$. Nous appelons produit de deux classes $M_{i_1 i_2 \ldots i_k}$ et $M_{j_1 j_2 \ldots j_k}$ l'ensemble des éléments de G de la forme ab, $a \in M_{i_1 i_2 \ldots i_k}$,

[1] Erscheint in «L'Enseignement Mathématique».

$b \in M_{j_1 j_2} \ldots j_k$. Ce produit est à son tour une classe $M_{l_1 l_2 \ldots l_k}$, telle que $l_u \equiv i_u + j_u \pmod{n}$ quel que soit $u = 1, 2, \ldots, k$. Avec cette loi de multiplication qui est commutative, les classes M forment un groupe abélien Γ associé au groupe G. Toute classe M contient, avec chaque élément a de G la classe entière des éléments de G conjugués à a. Le groupe G ne saurait être engendré par moins de k éléments, autrement dit le système générateur E est minimum. Si le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chaque élément d'un de ses systèmes générateurs, il jouit de la même propriété par rapport à chacun de ses systèmes générateurs minima et les classes M définies ci-dessus ont un caractère intrinsèque. Quel que soit le sous-groupe γ du groupe Γ, la réunion des éléments de G faisant partie des classes M qui constituent les éléments du groupe γ, est un sous-groupe invariant de G. Le nombre des sous-groupes invariants de G est donc non inférieur au nombre total des sous-groupes du groupe Γ. Si le groupe G est d'ordre fini N, chaque classe M comprend N/n^k éléments, N est un multiple de n^k. L'ordre r de toute classe $M_{i_1 i_2 \ldots i_k}$ considérée comme élément de Γ est égal à n/d, où d est le plus grand commun diviseur des nombres $n, i_1, i_2, \ldots, i_k$. Le groupe Γ est à base minimum d'ordre k. Le nombre total des systèmes générateurs minima (bases) de G est $\leqq [(N/p_1^k)^k]\,(p_1{}^k - 1) \ldots (p_1{}^k - p_1{}^{k-1})/n!$, où p_1 est le plus petit diviseur premier de n. Tout groupe abélien G d'ordre fini jouit de la propriété $P \pmod{a_1}$ par rapport à tout élément de chacun de ses systèmes générateurs minima, a_1 désignant le plus petit des invariants du groupe G. Il existe, pour tout entier $n \geqq 2$, des groupes non abéliens à un nombre fini d'éléments générateurs qui jouissent de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chaque élément de tout système générateur minimum.

Quel que soit l'entier $n \geqq 2$, il existe un groupe *non abélien* de transformation des entiers positifs (d'ordre infini) défini par deux éléments générateurs a et b liés par les seules relations fondamentales $a^n = 1$, $b^n = 1$. Un tel groupe jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun de ses deux éléments générateurs a et b. Tel est, par exemple, le groupe G engendré par les deux transformations a et b suivantes, où nous posons pour abréger $l_1 = n$, $l_k = l_{k-1} + n\ (n-1)^{k-1}$, $k = 2, 3, \ldots$; a comprend le cycle $(1, 2, \ldots, n)$ ainsi que l'ensemble des cycles $(l_{2i-1}+1, l_{2i}+1, l_{2i}+2, \ldots, l_{2i}+n-1)$, $(l_{2i-1}+2, l_{2i}+n, \ldots, l_{2i}+2\,(n-1))$, $\ldots$, $(l_{2i}, l_{2i+1}-n+2, l_{2i+1}-n+3, \ldots, l_{2i+1})$, $i = 1, 2, 3, \ldots$, et b se compose des cycles $(1, l_1+1, l_1+2, \ldots, l_1+(n-1))$, $(2, l_1+n, \ldots, l_1+2(n-1))$, $\ldots$, $(l_1, l_2-n+2, l_2-n+3, \ldots, l_2)$ ainsi que de l'ensemble des cycles $(l_{2i}+1, l_{2i+1}+1, \ldots, l_{2i+1}+n-1)$, $(l_{2i}+2, l_{2i+1}+n, \ldots, l_{2i+1}+2(n-1))$, $\ldots$, $(l_{2i+1}, l_{2i+2}-n+2, l_{2i+2}-n+3, \ldots, l_{2i+2})$, $i = 1, 2, 3, \ldots$ Toutes les transformations a^{i_1}, $b^{j_1}a^{i_1}$, $a^{i_2}b^{j_1}a^{i_1}$, $b^{j_2}a^{i_2}b^{j_1}a^{i_1}$, $\ldots$, où $i_1 = 1, 2, \ldots, n$ et $j_1, i_2, j_2, \ldots$ prennent l'une des valeurs $1, 2, \ldots, n-1$, sont en effet distinctes et on a $ab \neq ba$, quel que soit $n \geqq 2$.

II. Supposons maintenant que G est un groupe multiplicatif libre ayant un nombre fini d'éléments générateurs libres $a_1, a_2, \ldots, a_k$. Un tel groupe, pour autant qu'il n'est pas cyclique, possède une infinité de systèmes générateurs formés, chacun, de k éléments libres, systèmes que

nous appelons *bases* de G. Soit $A = \{a_1, a_2, ..., a_k\}$ une base quelconque de G et soit n un entier quelconque $\geqq 2$. Nous allons répartir les éléments de G en classe d'équivalence $M_{i_1 i_2 \ldots i_k}$ comme suit. Soit a un élément quelconque du groupe G. Il peut être obtenu par composition finie des éléments de la base A et cette composition, par l'utilisation éventuelle de relations triviales résultant des axiomes de groupe, peut se mettre de façon unique sous la forme réduite 1) $a = a_{i_1}^{j_1} a_{i_2}^{j_2} \ldots a_{i_l}^{j_l}$, où $j_1, \ldots, j_l$ sont des entiers quelconques $\neq 0$ si $l > 1$, $a_{i_1}, a_{i_2}, \ldots, a_{i_l}$ sont des éléments pas nécessairement distincts de la base considérée, $l \geqq 1$ et, si $l > 1$, $a_{i_m} \neq a_{i_m+1}$, quel que soit $m = 1, 2, \ldots, l-1$. D'après les hypothèses faites sur la base A d'un groupe libre, a peut se mettre de façon unique sous la forme 1). Nous dirons que l'élément a fait partie de la classe $M_{i_1 i_2 \ldots i_k}$, où $i_1, i_2, \ldots, i_k$ sont des nombres de l'ensemble $\{0, 1, \ldots, n-1\}$ si le second membre de l'égalité 1) est de degré $\equiv i_u \pmod{n}$, $u = 1, 2, \ldots, k$. On répartit ainsi l'ensemble des éléments de G en classes M d'égale puissance et chacune des classes M contient, avec un élément a de G, la classe entière des éléments de G conjugués à a. Les classes M sont indépendantes de la base choisie, elles forment un groupe associé à G, avec la loi de composition définie comme pour les classes M des groupes non libres jouissant de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chaque élément d'un système générateur minimum. Il s'ensuit qu'on peut décomposer d'une infinité de façons différentes le groupe G en classe d'équivalence, qu'on peut lui associer une infinité de groupes abéliens, qu'il possède une infinité de sous-groupes invariants, etc. Des méthodes analogues s'appliquent à l'étude de la structure de tous les groupes libres.

3. Johann Jakob Burckhardt (Zürich). – *Zum mittelalterlichen Rechnen in der Schweiz* (mit Lichtbildern).

Es werden die folgenden drei Funde besprochen :

1. Ein Exemplar des Bamberger Rechenbuches 1483 von Ulrich Wagner aus dem Besitz der Zentralbibliothek Zürich. Neben demjenigen in Zwickau ist dies das zweite bekannt gewordene vollständig erhaltene Stück. Es wird insbesondere auf das Vorkommen sowohl der alten als auch der neuen Formen der Ziffern 4 und 5 sowie auf den Ausdruck «Galei» für Division hingewiesen.

2. Aus dem Codex 830 der Stiftsbibliothek St. Gallen wird Seite 310 gezeigt. Diese enthält ein bisher nicht bemerktes Einmaleins für die Apices. Dieses ist im Unterschied zu einem ähnlichen aus Clm 14137, fol. 173^r (M. Curtze, «Centralblatt für Bibliothekswesen», XVI. Jahrg., Leipzig 1899) völlig fehlerfrei. Die Form der Apices weicht nur unbedeutend von derjenigen in Clm 14137 ab.

3. Aus Cod. Bern 250 wird fol. 1^r gezeigt, worauf sich ein vollständiges Gerbertsches Rechenbrett befindet, das in der Literatur bisher nicht erwähnt wird. Es ist mit «Gerbertus Latio Numeros Abacique Figuras» überschrieben und enthält 27 Kolonnen für die Ganzen von 1

bis 10^{27} und rechts anschließend drei Kolonnen für die Unzen, Scripuli und Calculi. Die erste Zeile enthält die Bezeichnung für die Zehnerpotenzen I, X, C; $\overline{I}, \overline{X}, \overline{C}$; $\overline{MI}, X\overline{MI}, C\overline{MI}$, usw. je in Triaden. Die zweite Zeile enthält die Darstellung dieser Zahlen als Summen zweier Hälften, z. B. $X = VV$, bzw. als Produkte, z. B. $\overline{MI} = X\overline{C}$. Die dritte Zeile endlich enthält die daraus gebildeten Hälften, also z. B. V bzw. $V\overline{C}$. Zuunterst auf der Tafel befindet sich eine sehr vollständige Münztabelle: die Unterteilung des As bis zur Unze und von der Unze über die Duella zur Drachme. Ihr folgen die kleineren Teile, u. a. der Obolus und zum Schluß der Calculus. Die Tafel ist vollständiger als diejenige in Cod. Bern, 299, die A. Nagl veröffentlicht hat (Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, phil. hist. Kl. 116 [1888]). Der Codex wird dem 10. Jahrhundert zugeschrieben, die auf Gerbert weisende Überschrift, die nicht von einer späteren Hand zu sein scheint, weist auf frühestens Ende 10. Jahrhundert (siehe hierzu A. Nagl, S. 917).

Nachtrag. Bei der Korrektur bemerkte ich, daß bereits H. Käfer, «Der Kettensatz», Diss. Zürich 1941, auf Seite 113 das Exemplar des Bamberger Rechenbuches in der Zürcher Zentralbibliothek erwähnt.

4. A. Hæfliger (Genève). – *Sur les projections d'un tore sur un plan*[1].

5. Albert Pfluger (Zürich). – *Eine Bemerkung zur Theorie der quasikonformen Abbildungen.*

Die Abbildung f eines Gebietes D der z-Ebene in die w-Ebene [eine komplexwertige Funktion $f(z)$ auf D] heißt K-quasikonform ($K \geqq 1$), wenn sie in D im Sinne von Tonelli absolut stetig ist, lokal quadratisch integrierbare Ableitungen besitzt und fast überall einer Differentialgleichung $f_{\bar{z}} = \mu(z) \cdot f_z$ genügt, wo $\mu(z)$ komplexwertig, meßbar und $|\mu(z)| \leqq \dfrac{K-1}{K+1}$ ist. Sie ist eine innere Abbildung, und zwar die Zusammensetzung eines K-quasikonformen Homöomorphismus von D in ein Gebiet Δ der ζ-Ebene mit einer in Δ analytischen Funktion $h(\zeta)$. Bekannt ist der folgende Satz über analytische Fortsetzung (*Painlevé*, «Annales de Toulouse», t. 2 [1888], p. 28): Wird ein Gebiet D (der z-Ebene) durch einen rektifizierbaren Jordanbogen C in die beiden Teilgebiete D_1 und D_2 zerlegt und ist eine auf D stetige Funktion in D_1 und in D_2 analytisch, so ist sie im ganzen Gebiet D analytisch. Ob ein richtiger Satz entsteht, wenn man in dem *Painlevé*schen Satz das Wort analytisch durch quasikonform ersetzt, ist m. W. eine nicht gelöste Frage (vgl. *A. Mori*, «On Quasiconformality and Pseudoanalyticity». Trans. Amer. Math. Soc., Vol. 68 [1957], S. 74. Hier wird gezeigt, daß der betreffende Satz richtig ist, wenn die Bildmenge von C keine innern Punkte enthält.)

---

[1] Erscheint in «L'Enseignement Mathématique».

Das Problem könnte jedoch auf den analytischen Fall ($\mu = 0$) reduziert werden, wenn man wüßte, daß die Rektifizierbarkeit von Kurvenbogen gegenüber quasikonformen Homöomorphismen invariant wäre. Dies ist aber nicht der Fall. Es gilt nämlich der Satz: Zu jedem $K > 1$ existiert ein K-quasikonformer Homöomorphismus der Ebene auf sich, der eine Kreislinie auf eine nichtrektifizierbare Jordankurve abbildet. Die quasikonformen Abbildungen, die vieles mit den konformen und den analytischen Abbildungen gemeinsam haben, können also in anderer Hinsicht sehr stark davon abweichen. Sein Beweis ergibt sich durch Kombination der folgenden drei Sätze:

1. Zu jedem $K > 1$ existiert ein K-quasikonformer Homöomorphismus der Kreisscheibe auf sich, wo die induzierte topologische Abbildung der Kreisperipherie nicht absolut stetig ist (A. Beurling and L.V.Ahlfors, «The boundary-correspondence under quasiconformal mappings». «Acta math.», Vol. 96 [1956], S. 125-142).

2. Ist die komplexwertige Funktion $\mu(z)$ in der ganzen Ebene meßbar und ist $|\mu(z)| \leqq \frac{K-1}{K+1}$ für alle z, so existiert ein K-quasikonformer Homöomorphismus $\zeta(z)$ der z-Ebene auf sich mit $\zeta_{\bar{z}} = \mu(z)\,\zeta_z$ fast überall (Ch. B. Morrey, «On the solution of quasilinear elliptic partial equations». Trans. Amer. Math. Soc., Vol. 43 [1938], S. 126–166).

3. Wird der Einheitskreis auf ein Gebiet abgebildet, das von einer rektifizierbaren Jordankurve berandet ist, so ist die Abbildungsfunktion auf der Kreisperipherie eine absolute stetige Funktion des Winkelargumentes (F. und M. Riesz, «Über Randwerte einer analytischen Funktion». IVe Congrès des Math. Scandinaves, 1916, S. 27–44).

6. H. Huber (Basel). – *Eine Anwendung der Funktionentheorie auf geometrische Probleme*[1].

---

[1] Erscheint in «L'Enseignement Mathématique».

2. Sektion für Physik

Sitzung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr J. ROSSEL (Neuchâtel)

1. E. LÜSCHER (Lausanne). – *Ein neuer Vakuum-Monochromator*[1].

2. K. WIELAND (Basel). – *Erfahrungen mit dem Gitter-Spektrometer von Leeds & Northrup bei Absorptionsmessungen an Gasen.*

Seit wenigen Jahren stellt die Firma Leeds & Northrup (Philadelphia) und, neuerdings, auch die Jarrell-Ash Comp. (Massach.) ein über den Wellenlängenbereich 8000 bis 2000 A *registrierendes Gitter-Spektralphotometer* her, das in erster Linie für die quantitative *Emissionsspektralanalyse von Flammen* gedacht ist. Als Ausnahmefall hat der Vortragende das Spektrometer von Leeds & Northrup, das aus Mitteln des Schweizerischen Nationalfonds angeschafft werden konnte, vor allem für quantitative *Absorptionsmessungen von Gasen und Dämpfen* benützt. Über die dabei gemachten Erfahrungen soll hier kurz berichtet werden.

Eine Beschreibung dieses Spektrometers und seiner Eignung für die Untersuchung von Emissionsspektren geben Broida und Shuler (J. Chem. Phys. 20, 168, 1952). Unter Verwendung einer *Gitterreplica von Bausch & Lomb* mit 1220 Strichen pro mm beträgt die lineare Dispersion am Austrittsspalt 11 A/mm in 1. bzw. 5,5 A/mm in 2. Gitterordnung. Scharfe Linien mit einem Wellenlängenunterschied von 0,3 A können in 2. Ordnung noch völlig getrennt und bei Einschalten der langsamsten Gitterrotation in einem Abstand von 1,5 cm registriert werden. Unter Ausnützung eines starken Intensitätsmaximums («blaze») des Gitters bei 5600 A *in 1. Ordnung* wird der sichtbare Spektralbereich (nominell 8100 bis 3700 A) nur in dieser Ordnung registriert. Mit einer Wolframbandlampe als Lichtquelle und einem Glasfilter zur Fernhaltung des ultravioletten Lichtes lassen sich *Absorptionsmessungen von etwa 7000 bis 3700 A* ohne nennenswerte Schwierigkeiten quantitativ ausführen. Allerdings zwingt die sehr ungleiche Intensitätsverteilung mit starkem Maximum bei 5165 A den genannten Bereich in mindestens sechs Stufen von verschiedener Verstärkung zu unterteilen.

---

[1] Erscheint in den «Helvetica Physica Acta» Bd. 31, Heft 6, 1958.

Für *Absorptionsmessungen im ultravioletten Gebiet* ist die *2. Ordnung* (nominell 4050 bis 1850 A) vorgesehen, wobei durch Vorschalten eines Schwarzglasfilters (z. B. *Filter UG5* von Schott) das Licht 1. und 3. Ordnung ferngehalten werden muß. Das bedeutet eine *Begrenzung kurzwelligerseits auf etwa 2400 A*. Mit einer Wasserstofflampe als Lichtquelle erhält man dann eine ziemlich gleichmäßige Intensitätsverteilung von 3700 bis 2700 A. Erst das stark abfallende kurzwellige Ende von 2700 bis 2400 A erfordert eine merklich größere Verstärkung des Photostromes.

Durch Verstellen der geeichten Gitterposition kann jedoch *das ultraviolette Gebiet auch in 1. Gitterordnung* registriert werden, wobei *kein Filter* benötigt wird. Mit der Wasserstofflampe erhält man jetzt ein starkes Intensitätsmaximum bei 2430 A, so daß sowohl der kurzwellige ($\lambda \gtrsim 2200$ A) als auch der langwellige Teil ($\lambda \gtrsim 2700$ A) nur bei stufenweise steigender Verstärkung des Photostromes registriert werden kann. *Bei maximaler Verstärkung* kommt man sogar *bis gegen 1900 A*, also bis ins Gebiet der vom Luftsauerstoff herrührenden Absorptionsbanden.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß mit dem registrierenden Spektrometer von L. & N. ohne große Umstellungen *in 1. Gitterordnung quantitative Absorptionsmessungen in jedem Spektralgebiet zwischen 7000 und 1950 A* ausgeführt werden können, *in 2. Ordnung auch zwischen 3700 und 2400 A*. So haben wir, z. T. mit großer Auflösung, welche die Rotationsstruktur der einzelnen Banden erkennen läßt, die Absorptionsbanden von Gasen und Dämpfen wie J_2 (6000 bis 5000 A), S_2 (3000 bis 2500 A,) CS_2 (3400 bis 3000 A), PbCl (2900 bis 2600 A), O_2 (2000 bis 1900 A) in Abhängigkeit von Druck und Temperatur registrieren können.

Physikalisches Institut der Universität Basel

3. P. Erös (Zürich). – *Zweispiegel-Anastigmat mit konzentrischen Kugelflächen*[1].

4. A. Perrier (Lausanne). – *Energétique générale de l'effet Hall.* – Pas reçu de manuscrit.

5. K. Drangeid (Zürich). – *Aufnahme der Hysteresisschleife von dünnen magnetischen Schichten*[2].

6. v. Ballmos (Zürich). – *Statische und dynamische Eigenschaften einer supraleitenden Sn-Spule im Magnetfeld*[2].

6a. R. Jaggi (Zürich). – *Der Hall-Effekt in Supraleitern*[3].

---

[1] Erscheint in den «Helvetica Physica Acta» Bd. 31, Heft 6, 1958.

[2] Erscheint in «Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik» (ZAMP) 10, Heft 1, 1959.

[3] Erscheint später in den «Helvetica Physica Acta».

6b. H.J. Stocker und O. Vogt (Zürich). – *Magnetische Suszeptibilität der Ge-Si-Mischkristalle*[1].

6c. P. Junod (Zürich). – *Beziehungen zwischen den elektrischen Eigenschaften und der Kristallstruktur von Ag_2S und Ag_2Se*[1].

7. L. Berger (Lausanne). – *Sur la conductivité calorifique des métaux ferromagnétiques*[1].

8. P. Koch (Bern). – *Ein transistorisiertes Mehrkanalsystem zur Registrierung von Vibrationen auf Magnetband*[1].

9. E. Badlinger, P. Santschi und P. Wehrli (Basel). – *Transistorisierter dekadischer Untersetzer mit hohem Auflösungsvermögen*[1].

10. J. Patry (Zurich). – *Sur une équation classique de la dynamique des réacteurs atomiques*[2].

11. R.-M. Berthier (Grenoble). – *Etude sur la théorie de l'électron*[1].

12. J. de Boer, P. Marmier und M. Martin (Zürich). – *Gamma-Winkelverteilungen bei Coulombanregung von einigen g-u-Kernen*[1].

13. J. Rossel et J. Weber (Neuchâtel). – *Sur la réaction K^{40} $(n_{th}p)$ A^{40}*[3].

14. H.-J. Gerrer, M. Brüllmann und D. Meier (Zürich). – *Streuung von 3.27-MeV-Neutronen an Deuteronen*[1].

15. Cl. Bovet, E. Jeannet, J. Rossel et E. Vaucher (Neuchâtel). – *Interaction des neutrons de 300 MeV avec les noyaux Cu, Ag et Pt*[1].

---

[1] Erscheint in den «Helvetica Physica Acta» Bd. 31, Heft 6, 1958.

[2] Erscheint in «Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik» (ZAMP) 10, Heft 1, 1959.

[3] Erscheint später in den «Helvetica Physica Acta».

3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sonntag, den 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr Edm. Guyot (Neuchâtel)
Sekretär: W. Kuhn (Zürich)

1. Theodor Zingg (Weißfluhjoch-Davos). – *Das Raumgewicht der Schneedecke.*

Unter dem Raumgewicht G der Schneedecke versteht man deren Gewicht in kg/m³. G hat neben der Schneehöhe HS und dem Wasserwert HW praktische Bedeutung. Die Kenntnis von G ist für die Berechnung des Schneedrucks auf Lawinenverbauungen nötig.

Das Raumgewicht der Schneedecke ist von einer Reihe von Faktoren abhängig, so daß Beziehungen zwischen den einzelnen Faktoren nur mit langjährigen Meßreihen gewonnen werden können. G ist abhängig von der Art und Menge der Niederschläge, von der Temperatur und damit indirekt auch von der Höhenlage, von der Strahlung und damit auch von der Exposition, ferner von Wind und dem ganzen Witterungsablauf während der Dauer der Schneedecke.

G im Laufe des Winters

G hat zu Beginn der Schneedecke im Mittel einen Wert von 100 bis 150 kg/m³ und wächst bis gegen Ende der Schneedecke auf 400 bis 500 kg/m³ an, 500 kg/m³ relativ selten überschreitend. Sogar die letzten Reste von Schnee im Herbst auf Firnflächen erreichen selten Werte über 550 kg/m³. Entsprechend der kürzern Dauer der Schneedecke in tiefern Lagen wächst G daselbst rascher an als in Hochlagen. Bereits im März erreicht G in allen Hochlagen etwa den Wert von 340 kg/m³.

G in Abhängigkeit von der Schneehöhe

G ist von der Schneehöhe selber abhängig, vor allem zur Zeit des Aufbaus der Schneedecke. Da aber auch hier Temperatur und damit Struktur und Festigkeit eine Rolle spielen, braucht es eine große Meß-

reihe, um die Beziehung zwischen G und HS zu erkennen. Es ergab sich folgende empirisch gewonnene Abhängigkeit von G:

$$G = 150 + k \cdot HS$$

k ist ein Faktor mit folgenden variablen Werten: Frühwinter 0,9, Hochwinter 1,0 und Spätwinter 1,1 bis 1,2. Je älter und mächtiger die Schneedecke, um so größer wird die Streuung der berechneten Werte.

G und Meereshöhe

In dieser Abhängigkeit spiegelt sich unter anderem der Temperatureinfluß wider, ferner der Charakter der Niederschläge und vor allem der Zeitfaktor. Für die mittleren Schneehöhen kann folgendes festgehalten werden: Zu Beginn der Schneedecke in tiefen Lagen hat die hochalpine Schneedecke bereits ein größeres G erreicht, sofern das Einschneien wesentlich früher eingesetzt hat. Im März haben alle Höhenlagen etwa das gleiche G, später bis zum Ausapern in tiefen Lagen bleibt G daselbst größer. Um unabhängig von der Zeit zu sein, wurde die Beziehung zwischen G bei maximaler Schneehöhe in den verschiedenen Meereshöhen untersucht. Die empirische Formel lautet:

$$G_H = 60 + Hm \cdot 11{,}2 \quad (Hm = \text{Höhe in Hektometer})$$

Die Formel besagt, daß man z. B. in 1000 m Meereshöhe zu der dort zu erwartenden maximalen Schneehöhe ein G von 172 kg/m³ berechnet, in 2000 m Höhe 284 kg/m³ und in 3000 m Höhe 396 kg/m³.

Der starke Anstieg des Wertes von G mit der Höhe hängt eng mit der Schneedeckenentwicklung zusammen. In tiefern Lagen hängt die maximale Schneehöhe eng mit zufälligen Großschneefällen zusammen, in Hochlagen verschiebt sich die maximale Schneehöhe in den späten Hochwinter oder gar in den Spätwinter, also in eine Zeit mit bereits erhöhtem Raumgewicht.

Die aufgestellten Beziehungen gelten für den Raum Mittelbünden. Für andere Regionen fehlen leider noch genügend Daten, doch dürften die Abweichungen ± 20 kg/m³ kaum überschreiten. Im Gotthardgebiet dürften die Werte eher etwas höher sein, im Engadin und in den südlichen Walliser Tälern eher etwas tiefer.

2. Max Bouët (Montana-Vermala). – *Note sur le fœhn.*

Des enregistrements anémométriques à Sierre (SAIA, usine de Chippis, 530 m) et des observations parallèles faites à Montana-Vermala (1510 m) mettent en évidence les faits suivants relatifs à la descente du fœhn dans la vallée du Rhône.

a) Le vent d'est à 1500 m est une condition nécessaire, mais non suffisante à l'apparition du fœhn à 500 m. En cas de surpression au sud des Alpes, la probabilité du fœhn d'est-nord-est à Sierre croît rapidement avec la force du vent à 1500 m ; très faible pour les petites vitesses, elle atteint l'unité à partir de 55 km/h environ à ce niveau.

b) La forte variation diurne de la fréquence du fœhn à Sierre (max. vers 16 h) prouve que la diminution de densité de l'air de la vallée et la

disparition de l'inversion nocturne de température sous l'effet du réchauffement diurne contribuent pour une large part à permettre au vent chaud d'atteindre le talweg.

c) Dans la règle, le fœhn à Sierre est précédé d'une brise d'aval ; il y a passage brusque de l'une à l'autre, ou parfois transition de l'ordre du quart d'heure avec azimut rapidement variable (tourbillons).

Une justification détaillée paraîtra ailleurs.

3. A. URFER (Kloten). – *Relations entre vent, humidité relative et brouillard de rayonnement (résultats préliminaires).* – Paraîtra dans «La Météorologie», revue trimestrielle de la Société météorologique de France, Paris.

4. R. SÄNGER et R. CARRERAS (Zurich). – *De l'utilisation d'iodure d'argent radioactif pour l'étude de sa diffusion dans l'atmosphère.*

L'aérosol d'iodure d'argent utilisé comme noyau de congélation dans l'étude de la pluie artificielle et de la lutte contre la grêle, se présente sous une forme très dispersée, les particules ayant un diamètre moyen de l'ordre de 0,04 micron.

Un problème à résoudre pour simplifier l'interprétation des résultats météorologiques obtenus à l'aide de ce corps, est de savoir si celui-ci, étant produit au sol, atteint oui ou non la région de l'atmosphère où il est censé produire son action.

Bien que le phènomène de diffusion d'aérosols dans l'atmosphère puisse être étudié facilement à l'aide de produits fluorescents, comme le sulfure de zinc, et qu'il soit probablement valable d'appliquer les résultats ainsi obtenus à l'iodure d'argent dont les particules sont cent fois plus petites, il a semblé utile de développer un procédé permettant de détecter directement l'iodure d'argent dans l'air, et ce, dans des conditions identiques à celles où il est habituellement employé.

Ce procédé consiste essentiellement à marquer l'AgI au iode ^{131}. La filtration sur papier d'amiante d'une certaine quantité d'air (mesurée par intégration des variations de résistance d'un fil de platine porté au rouge) est effectuée à l'aide d'un avion tournant autour d'un point donné.

Une fois la filtration terminée, la mesure de l'activité du iode contenu dans le filtre se fait en trois temps: séparation chimique, réduction de l'échantillon à un volume minimum, autoradiographie sur plaque nucléaire.

La séparation chimique a pour but d'isoler la radioactivité du iode de celle des nombreux produits radioactifs se trouvant dans l'air. Elle consiste essentiellement à transformer l'AgI* en NaI* soluble puis ce NaI* en AgI*, précipité ne contenant plus que l'activité due au I^{131}. Ce précipité, en présence d'iodure de sodium sera dissous dans de l'acétone. Ainsi, après la phase chimique, la radioactivité qui se trouvait initialement dans une dizaine de mètres cubes d'air, sera concentrée et isolée dans quelques centimètres cubes d'une solution d'acétone.

Le deuxième temps fera passer, par évaporation de cette solution dans un appareil adéquat, à un ordre de grandeur inférieur : l'iodure d'argent actif se trouvera concentré dans un disque de un millimètre de diamètre et de 0,5 mm de hauteur. Ainsi préparé, il est prêt pour la dernière phase, la mesure de l'activité proprement dite.

Pour cela, le disque sera posé sur une émulsion nucléaire (ILFORD G5). Les corpuscules bêta du I^{131} (0,608 MeV 87 %, 0,335 9 %, 0,250 3 %) vont en faire l'image autoradiographique. La période du I^{131} étant de huit jours, on fera une pose de deux semaines. Après le développement, les traces seront comptées au microscope. L'effet zéro dû aux traces pouvant être confondues avec celles du I^{131} peut être réduit suffisament pour permettre la mesure avec une précision d'un facteur 2 ou 3 d'activités de l'ordre de 10^{-14} Curies, ce qui correspond à quelques désintégrations par heure.

Ainsi une émission d'iodure d'argent au sol, correspondant à quelques microcuries par seconde ne présentant aucun danger de pollution de l'atmosphère, sera suffisante pour permettre l'étude de la diffusion des particules d'AgI dans un rayon d'une dizaine de kilomètres autour du générateur et à une altitude de quelques milliers de mètres.

Les données obtenues pour plusieurs points doivent permettre, par l'estimation des constantes et paramètres de diffusion pour les conditions météorologiques et orographiques données, de calculer la concentration de l'iodure d'argent en des points de l'atmosphère où elle est trop faible pour être détectée autrement que par l'effet météorologique produit.

Références

[1] Morton L. Barad and Duane A. Haugen, An Evaluation of Sutton's Hypothesis for Diffusion from a Continuous Point Source, Bull. Amer. met. Soc. 38, 603 (1957).

[2] Glenn R. Hilst. Meteorological Parameters Related to the Diffusion of Stack Gases in Stable Atmospheres, Bull. Amer. met. Soc. 38, 603 (1957).

[3] Chamberlain (Harwell), Diffusions-Messungen von radioaktiven Substanzen. Geophys. Pura e applicata. Milano 1957.

5. P. Kaufmann (Kloten, Wetterdienst Flughafen). – *Ein Projekt zur objektiven Vorhersage.*

Die Ansprüche an die prognostischen Karten des Flugwetterdienstes nehmen mit der Intensivierung des Verkehrs auf den langen Strecken und mit der Umstellung auf den Strahlantrieb zu. Es stehen derzeit drei prognostische Verfahrenstypen zur Verfügung: primitive Advektionsverfahren, die von Fjørtoft ausgehende graphische Prognostik und die numerischen Verfahren. Die verfügbaren Mittel reichen bei uns nicht aus, um nach einer dieser Methoden zu arbeiten. Es wird daher die Möglichkeit untersucht, wie bei beschränktem Einsatz den Bedürfnissen entsprochen werden kann, ohne vollständig vom Auslande abhängig zu werden.

Ein Überblick der Aktivität auf diesem Gebiet zeigt, daß zwei Grundkonzeptionen des prognostischen Problems bestehen. Sie lassen sich mit den folgenden Beziehungen ausdrücken:

$$(1) \qquad \partial p_0 = -\int_{p_0}^{0} \frac{d\eta}{\eta}\, dp$$

und

$$(2) \qquad \partial h_0 = -\Sigma \partial s + \partial H$$

(p_0 = Druckverteilung am Boden, h_0 = Kote der isobaren Fläche: p = 1000 mb, η = abs. Vorticity, s = Schichtdicke, H = hypothet. Obergrenze der Atmosphäre). Von (1) gehen insbesondere die in den westlichen Ländern entwickelten Verfahren aus. Die an sich rein geometrische Beziehung (2) wurde schon 1906 von F.M. Exner prognostisch angewandt, und darauf kam 1940 I.A. Kibel zurück.

Der Verfasser findet es bei den heutigen Umständen lohnend, von der zweiten Konzeption auszugehen. Eine diesbezügliche Untersuchung wird demnächst veröffentlicht.

Die aus der Inhomogenität der Atmosphäre hervorgehenden Schwierigkeiten der einen Richtung bleiben auch der andern nicht erspart. Sie führen zu einer Aufspaltung der Methoden in solche mit modell- und solche mit schichtenmäßiger Erfassung der vertikalen Schichtung im Massen- und Stromfeld. Die modellmäßige Behandlung führt unter Umständen zu einem zweidimensionalen Problem; es ist aber gewagt, die Vertikalverläufe der Temperatur und des Windes a priori festzulegen. Darum wird teilweise die umfangreichere schichtenmäßige Behandlung vorgezogen.

Zu jeder Prognose muß ein Informationsmaterial verarbeitet werden. Eine gewisse Dichte der Beobachtungen in der Horizontalebene ist erforderlich für eine gute Vorhersage. Außerdem spielt die Intensität der Verarbeitung eine Rolle: die Anzahl der Parameter des Modells beziehungsweise der Schichten und der mit dem Formalismus erreichte Grad der Approximation der atmosphärischen Vorgänge tragen das Ihre zur Güte der Prognose bei. Grosso modo kann man die Präzision einer Vorhersagekarte folgendermaßen darstellen:

$$P \approx D \cdot I \cdot A$$

(P = Präsision, D = Beobachtungsdichte, I = Parameter- bzw. Schichtenzahl, A = Grad der formalen Approximation). Demzufolge bleibt zwar ein gewisser Spielraum, was das Verfahren betrifft; der Arbeitsaufwand aber ist der erreichten Präzision proportional. In dieser Hinsicht haben sich die praktischen Möglichkeiten mit dem Einsatz von Rechenautomaten günstiger gestaltet, doch ist uns diese Errungenschaft vorenthalten.

6. JEAN LUGEON et JEAN RIEKER (Zurich). – *Comparaison entre le radiogoniographe à secteur étroit et le radiogoniomètre à rayon cathodique.*

Faisant suite à la Rés. 44 (EC-IV, 1953), «Comparaison des techniques de repérage des parasites atmosphériques (sferics)», de l'Organisation météorologique mondiale, l'Institut suisse de météorologie fit l'acquisition, en décembre 1953, d'un radiogoniomètre à rayon cathodique [1], [2] appelé CRDF. Ce dernier se compose de deux cadres récepteurs perpendiculaires fixes, orientés selon les axes nord-sud et ouest-est. Ils sont connectés par l'intermédiaire d'amplificateurs autonomes à un tube cathodique sur lequel se dessinent les azimuts des sferics.

Nous avons construit un élément spécial lié à une antenne droite verticale, chargé de lever le doute de 180°. Ainsi, les directions des décharges sont lues entre 0° et 360° sans ambiguïté.

Les rayons lumineux longs correspondent à des décharges proches, les plus courts à des décharges lointaines.

Le CRDF est accordé sur 30000 m (10 kc/s) de longeur d'onde.

La description technique du radiogoniographe se lit dans les Annales MZA[3]. Les cadres, au lieu d'être fixes, sont rotatifs et forment un secteur étroit explorant les foyers toutes les minutes.

Notre technique pour comparer les deux appareils consiste à lire au même moment les directions sur le cylindre enregistreur du radiogoniographe et celles photographiées sur le CRDF. La pellicule est exposée pendant 15 minutes devant le tube cathodique. Nous obtenons ainsi des faisceaux angulaires plus ou moins ouverts représentant la direction des foyers. Ce procédé photographique donne une image se rapprochant, quant à l'ouverture de son domaine angulaire, de celle enregistrée sur le cylindre du radiogoniographe, l'effet dispersif en moins. Pour une sensibilité de réception donnée, les décharges proches vues sous un certain azimut couvriront celles, plus éloignées, se produisant sous le même azimut. Une augmentation de la sensibilité du CRDF ne fera qu'augmenter la longueur du rayon lumineux sur l'écran. Donc, par notre méthode photographique faisant intervenir des temps de pose de l'ordre de 15 minutes, un foyer éloigné, riche en décharges, peut être complètement masqué par quelques décharges proches se produisant sous le même azimut.

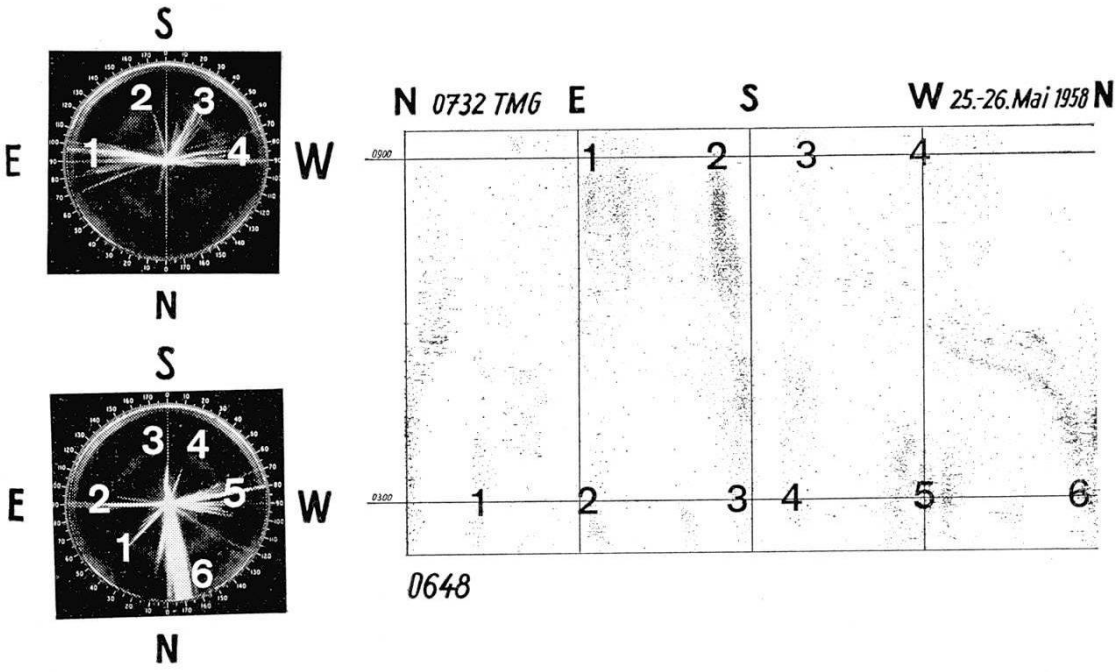
Il y a cependant un moyen de discriminer les deux foyers superposés à l'aide de l'enregistrement du radiogoniographe. Si par exemple le nombre des décharges par unité de temps et la superficie des foyers sont à peu près semblables, la plage imprimée sur le cylindre du radiogonio-

---

[1] C.V. Ockenden. – Sferics. The Meteorological Magazine, 1947. Vol. 76, p. 78 et 79.

[2] F. Horner. – New Design of Radio Direction Finder for Locating Thunderstorms. The Meteorological Magazine, 1954, Vol. 83, p. 137 et 138.

[3] Jean Lugeon. – Le radiogoniographe de la Station centrale suisse de météorologie et son utilisation pour la prévision du temps. Ann. MZA, Zurich, 1939.



A gauche, en noir, sont les photographies – exposées pendant 15 minutes – de l'écran du radiogoniomètre à rayon cathodique. A droite est le diagramme du radiogoniographe à secteur étroit. Les comparaisons des deux instruments ont été faites à 0900 TMG et à 0300 TMG. Les directions azimutales correspondantes sont numérotées en blanc sur les photographies et en noir sur le radiogoniogramme.

graphe est plus large et les points sont moins nombreux pour le foyer proche que pour le foyer éloigné. En outre, la qualité du pointillage est également différente, le foyer proche donnant de gros points ou de petits traits, tandis que le foyer éloigné imprime des colonies de points beaucoup plus ténus. Ainsi, le radiogoniographe supplée bien le CRDF dans le cas particulier. Il en est d'ailleurs de même si trois ou même quatre foyers à distance différents, mais dans la même direction, se superposent sur le diagramme.

L'analyse de quelque mille photographies comparées aux radiogoniogrammes prouve à l'évidence que les azimuts enregistrés ne diffèrent pas. Les deux méthodes présentent leurs avantages et inconvénients, mais en fait se complètent.

7. Jean Lugeon (Zurich). – *Valeur moyenne approximative du gradient de potentiel et de la conductibilité électrique dans la haute atmosphère de Payerne.*

Aux Journées et Intervalles mondiaux de l'Année géophysique internationale, de juillet 1957 à août 1958, 163 radiosondages de la conductibilité électrique de l'air et du gradient de potentiel en V/m, dans la haute atmosphère de Payerne, ont donné les valeurs moyennes approximatives suivantes pour $^{+}\lambda$:

H. m. geop.	PPP	TTT	$x10^{-12}$	V/m
1 000	903	+ 9.9	0.0167	81
2 000	799	+ 4.1	0.0274	49
3 000	705	— 1.7	0.0360	45
4 000	621	— 7.2	0.0460	23
5 000	545	—13.0	0.0403	16
6 000	478	—19.3	0.0470	12
7 000	417	—25.8	0.0611	9
8 000	363	—33.3	0.0772	7
9 000	313	—40.3	0.0963	6
10 000	270	—47.7	0.1202	6
11 000	232	—53.0	0.1463	5
12 000	198	—55.7	0.1773	4
13 000	169	—55.7	0.2137	4
14 000	145	—56.0	0.2512	4
15 000	123	—56.4	0.2664	4
16 000	105	—56.1	0.2783	4
17 000	90	—56.2	0.2924	4
18 000	78	—55.9	0.3010	2
19 000	66	—55.3	0.2925	2
20 000	57	—54.7	0.2969	2
21 000	48	—53.3	0.2694	2
22 000	42	—52.3	0.2785	2
23 000	36	—50.3	0.2793	1
24 000	31	—48.1	0.2525	1
25 000	28	—46.7	0.2448	1
26 000	23	—45.9	0.2373	
27 000	21	—42.6	0.2327	
28 000	18	—41.2		
30 000	11	—54.6	0.3300	
35 000	5	—55.0	0.3200	

La technique utilisée a été décrite dans les «Annales de l'Institut suisse de météorologie»[1] et dans les «Actes de la S.H.S.N.»[2], [3].

Il ressort clairement de ces 163 sondages qu'à partir d'une altitude approximative de 18 km, la conductibilité commence à décroître en fonction de l'altitude. Il y a peut-être une liaison avec la couche d'ozone, comme je le remarquais dans ma note précédente [3].

Quant au gradient de potentiel en volt par mètre, il décroît en moyenne avec une grande régularité, abstraction faite, bien entendu, des basses couches de la troposphère où les hydrométéores y produisent des variations fortes, selon la labilité de l'air, la convection et les précipitations.

---

[1] Jean *Lugeon* et Max *Bohnenblust*. – Radiosondages du gradient de potentiel et de la conductibilité électrique de l'air. Ann. MZA 1957.

[2] Jean *Lugeon*. – Mesures du gradient de potentiel électrique et de la conductibilité de l'air par radiosonde. – Actes S.H.S.N., Bâle, 1956.

[3] Jean *Lugeon*. – Mesures de la conductibilité électrique de l'air dans la couche d'ozone. – Actes S.H.S.N., Neuchâtel, 1957.

Les résultats de radiosondages analogues faits pendant l'Année géophysique internationale à Murchison Bay, au nord du Spitzberg, seront dépouillés au retour des expéditionnaires suisses de l'Année géophysique internationale en 1958.

L'équipement qu'ils ramèneront sera utilisé pour l'exécution de radiosondages simultanés $^{+}\lambda$ et $^{-}\lambda$ à Payerne dès l'hiver 1958, en vue d'obtenir la conductibilité globale λ.

8. Nicolas Oulianoff (Lausanne). – *Répercussion des phénomènes géophysiques sur la sédimentation marine.*

Les roches dont est formée la croûte terrestre appartiennent, d'après les conditions de leur formation à deux catégories : éruptives ou ignées et sédimentaires. Les roches métamorphiques ne comprennent que divers termes produits par les modifications postérieures des roches des deux premières catégories. Les investigations de ces dernières années sont marquées par une tendance évidente d'englober dans la catégorie des roches sédimentaires une proportion de plus en plus grande des roches métamorphiques considérées antérieurement comme provenant des roches ignées. Il faut aussi noter l'augmentation de l'intérêt que suscitent certains problèmes concernant la sédimentation et la formation postérieure des roches sédimentaires.

Je me propose de n'en discuter ici que deux seulement : 1) la compaction des sédiments, soit la première étape de la transformation des sédiments meubles en roche solide ; 2) la présence de couches de sable dans les grandes profondeurs marines et très loin (centaines de km) des rivages.

On imagine diverses causes, à effet mécanique, pour résoudre ces problèmes. Mais aucune ne tient compte des acquisitions de la géophysique concernant le jeu des forces mécaniques qui affectent continuellement le globe terrestre. Ne retenons que trois causes seulement qui font naître les vibrations microséismiques.

1) les tremblements de terre, 2) les marées et 3) les tempêtes. Tenant compte que les impulsions qui provoquent les vibrations de la croûte terrestre se renouvellent fréquemment, notamment plusieurs fois par jour, on peut dire que la vibration de la terre ne s'arrête jamais. Il est évident que les fréquences des vibrations, leurs amplitudes et les effets des interférences éventuelles ne sont pas partout identiques sur la terre.

On considère habituellement que la compaction des sédiments se produit sous la pression des couches sus-jacentes et sous le poids de l'eau du bassin. Cette explication est quelque peu simpliste du fait que l'appareil de la compaction est supposé être de nature statique. Or, il ne l'est pas, car la croûte terrestre se trouve en perpétuelle vibration.

Quelques expériences éclairent l'important rôle de la vibration dans le processus de la compaction des matériaux meubles. Examinons le comportement du matériau, de diverses grosseurs de grains, chargé, dans une éprouvette en verre, à sec et ensuite avec de l'eau, dans les condi-

tions d'immobilité du récipient ou en le soumettant aux vibrations de diverses intensités et de deux espèces : longitudinale et transversale.

Grâce à l'amabilité de M. le prof. J.-P. Daxelhofer (laboratoire d'essais des matériaux pierreux) et de M. le prof. Ch. Haenny (laboratoire de recherches nucléaires) à Lausanne, j'ai pu faire une série d'expériences avec du gravier, du sable et de l'argile.

Toutefois, je tiens à remarquer ici que les expériences au laboratoire, nécessairement simplifiées, ne tiennent compte que de l'effet de facteurs isolés. Par contre, dans la nature, les facteurs actifs sont multiples et, en plus, à chacun d'eux correspond encore un coefficient, inconnu par nous, qui représente la dose, dans laquelle ce facteur participe réellement à l'effet de l'ensemble. Ainsi, les expériences au laboratoire ne peuvent jamais prétendre à reproduire exactement les phénomènes géologiques. Ces expériences aident à comprendre certains aspects du phénomène examiné et ceci qualitativement, mais presque jamais quantitativement. Rappelons encore qu'un facteur de première importance, notamment le temps géologique, est absolument irréalisable par nos expériences au laboratoire.

Voici maintenant quelques-unes des conclusions obtenues par nos expériences.

a) Le mélange à l'*état sec* de gravier et de sable de diverses dimensions de grains étant soumis à une vibration montre une tendance manifeste à un classement granulométrique : le matériel le plus fin passe en bas, tandis que le matériel grossier est repoussé vers le haut.

b) L'expérience avec le même mélange, mais *humecté à fond* et recouvert, en plus, par une couche d'eau, aboutit à des résultats plus nuancés.

Si le diamètre du récipient est grand (30–40 cm) et l'épaisseur de la couche du mélange est relativement faible (3–5 cm), la vibration longitudinale produit un effet exactement inverse à celui décrit plus haut *(a)* : le gros matériel descend au fond et le matériel fin monte à la surface. Il se produit donc également un classement du matériel mélangé, mais avec une distribution granulométrique inverse. Dans le cas d'une vibration transversale, l'effet est le même qu'en *a*).

Mais si l'épaisseur du mélange (gravier-sable) augmente considérablement par rapport au diamètre du récipient, les conditions, déterminant le déplacement réciproque (de haut en bas et de bas en haut) des éléments de divers diamètres, changent.

Le frottement des particules crée une séparation du volume total du mélange, en couches ou en compartiments irréguliers. Le classement net n'est plus réalisable. Il est confus. La *compaction* du matériel sédimenté dépend de sa nature minéralogique, de sa granulométrie et de l'espèce de vibration. Un mélange de sable et de gravier resté en plein repos pendant des jours, n'est pas atteint par la compaction, ce que l'on constate en faisant un essai avec une aiguille. Par contre, une vibration même très courte (5 à 10 minutes), rétrécit le volume de ce mélange de 13–14 %, et rend ce dernier très compact. On ne réussit plus à traverser son épais-

seur avec une aiguille d'essai. Par conséquent, la vibration transversale rend les sédiments (sables et gravier) de plus en plus compacts, tandis que la vibration longitudinale facilite le maintien de l'état thixotropique.

Le comportement de l'*argile* est tout autre. Une vibration (transversale ou longitudinale) ne produit pas une compaction mais tend à maintenir l'argile dans l'état thixotropique.

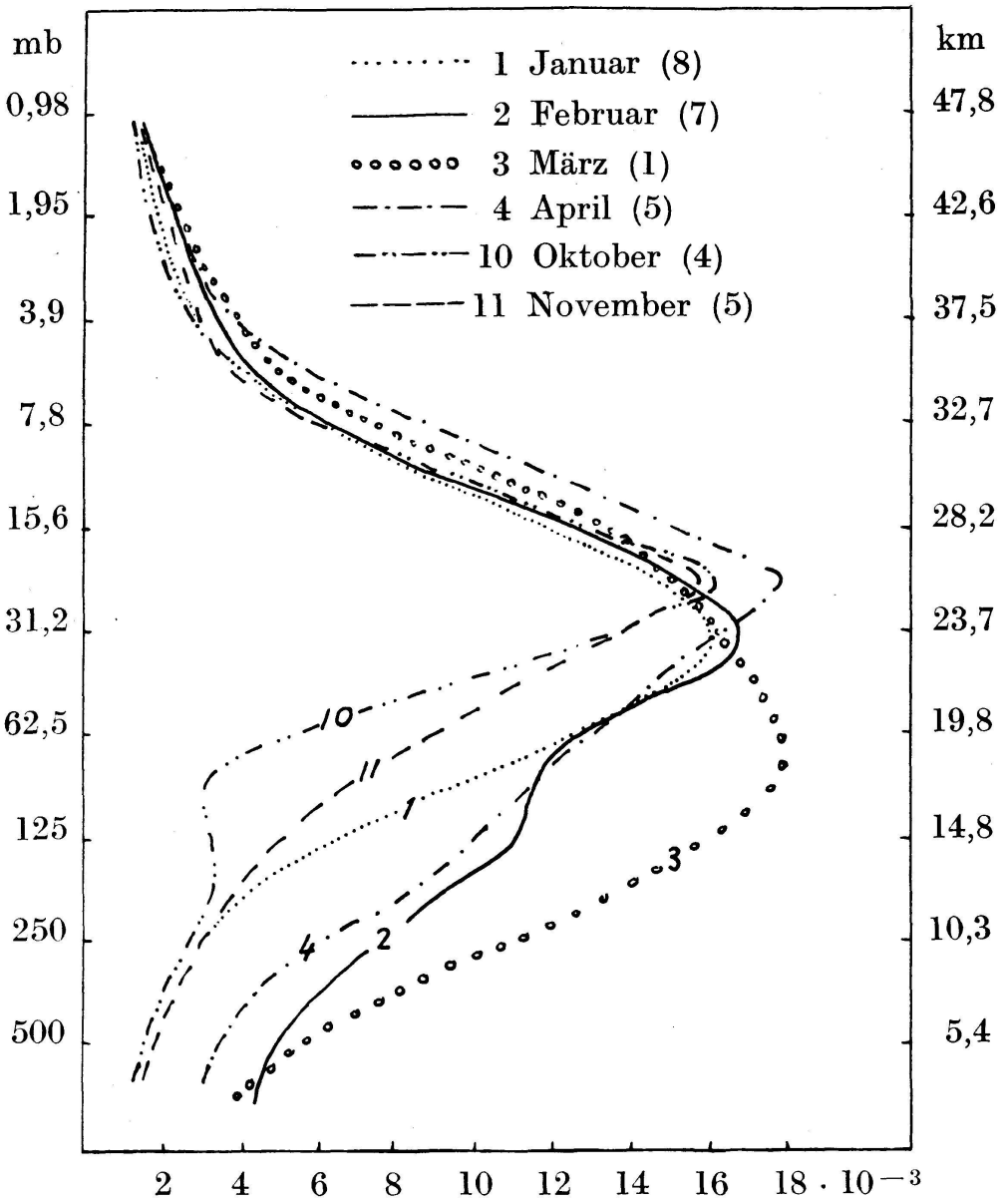
La découverte des *couches de sable* sur le fond marin à de grandes distances des rivages a soulevé un étonnement parmi les sédimentologues. L'explication de ce phénomène par les écroulements et les glissements sous-marins paraissait au début satisfaisante. Mais les sondages qu'effectuent les expéditions océanographiques rapportent de plus en plus fréquemment des découvertes des bancs de sable à de grandes distances des rivages et à grandes profondeurs de mer. La cause de ce phénomène ne peut être de nature accidentelle. Elle est sans doute générale. Et la vibration de la croûte terrestre présente cette explication générale. Le fond marin de la plate-forme continentale descend avec une très faible déclivité vers la zone abyssale. La vibration constante qui affecte cette plateforme permet de la comparer à une table à secousses ou table de concentration des minerais qui effectue une séparation en fonction de la densité et du calibre des matières mélangées. Le matériau meuble placé sur cette gigantesque table se trouve en vibration perpétuelle, ce qui le classe et l'entraîne dans la direction opposée aux rivages.

9. HANS-U. DÜTSCH (Zürich). – *Vertikale Ozonverteilung aus Umkehrmessungen.*

Durch in Arosa seit bald drei Jahren ausgeführte *Umkehrmessungen*[1] wurde ein sehr umfangreiches, heute etwa 1000 Umkehrkurven umfassendes Beobachtungsmaterial gesammelt, das nach Weglassung der durch Bewölkung zu stark gestörten Messungen die Bestimmung von etwa 700 zu einzelnen Halbtagen gehörigen *vertikalen Ozonverteilungen* erlauben sollte. Um diese Auswertung möglichst einheitlich ausführen und um gleichzeitig den notwendigen Rechenzeitaufwand trotz einer Einteilung der Atmosphäre in eine möglichst große Anzahl von Schichten (9) auf ein erträgliches Maß reduzieren zu können, wurde ein für eine *digitale elektronische Rechenmaschine* geeignetes Auswertungsverfahren entwickelt.

Die Differenz zwischen der mit dem Dobsonapparat gemessenen Größe N und dem entsprechenden zu einer angenommenen Standardverteilung zugehörigen Wert N_0 kann als Funktion der Sonnenhöhe durch *Reihenentwicklung* nach dem Ozongehalt der einzelnen Schichten dargestellt werden. Die Lösung des *linearen Gleichungssystems*, das man durch Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung erhält, liefert Resultate, die, wie Testuntersuchungen zeigten, bei etwas stärkerer Abweichung der wirklichen Ozonverteilung von der Standardverteilung keine

[1] Ermöglicht durch Unterstützung durch das European Office, Air Research and Development Command, US-Air Force.



Mittlere vertikale Ozonverteilung für einige Monate in cm O_3/km (neue Skala, Absorptionskoeffizienten nach Vigroux). Die dem Monat in Klammer beigefügte Zahl gibt die Anzahl der im Mittel enthaltenen Einzelfälle. Die gezeichneten Kurven entstanden durch Glättung der berechneten Blockverteilung.

genügende Genauigkeit besitzen. Mit Hilfe einer *Iterationsmethode* können aber noch Glieder zweiter Ordnung mitgenommen werden, wodurch die durch die Auswertungsmethode eingeführten Fehler auf ein tolerierbares, die Meßgenauigkeit kaum übersteigendes Maß gesenkt werden. Vor allem bei sehr geringem Ozongehalt der untersten Schichten ergibt die verbesserte Methode sehr beträchtliche Differenzen gegenüber der rein linearen Lösung, so daß sie trotz der Steigerung der notwendigen Rechenzeit um einen Faktor 5 angewendet werden muß. Das Resultat der Rechnung ist eine *Blockverteilung* des atmosphärischen Ozons in neun Schichten.

In einer ersten Auswertungsserie, die wesentlich zur *Ausprüfung* der Rechenmethode ausgeführt wurde, ist für etwa 35 Umkehrkurven die zugehörige vertikale Ozonverteilung berechnet worden. Wegen der geringen Zahl der enthaltenen Einzelwerte und der willkürlichen (dem Testzweck untergeordneten) Fallauswahl können die in der Figur wiedergegebenen mittleren monatlichen Verteilungen noch nicht als repräsentativ bezeichnet werden. Die folgenden Ausführungen sind mit diesem Vorbehalt zu verstehen.

Die *jahreszeitliche Schwankung* ist weitaus am größten unterhalb von 20 km (wobei das Maximum im frühen Frühjahr durch die Auswahl der Kurven – viele Fälle in arktischer Luft – überbetont sein dürfte). Dies ist dadurch bedingt, daß die photochemische Wirkung in diesen untersten Schichten gegenüber dem Einfluß von Luftströmungen – langfristig betrachtet also gegenüber dem Einfluß der *allgemeinen Zirkulation* – stark zurücktritt. Oberhalb des Ozonmaximums ist der jahreszeitliche Gang beträchtlich kleiner. Das Maximum scheint in den Sommer zu rücken, um allerdings in 40 km Höhe wieder ins Frühjahr zurückzukehren. Diese Ergebnisse stehen in guter Übereinstimmung mit der photochemischen Theorie, die z. B. in 30 km auch ungefähr dieselbe Differenz zwischen Maximum und Minimum (ca. 25 %) ergibt. Im Mittel ist demnach der Ozongehalt dieser hohen Schichten weitgehend *photochemisch* bedingt.

Die – *wetterhaften* – *Schwankungen* innerhalb der einzelnen Monate sind wiederum in den untersten Schichten weitaus am größten und nehmen mit der Höhe bis zu einem Minimum bei 40 km ab. Dies ist bedingt durch die mit der Höhe zunehmende Geschwindigkeit der photochemischen Wirkung. Merkwürdigerweise ist aber die Schwankung in der obersten Schicht wieder größer. Es ist möglich, daß dieser Effekt durch den durch die *Vernachlässigung der Mehrfachstreuung* entstehenden Fehler, der sich an der Obergrenze der Ozonschicht am stärksten auswirkt, nur vorgetäuscht wird. Ist er reell, so kann er *dynamisch* bedingt sein, indem hier der vertikale Gradient der relativen Ozonkonzentration besonders hohe negative Werte annimmt, oder er könnte im Zusammenhang mit durch *Sonnenaktivität* bedingten Schwankungen der UV-Strahlung stehen, die sich – wenn überhaupt – aus photochemischen Gründen nur in solchen Höhen auf die Ozonkonzentration auswirken können. Da diese Frage ein Hauptanliegen unseres Forschungsprogrammes bildet, muß eine Einbeziehung wenigstens der *Sekundärstreuung* in der Atmosphäre in unser Auswertungsverfahren unbedingt angestrebt werden.

4. Sektion für Chemie

Sitzung der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr. TH. POSTERNAK (Genève)
Sekretär: Prof. A.J.A. VAN DER WYK (Genève)

1. A. ROTHEN (New-York). – *Réactions enzymatiques à travers de minces membranes.*

2. P. FAHRNI und H. SCHMID (Zürich). – *Das Verhalten des 2,4,6-Trimethylphenylallyläthers-γ-14 C bei der thermischen Behandlung.*

3. P. BUCHSCHACHER, J. KALVODA, D. ARIGONI und O. JEGER (Zürich). – *Reaktionen an der angulären Methylgruppe C-18 der Steroide.*

4. F. GREUTER, J. KALVODA und O. JEGER (Zürich). – *Neue Umsetzungen des 21-Diazo-20-keto-5α-pregnans.*

5. J.J. BRITT und D. ARIGONI (Zürich). – *Zur Biosynthese des Rosenonolactons.*

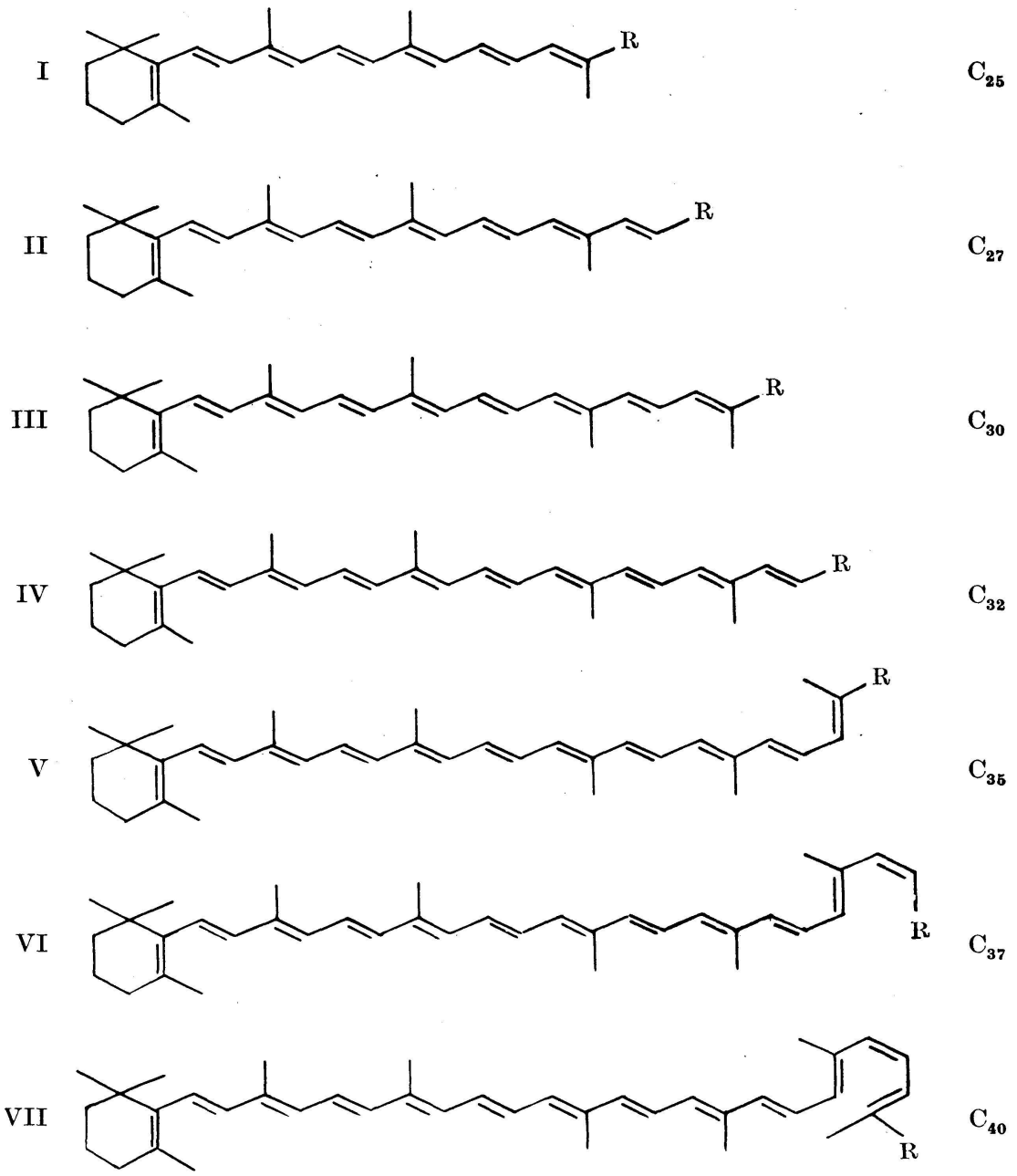
6. L. CAGLIOTT, H. NAEF, D. ARIGONI und O. JEGER (Zürich). – *Sui composti terpenici dell'Asa foetida.*

7. E. UTZINGER, H. DUTLER, K. WEINBERG, D. ARIGONI und O. JEGER (Zürich). – *Photochemische Umwandlungen ungesättigter Steroidketone.*

8. A. LUTZ und O. SCHNIDER (Basel). – *Schlafmittel der Pyridin- und Piperidin-Reihe.*

9. RUDOLF RÜEGG, WOLDEMAR GUEX, MARC MONTAVON, ULRICH SCHWIETER, GABRIEL SAUCY und OTTO ISLER (Basel). – *Carotinoide vom Typus des Torularhodins und Apocarotinals.*

Ausgehend von dem Dehydro-β-apo-4-carotinal, wurde durch Anwendung der Enolätherkondensation und Wittig-Reaktion eine vinyloge Reihe von gelben bis roten, Vitamin-A-wirksamen Carotinoidfarbstoffen hergestellt (I-VII, R = $COOCH_3$, COOH, CHO, CH_2OCOCH_3)[1].

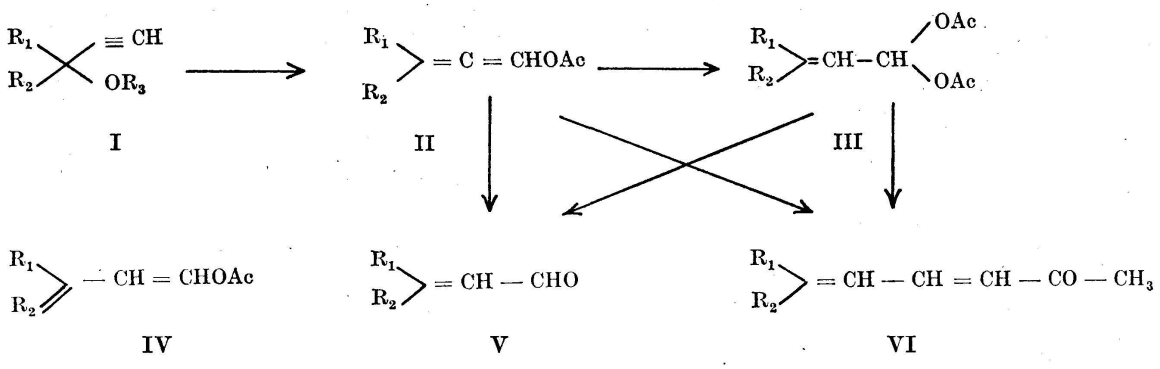


Durch Vergleich mit dem Naturprodukt konnte bewiesen werden, daß dem Torularhodin, dem sauren Pigment der roten Hefe, die Struktur der β-C_{40}-Säure (VII, R = COOH) zukommt.

---

[1] Vgl. O. Isler et al., «Chimia» 12, 89 (1958).

10. GABRIEL SAUCY, ROMAN MARBET, HERBERT LINDLAR und OTTO ISLER (Basel). – *Eine neue Synthese von Citral und verwandten Verbindungen.*



Im Zusammenhang mit Arbeiten über die *Kimel-Sax-Reaktion* (vgl. *O. Isler et al.*, «Chimia» 11, 103 [1957]) wird über eine neue Synthese von Citral und Pseudojonon berichtet, welche allgemein anwendbar ist. Die aus tertiären Acetylencarbinolen (I, $R_3 = H$) leicht und in vorzüglichen Ausbeuten zugänglichen Acetate (I, $R_3 = Ac$) erleiden beim Erhitzen in Essigsäure in Gegenwart von Katalysatoren, wie Kupferpulver, Kupfer- und Silbersalze, in überraschender Weise primär eine Umlagerung in relativ beständige Allenacetate II, welche durch Anlagerung von Essigsäure sekundär in 1,1-Diacetate III übergehen. Als Nebenprodukte der Umlagerung von I ($R_3 = Ac$) in II und III wurden in einigen Fällen Enolacetate IV gefunden, die offenbar aus III gebildet werden. Aus II und III erhält man durch milde alkalische, aus III auch durch saure Hydrolyse die α,β-ungesättigten Aldehyde V in beinahe quantitativer Ausbeute.

Die neue Aldehydsynthese wurde am Beispiel Citral ausgearbeitet. Aus Dehydrolinalool erhält man zweckmäßig in einem «Zweistufenverfahren» durch Veresterung und Umlagerung und durch anschließende Verseifung Citral in über 80%iger Ausbeute.

Außer Citral wurden nach diesem Verfahren die folgenden Aldehyde hergestellt: Dihydrocitral, Methylcitral, Farnesal und Phytal. Die allgemeine Anwendbarkeit der neuen Synthese wurde bestätigt durch die Gewinnung von β,β-Dimethyl-acrolein, Cyclopentyliden-acetaldehyd, Cyclohexyliden-acetaldehyd und $\Delta^{5;17,20}$-3β-Acetoxy-pregnadien-21-al.

Die Behandlung von II und III mit Alkali in Aceton führt direkt zu den $\alpha, \beta; \gamma, \delta$-ungesättigten Ketonen VI. Dementsprechend konnten aus Dehydrolinalool und aus Methyl-dehydrolinalool durch Veresterung und Umlagerung in ein Gemisch von entsprechendem «Allenacetat» und «Diacetat» und anschließende Alkalibehandlung in Aceton Pseudojonon und Pseudoiron in über 80%igen Ausbeuten gewonnen werden.

11. R.H.H. RICHTER (Bern). – *Über die quantitative Bestimmung der Xanthurensäure im Urin.*

12. W. Buser und W. Minder (Bern). – *Ergebnisse einer Versuchsanlage zur Entfernung radioaktiver Spaltprodukte aus Zisternenwasser.*

13. R. Lukes und V. Dedek (Prag). – *Über Konstitution und einige Reaktionen der sogenannten Δ^2-Pyrroline.*

14. R. Lukes und M. Ferles (Prag). – *Über Reduktionen in der Pyridinreihe.*

15. G. Schwarzenbach und J. Meier (Zürich). – *Die in Lösung der Vanadinsäure und der Vanadate vorhandenen Ionen.*

16. P. Guyer, D. Thomas und A. Guyer (Zürich). – *Kohlenoxydhydrierung bei Drucken bis 2000 at.*

17. W. Richarz, M. Lutz und A. Guyer (Zürich). – *Katalytische Aminierung von Methanol.*

18. L. de Witte (Laguna Beach, California). – *Analyse des Gibbschen Adsorptionstheorems.*

5. Sektion für Geologie

Sitzung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft

Samstag, den 13. September 1958

Präsident: Dr. E. RITTER (Basel)

1. A. JAYET (Genève). – *Remarques sur la composition de la structure, les déformations mécaniques des moraines glaciaires pléistocènes et actuelles*[1].

2. H. JÄCKLI (Zürich). – *Der Abtrag der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation*[1].

3. A. VON MOOS (Zürich). – *Ein geologisches Profil bis in 40 m Tiefe längs der neuen Walenseestraße im Bereich der Linthebene*[1].

4. F. HOFMANN (Schaffhausen). – *Vulkanische Tuffhorizonte in der oberen Süßwassermolasse des Randen und Reiat, Kanton Schaffhausen*[1].

5. HUGO FRÖHLICHER (Olten). – *Vergleich zwischen dem Faltungsstil der subalpinen Molasse und dem Old Red Ostgrönlands.*

L. Kober hat in seinem Lehrbuch der tektonischen Geologie (1942, S. 85) ein Profil von H. Bütler (1935) durch die kaledonische Molasse Ostgrönlands (Røde Bjaerg, Ymers Ø, ca. 73° n. Br.) mit einem Profil des Verfassers (1933) durch die subalpine Molasse des Entlebuchs, Kt. Luzern, verglichen[2]. Anhand der beiden Profile konnte nun auf die verschiedenartigen Sedimentationsverhältnisse in den beiden Regionen hingewiesen werden, hier eine Außenmolasse, dort eine typische Innenmolasse. In der subalpinen Molasse scheint im allg. die kleinrhythmische Sedimentation, besonders etwa in den stampischen Nagelfluhserien, stärker ausgeprägt zu sein als in den Devon-Serien Ostgrönlands. In dieser Zone dürfte zudem der Vulkanismus eine bedeutende Rolle spielen (vgl. E. Dal Vesco, 1954), und es wäre noch zu überprüfen, ob die anläßlich der von

---

[1] Erscheint in «Eclogae Geol. Helv.», Vol. 51, N° 2, 1958.

[2] Der Literaturnachweis für dieses Profil ist nicht richtig; es wurde erstmals vom Verfasser (1933) publiziert und später von H. Haus übernommen. Es findet sich nicht, wie bei L. Kober angegeben, im geologischen Führer der Schweiz (1934).

Dr. L. Koch geleiteten Sommerexpeditionen 1950/52 im Gebiet des Kaiser-Franz-Joseph- und Moskusokse-Fjords relativ häufig angetroffenen Fossilniveaus irgendwie mit der vulkanischen Tätigkeit in Zusammenhang gebracht werden können. – Die gleichartige lithologische Ausbildung bei beiden Detraktionsserien hat aber offenbar bei den Faltungsvorgängen den Ausschlag gegeben und zu einem überraschend ähnlichen Baustil geführt.

Literatur

Bütler, H. (1935): Some new investigations of the Devonian Stratigraphy and Tectonics of East Greenland. Medd. om Grønland, Bd. 103, Nr. 2. Kopenhagen.

Dal Vesco, E. (1954): Vulkanismus, Magmatismus und Metamorphose im Gebiet des Nordostgrönländischen Devons. Medd. om Grønland, Bd. 72, Nr. 7. Kopenhagen.

Fröhlicher, H. (1933): Geologische Beschreibung der Gegend von Escholzmatt im Entlebuch, Kt. Luzern. Beitr. geol. Karte Schweiz (N.F.) 67. Lfg. Bern.

Kober, L. (1942): Tektonische Geologie. Berlin (Borntraeger).

6. H. Breddin (Aachen). – *Regionale Gesteinsdeformation in der Molasse der Schweiz.*

6. Sektion für Mineralogie und Petrographie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Mineralogie und Petrographie

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr. R.L. PARKER (Zürich)

1. K. BÄCHTIGER (Zürich). – *Beobachtungen an einem neuen alpinen Uranvorkommen*[1].

2. T. HÜGI (Bern). – *Uranvererzungen in Gesteinen im Wallis*[1].

3. F. DE QUERVAIN (Zürich). – *Chalcographische Beobachtungen an der Uranlagerstätte Isérables im Wallis*[1].

4. M. GRÜNENFELDER (Zürich) und L.T. SILVER (Pasadena). – *Petrologische Bedeutung radioaktiver Altersbestimmungen an Graniten aus Georgia (USA)*[1].

5. VERA JENNY (Zürich). – *Erste Ergebnisse von Karbonatgehaltbestimmungen an quartären Sanden in der Nordostschweiz*[1].

6. S. HAFNER (Zürich). – *Ultrarot-Absorptionsmessungen an Einkristallen*[1].

7. E. WENK (Basel). – *Zur Systematik des linearen Parallelgefüges* (Demonstrationen)[1].

8. E. WENK (Basel). – *Über Diskontinuitäten in Plagioklasserien metamorphen Ursprungs*[1].

9. J. DUDLER (Fribourg). – *Remarques sur la construction d'un laboratoire climatisé pour la culture des cristaux*[1].

---

[1] Die Vorträge erscheinen in Band 38, Heft 2, der «Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen».

10. R. STAUB (Meilen) und T. LOCHER (Zürich). – *Details aus der Kontaktzone des Bergeller Massivs (Demonstration einer farbigen Photoserie aus den Stollen der Bergeller Werke)*[1].

11. R. STAUB (Meilen) und T. LOCHER (Zürich). – *Neuere Untersuchungen über die Radioaktivität im Bergeller Granit*[1].

---

[1] Die Vorträge erscheinen in Band 38, Heft 2, der «Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen».

7. Sektion für Paläontologie

Sitzung der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft
gemeinsam mit der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft

Sonntag, den 14. September 1958

Präsidenten: Dr. A. Bersier (Lausanne)
Dr. E. Ritter (Basel)

1. H. Badoux et Y. Guigon (Lausanne). – *Présence du Flysch de la Simme dans les Préalpes valaisannes*[1].

2. W. Brückner (Basel). – *Afrikanische Quartärprobleme.* – Kein Manuskript erhalten.

3. H.-J. Oertli et M. Ziegler (Chambourcy, France). – *Présence d'un Séquanien lacustre dans la région de Pontarlier, Doubs (France)*[1].

4. O. Lienert (Zürich). – *Neue geologische Untersuchungen des Großen Mythen unter spezieller Berücksichtigung der Couches-Rouges-Mikrofauna*[1].

5. J. P. Beckmann (Havana, Cuba). – *Correlation of pelagic and reefal faunas in the Ecocene of Cuba*[2].

6. Alice Schnorf (Lausanne). – *A propos de Stromatoporella haugi, Dehorne et de quelques formes voisines du Sénonien de Martigues, France*[2].

7. Ed. Koby (Bâle). – *Ostéologie du bouquetin fossile des Pyrénées, Capra pyrenaïca Schinz*[2].

8. E. Kuhn-Schnyder (Zürich). – *Der Schädel von Cyamodus.* – Kein Manuskript erhalten.

---

[1] Erscheint in «Eclogae geologicae Helveticae».
[2] Erscheint im Jahresbericht der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft.

9. JEAN KLAUS (Fribourg). – *Stratigraphie et micropaléontologie du «Complexe schisteux intermédiaire» dans le synclinal de la Gruyère.*

Nous donnons ici le contenu d'une communication faite à la Section géologie et paléontologie de la 138e Session annuelle de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, à Glaris. C'est le résultat de recherches effectuées grâce à un crédit du Fonds national suisse de la recherche scientifique accordé à Monsieur le professeur J. Tercier (Institut de géologie, Fribourg). Une étude plus complète rendant compte de ces recherches est destinée à paraître ultérieurement dans les «Eclogae geologicae Helvetiae».

Dans le synclinal de la Gruyère (Préalpes médianes plastiques), le Crétacé est représenté en grande partie par le Néocomien à la base et, au sommet, par le complexe des «Couches rouges», entité lithologique qui s'étend jusque dans le Tertiaire. Entre ces deux importantes formations, connues et datées avec une assez grande précision depuis longtemps, affleure sporadiquement un niveau connu sous le nom de «Complexe schisteux intermédiaire» (cf. Ch. Schwartz-Chenevart, 1945, p. 116). Son faciès est caractérisé par une alternance de calcaires marneux en petits bancs et de schistes marneux sombres souvent dominants. Compris entre le Néocomien, dont les auteurs s'accordent pour dater le sommet du Barrémien, et les Couches rouges, dont on fixe en général la base au Cénomanien supérieur ou au Turonien, il était censé représenter en gros le Cénomanien et très probablement aussi l'Aptien et l'Albien. Des coupes minces contenant des Foraminifères albiens ou (et surtout) cénomaniens *(Globotruncana ticinensis, Globotruncana appenninica)* ont confirmé ce point de vue.

Nos recherches se sont occupées plus en détail de la faune du Complexe schisteux intermédiaire sur la base d'exemplaires isolés et ont tenté d'en préciser la stratigraphie. Le cadre géographique de cette étude a été restreint à la portion du synclinal de la Gruyère (unité tectonique des Préalpes romandes) comprise dans la vallée de la Haute-Gruyère, parcourue par la Sarine, entre Montbovon et Estavannens.

Près de 500 échantillons, provenant d'une quinzaine d'affleurements, ont été étudiés. Pour la première fois, une faune microscopique a été isolée et étudiée systématiquement dans le Crétacé des Préalpes médianes, dont le Complexe schisteux intermédiaire est la série la plus favorable à l'extraction de la faune. Après des essais de lavage des schistes du Complexe schisteux intermédiaire au perhydrol (H_2O_2 à 30 %), nécessistant après le traitement un long travail à l'aiguille pour dégager les ouvertures ombilicales des Foraminifères, c'est la méthode décrite par R. Verniory, 1956*a*, p. 487 ; 1956*b*, p. 116, qui a été employée. Elle repose sur l'action des mouillants (Désogène et Bradosol) sur le résidu du lavage au perhydrol. Cette méthode permet d'extraire, dans du matériel marneux assez chargé de calcaire, des Foraminifères dont tous les détails sont parfaitement nettoyés.

La faune du Complexe schisteux intermédiaire, souvent bien conservée, parfois même dans un état exceptionnellement bon, s'est révélée

riche en espèces et en individus. Elle permet d'affirmer la présence du Cénomanien complet dans les niveaux du Complexe schisteux intermédiaire, ainsi que celle du Turonien basal. L'Albien y est également certain, l'Aptien probable. La faune comprend essentiellement des Globotruncanidés. Par sa composition, elle est comparable à celles de niveaux de même âge d'Israël, d'Afrique du Nord, d'Italie, du Tessin (Breggia), des Préalpes externes suisses (Montsalvens), des Alpes de Bavière.

Du point de vue lithologique, nous avons pu distinguer dans le Complexe schisteux intermédiaire trois niveaux. Dans la série *basale*, issue du faciès néocomien, les calcaires sont prédominants, en bancs de 5 à 15 cm d'épaisseur, et les schistes noirs subordonnés (minces délits). Calcaires et schistes sont noirâtres, parfois verdâtres.

La série *médiane* représente le type du Complexe schisteux intermédiaire tel qu'il a été signalé par les auteurs antérieurs. C'est une succession indéfiniment répétée de séries binaires (alternances de calcaires et de schistes). Les calcaires sont marneux, en général gris clair, et parsemés de taches noirâtres qui affectent parfois des formes faisant penser à une origine organique : filets, ramifications proches de certaines formes d'Algues. Ils portent parfois des restes d'Algues ou de Bivalves (Inocérames). Ces bancs calcaires ont en général une dizaine à une quinzaine de centimètres d'épaisseur, parfois moins : 8 cm, parfois plus : 20 cm. Les schistes sont marneux. Ils sont gris clair ou gris sombre, presque noirâtres. Ils sont fins, feuilletés ou au contraire plus chargés de calcaire et plaquetés. Ils contiennent souvent de la pyrite. Ils sont assez souvent de même épaisseur que les calcaires : (7 cm), 10 à 15 cm, (20 cm). Mais très souvent aussi, leur épaisseur est plus grande : 30, 40 et même 60 cm. Dans ce cas, on observe en général une variation d'allure à l'intérieur du banc de schistes : la série commence par un schiste feuilleté, fin, qui passe à des schistes plaquetés avant le banc calcaire suivant. On note aussi la disposition inverse, les schistes plaquetés faisant suite au banc calcaire, puis devenant plus fins. Plus souvent, la série débute par des schistes fins, feuilletés, qui se chargent de calcaire et deviennent plaquetés, puis redeviennent fins et feuilletés. Ce changement lithologique peut s'accompagner d'un changement de couleur, les schistes fins étant plus sombres, les schistes plaquetés pour leur part étant plus clairs. Il s'agit donc là encore de séries binaires, mais à l'intérieur même des schistes.

La série *terminale* ou zone de passage est caractérisée par une prédominance de niveaux schisteux gris, verts ou violacés. C'est une zone d'hésitation, où le rythme particulier du Complexe schisteux intermédiaire est troublé, où s'étalent des schistes plus abondants et plus variés, avant que les Couches rouges franches viennent clore le cycle du Crétacé. On peut évidemment discuter de l'attribution de cette zone de passage, plus schisteuse, au Complexe schisteux intermédiaire. Elle n'en a plus le faciès typique. Elle n'a pas non plus celui des Couches rouges franches (marno-calcaires en petits bancs). Nous l'avons incluse dans le «Complexe schisteux intermédiaire» puisque ce complexe, par définition, est schisteux mais on pourrait aussi bien y voir la base des Couches rouges. L'ensemble

des niveaux du Complexe schisteux intermédiaire, la plupart du temps lacunaire, doit atteindre, en juxtaposant les coupes partielles, une quarantaine de mètres.

L'ensemble de la microfaune reconnue dans le Complexe schisteux intermédiaire comprend surtout des formes planctoniques: Globotruncanidés (*Globotruncanidae* Brotzen, 1942, emend. Brönnimann et Brown, 1956). Nous suivons ici pour les genres la systématique de Brönnimann et Brown pour des raisons de commodité, sans adopter pour les espèces toutes les synonymies proposées par ces auteurs.

Dans la série *basale*, et parfois la base de la série médiane, *Hedbergella trocoidea* (Gandolfi), *Ticinella roberti* (Gandolfi), *Thalmanninella ticinensis subticinensis* (Gandolfi) et *Thalm. ticinensis ticinensis* (Gandolfi) indiquent l'Albien. Une faune à *Hedb. trocoidea* allié à de petites Globigérines, sans *Tic. roberti* ni *Thalm. ticinensis*, présente dans un niveau inférieur au précédent de la série basale, pourrait représenter l'Aptien en l'absence de Foraminifères caractéristiques de cet étage, à moins qu'il ne s'agisse là de la base de l'Albien.

Dans la série *médiane*, *Rotalipora appenninica balernaensis* (Gandolfi), *Rot. appenninica appenninica* (Renz), *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *Praeglt. stephani* (Gandolfi), *Praeglt. stephani turbinata* (Reichel), *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi), puis la même faune, avec disparition presque complète de *Planomalina buxtorfi* et de *Rotalipora appenninica balernaensis* et apparition de *Thalmanninella brotzeni* Sigal, de *Rotalipora globotruncanoides* Sigal, *Rot. evoluta* Sigal, *Rot. reicheli* Mornod et enfin de *Rot. cushmani* (Morrow) caractérise le Cénomanien inférieur et moyen.

Dans la série *terminale*, *Hedbergella trocoidea* (Gandolfi), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Praeglt. stephani turbinata* (Reichel), *Rotalipora appenninica appenninica* (Renz), *Rot. evoluta* Sigal, *Rot. globotruncanoides* Sigal, *Rot. reicheli* Mornod, *Rot. cushmani* (Morrow), *Rot. montsalvensis* Mornod, *Rot. turonica* Brotzen indiquent la zone de passage du Cénomanien supérieur au Turonien basal. Enfin, toujours dans la série terminale, une faune qui subsistera dans la base des Couches rouges et qui comprend *Hedbergella trocoidea*, *Praeglobotruncana stephani*, *Praeglt. stephani turbinata*, *Globotruncana sigali* Reichel, *Glt. helvetica* Bolli, *Glt. schneegansi* Sigal, *Glt. asymetrica* Sigal, *Glt. renzi* Thalmann (non Gandolfi), *Glt. lapparenti coronata* Bolli conduit au Turonien inférieur.

L'intervalle entre le sommet du Néocomien du synclinal de la Gruyère, d'âge barrémien, et la base des Couches rouges, d'âge turonien inférieur est ainsi comblé sans lacune par la série du Complexe schisteux intermédiaire, avec la restriction de l'Aptien qui n'est pas absolument certain. Par contre, l'Albien, le Cénomanien dans toute son extension et le Turonien basal et inférieur sont datés par une riche faune.

Du point de vue taxonomique, disons que nos recherches, indépendamment de celles de J. Sigal, 1956 et 1958, nous ont amené à distinguer deux groupes à l'intérieur de *Rotalipora*, dont l'un est caractérisé par l'ouverture accessoire de *Rotalipora turonica* Brotzen conforme à la diagnose du génotype, alors que l'autre est caractérisé par une ouverture

accessoire de type plus proche de *Thalmanninella* (génotype : *Thalmanninella brotzeni* Sigal). Nous espérons, dans un travail ultérieur, pouvoir donner plus de détails sur ces problèmes systématiques.

Bibliographie sommaire

Brönnimann, P. and Brown, N. K. (1956) : *Taxonomy of the Globotruncanidae.* Eclog. geol. Helv. 48, n. 2, p. 503.

Brotzen, F. (1942) : *Die Foraminiferengattung Gavelinella nov. gen. und die Systematik der Rotaliiformes.* Sveriges Geol. Undersökning (C), n. 451, p. 1.

Schwartz-Chenevart, Ch. (1945) : *Les nappes des Préalpes médianes et de la Simme dans la région de la Hochmatt.* Mém. Soc. frib. Sc. nat. 12, p. 1.

Sigal, J. (1956) : *Notes micropaléontologiques malgaches. 2. Microfaunes albiennes et cénomaniennes.* C.R.S. Soc. géol. France. 18 juin, p. 210.

Sigal, J. (1958) : *La classification actuelle des familles de Foraminifères planctoniques du Crétacé.* C.R.S. Soc. géol. France. 16 juin, p. 262.

Verniory, R. (1956*a*) : *Extraction des microfossiles : une nouvelle méthode rapide.* Arch. Sciences, Genève. 9, fasc. 4, p. 487.

Verniory, R. (1956*b*) : *Utilisation des mouillants cationiques en micropaléontologie.* Arch. Sciences, Genève. 10. fasc. 1, p. 116.

10. L. Hottinger (Basel). – *Die Geologie des Mont-Cayla, Aude, France, und das Alter des Nummulitikums in der östlichen Aquitaine*[2].

11. H. A. Christ (Liestal). – *Eine Ammautenmischfauna des oberen Jura von West-Sizilien*[1].

12. P. Brönnimann (Havana, Cuba). – *New Pseudorbitoïds from the Upper Cretaceous of Guatemala, Texas and Florida*[2].

13. Samuel Schaub (Basel) und Kazimierz Kowalski (Krakau). – *Trilophomys pyrenaicus Dep. im Pliozän von Polen.*

Die Autoren signalisieren das Vorkommen von *Trilophomys pyrenaicus* Dep. in der Knochenbrekzie von Weze bei Dzialoszyn (Polen). Dieser seltene Nager aus der Familie der Cricetidae war bisher nur von der Typuslokalität (Perpignan) und neuerdings auch aus der Wetterau bekannt. Er bildet einen weiteren Beweis für das pliozäne Alter der 1933 von J. *Samsonowicz* entdeckten polnischen Fundstelle.

Außer *Trilophomys* sind in Weze folgende Säugetiergattungen nachgewiesen : *Baranomys, Mimomys, Dolomys, Nyctereutes, Arctomeles, Agriotherium, Ursus, Dicerorhinus.* Sehr zahlreich sind Schildkröten und andere Reptilien vertreten.

---

[1] Erscheint in «Eclogae geologicae Helveticae».

[2] Erscheint im Jahresbericht der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft.

8. Sektion für Botanik

Sitzung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr Cl. Favarger (Neuchâtel)

1. M. Welten und O. Hegg (Bern). – *Vorschlag für die statistische Erfassung pflanzensoziologischer Zusammenhänge.*

Wer heute in der Pflanzensoziologie arbeiten möchte, sieht sich immer noch vor einem Berg prinzipieller Schwierigkeiten, auch dann, wenn er sich einem der wenigen konventionellen Systeme anschließen will. Wir wollen deshalb auf einen neuen Weg zur Soziologie (und gleichzeitig zur Ökologie) hinweisen, der uns gangbar scheint.

Wir stellen uns vor, daß jeder Sippe ein multidimensionales Streugebiet zukommt mit Minimum-, Maximum- und Optimumzonen und daß jede andere Sippe ein abweichendes Streugebiet besitzt. Wenn sich die Streugebiete nirgends überschneiden, besteht keine logische und biologische Möglichkeit, daß die beiden Arten am gleichen engbegrenzten Standort wachsen (vielleicht Parasitismus ausgenommen). Je größer das Überschneidungsgebiet, um so eher werden wir die beiden Arten beim Überprüfen zahlreicher verschiedener Standorte zusammen antreffen; wir wollen in diesem Falle von einer gewissen Bindung der beiden Arten sprechen, ohne dabei zu entscheiden, ob es sich um eine direkte interspezifische Abhängigkeit oder um eine indirekte Abhängigkeit von ähnlichen Standortsbedingungen handle. Zum Zweck der statistischen Behandlung dieses Zusammentreffens sind verschiedene Korrelationskoeffizienten vorgeschlagen worden (z. B. von Cole, de Vries, Bray, Ellenberg). Alle übersehen, daß bei der oft stark unterschiedlichen Frequenz zweier Arten nicht die Korrelation zwischen den Arten schlechthin von Interesse ist, sondern stets die *gerichtete Bindung*. (Für $F_a = 100$ und $F_b = 20$ ist bei gemeinsamem Auftreten $C = 18$, nicht $K = \frac{18}{100+20-18} = 0{,}176$ bedeutungsvoll, sondern $L_{a/b} = \frac{18}{100} = 0{,}18$ und ganz besonders $L_{b/a} = \frac{18}{20} = 0{,}90$, weil nur dieses $L_b/_a = 0{,}90$ die große Bindung der Art B an die Art A wirklich zum Ausdruck bringt. Korrelationskoeffizienten für einseitige Bindung sind auch geeignet, für die Berechnung aber mühsamer.)

Obwohl es nahe liegt (und bisher allein erwogen worden ist), derart ermittelte Korrelationswerte (besser Bindungswerte) zu verwenden zur statistischen Ermittlung in der Natur bestehender Artengruppen, kann gezeigt werden, daß sie als ungeeignet oder doch als ungenügend bezeichnet werden müssen. In vielen Fällen werden zwar hohe Bindungswerte zu einer Art Zugehörigkeit zur selben Gruppe bedeuten, sehr geringe Bindungen Zugehörigkeit zu einer andern (oder keiner) Gruppe. Es gibt aber auch den Fall, daß zwei Arten unter sich keine Bindung zeigen, weil sie zwei extremen Varianten der Gruppe angehören, im übrigen aber zu denselben Arten der Gruppe korreliert sind. Ferner können zwei Arten gute Bindung zeigen, die spiegelbildliche Randarten zweier verschiedener Artengruppen sind. Beide Beispiele zeigen, daß die Bindung allein keine zuverlässige Gruppenbildung gestattet. Wir verwenden daher einen neuen Koeffizienten zwischen je zwei Arten, der angibt, ob die beiden Arten mit vielen oder mit wenigen übereinstimmenden Arten hohe Bindung aufweisen; wir untersuchen also die *Bindungskorrelation* nach der üblichen Beziehung $K_{B,A} = \frac{2\,C}{f_a + f_b}$, worin f_a die Anzahl der hohen Bindungen der Art A mit allen untersuchten Arten bezeichnet, f_b die entsprechende Zahl für B und C die Zahl der gemeinsamen hohen Bindungen von A und B zu andern Arten.

Zwei durchgerechnete und ausgewertete Beispiele veranschaulichen das Gesagte und zeigen das Technische der Methode. Das eine Beispiel besteht aus 476 kleinflächigen Aufnahmen aus den Wäldern um Bern (M. Welten), das andere aus 180 größerflächigen Aufnahmen aus der subalpinen und alpinen Höhenregion des Hohgant im Emmental (O. Hegg).

Der Gang der Untersuchung zeigt folgende Etappen:

1. Feldarbeit: Aufnahme kleinflächiger Aufnahmen ($^1/_4$ m², evtl. 1 m²) evtl. $^1/_{16}$ m²) in sehr großer Zahl an zahlreichen, möglichst verschiedenen Standorten.
2. Für jede Art oder für jede Aufnahme wird eine Lochkarte erstellt. Die Frequenzen werden ermittelt.
3. Die Koinzidenzen des Vorkommens einer Art mit einer andern werden ausgezählt und notiert. (Das gibt bei 100 Arten 5000 Zählungen, bei 200 Arten schon 20000, weshalb Auszählung durch moderne statistische Maschinen notwendig ist.) Die Bindungsquotienten werden berechnet.
4. Für jede Art wird abermals eine Lochkarte erstellt, wo jede andere Art gelocht wird, die mit ihr hohe Bindung aufweist (z. B. 0,5 oder höher).
5. Nochmals werden die zusammenfallenden Löcher ausgezählt zur Ermittlung der Bindungskorrelation. Der Koeffizient wird dazu gerechnet, wie oben angegeben.
6. Die Tabelle gibt nun Auskunft über die zur gleichen Gruppe gehörigen Arten. Die zufolge guter Korrelation besonders eng verbundenen Arten

jeder der sich abzeichnenden Gruppen der Tabelle werden als Gruppenzugehörigkeitskriterien verwendet: hat eine unsicher zuzuordnende Art vorwiegend Korrelation zu den Leitarten einer Gruppe, so kann sie dieser Gruppe zugeteilt werden, in manchen Fällen auch als intermediäre Art zwei benachbarten Gruppen.

7. Die gefundenen Gruppen entsprechen deutlich ökologischen Gruppen und Varianten und Assoziationen, wie sie im System Braun-Blanquets z. T. vorgezeichnet sind.

Ähnlich wie Ellenberg an Unkrautgesellschaften und Zlatnik in den tschechoslowakischen Wäldern feststellen, daß immer mehrere ökologische Gruppen eine Gesellschaft aufbauen, so erkennen wir fast immer mehrere Bindungsgruppen in einer Pflanzengesellschaft (z. T. räumliches oder zeitliches Mosaik). Es stellt sich die Frage, ob nicht derartige Bindungsgruppen für die Abgrenzung und Benennung und Systembildung in der Pflanzensoziologie verwendet werden könnten. Die konsequente Anwendung des Prinzips der Bindungen und Bindungskorrelationen entspricht ganz dem Prinzip der Treue, bes. der abgestuften Treue der Braunschen Soziologie. Es ist deshalb zu erwarten, daß sich unsere Ergebnisse in wesentlichen Zügen mit denjenigen der Braunschen Schule decken. Wir glauben aber auch, einen Weg gezeigt zu haben, der zum Ausbau der Soziologie beiträgt und auf die zugrunde liegenden ökologischen Probleme direkt hinweist.

2. Mme A. Hoffmann-Grobéty (Ennenda GL). – *Résultats d'études sur l'évolution postglaciaire de la forêt dans les Alpes glaronnaises.* – Erschienen im Jahresbericht des Geobotanischen Forschungsinstituts Rübel für das Jahr 1956, S. 76–122.

3. A. Becherer (Lugano). – *Über die Flora des Misox.*

Der Vortragende streift zunächst die Geschichte der floristischen Erforschung des Misox (Kt. Graubünden), wobei die Verdienste von Gaudenz Walser (geb. 1891) besonders hervorgehoben werden. Er skizziert sodann kurz die Flora des Tales: *oberer* Teil: Alpenflora (Flora der Zentralalpen mit einigen südalpinen Einschlägen); *unterer* Teil = südalpiner Eichen- und Mischlaubbezirk = insubrischer Eichen-Kastanienbezirk: reiche Trockenflora mit zahlreichen fremden, eingebürgerten Arten. – Die im Jahre 1958 vom Vortragenden durchgeführten Erhebungen im unteren Teil des Misox (von 260 m bei Monticello bis 800 m bei Mesocco) ergaben einen beträchtlichen Zuwachs im floristischen Inventar des Tales (Grundlagen: Flora von Graubünden von Braun-Blanquet und Rübel, 1932–36; Flora Raetica advena von Braun-Blanquet, 1951). Es wird eine Auswahl der für das Misox neu nachgewiesenen Arten in Herbarexemplaren gezeigt (die mit * bezeichneten sind neu für den Kt. Graubünden): *Asplenium Adiantum-nigrum* L. ssp. *Onopteris* (L.) Heufler, * *Mentha rotundifolia* (L.) Hudson, *Panicum Ischaemum* Schreber, * *Cerastium Tenoreanum* Ser. (C. pilosum Ten.), **Lonicera japonica* Thunb., *Aristolochia Cle-*

matitis L., *Physalis Alkekengi* L., **Commelina communis* L., **Viola cucullata* Aiton f. *albiflora* Britton, **Saxifraga stolonifera* Meerburgh (S. sarmentosa L.), *Sisymbrium altissimum* L., * *Myosotis versicolor* (Pers.) Sm. (M. lutea Pers.). – Bemerkungen zur Verbreitung mehrerer anthropochorer Arten und Hinweise auf die Verhältnisse in anderen Südalpentälern der Schweiz : Bleniotal, Leventina (Tessin), Puschlav (Graubünden), Simplonsüdseite (Wallis) ergänzen die Mitteilung.

4. Arth. Menzi-Biland (Basel). – *Hans Wirz: Flora und Vegetation des hintern Linthtales und des Tödigebietes.*

Während nach mir Dr. Fritz Heinis über die wissenschaftliche Seite des Lebenswerkes von Hans Wirz referieren wird, begnüge ich mich in meinen Ausführungen mit einigen ganz persönlichen Erinnerungen an unsern gemeinsamen Freund. Im übrigen weise ich Sie auf das ausführliche Curriculum vitae im Festband hin.

1. Das Interesse für die *Glarner Flora* brachte Hans Wirz von zu Hause aus mit : sein Vater, Jakob Wirz, seinerzeit Sekundarlehrer in Schwanden, war der Verfasser der ersten «Glarner Flora». Von dieser Seite her rührte seine vorzügliche Eignung zu botanischen Untersuchungen : größte Gewissenhaftigkeit in der Beobachtung und in der Interpretation des Gesehenen, ebenso die Fähigkeit, die Pflanzen zu finden, sie zu «sehen», seine absolute Zuverlässigkeit im Beurteilen der floristischen und vegetationskundlichen Verhältnisse seines Untersuchungsraumes.

2. Auf unsern gemeinsamen Exkursionen in seinem Forschungsgebiet mußte ich immer wieder staunen über meines Freundes umfassende *Kenntnisse der Pflanzenarten und ihrer Assoziationen (Gesellschaften)* in dem doch recht weitläufigen Untersuchungsbereich.

3. So war es für mich ein beglückendes Erlebnis, Hans Wirz an der Arbeit zu sehen und von ihm in die Flora und Vegetation des *hintern Linthtales* und des ganzen *Tödigebietes*, vor allem in der *montanen* und in der *alpinen Stufe*, eingeführt zu werden und dabei seine praktische Arbeitsweise kennen zu lernen.

4. Es war mir stets eine große Freude, mit diesem bescheidenen, ruhigen und doch so frohgemuten Kameraden die Täler und Berge unserer gemeinsamen ersten Heimat zu durchwandern. Eindrücklich war mir Hans Wirz auch in der in seinem ganzen Wesen beruhenden *Anspruchslosigkeit* gegenüber Bequemlichkeit und Komfort auf Bergwanderungen. Noch in seinen weit vorgeschrittenen Lebensjahren genügte ihm ein primitives Heulager in einer Sennhütte nach einer anstrengenden Tagesleistung vollauf, um neue Kräfte für den folgenden ebenso strengen Arbeitstag zu sammeln. Seine Ausdauer im Wandern und im Durchsteigen auch völlig weglosen Geländes war geradezu verblüffend, und nicht minder erstaunlich war sein fabelhafter Orientierungssinn selbst bei Regen und Nebel.

5. Noch eine letzte persönliche Reminiszenz : trotzdem Hans Wirz nach seinem Heimatschein ein waschechter Baselbieter war (Bürger von

Gelterkinden), hat er zeit seines Lebens seinen *urchigen*, «*irechten*» *Glarner Dialekt* beibehalten. Wie oft haben wir uns auf unsern Wanderungen damit unterhalten, «ausgefallene» typische Glarner Ausdrücke, wie «Schafereiti», «Rueßdili» usw., zu suchen und uns daran zu ergötzen!

Damit schließe ich meine persönlichen Erinnerungen und überlasse es unserm Freund Dr. Fritz Heinis, die wissenschaftliche Seite des letzten, posthum herausgebrachten Werkes von Hans Wirz zu würdigen.

5. Fritz Heinis (La Chaux-de-Fonds). – *Zur Arbeit von Hans Wirz über die Flora und Vegetation des hintern Linthtales und des Tödigebietes.*

Die den Teilnehmern an unserer Jahresversammlung von der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus überreichte «Literarische Gabe» enthält u. a. die von unserm vor zwei Jahren verstorbenen Mitglied Dr. Hans Wirz-Luchsinger hinterlassene wissenschaftliche Arbeit «Flora und Vegetation des hintern Linthtales und des Tödigebietes». – Gestatten Sie mir hiezu einige Bemerkungen:

Zunächst spreche ich dem Vorstand der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus und speziell ihrem Präsidenten, Herrn Dr. Th. Reich, den verbindlichsten Dank aus für die entgegenkommende und freundliche Aufnahme der posthumen Arbeit in den Festband. Der Dank gilt auch allen jenen, die auf irgendeine Weise durch ihre Mithilfe, insbesondere auch materieller Natur, die Publikation des letzten Werkes von Hans Wirz ermöglichten. Nicht zuletzt sei auch der Witwe unseres Freundes, Frau Dr. Agathe Wirz-Luchsinger, herzlich gedankt für die Überlassung des unvollendeten Manuskriptes sowie der Exkursionsbücher und der sonstigen überaus zahlreichen Aufzeichnungen über die Pflanzenbestände des Untersuchungsraumes.

Unermüdlich hat sich dann besonders Herr Menzi, in Verbindung mit Herrn Dr. Reich, um die Drucklegung und Herausgabe der Wirzschen Arbeit bemüht.

Da Sie die Arbeit in der «Literarischen Gabe» zur Verfügung haben, will ich nicht näher auf den Inhalt eintreten, sondern einige Bemerkungen mehr allgemeiner Natur beifügen.

Das in sich geschlossene, von mächtigen Bergketten und hohen Alpengipfeln umgebene Gebiet des Kantons Glarus mußte geradezu zur eingehenden Erforschung anregen. Ohne auf die Geschichte der Erforschung der Glarner Flora und Vegetation einzugehen, darf ich doch darauf hinweisen, daß die pflanzengeographische und im weitern Sinne auch die pflanzensoziologische Erforschung der Schweiz vom *Kanton Glarus* ausgegangen ist.

Schon Johann Hegetschweiler hat 1825 in seinem Werk «Reisen in den Gebirgsstock zwischen Glarus und Graubünden . . .» die Vegetation des Gebietes sehr anschaulich geschildert mit reichen Angaben über die Flora, dann über die Baumgrenze und die damaligen wirtschaftlichen Verhältnisse. Er ist auch den Ursachen des Vorkommens der Pflanzen in

der alpinen Region (heute sagen wir : Stufe), der Vielgestaltigkeit der Gewächse sowie ihrer Abhängigkeit von Boden und Klima nachgegangen.

In überragender und souveräner Weise hat dann wenig später Oswald Heer im «Gemälde der Schweiz», Bd. 7, 1846, wie auch in frühern und spätern Publikationen ein ausgezeichnetes Bild über die Vegetation speziell des südöstlichen Teiles des Kantons Glarus (also des Sernftales!) entworfen. Es ist dies überhaupt die *erste* botanisch-wissenschaftliche Monographie aus den Schweizer Alpen mit ausführlicher Beschreibung der einzelnen Pflanzengesellschaften. Verschiedene Ausdrücke und spezielle Bezeichnungen in der Pflanzengeographie, wie z. B. der Begriff der «*Schneetälchen*», wurden von Oswald Heer geprägt und eingeführt und sind in der Folge von der Geobotanik übernommen worden.

Mächtig gefördert wurde sodann die Pflanzengeographie durch die unvergleichlichen, von hoher Begeisterung getragenen Werke von Hermann Christ : «Das Pflanzenleben der Schweiz», 1879, und Carl Schröter : «Das Pflanzenleben der Alpen», 2. Aufl. 1926. – Mit Braun-Blanquet, Brockmann, Hegi, Lüdi, Rikli, Rübel und vielen andern, deren Namen hier nicht einzeln aufgeführt werden können, hat vor rund 50 Jahren die eigentliche soziologische Untersuchung und Beschreibung der Pflanzengesellschaften in den Schweizer Alpen und in der übrigen Schweiz erst eigentlich eingesetzt. Befruchtend wirkte namentlich das hervorragende Werk von Josias Braun : «Grundzüge der Vegetationskunde», 2. Aufl. Wien 1951. Von einer Aufzählung der zahlreichen pflanzensoziologischen Arbeiten und Monographien, die von Zürich aus durch Carl Schröter, dann durch die «Pflanzengeographische Kommission» der S.N.G. und durch das «Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich» (Direktor Dr. Werner Lüdi) angeregt wurden, muß hier abgesehen werden. Dem Interessenten sind sie bekannt oder ohne weiteres zugänglich.

Was jedoch das Glarnerland im besondern belangt, so sind hier vor allem zwei aufschluß- und inhaltsreiche, nach moderner Arbeitsweise ausgeführte Studien zu nennen :

Rudolf Winteler : «Studien über die Soziologie und Verbreitung der Wälder, Sträucher und Zwergsträucher des Sernftales», Diss. Zürich Un. 1927, und Jakob Schlittler : «Vegetationsstudie im Niederurner Tal», «Mitt. Nat. Ges. Glarus» 7, Glarus 1945, die den Weg zu weitern Forschungen in dieser Richtung weisen, der hoffentlich bald wieder eingeschlagen wird !

Die vorliegende Arbeit von Hans Wirz schließt an die Darstellung Wintelers an, unter Heranziehung der über die benachbarten Kantone erschienenen pflanzensoziologischen Darstellungen von Roth (Walenseegebiet), Baumgartner (Churfirsten), Hager (Vorderrheintal), Oechslin und Schmid (Uri).

So hat Hans Wirz durch seine unermüdliche Kleinarbeit ein klares, umfassendes Bild des momentanen Zustandes der gesamten Vegetationsdecke seines Untersuchungsbereiches in allen ihren Abstufungen und Übergängen geschaffen, das an Klarheit und Eindrücklichkeit nichts zu wünschen übrig läßt.

Damit vervollständigt sich das Bild, das wir uns von den Vegetationsverhältnissen des Kantons Glarus zu machen imstande sind, in den wesentlichsten Zügen.

Während seines ganzen Lebens hat Hans Wirz die Flora des Glarnerlandes durchforscht und dadurch das von seinem Vater Johann Wirz begonnene Werk mit seiner eingehenden Beschreibung der Pflanzengesellschaften seines Forschungsraumes erfolgreich zu Ende geführt.

Es ist nun nur zu hoffen, daß zu gegebener Zeit auch die vielen floristischen Beobachtungen, die unzähligen Standorts- und Fundortsangaben im Werke von Hans Wirz – zusammen mit den z. T. schon längst von anderer Seite zusammengetragenen Fundortsnotizen – zu einem *Florenkatalog* des Landes Glarus, also einer neuen «Flora des Kantons Glarus», zusammengefaßt werden!

(Anmerkung von A. M.-B.: Unseres Wissens hat Herr Jakob Jenny-Suter, Lehrer an der Kantonsschule Glarus, bereits mit der Zusammenstellung einer neuen *Flora des Kantons Glarus* begonnen! Vielleicht macht er uns – sofern er anwesend ist – hierüber einige orientierende Mitteilungen. Auch ist wohl anzunehmen, daß er genaue Fundortsangaben von dritter Seite gerne entgegennehmen würde, besonders wenn sie von Belegen begleitet wären.)

6. Ed. Stadelmann (Freiburg). – *Plasmometrische Untersuchungen bei Carduncellus eriocephalus.*

Zur Messung der passiven Permeabilität des Protoplasmas gegenüber gewissen unschädlichen in wäßriger Lösung gebotenen Substanzen wurde vor einiger Zeit ausgehend vom Fickschen Diffusionsgesetz für zylindrische Zellen die folgende Formel abgeleitet:

$$K = \frac{b}{4} \cdot \frac{L_2 - L_1 - \frac{b}{3} \cdot ln \frac{L_2}{L_1}}{\left(L_0 - \frac{L}{3}\right)\left(t_2 - t_1\right)}$$

Darin bedeutet:

b innere Zellbreite;

L_0 die bei Vorplasmolyse in einer mit dem Diosmotikum isotonischen nicht endosmierenden Lösung ermittelte Länge des Protoplasten von Kuppe zu Kuppe;

L_1 und L_2 Länge des Protoplasten von Kuppe zu Kuppe, gemessen während der Wiederausdehnung zur Zeit t_1 und t_2;

t_1 und t_2 die Zeiten der Messung;

K Permeationskonstante (Dimension $L \cdot T^{-1}$).

Aus dieser Formel lassen sich zwei Gesetzmäßigkeiten für den Verlauf der Wiederausdehnung des Protoplasten ableiten. Erstens muß die Rückdehnung zeitproportional sein, d. h. es muß die Protoplastenlänge in gleichen Zeiträumen um denselben Betrag zunehmen unabhängig von

ihrer jeweilen absoluten Größe, und zweitens läßt sich zeigen, daß bei verschiedenen Konzentrationen des gleichen Diosmotikums die Rückdehnung in der höheren Konzentration langsamer erfolgen soll als in ein niedrigeren Außenkonzentration.

Nachdem vor allem die erste dieser Forderungen an einheimischen Pflanzen untersucht und als erfüllt befunden wurde, sollten nun diese Verhältnisse an Zellen einer Pflanze extremen Standorts geprüft werden. Als Objekt diente hiebei die Composite *Carduncellus eriocephalus*, die in den Wüstenweidegebieten von Südalgerien bis Palästina beheimatet ist. Die Untersuchungen erfolgten im Laboratoire de Biologie Saharienne, Beni-Ounif in Algerien, an zylindrischen Epidermiszellen der Blattbasisoberseite. Die Schnitte gelangten in eine Durchströmungskammer, welche die völlige Konstanz der Außenkonzentration des Diosmotikums gewährleistete, wobei als solches Harnstoff und Glyzerin Verwendung fanden. Der Rückdehnungsverlauf der ausgewählten Zelle wurde, sobald der Protoplast im Zustand der Endplasmolyse war, genau protokolliert und hernach graphisch in einem Zeit-Protoplastenlängen-Diagramm dargestellt, in welches auch die mittels der Methode der kleinsten Quadrate interpolierte Rückdehnungsgerade eingetragen wird.

Von 62 derart gemessenen Zellen zeigten 58 einen zeitproportionalen Rückdehnungsverlauf, wobei die Größe der Abweichungen von der exakten Zeitproportionalität mit Hilfe des Bestimmtheitsmaßes B erfaßt wurde. Dieses Maß, welches bei exakter Proportionalität den Wert eins besitzt, erreicht hier im Durchschnitt die Größe 0,96. Prüft man noch, mit welcher Häufigkeit die verschiedenen B-Werte vorkommen, so ergibt sich, daß die meisten innerhalb der Grenzen 0,99 bis 0,98 liegen. Dieses Verhalten läßt sehr deutlich erkennen, in welchem hohen Grade die Rückdehnung tatsächlich zeitproportional erfolgt.

Die Konzentrationsabhängigkeit wurde an 22 Zellen durch den Vergleich der für die beiden Konzentrationen sich ergebenden Permeabilitätskonstanten K beurteilt, wobei der Quotient beider K-Werte im Idealfall die Größe eins besitzt. Tatsächlich ergab sich nun als Mittel für R der Wert 1,14; läßt man Abweichungen von ca. 30% noch zu, was angesichts der zweifellos recht hohen Empfindlichkeit der Rückdehnungsgeschwindigkeit gegenüber sekundären Einflüssen vertretbar erscheint, so liegen die R-Werte von nur fünf, das ist weniger als ein Viertel der untersuchten Zellen, außerhalb dieser Grenzen.

Das experimentell gefundene Verhalten der Zellen bei der Wiederausdehnung entspricht demnach mit nur geringen Ausnahmen den beiden aus der Formel für den Permeabilitätsfaktor ableitbaren Beziehungen.

Berechnet man die Größe des Permeabilitätsfaktors für die beobachteten Zellen, so zeigt dieser sehr hohe Streuungen. Als Mittelwert für Harnstoff folgt $3{,}34 \cdot 10^{-8}$ cm/sec und für Glyzerin $7{,}27 \cdot 10^{-8}$ cm/sec mit den Streuungen $s = 1{,}91 \cdot 10^{-8}$ cm/sec und $6{,}90 \cdot 10^{-8}$ cm/sec. Der Unterschied zwischen dem Harnstoff- und Glyzerinwert läßt sich statistisch nicht sichern und kann daher auch nur zufälliger Art sein. Diese starken individuellen Unterschiede der Protoplasmapermeabilität gegenüber den

bei einheimischen Objekten üblichen scheinen zum Teil wohl dadurch bedingt, daß jede Zelle einer anderen Versuchspflanze entstammte, doch werden sie vielleicht auch mit Außenfaktoren (Temperatur, Tageszeit, Wasserversorgung usw.) zusammenhängen, deren Erfassung nicht im Rahmen dieser Untersuchungen liegen konnte. Wesentlich geringere Streuungen zeigt der osmotische Grundwert der Zellen. Er hängt demnach in viel geringerem Ausmaße von den individuellen Faktoren ab, durch welche die Permeabilität des Plasmas so starke Streuungen aufweist, was wiederum die besondere Empfindlichkeit dieser Plasmaeigenschaft deutlich macht.

Eine ausführliche Publikation dieser und weiterer Ergebnisse plasmometrischer Messungen an *Carduncellus eriocephalus* erfolgt in «Protoplasma» **50** (1), 51–81 (1958).

7. J. Péter-Contesse (Bevaix). – *Observations sur la pousse de la St-Jean chez le fayard (Fagus silvatica).*

8. K.-D. Dang (Genève). – *Nouvelles recherches sur le rôle des multilations dans la floraison de Linum usitatissimum L.*

9. G. Bocquet (Genève). – *Structure de l'ovule campylotropes*[1].

Il est d'usage de rattacher les ovules à quelques types schématiques : ortho-, ana-, campylo-, hémi- et amphitropes. Cette nomenclature exprime mal les différences et les parentés systématiques. Une meilleure classification peut être obtenue en tenant compte du développement et de la vascularisation de l'ovule. L'observation montre que les catégories principales sont l'orthotrope et l'anatrope. Les courbures campylotrope et amphitrope ne modifient que tardivement le type fondamental et ces variations ont donc une moindre valeur phylogénétique. Il est ainsi possible de distinguer deux lignées parallèles, la série *orthotrope* et la série *anatrope*. Elles peuvent toutes deux subir une évolution comparable et donner l'une les types *ortho-campylotropes* (Caryophyllacées), l'autre les types *ana-campylotropes* (Légumineuses). Une courbure plus poussée conduit soit aux formes *ortho-amphitropes* (Atriplex hortensis) soit aux formes *ana-amphitropes* (Pisum sativum).

10. C.E.B. Bonner (Genève). – *Les «Icones» de Franz Stephani.*

Après bien des années d'attente le Conservatoire botanique a enfin pu entrer en possession des «Icones Hepaticarum», de Franz Stephani.

Je vous rappelle d'abord qui était leur auteur. Franz Stephani, fils d'un négociant fixé à Berlin est né dans cette ville le 15 avril 1842 ; il y termina ses études secondaires à l'âge de 17 ans. Il fit ensuite un stage de

[1] Ce travail sera ultérieurement publié en détail.

trois ans comme apprenti dans une filature de laine de Dessau. Des voyages qu'il fit dès 1863 en Angleterre, en Norvège, en Suède, au Danemark, en Hollande, à Paris et dans le Midi de la France et même à New York, lui permirent de perfectionner ses connaissances linguistiques, commerciales et d'établir de nombreux contacts.

En 1870, il épousa Marie Kell, fille du littérateur Julius Kell. Il continua son activité commerciale à Dessau, puis à Technitz dès 1869, enfin jusqu'en 1880 à Waldkirchen dans l'Erzgebirge de Saxe.

Lorsqu'il était encore au collège, la lecture des travaux d'Alexander von Humboldt éveilla en lui un vif intérêt pour les sciences naturelles qui avec le temps, devint une vraie passion. C'est ainsi qu'il consacra presque toutes ses heures de loisir à l'étude des plantes et surtout à l'étude des Hépatiques.

Il publia son premier travail botanique en 1876, une flore des Hépatiques des environs de Zschopau dans l'Erzgebirge. Trois ans plus tard paraissait son ouvrage sur les Jungermanniacées de l'Allemagne, travail comprenant 72 pages de texte et 131 planches lithographiées. A la suite de cette publication, il fut nommé membre d'honneur de la Société botanique de Landshut en considération de la valeur de ce mémoire. C'est de cette période que datent les premiers dessins de la collection que nous appelons de nos jours les «Icones Hepaticarum», de Stephani. Ils ne représentaient que des espèces se trouvant en Allemagne.

En 1880 il se fixa à Leipzig comme collaborateur dans une grande maison d'édition. Ce poste lui permit d'augmenter considérablement le nombre de ses correspondants scientifiques et l'on peut dater de cette année le début de ses travaux sur les Hépatiques de toutes les régions du globe, et de ses premières planches des espèces extra-européennes. En 1881, il publia ses premières espèces nouvelles, le *Dumortiera philippinensis* et le *Preissia mexicana*.

En 1884, parut sa monographie du genre *Radula*, l'année suivante celle du genre *Riccia*.

En fait, depuis 1881 et à une cadence toujours plus rapide, il ne cessa de publier jusqu'en 1913.

Le nombre des travaux qu'on lui doit paraît s'élever à près de 200 qui furent imprimés non seulement dans des périodiques et des ouvrages européens, mais aussi au Japon, en Nouvelle-Zélande, aux Philippines, etc.

Les «Icones de Stephani» représentaient pour lui son «manuel» de travail. Il s'efforçait de dessiner pour son propre emploi non seulement toutes les espèces nouvelles décrites par lui-même et par ses contemporains, mais en outre, toute les espèces connues jusqu'alors et dont il pouvait obtenir des échantillons authentiques ou des portions de types.

C'est ainsi qu'il a rassemblé une série de 11822 planches, qui représentent probablement la collection la plus complète de dessins d'Hépatiques jamais réunie.

En 1898, Stephani signa avec William Barbey un contrat par lequel l'Herbier Boissier s'engageait à publier une œuvre d'ensemble sur les Hépatiques du globe : «Le Species Hepaticarum». De son côté, moyennant une somme versée à l'auteur, Stephani promettait au fur et à mesure des livraisons parues, de remettre à l'Herbier Boissier la collection des matériaux ayant servi à la publication, puis, dans un délai à fixer, de donner sa bibliothèque hépaticologique et ses dessins botaniques. C'est ainsi que l'Herbier Boissier a pu faire l'acquisition, non seulement d'une des collections d'Hépatiques les plus riches du monde, mais en plus de la grande collection de dessins d'Hépatiques qui fait l'objet de cette note sans parler d'une bibliothèque d'inestimable valeur. «Le Species Hepaticarum» cette œuvre monumentale, forma 6 volumes qui contiennent les descriptions de quelque 11000 espèces. La publication dura de 1898 à 1924. Malheureusement, fin 1917, Stephani fut frappé d'une paralysie du cerveau et, malgré le fait qu'il vécut encore dix ans, il ne lui fut plus possible de revoir les épreuves du dernier volume.

Madame Stephani était morte en 1905 et ce fut sa fille Johanna qui s'occupa de son père. Pendant sa maladie, obligée de trouver un gagne-pain, elle se mit à dessiner des copies des Icones qu'elle vendait à des instituts étrangers. Même après la mort de Stephani, elle continua cette activité avec l'assentiment du professeur R. Chodat qui dirigeait l'Herbier Boissier. Mlle Stephani décéda pendant la dernière guerre, mais elle avait mis toutes ses affaires en ordre. Il nous a fallu cependant plusieurs années pour retrouver les Icones entreposés en Allemagne dans un institut de la zone russe et les faire revenir à Genève.

Près de 45000 dossiers nous sont ainsi parvenus : en plus les 12000 originaux qu'on est en train d'insérer dans l'herbier où ils vont rejoindre les spécimens déposés autrefois par Stephani, il y a 9 séries de doubles (le nombre des pièces dans chaque série varie de 8000 à moins d'une centaine) qui pourront être acquises par les hépaticologues.

L'intérêt de ces dessins est double : d'une part, ils rendent plus facile la rectification de détails qui ont été mal compris ou mal interprétés par Stephani, et ces erreurs sont bien excusables si l'on songe à la masse formidable de documents mis en œuvre – et d'autre part, ils permettent de déterminer d'une façon précise quels échantillons ont été analysés par Stephani.

11. G. Bocquet (Genève). – *La structure de la colonne placentaire de l'ovaire des Caryophyllacées.*[1]

Plusieurs auteurs ont noté la présence d'un faisceau vasculaire central à l'intérieur de la colonne placentaire de certaines Caryophyllacées, tout spécialement dans le genre *Melandrium*.

Ph. van Tieghem et Miss G. Lister ont interprété cette structure comme un reliquat de l'axe floral. Or, l'examen in toto (après éclaircisse-

[1] Ce travail sera publié ultérieurement en détail.

ment des fleurs au chloral-lacto-phénol) permet de raccorder ce soi-disant axe aux placentas. D'autre part, il va innerver les ovules les plus élevés, décalés par rapport à leurs voisins inférieurs : ils sont en effet attachés à la marge des cloisons, dans leur partie supérieure où elles ne sont pas soudées entre elles. Le faisceau central apparaît ainsi tant par son origine que par sa structure et surtout sa destination, n'être qu'une dérivation des faisceaux placentaires mise en réserve pour les ovules supérieurs, puisque par leur position, ceux-ci ne peuvent pas être normalement innervés. Ce faisceau central n'est donc pas un reliquat de l'axe.

D'ailleurs la colonne placentaire est, malgré les apparences, d'origine presque entièrement carpellaire, sauf tout à la base.

12. H. Oefelein (Neunkirch). – *Nasturtium-Studien in der Nordostschweiz* (mit Demonstrationen).

9. Sektion für Zoologie

Sitzung der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr. R. MATTHEY (Lausanne)

G. HEBERER (Göttingen). – *Aktuelle Probleme der menschlichen Phylogenetik.* (Gemeinsam mit der Schweiz. Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie und der Schweiz. Gesellschaft für Vererbungsforschung.)

1. F.E. LEHMANN (Bern). – *Das Grundplasma tierischer Zellen und seine funktionelle Feinstruktur.*

Im Verlaufe jahrelanger Untersuchungen gemeinsam mit A. Bairati, E. Manni und V. Mancuso ist es gelungen, eine neue elektronenmikroskopische Fixierungsmethode zu entwickeln (Lehmann und Mancuso, «Exp. cell research», Vol. 13, 1957). Diese hat es gestattet, die Elemente des Grundplasmanetzes bei der Amöbe, den Furchungszellen von Tubifex und den Embryonalzellen von Xenopus (gemeinsam mit *Eakin*) darzustellen. Das Grund- oder Hyaloplasma erscheint als dreidimensionale fibrilläre Netzstruktur, deren micellare Fibrillen 15 bis 30 mμ Durchmesser haben und in denen größere chromidienartige Bläschen (50 bis 300 mμ) und kleinere dichtere Granula (15 bis 30 mμ) eingelagert sind. Wie Zentrifugierungsversuche zeigen, hat das Hyaloplasma typischen Gelcharakter, was mit seinem netzigen Feinbau zusammenhängt. In den Maschen dieses Systems findet sich eine interstitielle Flüssigkeit. Das Grundplasma erscheint somit als typische *Durchdringungsstruktur*. Verschiedene Autoren haben nachgewiesen, daß das Grundplasma kontraktil ist und daß seine kontraktilen Proteine den aktomyosinartigen Proteinen nahestehen. Nach polarisationsoptischen Arbeiten und nach unseren neuesten Befunden besitzt der ganze Mitoseapparat einen fibrillären Feinbau, an dem die gleichen Elemente beteiligt sind wie am Feinbau des Hyaloplasmas. Das Hyaloplasma kann leicht vom Sol- in den Gelzustand und umgekehrt übergehen. Hierbei scheinen die Adenosintriphosphorsäure, die Fermente der beteiligten Partikel, deren Ribonukleinsäure und die SH-Gruppen der fibrillären Proteine beteiligt zu sein. Das Grundplasma präsentiert sich als ein strukturell hochorganisiertes System und unterscheidet sich durch seine enzymatische Dynamik grundsätzlich von gewöhnlichen makromolekularen Gelen. Nach den Befunden der Biochemiker sind die Elemente

des Grundplasmas auch der Sitz der Proteinsynthese in der Zelle. Dank diesen mannigfaltigen Leistungen ist das Grundplasma ein sehr wichtiges Zellorganoid. Bei ihm sind Stoffwechsel und Formwechsel direkt miteinander gekoppelt.

2. F. Strauss (Bern). – *Der Eileiter des Goldhamsters.*

Bei embryologischen Untersuchungen (Bögli; Oeri; Strauss) am Oviduct von Mesocricetus auratus Waterhouse fielen verschiedene, regelmäßig wiederkehrende morphologische Befunde auf, über die in der Literatur bisher keine oder nur ungenügende Hinweise zu finden sind und welche daher eines Kurzberichtes wert erscheinen. So liegt z. B. der Eileiter als ein schlingenreiches und scheinbar unübersichtliches Konvolut, dessen äußere Form nach den Befunden an 122 Objekten stets überraschend gleichförmig ist, zwischen dem in einen Fettkörper eingebetteten Ovarium und der cranialen Spitze des Uterushornes. Dabei bedeckt er häufig mit mehreren Schlingen sowohl den caudalen Eierstockspol als auch den Anfangsteil des Fruchtträgers. Die durchschnittliche Gesamtlänge der Tuba uterina beträgt 15,06 mm. An ihr sind konstant und mit aller wünschbaren Deutlichkeit vier Abschnitte zu unterscheiden, wie sie bei der Hausmaus und der Wanderratte schon Sobotta (1895) bzw. Fischel (1914) gesehen haben. Nach einem Infundibulum und einer Ampulle ist dem Isthmus noch ein Präisthmus vorgeschaltet, wobei allerdings diese beiden Abschnitte ohne scharfe Grenze ineinander übergehen. Neben der erstaunlich regelmäßigen Lage des Eileiters zwischen Eierstock und Uterushorn sind auch noch Konstanz und Verteilung der Schlingen auf die einzelnen Tubenabschnitte auffällig. Unabhängig von der Tubenlänge wurden durchschnittlich 30 Schlingen gezählt, die sich folgendermaßen auf die einzelnen Eileiterstrecken verteilen: Infundibulum 1, Ampulle 5 sowie Präisthmus und Isthmus zusammen 24 Schlingen. Mit ähnlicher Regelmäßigkeit erfolgen auch die Übergänge von einem Abschnitt zum andern: Übergang Infundibulum–Ampulle immer an der ersten Umbiegung und Übergang Ampulle–Präisthmus stets an der vierten bis siebenten Biegung. Ampullen-, Präisthmus- und Isthmusabschnitt bilden topographisch drei scharf voneinander getrennte und immer gleich lokalisierte Schlingengruppen.

Der tuben- bzw. uteruseigenen Muskulatur ist auch beim Goldhamster wie bei den übrigen Säugern eine peritoneale Muskelschicht aufgelagert, die ihrer Anordnung und Herkunft aus dem Mesometrium wegen in ihrer Gesamtheit als M. mesogenitalis bezeichnet wird. Auf dem Uterushorn verlaufen seine Fasern längs; sie erstrecken sich bis zum Eileiter und Eierstock. Von dem dorsal vom Tubenkonvolut durchziehenden M. mesogenitalis treten bei der Passage hinter dem Oviduct kräftige Faserbündel als M. suspensor tubae mit einer Pars ampullaris, praeisthmica und isthmica an die betreffenden Schlingen heran. Die längsverlaufende, peritoneale Muskulatur setzt sich nach Abgabe dieser Zweige unter Aufteilung in ein kräftigeres, mehr dorsal gelegenes und ein schwächeres,

ventrales Bündel nach dem Ovarium hin fort. Das ventrale Bündel, welches unmittelbar über das dorsale hinwegzieht, splittert sich cranialwärts allmählich in den oberflächlichen Schichten des Eierstock-Fettkörpers auf. Das hintere Muskelbündel biegt nach dem Ovarium hin um, wobei es sich in einen M. suspensor ovarii an den Hilus und einen M. suspensor bursae an den Eierstocksbeutel aufteilt. Von diesen beiden Aufhängeapparaten zweigen noch Faserschlingen zum Infundibulum ab, das in seinem ganzen Umfang von Peritonealmuskulatur umfaßt wird. Die distal vom Trichter liegenden Tubenabschnitte dagegen werden nur etwa zur Hälfte ihrer Circumferenz von mesogenitalen Muskelfasern bedeckt. Die Aufgabe dieser mit dem peritonealen Überzug an das Genitale herantretenden, kräftigen Muskelzüge besteht wahrscheinlich darin, den ganzen Geschlechtsapparat hängend und in seinen Einzelabschnitten gegeneinander beweglich zu fixieren. Deshalb dürfte die Bezeichnung Mm. suspensores im Gegensatz zur Namengebung von Landau (1938) berechtigt sein.

Bei Versuchen zur Darstellung des Tubenverlaufes fiel auf, daß sich der Eileiter retrograd nicht mit einer Injektionsflüssigkeit füllen ließ. Diese zunächst überraschende Tatsache basiert, wie bei vielen anderen Tieren (Alden, 1943 ; Anderson, 1928 ; Kelly 1928), auch beim Goldhamster auf einer Reglereinrichtung an der uterinen Tubenmündung, die in einer antimesometralen Papille liegt. Bei Mesocricetus ist jedoch kein M. sphincter tubaricus vorhanden. An der Tubenmündung sitzen vielmehr zottenartige Gebilde, die in Verbindung mit dem schrägen Durchtritt des Eileiters duch die Uteruswand als Einwegventil funktionieren. Die Lumenweite des Oviductes ist nur in geringem Grad zyklischen Veränderungen unterworfen. Die Tunica propria der tubaren Schleimhautleisten dagegen zeigt rhythmische Volumschwankungen. Verschluß und Öffnung der Tubenklappe werden so durch wechselnden Flüssigkeitsgehalt des Schleimhautbindegewebes des papillaren Eileiterabschnittes und ohne Muskelwirkung gesteuert. Auch die zyklisch variierende Gefäßfüllung dürfte die Funktion des tubo-uterinen Ventils mitregulieren. Auffallend ist das regelmäßige Auftreten von Leucocyten an der Tubenmündung während des Östrus und frühen Metöstrus. Ihr Durchtritt ist für die Tubenmündung charakteristisch. Dieser regelmäßige Befund läßt an eine Aufgabe der Leucocyten bei der Passage der Spermien durch das Tubenventil denken. Über die exakte Funktion des Tubenventils sind noch keine genauen Angaben zu machen ; die vergleichende Physiologie (Leonard and Perlman, 1949) konnte bisher nur zeigen, daß artfremde Spermien solche Verschlußmechanismen nicht passieren können.

3. Hansjörg Huggel (Centre Suisse de Recherches Scientifiques à Adiopodoumé, Côte- d'Ivoire). – *Zum Studium der Biologie von Eidolon helvum (Kerr): Aktivität und Lebensrhythmus während eines ganzen Tages.*

In den Parkanlagen und Gärten der Stadt Abidjan (Plateau) lebt in der Zeit von Mitte August bis Mitte März eine Kolonie Eidolon helvum

von 20000 bis 50000 Tieren. Sie lebt auf Mangenbäumen, Fromager (Ceiba pentandra) und selten Ölpalmen (Elaeis guineensis). Der Tagesrhythmus wird bestimmt durch die beiden Hauptphasen : morgendlicher Anflug vom Freßgebiet und abendlicher Abflug ins Freßgebiet. Tagsüber besitzt die Kolonie eine für jede Tageszeit typische Organisation auf den Schlafbäumen. Nachts leben die Tiere im Freßgebiet und verwenden einen großen Teil der Zeit für den Zu- und Rückflug zum Schlafterritorium. Die Kolonie folgt einem bestimmten, genau fixierten Plan der Aktivität vom Morgen bis zum Abend : Anflug, Überfliegen des Schlafterritoriums, Landung in den obersten Ästen eines Baumes, Bezug des Schlafbaumes und eines bestimmten Astes, Körperreinigung, Ruhe, Annäherung der Tiere, Bildung von Gruppen und später von Trauben von 8 bis 20 Stück, mittags Flügelstrecken, Kurzflüge, Konzentration der Kolonie auf wenige dichte Klumpen, Abwandern aus den Klumpen und Abflug, Anfliegen einer Freßquelle, Umfliegen des Baumes, Landung und Wandern im Baum zur Nahrungssuche, Fressen, Verlassen der Freßquelle, Aufsuchen weiterer Freßbäume, Rückflug zum Schlafterritorium.

Eine Variation in der Zeitaufteilung entsteht durch die Verschiebung der Tageslänge um maximal 30 Minuten. Die Kolonie folgt in den Abflugszeiten der jahreszeitlichen Verschiebung des Sonnenunterganges. Trotzdem scheint die Lichtintensität nicht direkter auslösender Faktor zu sein ; denn sonst müßten die Tiere bei total bedecktem Himmel oder bei plötzlichem Gewitter früher abfliegen, was aber nicht der Fall ist auf Grund zahlreicher Beobachtungen. Die Baumordnung verändert sich charakteristisch vom Moment des Bezugs eines Schlafbaums bis zum Abflug. Die Landung erfolgt durch Einfallen mit angelegten Flügeln. Nach Landung beginnt sofort die Inbesitznahme eines Ruheplatzes, sei es auf dem gleichen oder einem andern Baum. Überfüllte Bäume entleeren sich, andere werden zusätzlich bevölkert. Landebaum und Schlafbaum sind nicht unbedingt identisch. Die Landephase und Phase des Bezugs eines Schlafplatzes dauert von 4 Uhr bis zirka 6 Uhr. Zwischen 6 und 7.30 Uhr kann man die Bildung von losen Gruppen weiter verfolgen, fliegende Tiere sind häufig. Körperkontakt wird in dieser Zeit meist vermieden. Einzelne Tiere gehen sofort zur Körperreinigung durch Lecken, Kratzen und Beißen über, andere bleiben völlig ruhig. Um 9 Uhr tritt eine relative Ruhe ein. Von 11 Uhr an befindet sich die Kolonie in einem latenten Ruhezustand. Gegen Mittag kommt es zur eigentlichen Traubenbildung. Die Tiere hängen in dichten Reihen und Klumpen an den obersten Ästen der Bäume, teils bedeckt vom Laubwerk, teils völlig unbedeckt. Dieses klassische Bild einer Flughundkolonie (Eisentraut, 1942, 1945 und 1956) bleibt bis etwa um 16 Uhr erhalten.

Vor dem Beginn des Abflugs um 18 bis 18.30 Uhr, je nach Jahreszeit, stellt man eine sich steigernde Konzentration der Tiere auf wenige große Klumpen fest. Die Konzentration der Kolonie auf einen engen Raum geht der totalen Auflösung der Klumpen voraus. Erst nach Einsetzen der Auflösung der Klumpen geraten die Tiere in Abflugbereitschaft. Der Abflug selbst, gemessen vom ersten bis zum letzten abfliegenden Tier,

dauert ziemlich genau 45 Minuten. Die Tiere fliegen also nicht miteinander ab, wie dies in Alarmsituation der Fall ist. Das abendliche Abflugverhalten ist demnach verschieden vom Fluchtverhalten.

Bis jetzt wurde angenommen, die Tiere würden in langgezogener Schwarmformation ins Freßgebiet fliegen. Jedoch zeigt eine nähere Analyse, daß die Tiere in offener Schwarmformation, sektorartig ihr Freßgebiet überfliegen. Die Fluggeschwindigkeit beträgt 15 bis 30 km/h je nach Tier, die Flughöhe variiert zwischen 120 und 250 m. Die Tiere konnten bis 12 km (Luftlinie) Entfernung vom Schlafplatz direkt verfolgt werden. Als Flugrichtung gilt für die Kolonie in Abidjan und eine andere in Tiassalé (Côte-d'Ivoire) Nordwest- und Westsektor sowie Ost- und Nordostsektor (Eisentraut, 1956, gibt die Nordwest-West-Richtung an). Als Freßgebiet darf der ganze überflogene Sektor gelten. Die ersten fressenden Tiere werden schon 1 km vom Schlafplatz beobachtet. Die Freßphase beginnt um 19 Uhr und endet um 24.00 Uhr, in seltenen Fällen um 1.30 Uhr. Anfänglich hört man häufig Schreie (Platzkämpfe, Eisentraut, 1956), von 22.00 Uhr an sind Schreie sehr selten. Während der ganzen Nacht herrscht eine intensive Flugtätigkeit. Ein Tier besucht mehrere Nahrungsquellen, ruht sich auch oft eine halbe bis eine Stunde aus, fliegt wieder weg und frißt in hängender oder kletternder Stellung. Um 2 Uhr werden fliegende Tiere in entfernten Gebieten zum letztenmal beobachtet. Der Rückflug zum Schlafplatz setzt ein. Der Rückflug erfolgt in mehreren Etappen. Ein bis drei Kilometer vor dem Schlafplatz werden Tieransammlungen auf alleinstehenden Bäumen beobachtet. Es handelt sich immer um die gleichen Bäume, ihnen kommt offenbar Orientierungsfunktion zu. Auf solchen Bäumen herrscht zwischen 3 und 4.30 Uhr morgens ein dauerndes Zu- und Abfliegen, von großem Geschrei begleitet. Die letzten im Schlafterritorium ankommenden Tiere können in langgezogener Schwarmformation einfliegen, sonst ist keine spezielle Schwarmform zu erkennen.

Gesamthaft läßt sich die Aktivität einer Flughundkolonie von Eidolon helvum (Kerr) wie folgt umschreiben;

1. Die Tiere sind Nachttiere mit einer ausgesprochenen Flugtätigkeit zur Nahrungssuche, aber sessilem Verhalten zum Nahrungserwerb und zur Nahrungsaufnahme.
2. Der Tagesschlaf ist ein latenter Ruhezustand, der periodisch unterbrochen wird.
3. Eidolon helvum bildet eine Tiergesellschaft; die Einzeltiere führen ihre Tätigkeiten gemeinsam und relativ gleichzeitig aus.
4. Die Kolonie zeigt eine psychische Fixation an den Schlafbaum. Das Abflugverhalten bedarf einer Serie vorausgehender Handlungen bis zu seiner Ausführung. (H. Mislin und H. Huggel, unveröffentlicht.)
5. Verschiedene Kolonien scheinen die gleichen Flugrichtungen zum Freßgebiet zu besitzen.

Literatur

Eisentraut, M., 1942 : Beitrag zur Ökologie von Kameruner Chiropteren. Mitt. Zool. Mus. Berlin, 25, 245.

Eisentraut, M., 1945 : Biologie der Flederhunde (Megachiroptera). Biologia generalis, 18, 327.

Eisentraut, M., 1956 : Beitrag zur Chiropteren-Fauna von Kamerun (Westafrika). Zool. Jahrb., 84, 505.

4. V. Kiortsis (Genève). – *Action combinée de l'ovariotomie, de la méthyl-testostérone et du nerf dévié sur le développement de la crête dorsale chez la femelle de Triturus cristatus Laur.*

La crête dorsale, repli tégumentaire à évolution saisonnière cyclique, est un caractère sexuel du mâle. La femelle de cette espèce n'a à la place qu'un sillon, pigmenté en jaune. La déviation d'un nerf et son aboutissement au voisinage de la crête produit chez le mâle un accroissement local notable de cet organe. La même opération, pratiquée sur la femelle, conduit à un résultat similaire. L'hormone mâle, en masculinisant les femelles, provoque le développement d'une crête à la place du sillon médiodorsal. La castration de la femelle n'a pas le même effet.

Afin d'étudier les rôles respectifs de ces facteurs et de préciser la nature de la formation produite chez la femelle après déviation d'un nerf, on a effectué les expériences suivantes : La déviation du nerf brachial dans le territoire «crête» a été pratiquée sur un certain nombre de mâles et sur 51 femelles divisées en quatre groupes.

1. Le premier groupe a subi la déviation seule. Les régénérats de crête ont une hauteur moyenne de 1,01 mm $\pm$ 0,170 mm.

2. Dans le deuxième groupe la déviation est suivie d'un traitement à la méthyl-testostérone : badigeonnage quotidien de la région médiodorsale avec 40 γ d'hormone pendant quatres semaines. La hauteur moyenne des régénérats, nés sur déviation, s'élève à 1,53 mm $\pm$ 0,159 ; celle du reste de la crête, induite par l'hormone, à 0,47 mm.

3. Au troisième groupe, la déviation du nerf est faite après castration. Hauteur moyenne des régénérats : 1,38 mm $\pm$ 0,157. Pas de développement de crête, ailleurs que sur déviation.

4. Dans le quatrième groupe, les femelles sont soumises à un traitement hormonal, identique à celui du groupe 2, mais après castration préalable et déviation d'un nerf. La hauteur moyenne des régénérats est de 1,54 mm $\pm$ 0,183 mm. Le reste de la crête monte en moyenne à 0,56 mm.

Une année après l'opération, la crête produite par l'hormone accuse une nette régression, sans toutefois disparaître entièrement. Les vestiges de la crête sont pigmentés en jaune comme l'est l'ébauche de cet organe chez les mâles impubères. Les régénérats sur déviation persistent, avec une légère diminution de leur hauteur et sont parfois aussi tachetés de jaune.

L'étude statistique des résultats montre une différence significative entre la hauteur moyenne du régénérat de crête, après déviation simple du nerf, et celle observée après déviation accompagnée de traitement

hormonal ; la seconde étant nettement supérieure à la première. La castration de la femelle n'a pas d'effet appréciable sur la croissance aussi bien de la crête dans son ensemble que de celle du régénérat induit par le nerf.

Grâce à ces expériences, la nature «crête» des élévations tégumentaires induites chez la femelle par déviation d'un nerf semble bien établie. Ces structures réagissent favorablement à la méthyl-testostérone.

L'hormone mâle et le nerf dévié exercent donc la même action positive sur le développement de la crête chez la femelle. Les effets de ces deux facteurs peuvent – dans les limites de l'expérience – s'additionner. L'ovaire ne semble avoir aucune influence inhibitrice mesurable.

Travail exécuté grâce à une subvention de la Fondation Georges et Antoine Claraz.

Institut de zoologie et d'anatomie comparée, Université de Genève

5. Pei Shen Chen (Zürich). – *Untersuchungen zum Proteinstoffwechsel von Stechmücken (Culex pipiens und Culex fatigans)*[1].

Bei der Mehrzahl der Stechmücken brauchen die Weibchen Blutnahrung, um ihre Eier zu bilden. Im Jahre 1912 berichtete Neumann, daß bei *Culex* auch Weibchen vorkommen, die fähig sind, das erste Eigelege abzulegen ohne vorhergegangene Blutaufnahme. Seitdem sind etwa zwei Dutzend Mückenarten bekannt, bei denen auch dieser besondere Fortpflanzungsmechanismus nachgewiesen worden ist. Man bezeichnet die Eibildung ohne Blutnahrung als Autogenie und diejenige, die eine vorhergegangene Blutmahlzeit benötigt, als Anautogenie. Obwohl die autogenen und anautogenen Mücken durch verschiedene biologische Merkmale gut abgrenzbar sind (vgl. *Laven*, 1957), wissen wir noch nichts über die der Autogenie bzw. Anautogenie zugrunde liegenden physiologischen Grundlagen. Für die Eibildung sind vor allem die im Tierkörper gespeicherten Eiweiße von Wichtigkeit. Es wurden deshalb vergleichende Untersuchungen über den Proteinstoffwechsel zwischen beiden Mückenformen durchgeführt.

Mit Hilfe der Papierchromatographie wurden die folgenden Ninhydrin-positiven Stoffe in den Körperextrakten der Mückenlarven (*C. pipiens*, autogene Form) nachgewiesen : Asparaginsäure, Glutaminsäure, Cystin, Serin, Glycin, Threonin, Tyrosin, α-Alanin, β-Alanin, Glutamin, Lysin, Arginin, Histidin, Methioninsulfoxyd, Valin, Leucin (Isoleucin), Prolin und drei Peptide. Wie die quantitativen Messungen zeigten, nehmen alle Aminosäuren während der Larvalentwicklung sukzessiv zu. Diese Zunahme ist aber nicht bei allen Aminosäuren gleich. Die Stoffmengen von Prolin, Glutamin und Tyrosin steigen besonders rasch an. Die Bestimmung des Gesamtstickstoffes bewies, daß der Anstieg dieser drei Substanzen nicht bloß auf der Zunahme der Körpermaße beruht, sondern

[1] Ausgeführt mit Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

daß infolge der Morphogenese eine tatsächliche Konzentrationserhöhung besteht. Morphogenetisch sind diese Aminosäuren von besonderer Bedeutung. Das Tyrosin liefert den Ausgangsstoff für die Bildung des Pigments im Puparium. Das Prolin wird vor allem in die Proteine der Cuticula eingebaut. Bei der Biosynthese der Eiweiße spielt das Glutamin eine zentrale Rolle. Im allgemeinen erscheint das Blut der Puppe viel ärmer an freien Aminosäuren als das der ausgewachsenen Larven. Dies steht wohl mit der Tatsache im Zusammenhang, daß der Aufbau der Körpereiweiße erst kurz vor der Verpuppung besonders intensiv ist.

Im Gegensatz zu den meisten Ninhydrin-positiven Stoffen kommen β-Alanin und Methioninsulfoxyd während der Larvalentwicklung nur in sehr geringer Menge vor. Untersuchungen an Adultmücken ergaben, daß diese zwei Aminosäuren erst im Laufe des Imaginallebens sukzessiv akkumuliert werden. Die Mückenmännchen im Alter von 4 bis 6 Tagen enthalten etwa 6- bis 7mal mehr β-Alanin als die gleichalterigen Weibchen. Umgekehrt akkumulieren die Weibchen während der gleichen Zeit rund 5mal mehr Methioninsulfoxyd als die Männchen. Eingehende Untersuchungen bewiesen, daß diese geschlechtsspezifischen Stoffe nicht direkt aus den Hoden bzw. Ovarien entstammen. Offenbar haben sie eine besondere Bedeutung im Proteinstoffwechsel während der Bildung der Keimzellen.

Mit Hilfe der Papierelektrophorese wurde in der Hämolymphe der *Culex*-Larven nur eine Eiweißfraktion festgestellt, die bei *p*H 8,6 anodenwärts wandert. Eine intensive Synthese der Blutproteine findet erst in der zweiten Hälfte der Larvalentwicklung statt. Die Hydrolyse zeigte, daß diese Eiweißfraktion aus mindestens 13 verschiedenen Aminosäurebausteinen zusammengesetzt ist. Ihr isoelektrischer Punkt liegt bei *p*H 6,1. Nach ihrer Beweglichkeit entspricht sie der Hauptfraktion der Blutproteine von *Drosophila*-Larven. Im Gegensatz zu *Drosophila* fehlt bei *Culex* die zweite Fraktion selbst in der Hämolymphe der unmittelbar vor der Verpuppung stehenden Larven.

Überraschend ist der Befund, daß ein unterschiedlicher Proteingehalt zwischen autogener und anautogener Form besteht. Die verpuppungsreifen Larven von *C. fatigans* (anautogene Form) sind bedeutend reicher an Blutproteinen als die Larven von *C. pipiens* (autogene Form) des entsprechenden Entwicklungsalters (Extinktionswerte pro 20 mm³ Hämolymphe: *C. fatigans* 1,07; *C. pipiens* 0,77). Untersuchungen an freien Aminosäuren ergaben, daß die chromatographischen Muster der autogenen und anautogenen Form identisch sind. Auch zeigten die quantitativen Bestimmungen der Totalkonzentration der Larvalhämolymphe keinen wesentlichen Unterschied zwischen beiden Formen.

Zusammenfassend haben die vorliegenden Untersuchungen gezeigt, daß die nichtautogene Form einen höheren Gehalt an Blutproteinen hat und sich ebenso reich an freien Aminosäuren erweist wie die autogene Form. Der Grund, daß die nichtautogenen Mücken eine Blutmahlzeit benötigen, um ihr erstes Eigelege abzulegen, kann also nicht als Mangel an Reservestoffen erklärt werden. Neuerdings sind andere Erklärungs-

möglichkeiten, wie die Stimulation durch unbekannte chemische Faktoren des aufgenommenen Blutes oder die Aktivierung des Hormonsystems, in Betracht gezogen worden. Doch für eine endgültige Erklärung des Phänomens Autogenie–Anautogenie sind weitere Untersuchungen nötig.

6. R. MATTHEY (Lausanne). – *La détermination du sexe chez Ellobius lutescens et Chilotus oregoni (Rodentia, Microtinae).* – A paru dans «Experientia« 14, p. 240, 1958.

10. Sektion für Entomologie

Sitzung der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft

Sonntag, den 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr. Ed. Handschin (Basel)
Sekretär: Dr. R. Wiesmann (Basel)

1. R. Wyniger (Basel). – *Beobachtungen über die Nahrungsaufnahme von Raphidia major Burm.*

2. H. Gaschen (Lausanne). – *Faut-il donner une suite au catalogue du Dr Steck pour la période 1900 à 1950?*

Ce n'est pas à proprement parler une communication scientifique que je compte faire sous ce titre «*Faut-il continuer l'œuvre du Dr Steck de 1900 à 1950?*»

Mon idée est que la réunion de nos collègues et amis entomologistes est l'occasion opportune pour vous poser très franchement la question et je vous serais très reconnaissant de me répondre avec la même franchise.

En 1926 paraissait à Berne le «Catalogue de la Faune entomologique suisse de 1634 à 1900» dû aux patientes recherches très consciencieuses du Dr Th. Steck.

On y trouve les titres de tous les travaux des chercheurs suisses ou étrangers s'étant intéressés aux problèmes entomologiques concernant notre pays. L'utilité de ce catalogue est incontestable mais celle de la portion 1900 à 1950 sera-t-elle également incontestable!

Le naturaliste moderne a à sa disposition, plus que ses prédécesseurs du XIXe siècle, des revues spécialisées et des bulletins signalétiques très bien conçus qui lui permettent de retrouver les renseignements désirés. Néanmoins ce catalogue a l'avantage de donner une vue d'ensemble sur les recherches entomologiques en Suisse et garde ainsi, me semble-t-il, toute son importance. 4000 fiches ont été établies jusqu'à aujourd'hui et je serais évidemment heureux si mes collègues spécialistes de tel ou tel groupe voulaient bien un jour ou l'autre vérifier et compléter les fiches concernant leur spécialité.

3. H. GASCHEN (Lausanne). – *Nouveaux cas de myiase humaine en Suisse.*

En 1952, j'ai publié avec le Dr Favrod-Coune, un cas de myiase à *Hypoderma lineatum* chez un enfant de quatre ans et demi habitant Châteaux-d'Oex. A cette occasion, nous avions relevé l'importance des myiases non seulement en médecine vétérinaire mais aussi en médecine humaine.

Gansser, puis Bouvier, ont attiré l'attention à plusieurs reprises sur l'utilité de la lutte entreprise en Suisse contre les varons dont on connaît les dégâts qu'ils causent aux cuirs.

Bien qu'hôte inhabituel, l'homme peut néanmoins être parasité par *Hypoderma*. L'œuf introduit fortuitement dans l'organisme donne naissance à une larve qui commence tout de suite ses pérégrinations à travers l'organisme pour atteindre enfin la surface où l'œdème local se transforme en furoncle au centre duquel elle se trouve.

C'est en 1923 que Galli-Valerio a signalé le premier cas de myiase connu en Suisse. Jusqu'à maintenant 12 cas ont fait l'objet de communications ; 5 proviennent du canton de Berne, 2 de Neuchâtel, 2 de Vaud et 3 du Valais.

Dans le numéro du 14 juin 1958 de la «Schw. Med. Wochenschrift», le Dr H. Schmid décrit le cas d'un enfant de 7 ans chez qui deux larves furent expulsées à 3 semaines d'intervalle, après avoir provoqué des manifestations pathologiques pendant 7 mois (octobre 1956 à avril 1957).

Depuis 1952, 2 autres cas sont venus à ma connaissance. Le premier en 1954. C'est le Dr Waridel, de Monthey, qui m'adresse une larve de 16 mm extraite de la joue d'un jeune homme de 15 ans, gardien de troupeaux de juin à septembre 1953. La larve est expulsée de l'organisme le 31 mars 1954, soit donc environ 7 mois après l'infestation probable. Pour le deuxième cas (1958), nous avons obtenu les renseignements suivants : il s'agit d'un jeune homme, électricien de profession, habitant Neuchâtel, qu'il n'a jamais quitté. Il était hospitalisé pour appendicite et n'avait jamais présenté de signes particuliers pouvant faire penser à un parasitisme quelconque ; l'origine de la contamination est difficile à préciser en l'absence de renseignements complémentaires. En ce qui concerne les cas signalés par Lauterburg–Bonjour et Schmid les observations s'étendent sur une période de 10 mois pour l'un (octobre 1944 à juillet 1945) et de 7 mois pour l'autre (octobre 1956 à avril 1957).

Lorsque le malade a pu être suivi (observations Lauterburg-Bonjour, Schmid, Waridel), on a constaté en général de nombreuses manifestations pathologiques pendant le séjour de la larve dans le corps (céphalées, myalgies diverses, lymphangite, réactions sanguines, telles que éosinophilie, leucocytose).

Il est intéressant de noter également que dans tous les cas signalés, sauf un (cas signalé par Lauterburg-Bonjour dans lequel la larve était prête à se nymphoser), il s'agit de larves ayant atteint le stade II, donc expulsées prématurément d'un biotope certainement inconfortable pour elles.

Au point de vue systématique, 2 espèces d'*Hypoderma* sont en cause, soit *Hypoderma bovis* et *H. lineata.*

Il serait certainement intéressant et c'est le but de cette note, de connaître d'autres cas qui doivent probablement exister en Suisse dans les régions où les varons sont nombreux.

En outre il ne faut pas oublier qu'*Hypoderma*, comme d'autres Oestridés, peut provoquer des opthalmomyiases pouvant entraîner la perte de l'œil, comme l'ont montré Keiser en 1948 et Leclercq en 1949.

Bien qu'accidentelles, les myiases humaines peuvent présenter un pronostic grave et leur importance ne doit être ni ignorée, ni sous-estimée. Leur étiologie doit être présente à l'esprit du personnel sanitaire des colonies de vacances d'enfants à la montagne. Le cas signalé par H. Schmid est typique à cet égard, comme celui de Smart (de Londres), concernant un enfant de 10 ans dont l'infestation se situait précisément lors d'un séjour en colonie de vacances dans la campagne anglaise.

4. J. Aubert (Lausanne). – *Les Plécoptères de France.*[1]

5. R. Wiesmann (Basel). – *Zur Physiologie der Rüsselspeicheldrüse von Musca domestica L.*

Die Rüsselspeicheldrüse liegt im unteren Teil des Haemocoels der Labellen des *Musca*-Rüssels als kleines, zweilappiges Organ, das dorsal die Öffnung des Hypopharynx in der Rüsselscheibe einfaßt. Die Drüse, von einem dünnen Faserepithel umschlossen, besteht aus 230 bis 250 voneinander getrennten, großen Einzeldrüsenzellen, die jede in das Lumen der Drüse einen langen, schlauchartig gewundenen, feinen Ductus aussendet, die für sich in zwei einander gegenüberliegenden Öffnungen direkt in das unterste Ende des Hypopharynx münden. Diese einzelnen Drüsenzellen, mit großen chromatinreichen Zellkernen ausgestattet, weisen größere und kleinere Vakuolen auf, die den zu sezernierenden Speichel enthalten.

Zufolge der Kleinheit der Rüsselspeicheldrüse kann der Speichel nur einen minimen Beitrag zur Verflüssigung von fester Nahrung liefern, dagegen ist sein Gehalt an hochwirksamen Fermenten sehr groß, die der aufzunehmenden, flüssigen Nahrung beigemischt werden. Das Auflösen fester, löslicher Nahrung geschieht hauptsächlich durch den flüssigen Kropfinhalt und zum geringen Teil auch durch Speichel aus der großen, fadenförmigen Hauptspeicheldrüse.

Das Durchmischen der meist sehr rasch aufgenommenen flüssigen Nahrung mit dem Speichel der beiden Speicheldrüsen geschieht beim sogenannten Erbrechen und Wiederaufsaugen der Nahrung aus dem Kropf, der zudem durch peristaltische Bewegungen für eine weitere gute Durchmischung sorgt.

---

[1] Paraîtra ultérieurement.

An Fermenten im Speichel der Rüsselspeicheldrüse wurden nachgewiesen : eine stärkeabbauende Amylase, Invertasen, die Maltose, Laktose und Saccharose hydrolisieren können, sowie eine gering entwickelte Peptidase, die aus Gelatine Aminosäuren abspaltet. Die Peptidase fehlt in der Hauptspeicheldrüse von *Musca*. Lipasen konnten im Speichel der Rüsselspeicheldrüse keine gefunden werden.

Die gleichen Fermente sind auch im Inhalt des Kropfes vorhanden, der als solcher keine Fermente bildet. Der Kropf bei *Musca* stellt demnach nicht nur ein relativ großes Nahrungsbehältnis dar, sondern ist auch ein potentielles Reservoir der Speichelfermente, mit deren Hilfe bereits eine gewisse Vorverdauung der aufgenommenen Nahrung eingeleitet wird. Abgebaute Saccharose diffundiert bereits aus dem Kropf in die Hämolymphe, was besonders für die Glukose zutrifft. Der Kropf spielt demnach bei der Stabilisierung des Blutzuckerspiegels eine wichtige Rolle.

6. J. Klingler (Wädenswil). – *Die Orientierung phytophager Käferlarven im Boden.*[1]

7. W. Baltenswiler (Zürich). – *Über die quantitativen Verhältnisse in der Parasitenfauna des Lärchenwicklers (Eucosma griseana Hb.) 1948 bis 1958.*

8. P. Bovey et J. Maksimow (Zurich). – *Le problème des races biologiques chez la Tordeuse grise du mélèze.* – Pas reçu de manuscrit.

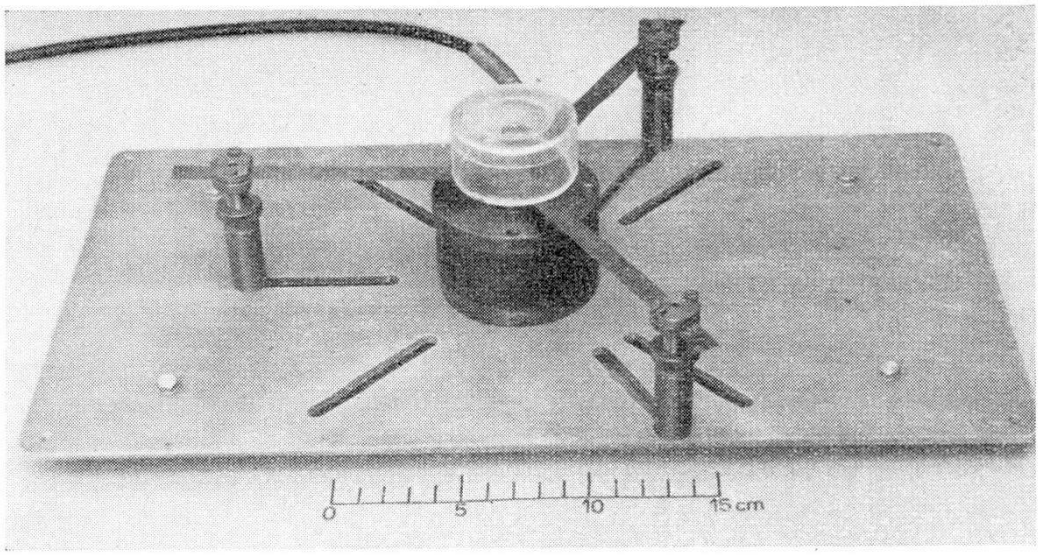
9. Ulrich A. Corti (Zürich). – *Vorführung eines neuen Gerätes zur Messung der Motilität von Insekten.*

Im Zusammenhang mit Arbeiten im Gebiet der Erschütterungsmeßtechnik wurde ein hochempfindliches Gerät (s. Abbildung) zur Messung der sichtbaren «Unruhe» (Motilität) von Insekten und anderen Tieren derselben Größenordnung (Asseln, Tausendfüßler, Spinnen usw.) entwickelt. Es besteht aus einem elektromechanischen Umformer (Tauchspule), der mit elektronischen Rechengeräten[2] zur Auswertung der Bewegungsvorgänge (Motilität) der Tiere verbunden ist. Letztere werden in kleine Kunststoffbehälter eingeschlossen, welche für Experimentierzwecke mit Thermometern, Heizvorrichtungen, Lichtquellen, Röhrchen zur Einführung von Gasen oder Dämpfen, usw. versehen sein können. Diese «Mikrokäfige» werden, nötigenfalls mit etwas Klebstoff, auf der Tauchspule fixiert. Sie lassen sich leicht in eine «Arena» von genau definierten Eigenschaften, d. h. in «Mikrobiotope» mit Beuteobjekten, Duftstoffen, Insektiziden, Artgenossen, Feinden . . . , verwandeln.

---

[1] Erscheint in «Mitteilungen Schweiz. Entomol. Ges.», Bd. XXXI, 3.

[2] Vgl. U. A. Corti, F. Gaßmann, M. Weber : Unruhebestimmung bei Menschen und Tieren (mit Demonstrationen) ; Verh. S.N.G. (Pruntrut), 1955, S. 164–167.



Es können prinzipiell folgende Meßwerte (Mittelwerte) der Bewegungen bestimmt werden :

a) der Rhythmus,

b) die Wege, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen.

Diese Mittelwerte lassen sich über eine beliebig wählbare Zeitdauer eruieren und sind in Form von Zahlen an Zählgeräten direkt ablesbar. Schließlich sind auch die bei den Bewegungsvorgängen auftretenden Kräfte berechenbar. Das vorgeführte Gerät eröffnet der Insektenphysiologie und insbesondere der vergleichenden Verhaltensforschung viele neue Untersuchungsmöglichkeiten, namentlich auch ein rasches und zuverlässiges Arbeiten.

11. Sektion für Anthropologie und Ethnologie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr M.-R. Sauter (Genève)

G. Heberer (Göttingen). – *Aktuelle Probleme der menschlichen Phylogenetik.* (Gemeinsam mit der Schweiz. Gesellschaft für Vererbungsforschung und der Schweiz. Zoologischen Gesellschaft.)

1. Ernst C. Büchi (Zürich). – *Zur Anthropologie der Tibetaner. I. Allgemeine Körperform.*

Im Frühling 1951 untersuchte ich an der tibetanischen Grenze in Sikkim und Nordbengalen die Blutgruppenzugehörigkeit und die anthropologischen Merkmale von 198 Tibetanern. Die Ergebnisse der Blutgruppenuntersuchung sind bereits publiziert (Bull. Dept. Anthropol. Govt. India, Vol. 1, Nr. 2, 1952). Die gegenwärtige Mitteilung behandelt einige Charakteristika der allgemeinen Körperform. Die weiteren Untersuchungsergebnisse hoffe ich später mitteilen zu können.

Insgesamt kamen 181 Männer und 17 Frauen zur Untersuchung. All diese Personen hatten ihren permanenten Wohnsitz in Tibet. Sie überschritten die Grenze nach Indien entweder als Zugehörige zu Handelskarawanen oder als Flüchtlinge vor den einmarschierenden Chinesen. Als hauptsächlichste Berufe waren vertreten: Händler, Maultiertreiber, Träger, Diener, Priester.

Ganz allgemein fiel die kräftige Konstitution der Leute auf. Skelettknochen wie Muskulatur zeigten im Durchschnitt eine kräftigere Entwicklung als bei Europäern. Der Ernährungszustand, nach dem Fettpolster geschätzt, schien mittelmäßig, eher mit einer Tendenz zu mager.

Natürlich ist einzuwenden, daß der festgestellte Körperbau bei Leuten, die eine lange und strapaziöse Reise auf sich nehmen, erwartet werden kann. Die Staturen der im Grenzgebiet ansässigen Tibetaner überzeugten mich jedoch, daß der kräftige Körperbau als allgemeines Merkmal der Bewohner von Tibet aufgefaßt werden darf.

Maße und Indices

Männer	n	M	σ	v[1]
Körperhöhe	180	1655,91 ± 4,80	64,38 ± 3,39	3,89 ± 0,21
Sitzhöhe	180	881,88 ± 2,56	34,39 ± 1,81	3,90 ± 0,21
Spannweite der Arme	179	1703,20 ± 5,30	70,87 ± 3,75	4,16 ± 0,22
Handlänge rechts	181	184,16 ± 0,61	8,23 ± 0,43	4,47 ± 0,23
Handbreite rechts	180	84,96 ± 0,32	4,23 ± 0,22	4,98 ± 0,26
Relative Sitzhöhe	179	53,27 ± 0,12	1,55 ± 0,08	2,91 ± 0,15
Relative Spannweite	178	102,86 ± 0,15	1,99 ± 0,11	1,93 ± 0,10
Handindex	180	46,16 ± 0,16	2,14 ± 0,11	4,64 ± 0,24
Frauen				
Körperhöhe	17	1526,71 ± 16,63	68,50 ± 11,75	4,49 ± 0,77
Sitzhöhe	17	824,00 ± 9,60	39,57 ± 6,79	4,80 ± 0,82
Spannweite der Arme	17	1552,29 ± 22,54	92,86 ± 15,93	5,98 ± 1,03
Handlänge rechts	17	169,88 ± 2,28	9,39 ± 1,61	5,53 ± 0,95
Handbreite rechts	17	76,47 ± 0,68	2,81 ± 0,48	3,67 ± 0,63
Relative Sitzhöhe	17	53,98 ± 0,34	1,40 ± 0,24	2,59 ± 0,44
Relative Spannweite	17	101,65 ± 0,83	3,41 ± 0,58	3,35 ± 0,57
Handindex	17	45,08 ± 0,41	1,69 ± 0,29	3,75 ± 0,64

[1] Die statistischen Charakteristika wurden von der Statistischen Abteilung des Dept. of Anthropology, Govt. of India, Kalkutta, ausgerechnet.

Nach MARTINS Klassifikation sind die Tibetaner mittelhoch gewachsen, wobei der Rumpf im Verhältnis zur Beinlänge etwas groß scheint. Dies kommt in der Durchschnittszahl für die relative Sitzhöhe zum Ausdruck. Die Arme sind mittellang und stehen in durchaus normalem Verhältnis zur Körperhöhe, wie die relative Spannweite beweist.

Die Hand hat ebenfalls Ausmaße, die der Körperhöhe entsprechen, und als mittelgroß bewertet werden müssen. Ihre Gesamtform ist mesocheir.

Die Analyse der Mittelwerte gibt jedoch nicht ein ganz korrektes Bild. Betrachtet man eine größere Ansammlung von Tibetanern, so fallen zwei klar unterscheidbare Typen auf: ein übermittelhoch gewachsener, eher schlanker und langbeiniger sowie ein untermittelgroßer, eher gedrungener und kurzbeiniger Typ. Gemeinsam ist beiden Formen die oben erwähnte gute Entwicklung von Skelett und Muskulatur und das eher geringe Fettpolster. Untersucht man die Herkunft, so findet man, daß die schlankeren, höheren Individuen meistens in Kam und Nordosttibet beheimatet sind, während die kleineren, gedrungenen Typen aus Südtibet stammen.

Obschon die Bevölkerungen der verschiedenen Provinzen Tibets ineinander überfließen, illustrieren die Durchschnittswerte der folgenden Tabelle dennoch deutlich die oben gemachten Feststellungen.

Provinz	n	Körperhöhe	Rel. Sitzhöhe
Chang-Tang (nördl. Wüste)	19	1668,84 ± 15,88	52,49 ± 0,33
Kam (östl. Bergland)	54	1664,31 ± 8,14	53,05 ± 0,21
Ü (südöstl. Stromgebiet)	25	1650,92 ± 13,86	54,03 ± 0,27
Tsang (zentralsüdl. Stromgebiet)	82	1648,89 ± 7,19	53,35 ± 0,17

Von den 181 Männern besaß einer eine komplette Affenfalte links und rechts, einer zeigte sie nur links und fünf nur rechts. Das voll ausgebildete Merkmal konnte somit bei 3,87 % der Fälle beobachtet werden. Bei 35 Personen (19,33 %) zweigten von der quer über die Handfläche ziehenden Furche noch Reste der ehemaligen plica flexoria distalis oder proximalis, oder Reste von beiden ab. Bei 48 Männern (26,52 %) waren die beiden erwähnten Furchen auf der einen oder auf beiden Händen durch eine schiefe Brücke verbunden. Nur 91 Probanden (50,28 %) zeigten weder Affenfalte noch Ansätze dazu. (Vgl. Büchi, 1954. The Simian Crease in India. Bull. Dept. Anthropol. Govt. India, Vol. 3, Nr. 1.)

Bei den Frauen zeigten sich eine beidseitige vollständige und eine rechtsseitige unvollständige Affenfalte sowie zwei beidseitig vorkommende schiefe Brücken.

Überraschend oft fand ich Sechsfingrigkeit. Von den 198 untersuchten Personen wiesen 2,5 % (4 Männer und eine Frau) dieses Merkmal links und rechts auf. Mit einer Ausnahme handelt es sich dabei um eine Verdoppelung des Daumens. Einer der Männer jedoch hatte an beiden Händen und Füßen einen sechsten Strahl auf der ulnaren bzw. fibularen Seite. Keines dieser Individuen erkannte aus den Personalien der andern Merkmalsträger einen Verwandten.

79 von 118 Männern (67 %) und 6 von 15 Frauen (40 %) hatten bei belasteten Füßen die zweite Zehe am weitesten nach vorn vorstehend.

Die funktionelle Asymmetrie der Hände wurde durch Beobachtung von willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen kontrolliert. Es fanden sich im Gesamtmaterial nur zwei linkshändige Männer, verglichen mit europäischen Verhältnissen eine geringe Zahl.

Die vorliegenden Ergebnisse kennzeichnen die Tibetaner als kräftig gebaut mit im Durchschnitt mittelgroßen Körpermaßen, wobei aber ein etwas größerer, schlankerer, wohl proportionierter Typ im Nordosten und ein etwas kleinerer, gedrungener, kurzbeiniger Typ im Süden unterschieden werden können. Hervorstehend sind die Häufigkeiten der unvollständigen Affenfalte, der Sechsfingrigkeit, der längeren zweiten Zehe und der Rechtshändigkeit.

2. Ernst C. Büchi (Zürich). – *Genfrequenzen von Mala-Vedan (Südindien) (Blut, Ausscheiderstatus und Geschmack).*

Die Mala-Vedan leben in vier Unterstämme aufgesplittert in den Berggebieten von Kerala (ehemaliges Travancore). Sie waren umherziehende Ackerbauern, wurden aber von der Regierung mit Erfolg angehalten, seßhaft zu werden. Sie bauen hauptsächlich Reis an, vervollständigen aber ihre Kost mit wildwachsenden Wurzeln und Beeren. Im Winter 1953 hatte ich Gelegenheit, in den Bergwäldern des Quilon-Distrikts einige Zeit bei diesen Leuten zu leben und dabei Blut-, Speichel- und Geschmackstesteste auszuführen. Der geringen Zahl von Stammesangehörigen wegen und um ein einigermaßen repräsentables Material zu bekommen, entschloß ich mich, je beide Eltern einer Familie in die Untersuchung

einzubeziehen. Die Untersuchungsmethoden sind früher beschrieben worden (*Büchi*, 1953, 1955).

Tab. 1. Resultate der Untersuchungen bei Mala-Vedan

Merkmal		Beobachtung n	Beobachtung %	Erwartung n	Erwartung %	Genfrequenz
0		13	16,67	12	16,02	0,4003
A		33	42,31	32	40,68	0,3527
B		21	26,92	20	25,88	0,2470
AB		11	14,10	14	17,42	
	Total	78	100,00	78	100,00	1,0000
M		28	35,90	25	31,82	0,5641
MN		32	41,03	38	49,18	
N		18	23,08	15	19,00	0,4359
	Total	78	100,01	78	100,00	1,0000
Ausscheider		35	77,78			0,5286
Nichtausscheider		10	22,22			0,4714
	Total	45	100,00			1,0000
Schmecker		32	46,38			0,2677
Nichtschmecker		37	53,62			0,7323
	Total	69	100,00			1,0000
Sichelzellen		0	0,00			0,0000

Die Mala-Vedan besitzen 0 verhältnismäßig selten, dafür sind sowohl A wie B recht häufig. Dieses Bild scheint für die in Mittel-Nord-Kerala lebenden Stämme typisch zu sein (Tab. 2). Im Süden sind A und B selten, während in den Nilgiri A Rekordziffern erreicht.

Bis jetzt konnte man annehmen, daß bei Eingeborenen der Südwestecke Südindiens M vorherrschend sei. Einzig die Malapantaram fielen mit ihrem geringen Prozentsatz aus der Reihe. Die Mala-Vedan, Nachbarn der Malapantaram, nehmen nun eine Zwischenstellung ein und lassen die Malapantaram nicht mehr so isoliert erscheinen.

Auffallend ist die relativ niedrige Frequenz des Nichtausscheidergens. Bei allen Stämmen der Südwestecke wurden bis jetzt viel höhere Werte gefunden. Allerdings zeigt ein verwandtes Volk, die viel nördlicher, im Bergwald des Nallamalai (Andhra) wohnenden Chenchu, eine noch erheblich tiefere Frequenz.

Tab. 2. Genfrequenzen einiger südindischer Stämme
(Reihenfolge: Cape Comorin-Nilgiri)

	A	B	O	M	Nichtausscheider	Nichtschmecker
Kanikkar (*Büchi*, 1953)	12	7	81	79	72	—
Malapantaram (*Büchi*, 1955)	32	12	56	38	77	69
Mala-Vedan	35	25	40	56	47	73
Ulladan (*Büchi*, 1958)	27	24	49	78	71	52
Muthuvan (*Iyer*, 1946)	30	22	48	—	—	—
Paniyan (*Lehman und Cutbush*, 1952)	43	10	47	77	—	—
Irula (*Lehman* und *Cutbush*, 1952) ..	22	24	54	72	—	—
Chenchu (*Simmons* et al., 1953)	22	27	51	54	.25	62

Nichtschmecker sind bei südindischen Stämmen häufig. Das Ergebnis der Mala-Vedan entspricht somit der Erwartung oder übertrifft diese sogar noch ein wenig.

Die Verteilung der Schwellenwerte (Tab. 3) zeigt, daß wahrscheinlich der geringste Fehler entsteht, wenn die Trennungslinie zwischen Schmeckern und Nichtschmeckern zwischen Lösungen 4 und 5 gezogen wird. Auf diese Weise erhalten wir 22 Nichtschmecker-Männer (55,0 %) und 15 Nichtschmecker-Frauen (51,7 %). Da kein statistisch gesicherter Unterschied besteht, habe ich in den ersten beiden Tabellen die Frequenzen für beide Geschlechter zusammen angeführt.

Auffallend sind die tiefen Schwellenwerte, die allgemein bei südindischen Stämmen resultieren. Vielleicht ist die Geschmacksempfindlichkeit durch den hier üblichen Genuß starker Gewürze etwas abgestumpft worden.

Tab. 3. Schwellenwerte der Geschmacksempfindlichkeit gegenüber PTC

	Alters-gruppen	Nummer der Lösung											Total
		< 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
♂	10–19	2	2	–	–	–	–	–	1	–	2	–	–	7
	20–29	4	1	–	–	–	–	2	1	1	1	–	–	10
	30–39	1	2	2	–	–	1	1	1	3	1	–	–	12
	40–49	4	–	–	1	–	–	1	–	1	1	–	–	8
	50–x	1	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	3
	Männertotal	12	5	3	2	–	1	4	3	5	5	–	–	40
♀	10–19	1	1	–	1	1	–	1	1	1	–	–	–	7
	20–29	1	3	1	–	–	–	–	–	–	3	1	–	9
	30–39	2	1	1	–	–	1	2	1	–	2	–	–	10
	40–49	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
	50–x	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
	Frauentotal	5	6	2	1	1	1	3	2	2	5	1	–	29

Soweit man heute sieht, zeichnen sich die südindischen Stämme in jedem Merkmal durch eine große Variationsbreite aus. Dies steht zu erwarten, wenn man bedenkt, daß es sich dabei um kleine endogame Gruppen handelt. Die einzelnen Stämme sogar sind vielfach wieder aufgeteilt in endogame Sektionen. Die Mala-Vedan z. B. gliedern sich in drei solche Sektionen. Anderseits darf nicht außer acht gelassen werden, daß die Stammessitten nicht überall und immer gleich starr eingehalten werden, so daß die Möglichkeit eines Einbruchs fremden Erbgutes durchaus besteht. Diese Lage kompliziert die Beurteilung des Genbestandes. Immerhin scheint sich folgendes herauszukristallisieren: die südindische Eingeborenenbevölkerung besitzt die Gene A und B in beachtlichem Maße, die Gene M, Nichtausscheider und Nichtschmecker sogar häufiger als deren Partnerallele.

Büchi, E. C., 1953: ABO, MN, Rh Blood Groups and Secretor Factor in Kanikkar. Bull. Dept. Anthropol. Govt. India, Vol. 2, No. 2.

— 1955: A Genetic Survey among the Malapantaram, a Hill Tribe of Travancore. The Anthropologist (Univ. Delhi), Vol. 2, No. 1.

— 1958: Blut, Ausscheiderstatus und Geschmack bei den Ulladan. Verh. S.N.G., 1958.

Iyer, K.L.A., 1946 : The Muthuvans of Travancore. Man in India, Vol. 16.
Lehman, H., and *Cutbush, M.*, 1952 : Sub-division of some Southern Indian communities according to the incidence of sickle-celltrait and blood groups. Royal Soc. Trop. Med. Hyg., Vol. 46.
Simmons, R.T., Graydon, J.J., Semple, M.N. and *D'Sena, G.W.L.*, 1953 : A genetical survey in Chenchu, South India. Med. J. Australia, No. 1.

3. Hugo Huber SVD (Posieux-Froideville). – *Die Feier der Erstlingshirse bei den Krobo (Westafrika)*[1].

4. Otto Schlaginhaufen (Zürich). – *Mitteilung über einen Riesen.*[1]

5. Roland Bay (Basel). – *Bestimmung des Alters der oberen Fundschicht aus der Kastelhöhle im Kaltbrunnental nach der statistischen Methode von F. Bordes.*

Die Einordnung des Magdalénien der Nordschweiz in die für das westeuropäische Magdalénien aufgestellte Chronologie stößt auf große Schwierigkeiten, ganz besonders bei kleinen und fundarmen Stationen.

Bisher wurde eine Skala von Alterscharakteristika an Hand von Leittypen (Harpunen, Lochstäbe, Propulsoren, Silexformen, Kunststil) aufgestellt. Diese Datierung nach Leittypen hat aber große Mängel :

1. Es ist eine auf nur wenige oder gar nur einen einzigen Leittyp gestützte Datierung post quem möglich, indem Leittypen überdauern können.

2. Ein einzelner Leittyp kann sekundär in eine untere Schicht gelangen und die Datierung dieser Schicht und damit der ganzen Stratigraphie fälschen.

3. Bei Fundarmut können Leittypen ganz fehlen. Insbesondere sind Typen aus organischer Substanz (Harpunen, Lochstäbe) sehr oft vergangen.

4. Es wird nicht die Gesamtheit eines Fundkomplexes erfaßt.

Die statistische Methode von F. Bordes und M. Bourgon (1951), D. de Sonneville-Bordes und J. Perrot (1953) ermöglicht, diese Schwierigkeiten und Unsicherheiten der Charakterisierung und Datierung zu umgehen, indem der gesamte Typenschatz einer Fundschicht berücksichtigt wird und die Zusammenstellung der Prozentualanteile sämtlicher Typen des ganzen Typenmaterials, und nicht nur der vielleicht vorhandenen Leittypen, mit Fundkomplexen bekannter Datierung sich vergleichen läßt, unabhängig, ob Leittypen vorhanden sind oder nicht.

Die Prozentanteile der einzelnen Typen oder Typenkategorien werden rechnerisch in Indices erfaßt und sind so vergleichbar. Anderseits lassen sie sich graphisch darstellen in Histogrammen oder in Kumulativ-

---

[1] Erscheint im «Bulletin der Schweiz. Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie» 1957/58.

kurven. Diese Kurven verschiedener Fundstellen oder Fundschichten lassen sich leicht miteinander vergleichen. Bedingung ist dabei lediglich, daß das gesamte Material einer Schicht oder Station, und nicht nur eine Selektion sogenannter Museumsstücke, vorliegen muß und daß dieses Material genügend groß sein muß (mindestens 50 bis 100 Typen).

Diese statistische Methode wurde für das Silexmaterial der obersten Schicht der von Theo Schweizer sel. in der Kastelhöhle im Kaltbrunnental, einem Seitental des Birstales, ausgegrabenen Balm angewendet. Es kann eindeutig gezeigt werden, daß dieses Material aus der obersten Schicht identisch ist mit demjenigen von Villepin (Dordogne), couche moyenne, und damit dem Magdalénien final (Magd. VI/2) angehört. Es zeigt große Ähnlichkeit mit den zum Vergleich herangezogenen Spätmagdalénienstationen Blassac und Valojoulx in der Dordogne und Bégrolles, Loire-Inférieure, und ist dem dortigen «Hypermagdalénien final, très proche de l'Azilien», sehr ähnlich. Hingegen weicht es deutlich ab vom Magdalénien VI von La Madeleine (Dordogne) und vom Magdalénien VI/1 von Villepin, wie anderseits vom typischen Azilien von Villepin.

Die Untersuchung erscheint in extenso an einem anderen Ort.

12. Sektion für Medizinische Biologie

Sitzung der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr. O. Wyss (Zürich)
Sekretär: Prof. Dr. K. Bernhard (Basel)

Kolloquium über

Erschütterungsmessungen in Biologie und Medizin

1. U. A. Corti (Zürich). – *Quantitative Erschütterungsmessungen am Lebenden.* – Kein Manuskript erhalten.

2. René L. Jaquerod (Glarus). – *Fragestellungen und Probleme der Ballistokardiographie.*

Mit der Einführung der Ballistokardiographie (Bkg) in die Herzklinik sind neue Möglichkeiten für die Beurteilung der Herz- und Kreislaufstörungen eröffnet und neue Aspekte der Herzfunktion bekannt geworden.

Die Entdeckung des Rückstoßeffektes, der durch jede Herzkontraktion ausgelöst wird, geht auf ältere Experimente von Gordon zurück. Dieser Forscher machte als erster darauf aufmerksam, daß, wenn ein Mensch auf einer empfindlichen Federwaage steht, rhythmische Bewegungen des Zeigers sich beobachten lassen, die mit der Herzaktion synchron sind. Es gelang Starr 1939 die Konstruktion eines klinisch brauchbaren ballistischen Tisches, der ihm ermöglichte, grundlegende Erkenntnisse über die Entstehung des Ballistogramms zu gewinnen.

Das Experiment lehrt, daß die dynamische Herzaktion mit Erschütterungen einhergeht, die sich auf die benachbarten Organe übertragen und zuletzt sich in das gesamte Körpergerüst ausbreiten. Diese Erschütterungen, die man als Rückstoßbewegungen des Körpers im Sinne des dritten Newtonschen Gesetzes (Wirkung–Gegenwirkung) auffaßt, können registriert werden. Zur sinnvollen Gewinnung eines Bkg muß der menschliche Körper in völlig entspanntem Zustand auf einer Unterlage liegen, die gewisse mechanische Bedingungen zu erfüllen hat, damit die Wiedergabe des Phänomens nicht gestört oder entstellt wird. Dieser Zweck wird

am besten mit dem Starrschen ballistischen Tisch erfüllt, der aus einem starren Chassis besteht, das durch kräftige Federung dazu gezwungen wird, nur in eine Richtung sich bewegen zu können. Die von der Herzsystole ausgelösten Impulse, die sich auf die gesamte Körpermasse übertragen, werden elektronisch verstärkt und graphisch kontinuierlich in Kurvenform registriert.

Der Hochfrequenzapparat wird anhand eines seinerzeit im Fliegerärztlichen Institut Dübendorf konstruierten Ballistographen demonstriert und gewisse registriertechnische Fehlerquellen erläutert.

Wichtig in einer solchen Anordnung ist das Frequenzverhältnis, d. h. der Quotient Eigenfrequenz des ballistischen Tisches durch Frequenz des beobachteten Vorganges (Bkg). Wenn dieser Quotient gleich Eins ist, dann entstehen unerwünschte Resonanzerscheinungen. Diese Störungsursache wurde im beschriebenen Apparat ausgeschaltet.

Es wird eine kurze Beschreibung des normalen Bkg gegeben und anschließend die Entstehungsweise sowie die quantitative und qualitative Verwertung des Ballistogramms besprochen. Beide Verwertungsmöglichkeiten haben sich bewährt, einerseits zur Bestimmung des Schlagvolumens des Herzens oder zur Beurteilung von dessen Austreibungskraft, anderseits als ergänzende Methode, vor allem des Ekg, unter anderem zur frühzeitigen Erfassung von Störungen der dynamischen Herzsystole. Eine interessante Anwendung stellt die Beurteilung des Trainingszustandes des Herz-Kreislauf-Apparates dar.

Anhand von Kurvenbeispielen wird die Leistungsfähigkeit der Methode bei verschiedenen pathologischen Herzzuständen gezeigt.

3. Robert H.H. Richter (Bern). – *Die Wirkung von 17α-Äthyl-19-nor-testosteron, Testosteron und Progesteron auf den Eintritt der Pubertät und den östrischen Zyklus der Ratte.*

Im Verlaufe unserer Untersuchungen mit einem neuen synthetischen, proteinanabol wirkenden Steroidhormon (1, 2), 17α-Äthyl-19-nortestosteron oder Noräthandrolon, die an der Ratte durch Äthionin gesetzten Schäden zu verhindern, beobachteten wir, daß dieses Hormon den östrischen Zyklus völlig zu unterbrechen vermochte.

Um diese Wirkung näher zu studieren, injizierten wir intramuskulär fünf resp. sechs Wochen alten Ratten täglich bis zur Öffnung der Vagina und hierauf noch weitere fünf Wochen zwei Konzentrationen, nämlich 0,5 mg/kg, eine Dosierung mit stark anaboler und gestagener, aber «noch nicht» androgener (2, 3) Wirkung, und 0,05 mg/kg, eine Dosierung ohne anabole Wirkung. Die Vaginalabstriche beurteilten wir nach Biggers und Claringbold (4), d. h. ein Stadium, in welchem der Vaginalabstrich von Leucocyten vollständig frei war, wurde als Östrus bezeichnet. Zur quantitativen Erfassung der Resultate wählten wir fünf Kriterien: A = Zeitintervall zwischen Vaginaöffnung und erstem Östrus; B = Anzahl der Östren in den ersten fünf Wochen; C = durchschnittliche Zyklusdauer in den ersten fünf Wochen; D = Zeitintervall zwischen Aufhören

der Medikation und erstem Östrus und *E* = Dauer des ersten Zyklus nach Aufhören der Medikation.

Bereits in der geringeren Dosierung konnte in den drei Kriterien *A*, *B* und *C* ein schädigender Einfluß von hoher Signifikanz festgestellt werden. Bei der höheren Dosierung trat praktisch kein Östrus mehr auf, die Leucocyten verschwanden nicht mehr aus dem Vaginalabstrich, und die Acidophilie war empfindlich gestört; auch war der 1. Zyklus nach dem Aufhören der Medikation noch verlängert. Testosteronpropionat und Progesteron in pharmakodynamisch entsprechenden Mengen wirkten in allen Kriterien wesentlich schwächer. Somit können wir daraus schließen, daß die Eigenschaft von Noräthandrolon, den östrischen Zyklus zu schädigen, offensichtlich eine besonders hervorstechende, spezifische Eigenschaft dieses Nortestoids ist und nicht mit dessen progesteronähnlicher oder androgener Wirkung verknüpft ist. Wurden die täglichen Injektionen von 0,5 mg Noräthandrolon begonnen, wenn die Tiere fünf Wochen alt waren, so fand die Vaginaöffnung früher (durchschnittlich neun Tage) als bei den Kontrolltieren statt. Waren die Tiere aber bei Beginn der Medikation schon sechs Wochen alt, trat eine Verzögerung (durchschnittlich um 16 Tage) ein. Die Versuche werden zur weiteren Sicherstellung dieser überraschenden Resultate fortgesetzt.

Literaturverzeichnis

1. F. J. Saunders and V.A. Drill: Endocrinology, *58*, 567 (1956).
2. E. R. Ranney and V.A. Drill: Endocrinology, *61*, 476 (1957).
3. F. J. Saunders, F. B. Colton and V.A. Drill: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., *94*, 717 (1957).
4. J. D. Biggers and P. J. Claringbold: J. Endocrinology, *11*, 277 (1954).

13. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Samstag und Sonntag, den 13. und 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr. W. H. SCHOPFER (Bern)
Sekretär: Prof. Dr. med. H. FISCHER (Zürich)

1. CHARLES LICHTENTHÆLER (Leysin). – *Dans les «Epidémiques» III et I et le «Pronostic» d'Hippocrate, les urines passent-elles par les reins?*

Devons-nous derechef oublier ce que nous savons, pour comprendre Hippocrate? Le passage suivant du «Pronostic» nous invite à le supposer: II 138–139 L. «Les souffrances et les gonflements dans les hypocondres... se dissipent par un borborygme qui naît dans ces régions, surtout s'il se poursuit avec (*διεξιὼν ξύν*) une évacuation de matières alvines, d'*urines* et de gaz».

Que viennent faire ici les urines, après les matières, et même *entre* les matières et les gaz ? Faut-il admettre que, pour notre auteur, elles se formaient dans les *entrailles*, avec les matières et les gaz, et non dans les reins ? Et que, évacuées des entrailles vers la vessie, directement, elles pouvaient contribuer ainsi à résoudre des douleurs abdominales ?

Plusieurs arguments tendent à nous le faire penser. 1. Il est assez souvent question de dépurations ou de dépôts vers la vessie, mais jamais vers les reins (*cf.* III 90 ; II 630, 644, 656, 666 L.). – 2. II 167–169 L., le «Pronostic» renferme un chapitre particulier sur les affections de la vessie, mais non sur celles des reins. – 3. II 143 L., le même traité mentionne des signes urinaires appartenant «non plus au corps entier, mais à la vessie seule» ; en revanche, il ne signale aucun phénomène urinaire donné par le rein seul. – 4. Les reins ne sont d'ailleurs jamais nommés, dans les trois traités, ni les uretères ; ces derniers étaient-ils même connus ? – 5. La seule allusion aux reins se lit II 618 L. : *οὐ νεφριτικά*. Que faut-il entendre par ces «néphrétiques» ? Probablement les *coliques* dites néphrétiques, qui s'accompagnent souvent d'hématurie ou de pyurie. Sang ou pus passaient par la vessie, avant d'être éliminés au dehors, avec les urines ; et c'est ainsi, semble-t-il, que l'auteur mettait les reins en relation avec la vessie, mais non en tant que source des urines elles-mêmes.

Ces constatations sont d'autant plus remarquables que les urines ont une très grande importance pronostique, dans les trois traités ; Epidd.

III et I en parlent sans cesse, et un long chapitre du «Pronostic» leur est consacré. Et si elles sont justes, elles contribueront d'autre part à nous donner une idée plus véridique de la première théorie médicale hippocratique en général.

Plus tard, ces conceptions sur les voies urinaires seront apparemment, ou bien développées : *cf.* par exemple, dans le traité «Des airs, des eaux et des lieux», l'exposé sur la formation des calculs vésicaux (et non rénaux ! II 39–43 L.) ; ou bien corrigées : *cf.* les traités non authentiques «Des affections internes» (VII 203 L.), «De l'anatomie» (VIII 539 L.) et «De la nature des os» (IX 171 L.). (28. 2–27. 6 1958).

2. M. H. Koelbing (Basel). – *Virchows «Cellularpathologie» (1858) und die Ophthalmologie*[1].

1858 hat Rudolf Virchow (1821–1902) seine «Cellularpathologie» zuerst einem größeren Kreise von Berliner Ärzten vorgetragen und dann im Druck erscheinen lassen. Er begründete und entwickelte darin die Thesen, «daß die Zelle wirklich das letzte eigentliche Formelement aller lebendigen Erscheinung sei und daß wir die eigentliche Aktion nicht über die Zelle hinausverlegen dürfen», ferner: «Wo eine Zelle entsteht, muß eine Zelle vorangegangen sein.» Diese Lehre, die Virchow selbstverständlich nicht aus dem Nichts erschaffen, wohl aber zu einer umfassenden und gesicherten Theorie geformt hat, bildet die Grundlage, auf der sich Physiologie, Pathologie und Pharmakodynamie seither aufbauen. Das Studium der Lebensvorgänge in den kleinsten Aktionselementen und ihren Verbänden hat es der Wissenschaft dann auch wieder erlaubt, den gewichtigsten Mangel von Virchows Theorie – die Auffassung des Organismus als einer «Summe vitaler Einheiten» – zu überwinden und die für die ärztliche Praxis so wichtige *Ganzheit* des Organismus in ihren physiologischen und pathologischen Manifestatineon zu erfassen.

Zwischen der von Virchow auf neuen Fundamenten aufgebauten *Pathologie* und der *Ophthalmologie* lassen sich fruchtbare *Wechselwirkungen* feststellen ; sie beruhen nicht zuletzt auf dem guten Einvernehmen und der neidlosen Zusammenarbeit von Virchow und Albrecht von Graefe, dem Berliner «Reformator der Ophthalmologie», und ihren Schulen. Von den für beide Wissenschaften und für die Medizin überhaupt bedeutsamen Forschungsergebnissen jener Epoche (bis ca. 1870) seien in Kürze erwähnt :

Experimentelle Entzündungsstudien an der Cornea, die zum Nachweis der Identität von «Eiterkörperchen» und Leukocyten des Blutes durch Cohnheim führte ; später experimentelle Tuberkulose der Iris durch Impfung in die Vorderkammer (Cohnheim und Salomonsen, 1877) ;

ophtalmoskopischer und anatomisch-mikroskopischer Nachweis der *miliaren Aderhaut-Tuberkel* als pathognomonisches Zeichen der Miliar-

[1] Erscheint in extenso im «Gesnerus», schweiz. Vierteljahrsschrift für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften.

tuberkulose (v. Graefe, Leber, Cohnheim), Studium der Veränderungen des Fundus oculi in allgemein-medizinischen Zusammenhängen: Stauungspapille, Embolie und Thrombose der Netzhautgefäße, Netzhautdegeneration bei Morbus Bright;

Klassifikation der Augengeschwülste, insbesondere der intraokularen Tumoren, auf histogenetischer Grundlage, und damit Sicherung von Diagnose, Prognose und Indikation zum chirurgischen Eingreifen (Virchow, v. Graefe, H. Knapp, Hirschberg).

3. E. Ackerknecht (Zürich). – *Die Therapie der Pariser Kliniker zwischen 1795 und 1840.*

Die politische Revolution von 1789 war in Frankreich gefolgt von einer medizinischen Revolution, deren fördernde Wirkung Frankreich zwischen 1800 und 1850 zur Führerin der Weltmedizin machte. Das grundlegend Neue dieser Entwicklung war die Ablösung einer Medizin der meist humoralistisch gedeuteten Symptome durch eine Medizin der durch physikalische Untersuchungsmethoden, Autopsien und Statistik ermittelten Läsionen. Diese Medizin entwickelte sich in den großen Spitälern von Paris, in denen gleichzeitig auch die Spitalspharmazie einen großen Aufschwung erlebte.

In der Therapie drückte sich dieser Umschwung einerseits als «Skeptizismus», andererseits als erstmalige Anwendung neuer, im Tierexperiment geprüfter, chemisch reiner Drogen (Pharmakologie) aus. Der Skeptizismus führte zur verminderten Anwendung oder Abschaffung von als unwirksam oder schädlich erkannten Heilmethoden oder Drogen, zur Betonung des rein empirischen an Stelle des «rationalen» Standpunkts in der Therapie und zur gesteigerten Heranziehung oft lokal applizierter, nichtmedikamentöser Heilmethoden, wie Chirurgie und «Hygiene». Die letztere umfaßte die Anwendung der Freiluft, Wärme und Kälte, Wasser, Elektrizität und psychischer Beeinflussung in Behandlung und Vorbeugung. Es ist wahr, daß die Schule mehr an Pathologie als an Therapie interessiert war, daß infolge ihrer allgemeinen Einstellung individualisierte und Allgemeinbehandlung oft zu kurz kamen. Es ist aber auch unbestreitbar, daß ihr Verhalten ein wichtiger Schritt vorwärts war.

Schon ihr erster Führer, der noch heute als Psychiater berühmte Internist Pinel, war außerordentlich kritisch gegen die damals herrschende Polypharmazie, glaubte vor allem an die «Heilkraft der Natur» und verschrieb sich einer manchmal übertriebenen «abwartenden Therapie». Sein Schüler und «Überwinder», der Blutegelprophet Broussais, verzichtete aus andern Gründen ebenfalls auf fast alle Drogen. Die andere, von Corvisart und Bayle ausgehende und später in Laënnec und Louis gipfelnde Richtung der Pariser Schule war ebenfalls skeptisch, baute auf die Heilkraft der Natur und gab viele veraltete Methoden auf, fühlte sich aber doch verpflichtet, auf streng empirischer Grundlage zahlreiche Mittel zu geben. Dasselbe gilt für die «Eklektiker» (z. B. Andral, Trousseau).

Magendie, Arzt am Hôtel Dieu und Physiologe am Collège de France, war außerordentlich skeptisch gegen die alten Mittel und Methoden, fand aber darüber hinaus einen neuen Weg durch Verwendung der damals meist von Pharmazeuten neuentdeckten Alkaloide, wie Strychnin, Emetin, Chinin, und Elemente, wie Jod, Brom und Chlor, die er zuerst im Tierexperiment prüfte. In seinem 1821 zum erstenmal erschienenen «Formulaire pour la préparation et l'emploi de plusieurs nouveaux médicaments», das zahlreiche Auflagen und Übersetzungen erlebte, behandelt er in diesem Sinn die oben genannten sowie zahlreiche andere Substanzen, wie Codein, Veratrin, Blausäure, Harnstoff, Goldsalze, Phosphor, Salicin, Milchsäure usw. Er trug auch viel zur Entwicklung der intravenösen Therapie bei. Das Werk von Magendie wurde dann vor allem von der deutschen Schule (Buchheim, Schmiedeberg) in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts weitergeführt.

4. Eduard Fueter (Wädenswil). – *Heinrich Loriti, genannt Glarean (1488–1563), als Humanist, Geograph und Mathematiker.*

Zu den bedeutendsten schweizerischen Humanisten, mit denen die wissenschaftliche Renaissance in der Eidgenossenschaft beginnt, gehört der aus Mollis stammende Glarean. Rudolf Wolf hat mit ihm seine ausgezeichnete Sammlung «Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz» (1858–1862) begonnen; seither sind vielfache Studien (Biographie von D. F. Fritzsche) und in den letzten Jahren die Beiträge von Werner Näf, E. F. J. Müller, K. Müller, H. Keller, J. Müller, J. Winteler usf. erschienen. So wertvoll diese Untersuchungen oder Übersetzungen sind, so zeigen sie die volle Bedeutung des lange Zeit Erasmus nahestehenden, in Basel und Freiburg i. Br. wirkenden Gelehrten noch unzureichend, zumal als Geograph, Mathematiker und Musiktheoretiker. Als Humanist war Glarean der erste, der einen akademischen Lehrstuhl für Geschichte (an der Universität Basel) bekleidete; seine Klassikerausgaben waren weitverbreitet und haben vor allem auf den Humanismus in England starken Einfluß ausgeübt; die Bibliothek des British Museum enthält über 90 Titel oder Ausgaben von Glareans Hand.

Bei der intensiven Beschäftigung mit den Realien der Antike wurde Glarean zum Geographen und verfaßte ein Handbuch «De Geographia Liber Unus» (Basel 1527), in dem auf das Ptolemäus noch unbekannte Amerika aufmerksam gemacht wird. Wichtiger sind die dafür vorbereiteten Karten und deren Projektion. Die bemerkenswertesten gelangten durch den Zürcher Kirchenhistoriker J. G. Ott nach England und von dort, wie mir Herr Landesarchivar Dr. J. Winteler (Glarus) freundlicherweise nach dem Vortrage mitteilte, in die John Carter Brown Library nach Providence (USA). Zwei weitere Federzeichnungen mit Flächenkoloratur befinden sich in der Münchner Universitätsbibliothek (beschrieben von Eugen Oberhummer im Jahresbericht 1890/1 der Geogr. Ges. in München); die eine ist eine ergänzte Nachbildung der Karte von Apian, die andere eine verbesserte Karte des Polen Johann von Stobnicza. An-

scheinend erstmals findet sich die Bezeichnung «Terra America», nicht «Provincia America» darin. – Die originellste Leistung erreichte Glarean durch sein klassisches Werk «Dodecardochon» (Basel 1547), das geistesgeschichtlich über die Antike und das Mittelalter hinausgeht ; die Musiktheorie ist als ein Teil der Mathematik aufgefaßt. Von hohem Können zeugen auch seine Neuausgabe und Kommentar der mathematischen und musikalischen Abhandlungen von Boethius. Diesem folgt er zudem weitgehend in seinem elementaren Rechenbuch, das bis ins 17. Jahrhundert gebraucht wurde.

5. Paul-Emile Schazmann (Berne). – *Sur les traces de J.-J. de Tschudi en Amérique du Sud.*

Dans une causerie accompagnée de projections lumineuses, j'ai tenté de reconstituer brièvement les circonstances dans lesquelles ma biographie du naturaliste et médecin Jean-Jacques de Tschudi a été élaborée. Une tradition de famille, du fait que mon grand-père, J.-J. Schazmann, consul de Suisse à Valparaiso vers 1850, avait très bien connu Tschudi lors de son deuxième voyage en Amérique latine ; de nombreux documents inédits et un voyage en avion sur les lieux par des moyens de locomotion bien différents de ceux du temps des voiliers – tandis que les longues expéditions à dos de cheval et de mulet existent encore – m'ont permis de reconstituer cette existence originale. C'est celle d'un érudit auquel l'énergie et la précision dans les travaux entrepris d'une part, la trop grande variété des occupations d'autre part, ont assuré de grands succès, de grandes déceptions aussi.

Les «Essais sur la Faune du Pérou», rédigés par Tschudi après son premier voyage et publiés de 1844 à 1846, lui avaient valu entre autres l'estime et l'admiration d'Alexandre de Humboldt. L'ornithologie de certaines régions du Pérou en particulier n'a longtemps été connue que par cette œuvre et n'est représentée dans les musées que par les espèces rapportées par notre explorateur.

Les travaux médicaux de Tschudi sont beaucoup moins connus. Ses études dans ce domaine, parues surtout dans les Mémoires de l'Académie de Vienne et dans la «Wiener medizinische Wochenschrift», méritent d'être rappelés, en particulier celles sur la répartition géographique des maladies, sur la Veruga du Pérou, les graines de cola et la picrotoxine, les mangeurs de poisons, la cocaïne, les relations entre les maladies et le contenu en ozone d'une région et d'autres dont le détail est cité dans ma bibliographie de la vie de Tschudi.

«Admirable figure», nous écrivait le grand auteur français Jean de La Varende après avoir lu la biographie de Tschudi que nous avons évoquée, «et curieusement sensible à l'humain malgré cette vigueur de résolution qui le propulse...»

Le cadre des montagnes et des vallées qui entourent la maison natale de Tschudi, à Glaris où il fit l'apprentissage de la nature, ne furent pas étrangers à la formation d'un tel caractère.

6. Erich Auer und Heinrich Buess (Basel). – *Friedolin Schuler (1833–1902), aus Mollis, ein Vorkämpfer der Arbeitshygiene im 19. Jahrhundert.*

Die in Glarus abgehaltene Tagung der S.N.G. ist der Anlaß, eines um die Entwicklung der Arbeitshygiene und Sozialmedizin hochverdienten Arztes zu gedenken, der aus der Landpraxis in Mollis, die er bis 1877 ausübte, den Weg zur intensiven Beschäftigung mit den wichtigsten Fragen der Lebensführung der arbeitenden Bevölkerung fand. Durch seine öffentliche Wirksamkeit, die auch eine 12jährige Tätigkeit als Präsident des Appellationsgerichts umfaßte, trug er nicht nur wesentlich zur Gründung von Kantonsspital (1881) und Lungensanatorium Braunwald bei, sondern setzte sich vor allem für die Schaffung des ersten fortschrittlichen Fabrikgesetzes der Schweiz ein, das von der Landsgemeinde im Jahre 1864 angenommen wurde. Nach Jahrzehnten mühevoller Gebirgspraxis wurde Schuler 1877 zum ersten eidgenössischen Fabrikinspektor ernannt, als welcher er die im Kanton gemachten reichhaltigen Erfahrungen auf eidgenössische Ebene übertrug.

In einzelnen Kapiteln wird Schulers Betätigung auf den Gebieten der Fabrikinspektion (Fabrikhygiene, Kinder- und Frauenarbeit), der technischen Unfallverhütung (physiologische und psychologische Probleme), der Erforschung der Berufskrankheiten und ihrer Verhütung (Lösungsmittel in der Glarner Baumwollindustrie, Chlor, Blei, Quecksilber) sowie der Sozialhygiene im weitesten Sinn (Ernährung der Arbeiter, Wohnung, Alkoholfrage usw.) gewürdigt. Die Durchführungsbestimmungen des ersten eidgenössischen Fabrikgesetzes (1877) gehen im wesentlichen auf Schuler zurück, neben welchem auch die Pionierarbeit einzelner Theologen (besonders Bernhard Becker, Linthal) erwähnt wird.

7. E. Hintzsche (Bern). – *Zum 250. Geburtstag Albrecht Hallers.*

250 Jahre nach Hallers Geburtstag besitzen wir noch immer keine umfassende Wertung seines Werkes und seiner Persönlichkeit. Sie zu schaffen ist einem Einzelnen nicht möglich, die Vielseitigkeit Hallers steht dem entgegen. Diese wird am leichtesten erkennbar durch einen Blick in die systematisch aufgebaute Bibliothek Hallers, die leider für Bern verloren ist; nur ein Teil der Hallerschen Manuskripte kam 1929 als Geschenk nach Bern zurück, ein Aufschwung der Haller-Forschung ist seither deutlich.

Als Kind eines angesehenen Berner Juristen wurde Albrecht Haller am 16. Oktober 1708 geboren. Er wuchs ziemlich einsam auf; sprachliche Begabung, großer Fleiß und Ehrgeiz machten sich schon früh bemerkbar. Mit 14 Jahren interessierte sich Haller für den ärztlichen Beruf, den er zuerst bei einem Bieler Arzt kennen lernte; er wandte sich aber bald nach Tübingen, wo jedoch zu seiner Zeit kaum wissenschaftliche Anregung zu holen war. Diese fand er erst bei Boerhaave und Albinus in Leiden. 18½jährig schloß er dort sein Studium mit einer anatomischen Dissertation ab. Auf der anschließenden Studienreise nach London, Paris,

Straßburg und Basel besuchte er besonders anatomisch interessierte Ärzte, so Douglas in London und Winslow in Paris. Seiner auf exakte Beobachtung gerichteten Veranlagung sagte dieses Fach am meisten zu.

Wurde für Haller der Aufenthalt in England vor allem bedeutsam, weil er dort zuerst den Ideen der Aufklärung begegnete, so brachte ihm die Rückkehr in die Heimat das Erlebnis der Alpen, dem er in seinem berühmten Gedicht überzeugenden Ausdruck verlieh. Im Basler Freundeskreis reifte der Jüngling zum Manne; er richtete seine wissenschaftliche Arbeit auf neue Ziele, z. B. die botanische Durchforschung der Schweiz, er wurde dort auch vom Lernenden zum Lehrer, als er im Winter 1728/29 den erkrankten Anatomen im Unterricht vertrat.

Enttäuschend waren für Haller die folgenden Berner Jahre (1729 bis 1736). In der ärztlichen Praxis fand er nicht völlige Befriedigung. Wohl ermöglichte ihm das Studium der klassischen medizinischen Literatur, Kommentare zur Vorlesung seines Lehrers Boerhaave auszuarbeiten, seine Herbarien wuchsen, anatomische Forschungen wurden in speziell ausgebauten Räumen möglich, aber eine Lebensstellung fand Haller in der Heimat nicht. Zeiten tiefer Niedergeschlagenheit spiegeln sich in weiteren philosophischen Gedichten wider – damals begann Hallers Kampf um den Glauben, der zur Tragik seines Lebens wurde. Eine glückliche Ehe und erste Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen waren Lichtblicke, die Haller aber doch nicht darüber hinwegtäuschen konnten, daß er seinen Lebensweg außerhalb der Heimat suchen müsse. Ein Ruf an die Universität Göttingen als Professor für Anatomie, Chirurgie und Botanik (1736) schien die Befreiung aus der Enge zu bringen, da traf der Verlust der Gattin Haller schwer. Im damals begonnenen Tagebuch plagte er sich selbstquälerisch mit uns unverständlichen Vorwürfen, Schuldgefühle drückten ihn nieder. Um zu vergessen, stürzte er sich in die Arbeit. Großzügig half ihm die Hannoversche Regierung durch Errichtung eines Anatomischen Institutes, Anlage eines Botanischen Gartens und Anstellung von Hilfskräften. Damit waren die äußeren Voraussetzungen für ein Werk geschaffen, das uns noch heute mit Bewunderung und Staunen erfüllt. In den 17 Göttinger Jahren wurde Haller zum führenden Anatomen seiner Zeit. Er wußte begabte Schüler anzuregen, die als Hochschullehrer in seinem Sinne weiter wirkten, er schuf einen Atlas der menschlichen Anatomie, er schrieb das erste ausschließlich der Physiologie gewidmete Lehrbuch, gab der Forschung neue Richtung durch seine Lehre von der Sensibilität und der Irritabilität, und das alles neben einer umfangreichen Lehrtätigkeit, der Herausgabe eines zweibändigen Werkes über die Schweizer Flora und mancherlei organisatorischen Arbeiten zur Verbesserung des Hannoverschen Medizinalwesens. Bedeutend war auch Hallers Tätigkeit als Präsident der Göttingischen Gesellschaft der Wissenschaften.

Alle äußeren Erfolge konnten den großen Forscher aber nicht an Göttingen fesseln. Er kehrte 1753 in die Heimat zurück, nachdem er schon 1745 in den Rat der 200 gewählt worden war. Als Rathausammann hatte er Gelegenheit, die Staatsgeschäfte eingehend kennen zu lernen;

als Direktor der bernischen Salinen im unteren Rhonetal (1758–1764) verbrachte er freudvolle Jahre organisatorischer und wissenschaftlicher Tätigkeit in Roche. Vorarbeiten zum achtbändigen «Handbuch der Physiologie des Menschen» fallen in diese Zeit, dazu auch die Neuauflage der «Schweizer Pflanzenkunde». Obschon ihm die Heimat auch später keine seinen Fähigkeiten entsprechende Stellung bot, lehnte er manche Offerte zur Übernahme akademisch angesehener Posten ab. Bis in die letzten Tage seines 7. Lebensjahrzehntes – Haller starb am 12. Dezember 1777 – blieb er wissenschaftlich tätig. Als sachkundige Beiträge zur Bibliographie verfaßte er die großen Bibliotheken der Botanik, der Anatomie, der Chirurgie und der praktischen Medizin, er gab vielbändige Reihen gesammelter Disputationen heraus, schuf drei Staatsromane und mehrere weltanschauliche Schriften – das alles, zusammen mit den vielen Rezensionen und dem ausgedehnten Briefwechsel, läßt verstehen, warum Hallers Werk bisher noch keine umfassende Wertung fand.

8. H. Burla (Zürich). – *Charles Darwin und sein Werk.*

Charles Darwins Neigung zur Naturkunde äußerte sich früh im Sammeln und Beobachten von Naturobjekten und brachte ihn im Lauf eines nach Richtung und Ertrag unbefriedigenden medizinischen und nachher theologischen Vorstudiums mit Vertretern und Problemen der Naturwissenschaft zusammen. Als Volontär-Naturwissenschafter auf einer fünf Jahre dauernden Weltumsegelung, über die Darwin im Buch «Reise eines Naturforschers um die Erde» berichtet, wendet er sich endgültig der Naturwissenschaft zu. Der frühere Zwiespalt zwischen Pflicht und Neigung ist wohl eine der Ursachen seiner Krankheit psychoneurotischen Charakters, die ihm bis zum Lebensende anhaftet. Unter Darwins Schriften ragt das Buch «Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl» an Bedeutung hervor. Die Auffassung, daß sich das Leben stufenweise entwickelt hat, war nicht neu, doch verhalf ihr erst Darwin zum Durchbruch im Lager der Biologen. Die Selektionstheorie als Kausalerklärung der Evolution stieß auf größeren Widerstand, doch hat die Genetik das Wirken von Selektion in Populationen in einem Ausmaß, wie es für evolutive Prozesse nötig wäre, nachgewiesen. Der neodarwinistische Beitrag, nämlich die Erklärung von kontinuierlicher und diskontinuierlicher Variabilität durch Genkombination (nach Weismann) und Mutation (nach de Vries), vervollständigt die Evolutionstheorie. Ebenfalls grundlegend waren ferner Darwins Bücher über die Abstammung des Menschen und über die geschlechtliche Zuchtwahl, um nur zwei zu nennen. Eine Reihe botanischer Werke, wie das über das Bewegungsvermögen der Pflanzen, ließen Darwin zu einem der Begründer der Pflanzenphysiologie werden. Darwins reiches Lebenswerk umfaßt 16 Bücher und 90 kleinere Publikationen.

14. Sektion für Geographie und Kartographie

Sitzung des Verbandes schweizerischer geographischer Gesellschaften

Sonntag, den 14. September 1958

Präsident: Dr. E. SCHWABE (Bern)

1. W. KÜNDIG-STEINER (Zürich). – *Bevölkerungsfragen Asiens und des Fernen Ostens. Ergebnisse des UNO-Seminars in Bandung (Indonesien) 1956.*

Der Referent hatte in der Zeit seiner Dozententätigkeit in Djakarta Gelegenheit, an einem zweiwöchigen UNO-Seminar, betitelt «Population of Asia and Far East», teilzunehmen. Wohl wohnten ihm Experten der UNO, UNESCO und der FAO bei, aber der Großteil der Anwesenden kam aus den ECAFE-Staaten (Hauptsitz Bangkok). Fachleute vertraten 13 asiatische Staaten: Pakistan, Indien, Ceylon, Burma, Thailand, Laos, Südvietnam, Malaya, Singapur, Indonesien, die Philippinen, Taiwan (Formosa) und Japan. Leider nahmen die arabischen Staaten und auch die Republik China nicht teil. Zweifellos stand die Zusammenkunft unter der Leitung von USA-Demographen. Sie war denn auch in erster Linie für Bevölkerungsstatistiker, Soziologen, Gesundheits- und Wohlfahrtsspezialisten – und keineswegs für Geographen gedacht. Es wurde daher weniger von der Bevölkerung selbst, auch weniger von ihrer Verteilung und ihren Charakterzügen, räumlichen Veränderungen usw. gesprochen als vielmehr über die Arbeitsmethoden, Ziele und Aufgaben des Verwaltungsmannes, seltener auch über Forschungsergebnisse.

Das Hauptziel lag darin, den Regierungen Empfehlungen, z. B. über den Auf- und Ausbau statistischer Ämter, zu bieten, ihnen Rat zu geben, wie man für den wirtschaftlichen Aufbau, also für eventuelle Wirtschaftspläne, sicheres Zahlenmaterial beschaffen könnte, auch wie die Ausbildung von Hilfskräften zu geschehen hätte. Für den westlichen Gast war überraschend, daß sich die Vertreter Asiens der großen Bedeutung bevölkerungskundlicher Studien heute ganz genau bewußt sind; denn in den zahlreichen, noch unterentwickelten Ländern soll durch systematische Zählungen der erste Schritt zur Selbsthilfe wesentlich erleichtert werden.

In den zahlreichen Kommissionen kam immer wieder der künftige Bevölkerungszuwachs zur Sprache. Hier liegt tatsächlich *das* «asiatische Problem» begründet. Man weiß anderseits, daß Asien im Laufe der letzten

300 Jahre gesamthaft weniger gewachsen ist als etwa Europa oder Nordamerika. Erst nach dem Ersten Weltkrieg, sodann besonders seit 1950 ist die Gegenbewegung aufgetreten. Die Hauptursache liegt im bedeutenden Rückgang der Sterblichkeit bzw. in den medizinischen Fortschritten in Süd- und Südostasien. Demgegenüber hat sich die Geburtsrate in den letzten drei bis vier Dezennien relativ wenig verändert (rein zahlenmäßig gesehen, macht Japan immer eine klare Ausnahme).

Im kommenden Jahrzehnt werden die Zuwachszahlen außerordentlich ansteigen. Sie werden vorab in landwirtschaftlichen Regionen Unterbeschäftigung auslösen, zugleich eine spürbare Verschlechterung der Existenzgrundlagen bringen. Viele Regierungen hoffen das verstärkte Bevölkerungsangebot mit ausgewogenen Wirtschaftsprogrammen auffangen zu können. Deshalb ist es wichtig, über Größe, Verteilung und Bildungsgrad der Arbeitskräfte informiert zu sein. Wesentlich ist das Tempo der Zunahme der schulpflichtigen Kinder. Daher soll nicht in erster Linie die Industrialisierung, sondern die Modernisierung des Ackerbaues angestrebt werden. Denn die rapid wachsende Bevölkerung muß mit genügend Lebensmitteln versorgt sein. Wo ein übermäßiger Bevölkerungsdruck herrscht, soll sogleich mit der Einführung von Kleinfabriken begonnen werden. Denn jede Industrialisierung – dies zeigt das Beispiel Japans und bereits auch einiger Regionen Indiens – ist der sicherste Weg zur Abschwächung des Bevölkerungszuwachses.

Auch Fragen der Binnenwanderung und Innenkolonisation kamen zur Sprache. Die Zuflut von Menschenmassen in die Städte ist eines der Hauptprobleme geworden. Es sollte zumindest der Hauptgrund für die Abwanderung vom Lande gefunden werden. Eine einwandfreie Untersuchung auf breiter statistischer Basis erscheint zunächst utopisch, ist doch bereits recht viel erreicht, wenn eine Volkszählung in einfacherem Rahmen gelingt. Immerhin verfügt der Volksgesundheitsdienst über gute Möglichkeiten, genaueres Material zu liefern. Er besitzt zugleich Möglichkeiten, durch Aufklärung in der Empfängnisverhütung eine rasche Reduktion der Geburtenzahlen zu erwirken. Asiatische Fachleute haben postuliert, daß der Staat die Funktionen eines sog. «Familienplans» übernehmen sollte. Diesbezüglich war man in Japan sehr erfolgreich. Medizinisch-wissenschaftliche Aufklärung und Gesetze waren dort die entscheidenden Faktoren.

In vielen asiatischen Ländern sind seit den 1930er Jahren keine Volkszählungen mehr vorgenommen worden. Erst einige wenige Staaten wissen genau Bescheid über Geburten und Todesfälle, Altersaufbau, Familienstruktur usw. Daher wären Bevölkerungsstudien – wenn auch nur querschnittmäßig – sehr willkommen. – Um alle Arbeiten ideell und materiell zu fördern, schlägt das UNO-Seminar vor, in der ECAFE-Region ein Zentralinstitut mit eigenem Fachorgan zu schaffen. Der Hauptsitz der ECAFE, Bangkok, wäre hierfür sehr geeignet.

Zur Klärung der asiatischen Bevölkerungsprobleme wären nicht zuletzt Monographien aus der Hand moderner Geographen sehr wertvoll. Denn gerade in den noch nicht industrialisierten Ländern kann ohne

Berücksichtigung der reinen Naturfaktoren die Entwicklung nur schwer beurteilt werden. Mehrmals versuchte der Referent, die Bevölkerungsfachleute zu überzeugen, daß die Landschaft in ihrer Ganzheit bei derartigen Diskussionen nicht übergangen werden dürfe. Die in Europa allmählich sich durchsetzende Wertung des «Landschaft-Einflusses» ist in Asien noch keineswegs anerkannt, leider auch nicht bei vielen Organisatoren demographischer Seminarien. Denn Zahl, Zeit *und* Raum bilden ein Ganzes, insbesondere im Hinblick auf asiatische Bevölkerungsfragen.

Das Referat wurde ergänzt durch Diapositive, die zu vergleichenden Betrachtungen über Bevölkerungszahlen, Bevölkerung und Raum, Zuwachsraten, Sterblichkeit, Lebenserwartung und Dynamik bestimmter Regionen anregten.

2. Maurice-Ed. Perret (Avenches). – *Le peuplement du Jura bernois.*

A travers les chaînes du Jura, Pierre-Pertuis, à 830 mètres d'altitude, est le passage le plus bas depuis la cluse du Rhône près de Bellegarde. Il n'est donc pas étonnant que depuis la plus haute antiquité ce col ait été utilisé et que, sur les deux versants, le long des voies qui mènent dans les régions basses, les découvertes archéologiques aient révélé des vestiges de tous les âges. Dans la vallée de la Birse, la grotte de Liesberg a fourni des objets paléolithiques, et à Bellerive l'on a trouvé un établissement néolithique. Dans la région de Delémont, ce sont des tombes de l'âge du bronze, une station de la période de Hallstatt, des objets divers de la période de la Tène que l'on a mis au jour. L'époque romaine a laissé de nombreuses traces : inscriptions, fondations de bâtiments, fragments de chaussées, ponts, monnaies. De l'époque barbare datent un certain nombre de tombes isolées et un cimetière à Bassecourt. Les trouvailles archéologiques sont cependant trop peu nombreuses pour permettre de dresser un tableau des étapes du peuplement ; il est certain que quantité de localités fondées aux diverses périodes archéologiques n'ont pas encore livré de vestiges concrets.

Les sources historiques ne fournissent sur l'antiquité et le haut moyen âge que des renseignements généraux, notamment la division du pays entre les Rauraques, les Séquanes et les Helvètes, sans donner d'indications sur la manière dont s'est fait le peuplement. Les premières mentions de localités, assez rares du reste, ne remontent pas au-delà du VIIIe siècle : Delémont en 728, Moutier-Grandval et Vermes en 769, alors que le pays devait déjà être en grande partie défriché et habité. L'histoire n'est donc pas non plus capable de fixer les étapes du peuplement.

Il reste une autre source : la toponymie. Ses résultats, maniés avec précaution, confrontés avec les données de l'archéologie et examinés dans leurs relations avec la géographie et la topographie, nous permettront enfin d'obtenir une histoire du peuplement. A l'époque préromaine remonte peut-être Sornetan, en latin Sornedunum, qui serait une localité

gauloise. Quant aux autres noms, on peut, d'après leurs forme, les diviser en trois groupes. De l'époque romaine datent les noms terminés en *-ez*, noms formés d'un nom romain et du suffixe *-acum* attestant un domaine gallo-romain, ainsi que Vicques, de *vicus* signifiant le village, et Sombeval, de *summa vallis* la vallée la plus haute. A l'époque germanique correspondent toutes les localités dont les noms comprennent les racines *curtis* (*cour, cor, court*) et *villare* (*vilier, vilard, velier, villers, villars*) accompagnant un nom propre germanique, ainsi que celles où l'on retrouve le suffixe germanique *-ingen*. De l'époque féodale et des temps modernes proviennent les noms formés avec l'article défini.

Il est évident que, dans une région comme le Jura bernois, le peuplement ne s'est pas fait au hasard, que les colons ne se sont pas fixés n'importe où, mais qu'au moment de s'établir, ils ont choisi l'endroit disponible le plus favorable et, à cet égard, ont considéré la proximité de routes, la présence de terres arables fertiles, bien situées et bien exposées, le voisinage de forêts et de points d'eau et peut-être, à certaines époques, les avantages défensifs. Or ce sont bien dans des situations favorables que sont les anciens domaines gallo-romains de l'Ajoie et le village de Vicques, tandis que Sombeval se justifie par sa position comme étape sur la route romaine de Petinesca à Epamanduodurum. Les établissements germaniques occupent les fonds des vallées et quelques terrasses bien exposées. On peut cependant observer que les noms germaniques des divers groupes ne se mêlent pas et qu'on peut établir une gradation entre eux. Les premiers noms contenant la racine *curtis* sont les mieux situés ; il n'y a pas mélange entre les noms dont *curtis* forme le début et ceux dont il est la terminaison, mais il est difficile de dire si l'une des formes est plus ancienne que l'autre ou si elles ont été données par des tribus différentes. Les noms dérivés de *villare* sont tous dans des situations moins favorables : à l'écart des grandes routes, dans des fonds resserrés ou dans des hauts de vallées. Enfin, les noms formés avec le suffixe -ingen, assez rares dans le Jura, désignent des villages écartés et à des altitudes relativement élevées ; malgré leur forme tout à fait germanique, ils ne peuvent remonter à la première colonisation barbare, mais représentent une nouvelle et dernière poussée germanique dans une région où la population établie, d'origine germanique, avait subi l'influence romane. Quant aux localités d'origine plus récente, elles sont, pour la plupart, situées sur des hauteurs et en particulier sur le plateau des Franches-Montagnes. Un certain nombre de noms de lieux ne se rattachent pas à l'un des groupes étudiés ; certains, notamment des noms d'origine religieuse, peuvent être datés par des documents historiques ; les autres, par leur situation, peuvent en général être rattachés à une période de peuplement définie.

En résumé, c'est donc dès la plus haute antiquité que le Jura bernois a été habité, mais jusqu'à l'époque romaine, il n'y avait que des établissements isolés et peu nombreux. A l'époque romaine, l'on trouve quelques localités, surtout en Ajoie. Les fonds de vallée, les collines, les terrasses bien exposées ont été colonisées en plusieurs étapes à l'époque germanique. Les hauteurs n'ont été peuplées qu'après le Xe siècle.

3. O. Widmer (St. Gallen). – *Vom Kongreß für Ortsnamenforschung in München.* – Kein Manuskript erhalten.

4. Jost Hösli (Männedorf). – *Die Entwicklung der Alpsiedlung auf Bräch. Zur Frage der Glarner Heidenhüttchen.*

Zum Berggelände von Braunwald gehören die stattlichen Alpen Braunwald und Bräch. Der Oberstafel von Bräch liegt zu Füßen des Ortstockes im südlichen Abschnitt einer 1600 bis 2000 m hoch gelegenen Terrassenleiste. Diese wird im Westen von der mächtigen Schwyzer Wand gesäumt, die zugleich die Kantonsgrenze bildet. Vier Sennhütten gruppieren sich um den von Karstquellen gespiesenen Brächerbach. Einen Kilometer südsüdwestlich kommen im Weidegebiet Bergeten in der Nähe vom Brächseeli verschiedene Ruinen ehemaliger Siedlungen vor. Der wissenschaftlich interessierte Glarner nennt diese im Alpgebiet des Kantons recht häufig verbreiteten, dem Alter nach unbekannten Wüstungen «Heidenhüttli» oder «Heidenstäfeli». Der Älpler hingegen heißt sie zumeist «Hüttenmäler». Name und Sache treten erstmals in der von Joh. Heinr. Tschudi 1714 in Zürich herausgegebenen Chronik des Glarnerlandes auf. Joh. Jak. Scheuchzer nimmt das Wissen seines Glarner Freundes von den auf der Alp Mühlebach im Sernftal vorkommenden «Heiden-Häußlein» in seine «Naturgeschichte des Schweizerlandes» auf (1746). Seither rätselt man noch immer um die Bedeutung und das Alter der auch in andern Kantonen verbreiteten Gemäuer. Grabungen blieben bisher erfolglos. Die Heidenhüttchen von Bräch werden erstmals von J. Beglinger in seiner 1909 erschienenen «Geschichte von Braunwald» erwähnt. Er betrachtet sie als Ruinen von Schäferhüttchen. Neuerdings untersuchte Heinrich Stüssi die auf sieben benachbarte Örtlichkeiten verteilten Überreste von 17 Gebäuden. Doch fand er auch nicht mehr als verkohltes Holz und Knochenreste von Wiederkäuern. Damit bleibt auch für ihn der Weg zu mehr oder minder gewagten Spekulationen offen, welche immer wieder bestimmte Motive älterer Deutungsversuche abwandeln («Leben und Umwelt», Heft 10/11, 1956).

Sicher würden Fachleute sorgfältiger graben. Moderne Untersuchungsmethoden, wie sie heute auch der Wüstungsforschung zur Verfügung stehen, könnten mithelfen. Ohne datierbare Bodenfunde aber bleibt nur eine Möglichkeit, bessere Ergebnisse zu erreichen, nämlich die, alle Teile des erfahrenen Wissens zur Gesamtschau zusammenzufassen. Das Problem der Heidenhüttchen ist weder ein spezifisches noch ein lokales Problem. Man hat das von Stüssi verheißene «archäologische Neuland» schon vor 100 Jahren betreten und ist doch kaum weiter gekommen. Nur eine weitfassende und schließlich zusammenfassende Erforschung der Vergangenheit vermag uns der Wahrheit näher zu bringen. Die Studien der Geologen, Morphologen, Botaniker, Historiker, Sprachforscher und Volkskundler bieten die unerläßlichen Fundamente zur geographischen Erfassung des Problems. Ohne Landschaftsforschung kann der Zauberkreis bloßer Spekulationen nicht durchbrochen werden. Wichtig ist ferner, daß

den Heidenhüttchen nicht von der Frühgeschichte, sondern umgekehrt von der Gegenwart her zu Leibe gerückt werden muß.

Im Zentrum des mit Farbbildern und Skizzen illustrierten Referates standen einige Ergebnisse der noch nicht abgeschlossenen Studien, welche an dieser Stelle nur skizziert werden können.

Der heutige Hüttenplatz ist nicht älter als rund 150 Jahre. Historische Angaben und die siedlungskundliche Aufnahme der bestehenden Sennhütten schließen eindeutig darauf. Der gemäuerreiche Weidebezirk Bergeten stellt den alten Oberstafel von Bräch dar. Seine Hüttchen sind noch im 18. Jahrhundert von den Älplern bewohnt gewesen. Die Verlegung des Stafels an den Brächerbach ist der sichtbare Ausdruck von vielschichtigen Wandlungen der Glarner Alpwirtschaft im 18. und 19. Jahrhundert. In der Nähe vom ehemaligen Alpdörfchen, am sog. Räbestei, entspringt dem Schuttfuß der Felswand ein unzuverlässiges Wässerlein, eine der vielen Quellen Braunwalds, die dem Berggebiet den ursprünglichen Namen Brunnwald eingetragen haben. Im Gegensatz zu den Quellen des Brächerbaches, die ebenfalls dem Einzugsgebiet der verkarsteten Hochfläche über der Schwyzer Wand entstammen, führt das «Chrummbächli» nur bei Schneeschmelze und in Regenperioden Wasser. Vor der Einführung der Zentrifuge am Ende des letzten Jahrhunderts konnte der Senn ohne Frischwasser wohl Käse, aber keine Butter zubereiten. Die Milch mußte dazu ständig im kühlen Wasser aufbewahrt werden. Die versiegende Quelle zwang zum Käsen, um so mehr als Bräch Oberstafel nur 1600 m hoch liegt. Die Sennen haben in den kleinen quadratischen Hüttchen mit Schwerdach bald Anken, bald Käse produziert. Das meiste davon mögen sie im eigenen Haushalt verzehrt haben. Die lohnenden Viehmärkte im Süden der Alpen prägten das Produktionsziel der Bauern bis in das letzte Jahrhundert hinein. Ihr Niedergang zwang zur Umstellung auf intensivere Milchwirtschaft. Die wachsende Fabrikbevölkerung bot ohnehin den Anreiz dazu. Also ist der Auszug an den Bach, wo reichlich Wasser fließt, verständlich. Die Brächer Sennen erzeugen seither Butter und Ziger, auch nur Butterungsrahm, und bedienen den seit Jahrzehnten wachsenden Kurort Braunwald mit Frischmilch.

Bräch war bis 1632 Teil der erstmals 1421 urkundlich erwähnten Alp an Braunwald. Das Weidegelände am Brächseeli muß schon damals Stafel gewesen sein. Zur Zeit der Teilung mögen alle die Hüttchen existiert haben, deren Ruinen wir kennen. Ihre Vielzahl widerspiegelt die früheren Eigentumsverhältnisse. Wie vor der Teilung die ganze Alp an Braunwald, so gehörte nachher auch Bräch vielen Teilhabern. Die spätere Konzentration des Alpbesitzes überwand die betrieblichen Nachteile der Einzelsennerei, die zur Hauptsache zur Selbstversorgung produzierte. Je mehr sich die Zahl der Bewirtschafter auch an Bräch verringerte, die Herden der Einzelnen größer, die Älpler Senntenbauern, Marktproduzenten wurden, um so eher lohnte sich auch der Bau neuer, stattlicher Alpgebäude.

Zukünftige Studien werden sich mit den noch weiter zurückliegenden Jahrhunderten befassen, wobei der Flurnamenforschung besondere Be-

deutung zukommen wird. Ebenso müssen die Lokalitäten der anderen Heidenstäfeli bearbeitet werden. Ihre vergleichende Betrachtung wird bestimmt interessante Ergebnisse zeitigen.

5. Erich Schwabe (Bern). – *Vom jüngsten Wandel der alpinen Kulturlandschaft.*

Das Referat beleuchtet den Problemkreis der jüngsten Entwicklung der alpinen Kulturlandschaft, die Erscheinungen, die im Laufe der sogenannten «zweiten industriellen Revolution» sich im Alpenraum Einfluß verschafft und ihn in einer Weise umgestaltet haben, wie vor dieser Zeit nie, auch nicht im Zeitalter des Baus der Alpenstraßen und der großen Gebirgsbahnen, in ihn eingegriffen worden ist.

Genau genommen, verdankt man diese Umgestaltung zwei Entwicklungen, die von zwei einander entgegengesetzten Polen ausgehen. Einmal hat das Streben nach immer größerer Vervollkommnung der wirtschaftlichen Produktion auch die alpinen Gegenden ergriffen; vor allem in den großen Tälern, mehr und mehr aber auch in den Hochregionen lassen sich seine Zeichen erkennen. Andererseits sucht der Mensch nach Ausspannung von diesem Streben; aus dem Bedürfnis nach Erholung und zugleich aus jenem romantischen Empfinden heraus, das vor etwa hundert Jahren das Hochgebirge in neuer, bis dahin ungekannter Schönheit offenbarte, ist der Fremdenverkehr entstanden, dessen Zeugen heute in so hohem Maße mit die alpine Landschaft prägen.

Blicken wir auf die Bestrebungen nach erweiterter Produktion, so treten fürs erste weniger Neuerungen in der Gewinnung mineralischer Bodenschätze als solche in der landwirtschaftlichen Erzeugung ins Blickfeld. Die modernen Erkenntnisse des Pflanzen-, des Obst- und Gemüsebaus, dann die Erleichterungen, die mannigfache kulturtechnische Veränderungen, Meliorationen, Güterzusammenlegungen bewirkt, haben eine Ausdehnung der Pflanzungen zur Folge gehabt, die, wie etwa im Walliser und zum Teil waadtländischen Rhonetal, das Bild heute durchaus beherrschen und im Wirtschaftsgefüge eine sehr bedeutsame Rolle spielen. Auch die künstliche Bewässerung, die im Wallis weithin ja die Voraussetzung der landwirtschaftlichen Produktion bildet, ist einerseits durch die Erstellung neuer Wasserzufuhren – gelegentlich in Tunnels aus den Seitentälern durch Bergvorsprünge hindurch – andererseits durch modernste Besprengungsapparaturen amerikanischen Vorbildes auf einen Stand gebracht worden, welcher der Landwirtschaft außerordentlich entgegenkommt und den Anbau fördert.

Die «zweite industrielle Revolution» selber betrifft nur indirekt – dadurch, daß sie ihr moderne Maschinen und Betriebsmittel zur Verfügung stellt – die landwirtschaftliche Erzeugung. Der Begriff dieser Umwälzung gründet sich hauptsächlich darauf, daß anstelle der Kohle als des bis nach dem Ersten Weltkrieg wichtigsten Energieträgers vor allem Erdöl und elektrische Energie als Betriebsstoffe obenausgeschwungen und starke Veränderungen in der Betriebsweise ausgelöst haben. Dieser Entwicklung parallel, und eng mit ihr verflochten, ist eine Um-

stellung auf dem Gebiete des Verkehrs vor sich gegangen. Für die alpinen Gegenden, für die Schweizer Alpen im besondern, hat sich dies in gewaltigen Bauunternehmungen ausgewirkt. Die Beschaffung der in unserm Lande reichlich, wenn auch nicht in unermeßlichen Mengen vorhandenen elektrischen Energie hat die Erstellung mächtiger Speicherwerke bedingt, die mit ihren Staumauern und -dämmen, ihren Stauseen, mit ihren Leitungen und Schaltanlagen, weniger mit den Kraftzentralen, die bei den neuern Werken meist unterirdisch angelegt werden, die Landschaft gebietsweise grundlegend umformten. Zum Teil im Kraftwerkbau hat auch die Straßenmodernisierung ihre Ursache, indem für die Ausstattung der Werkplätze die Zufuhr erweitert oder neu geschaffen werden mußte. Andererseits hat der überhandnehmende Autoverkehr die Korrektur, den Ausbau und die Erstellung alpiner Autostraßen veranlaßt, als deren Muster die Sustenstraße und die neue Forclazstraße im Wallis hervorgehoben seien.

Alle diese Bauarbeiten haben vorübergehend die Struktur der Bevölkerung umzuändern vermocht. Vor allem hat sich aber infolge der vermehrten Berührung mit der Umwelt, auch dank dem verstärkten Fremdenverkehr, deren Lebensweise gewandelt. Viele der althergebrachten Gewohnheiten sind verschwunden, und die Mentalität der früher genügsamen, in engem Geist des Zusammenschaffens lebenden Bergbewohner ist einer Einstellung gewichen, die nicht bloß Gutes in sich schließt.

Die Bevölkerung in soziologischer Hinsicht umgestaltend, aber auch das Landschaftsgefüge tangierend, haben sich da und dort industrielle Betriebe im Gebirge angesiedelt. Als veränderndes Großelement ungleich bedeutsamer ist freilich der Fremdenverkehr. Seine moderne, betont dem Sportbetrieb, namentlich dem Wintersport verhaftete Form hat zusammen mit dem Zug nach individueller Feriengestaltung im Aufkommen zahlloser Ferienhäuschen, zum Teil ganzer eigentlicher Chaletdörfchen, wie in Verbier, dann in der Anlage von Skilifts und Seilbahnen in einem Übermaß seinen Ausdruck gefunden, das nicht unbedingt als gesund anzusprechen ist.

Die Hoffnung ist berechtigt, daß die zahlreichen Veränderungen, welche sich in sehr kurzer Frist in der alpinen Kulturlandschaft vollzogen haben, gelegentlich, als überaus interessante Folge des Zeitgeschehens, auch im Kartenbilde für sich dargestellt werden mögen.

6. E. Imhof (Erlenbach). – *Der Schweizerische Landesatlas in Vorbereitung.*

7. Jost Hösli (Männedorf). – *Natürliche Wesenszüge der Landschaft von Braunwald.*

Mit diesem Referat wurde eine Exkursion auf den Gumen eingeführt, die dem Thema der Beziehungen zwischen natürlicher Anlage und kultureller Gestaltung der Landschaft von Braunwald galt.

Braunwald ist kein wissenschaftliches Neuland mehr. Und doch bietet die «Sonnenstube» des «regenfreudigen» Glarnerlandes dem Land-

schaftsforscher noch vielfältige Probleme. Das dem Linthtal markant in das Gesicht geschnittene Berggebiet, das zweitgrößte des Kantons, bildet eine wohlbegrenzte, zweiteilige Seitenkammer über der linken Talflanke des Hinterlandes. Seine Existenz wurzelt im geologischen Aufbau der Berge nördlich der Urnerboden-Klausen-Furche und westlich der Linth bis Schwanden. Die zwei treppenförmig übereinander liegenden und gegen Norden ansteigenden Terrassen sind das Abbild des Faltenwurfes der Axendecke. Über den Liasfelsen der Erlenberg-Synklinale breitet sich im Triaskern der liegenden Kneugrat-Antiklinale das Wiesengelände der unteren Bergterrasse (1000 bis 1600 m) aus. Im Hintergrund wird die von der Kursiedlung durchwirkte bergbäuerliche Landschaft vom düsteren Felsband der liasischen Sandkalke des normalliegenden Schenkels gesäumt. Es trägt als zweite Terrasse das Alpgelände der Oberstafel von Bräch und Braunwald (1600 bis 2000 m). Die dritte mächtige Fluh aus Quintnerkalk, die Schwyzer oder Legerwand, bildet die Kantonsgrenze. Ihr verkarsteter Rücken gehört der Karrenalp an.

Das Relief von Braunwald besitzt den lapidaren Stil einer Schichtstufenlandschaft. Die Großformen der Terrassenleisten und Steilwände, das geologische Zeiten alte Werk der selektiven Abtragung, bieten ein klassisches Beispiel der gesteinsbedingten Formung. Die resistenten, stark zerklüfteten und löslichen Kalke bilden die Felswände. Die leichter verwitterbaren, unlöslichen und undurchlässigen Trias- und Doggergesteine verursachten als «Abtragungsbasen» die starke ausräumende Wirkung des flächenhaften Abtrages. Die nach Süden und Osten gerichtete Neigung der Schichtflächen begünstigte den Abtransport der durch die Denudation aufgearbeiteten Materialien nach dem Talweg der Linth. Auch die Kleinformen der Terrassenflächen sind durch die tektonischen und stratigraphischen Verhältnisse gegeben. Die das Felsgerüst der Terrassen überziehenden Quartärmassen stammen zum größten Teil von Sackungen und Bergschlipfen her. Rezente Terraingleitungen lassen solche längst vergangener Zeiten ahnen. Sie sind die Folge des Schichtfallens und der Grundwasserhorizonte. Die prägnanten Zusammenhänge von Geologie und Morphologie lassen die Hydrographie geradezu ableiten. Der Quellenreichtum der Bergterrassen hat dem ehemaligen Waldgelände den Namen Brunnwald eingetragen. Die Oberflächengestalt bedingt klimatische Besonderheiten, die zusammen mit den bodenkundlichen und hydrographischen Eigenarten das natürliche Pflanzenkleid deuten. Exposition und Nischenlage sind ein Geschenk des Reliefs. Über dem montanen Buchenwald mischen sich Buchen, Bergahorne und Eschen mit Fichten. Die höhere Terrasse gehört der Fichten-Hauptcönose an. Die Rasenflecken der baumlosen Höhen über der Schwyzer Wand sind mit Blaugras und Horstsegge bestanden.

Die natürlichen Wesenszüge widerspiegeln sich im Bild der kulturellen Gestaltung der Landschaft. Der naturräumlichen Gliederung entspricht die kulturlandschaftliche. Ihr gilt schließlich das Ziel der geographischen Forschung.

15. Sektion für Vererbungsforschung

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung

Samstag, den 13. September 1958

Präsident: Dr H.-A. Guénin (Lausanne)

G. Heberer (Göttingen). – *Aktuelle Probleme der menschlichen Phylogenetik.* (Gemeinsam mit der Schweiz. Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie und der Schweiz. Zoologischen Gesellschaft.)

16. Sektion für Logik und Philosophie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft zur Pflege der Logik und Philosophie der Wissenschaften

Sonntag, den 14. September 1958

Präsident: Prof. Dr. E. WALTER (Zürich)

Symposium über
Verifikation und Induktion in den Realwissenschaften

Prof. Emil Walter führte einleitend aus, daß die Sektion der S.N.G. für Logik und Philosophie vorsehe, an den nächsten Jahresversammlungen vor allem methodologische Probleme, welche mehrere Realwissenschaften interessieren, in Form von Symposien zu behandeln. Mit Absicht sei ein hervorragender Vertreter der schweizerischen Wissenschaft in den USA, Prof. K. Brunner in Los Angeles, anläßlich seines längeren Aufenthaltes in der Schweiz gebeten worden, die Probleme der Formulierung von Hypothesen und ihrer Verifikation in der Nationalökonomie zu behandeln, da sich gerade an Hand dieses Beispiels aus einer sogenannten Geisteswissenschaft zeigen lasse, wie sich die methodischen Fragen in allen Realwissenschaften in ähnlicher Form stellen. Es ist beabsichtigt, in einer der nächsten Jahresversammlungen das Problem der *kausalgenetischen Methode* aufzugreifen.

In der lebhaften, abschnittweise geführten Diskussion wurde u. a. auch die Frage aufgeworfen, ob die Trennung der Wissenschaften in Formalwissenschaften einerseits und Realwissenschaften andererseits gerechtfertigt sei, da in jeder wissenschaftlichen Arbeit rationale und empirische Elemente wirksam sind. Der Vorsitzende betonte, es handle sich bloß um ein Problem der Klassifikation und Definition. Unter Formalwissenschaften sind nach R. Carnap jene Wissenschaften zu verstehen, welche sich im Sinne Kants auf Urteile a priori stützen, während Realwissenschaften oder empirische Wissenschaften durch Urteile a posteriori gekennzeichnet werden können. Selbstverständlich könnten die Wissenschaften auch noch nach ganz anderen Gesichtspunkten eingeteilt werden.

1. F. GONSETH (Zurich). – *Quelques remarques sur la méthodologie de la recherche.*

Quelles garanties une recherche doit-elle fournir pour mériter d'être appelée une recherche scientifique ? – C'est là une question qui est certainement en rapport avec le thème de ce Symposium.

Pour peu qu'on y réfléchisse, on s'aperçoit qu'il est plus difficile d'y répondre qu'on ne l'imagine tout d'abord. L'énonciation d'une réponse que tous les chercheurs admettraient comme juste et satisfaisante rencontre d'assez sérieuses difficultés. Les Symposiums des années précédentes en ont d'ailleurs donné la preuve.

Faut-il déclarer que, dans ces conditions, ni la question ni la réponse n'intéressent le chercheur, puisque la recherche a pu prendre son départ et se développer sans avoir besoin ni de l'une, ni de l'autre ? Et que, par conséquent, le temps et la réflexion qu'il leur accorderait ne seraient que du temps et de la réflexion perdus ? Certains le pensent sans doute, mais est-il vrai que les procédures actuelles de la recherche et leur efficacité ne doivent rien aux réflexions faites antérieurement sur la méthode des sciences ? D'ailleurs aucun chercheur n'affirmera jamais que le fait de réussir une expérience sans être en mesure d'énoncer clairement les raisons et les conditions de sa réussite le dispense de s'interroger sur ces raisons et ces conditions. Une telle affirmation, aucun chercheur ne peut en douter, serait contraire à l'esprit même de la recherche. Pourquoi devrait-il en être autrement pour l'expérience que représente non pas telle ou telle recherche particulière, mais la recherche en général envisagée dans la perspective de son développement réel. C'est pourquoi je pense non seulement que la question par laquelle j'ai commencé est légitime, mais encore qu'elle est de celles qui, finalement, ne peuvent pas être évitées.

Il ne s'agit pas de déduire ou de construire abstraitement dans l'absolu ou dans l'inconditionnel les conditions auxquelles la recherche devrait satisfaire pour être une recherche scientifique authentique. Il s'agit au contraire de formuler, d'énoncer de la façon la plus simple et la plus juste possible les caractères que la pratique efficace de la recherche nous apprend à remarquer, à distinguer, à saisir de plus en plus clairement. Mais pourquoi les énoncés ? – C'est qu'il faut les énoncer pour en prendre vraiment conscience et qu'il faut en prendre conscience pour apprendre à mieux les mettre en œuvre.

L'une des conditions fondamentales auxquelles la recherche scientifique semble devoir satisfaire (pour rester efficace) est de rester ouverte à l'expérience. Pour le chercheur moderne, l'ouverture à l'expérience est une exigence toute naturelle. Si l'on examine sérieusement les conditions à remplir pour qu'elle puisse être satisfaite, on s'aperçoit bientôt qu'il faut aller plus loin que le simple bon sens. Pour rester ouvert à l'expérience, il ne suffit pas de se déclarer prêt à accueillir toutes les observations qui pourront être faites. La recherche ne consiste pas à ajouter des observations à des observations. Il faut que ces observations puissent être rattachées à des faits, à des faits significatifs. Et même si l'on était toujours en mesure de distinguer dans les observations les faits qui leur

donnent lieu, la recherche ne consisterait pas à ajouter des faits nouveaux à des faits déjà constatés. Il faut encore que les faits soient organisés pour former des ensembles cohérents. Or ce travail d'organisation ne peut être fait que par l'intermédiaire d'un langage approprié dans lequel les faits puissent trouver leur expression, leur énonciation. On voit ainsi que la recherche travaille nécessairement sur deux fronts : sur l'un d'eux elle expérimente et observe, sur l'autre, elle imagine les faits de façon à pouvoir en faire l'objet d'un exposé. Cet exposé nécessite une langue appropriée, une langue offrant les moyens d'expression, les moyens d'énonciation indispensables. Parfois, la langue courante suffit, mais d'autres fois, il faut avoir recours à une langue plus riche ou plus précise, à un langage mathématique par exemple. Il n'est d'ailleurs pas certain qu'une recherche dispose par avance d'une langue capable de lui fournir une énonciation adéquate. La mise au point, parfois même la création des moyens discursifs appropriés représente souvent un moment important, un moment décisif de la recherche. Poincaré disait dans ce sens qu'une discipline scientifique doit se présenter comme une langue bien faite. Dans une intention analogue, pour pouvoir parler clairement, nous pouvons appeler le premier front dont il vient d'être question le front d'expérimentation et le second le front d'énonciation de la recherche. Toute recherche ayant une composante expérimentale est fatalement engagée sur ces deux fronts. (Ils sont moins nettement visibles dans la recherche mathématique, mais ils peuvent aussi y être distingués.)

Dans certaines recherches, le front de l'expérimentation ou de la simple observation et le front de l'énonciation ou de la simple expression sont tout proches l'un de l'autre : on franchit presque sans y prendre garde la distance qui sépare les observations des faits qui leur donnent lieu et de la mise en exposé de ces derniers. Dans une telle situation, il peut paraître superflu d'insister sur la dualité d'engagement du chercheur. La différence (différence de nature) entre le front d'expérimentation et le front d'énonciation n'en subsiste pas moins et le seul fait de ne pas en tenir compte peut conduire à de regrettables méprises.

Mais, d'autres fois, la distinction s'impose. Il nous a fallu comprendre (et c'est de la pratique même de la recherche que nous avons dû la prendre) qu'une incroyable distance sépare parfois la lecture des observations de la formulation des faits – des faits dont les observations ne fournissent en quelque sorte que les traces. Bien plus, il nous a fallu comprendre que nous ne sommes pas en possession *par avance* de la liste complète des faits qui viendront prendre place un jour ou l'autre dans telle ou telle discipline. Cette liste complète ne se trouve pas naturellement dans notre esprit et, pour la dégager, il ne suffit pas non plus d'analyser les langages déjà existants. Le langage qui leur conviendra n'est pas fait d'avance. Non seulement les mots nous manquent encore, mais surtout ce que les mots auront à désigner, les idées et les représentations, le matériau mental dont les mots ne sont que l'expression. A ce moment de la recherche, la situation sur le front d'énonciation se présente donc dans un certain état de non-achèvement. Mais il n'en est pas autrement sur le front complé-

mentaire, sur le front de l'expérimentation. Si l'expérimentation n'est pas orientée par une certaine idée, si imprécise soit-elle, des faits à étudier, il subsiste fatalement une certaine indécision quant à ce qui mérite d'être observé. Pas plus que la liste complète des faits significatifs d'une discipline, nous ne possédons par avance la liste exhaustive des observations décisives.

Ce que je viens de dire se rapporte à ce qu'on peut appeler le principe de dualité de la méthode scientifique. Pour mieux éclairer ce principe, il convient de dire encore quelques mots du rapport du chercheur à l'objet de sa recherche dans une situation de connaissance déterminée. Sur l'un et l'autre front, ce rapport se caractérise par un certain état d'inachèvement dont nous avons déjà dit quelques mots, mais qui va plus loin que ce que nous en avons dit.

Commençons par le front de l'énonciation. C'est sur ce front que se fait l'édification théorique, la mise en forme rationnelle des différentes disciplines, de la mécanique par exemple aussi bien que de la géométrie. Les moyens dont cette édification se sert sont des moyens discursifs, de caractère mathématique dans le cas de la plus grande précision. Ce sont des mots, des phrases, des signes, des formules qui visent certainement les objets, les êtres et les phénomènes que l'expérimentateur rencontre sur le front de l'expérimentation. Mais cette visée n'est pas directe. Entre les mots et les signes d'une part et les réalités auxquelles ils entendent se référer d'autre part, il y a l'esprit de celui qui édifie la théorie dans le but de la faire servir à la recherche. Et, dans cet esprit, les mots éveillent tout d'abord des notions, des idées, des représentations, des formes et des catégories que l'esprit a le pouvoir de mettre en relation. Or chacun sait, parce que l'histoire de la science et son expérience personnelle le lui ont montré maintes et maintes fois, que face au réel, les édifices construits avec tout ce matériau mental ne sont pas totalement et parfaitement adéquats, mais qu'ils ont plutôt le caractère d'ébauches encore inachevées, d'ébauches capables d'être retouchées, révisées et complétées. La précision des moyens d'énonciation, la précision par exemple des moyens mathématiques, ne doit pas nous faire illusion à cet égard : un schéma par exemple peut fort bien ne représenter qu'une ébauche assez grossière même s'il est dessiné de la façon la plus précise.

Ce caractère d'inachèvement s'étend à tout l'horizon d'énonciation. Il ne faut pas y voir un défaut qu'une plus grande attention permettrait d'éviter ; il y a là au contraire un caractère lié à l'activité énonciatrice elle-même. Pour exprimer les choses avec des mots et des signes, il faut inévitablement s'engager dans la schématisation, dans la typification. L'état d'avancement de la perspective mentale ainsi ébauchée caractérise une situation de connaissance. Le progrès de la recherche vient s'inscrire dans cette ébauche, soit qu'il la complète, soit qu'il oblige à la réviser. Il est clair que si, dans cette situation, cette perspective-ébauche était posée intangible comme ayant déjà trouvé sa forme définitive, la liberté et le progrès de la recherche pourraient en être contrariés. Poser en principe, au contraire, qu'il est illégitime de décider d'avance qu'elle ne devra

jamais – et même qu'elle ne pourra jamais – être révisée ne fait donc que répondre à l'exigence d'ouverture de la recherche à l'expérience. C'est le principe de *révisibilité* de la recherche scientifique. Sa validité tient, répétons-le, à la nature même des moyens de l'énonciation. Il ne met pas la connaissance en doute ; il réserve seulement la possibilité de la corriger et de l'approfondir en l'engageant dans une procédure de révision. Dans son intention, ce principe n'est pas négatif, il est constructif.

Nous n'avons jusqu'ici envisagé l'état d'inachèvement de la connaissance que du côté du front de l'énonciation, l'état d'inachèvement de la connaissance énoncée. Tournons-nous maintenant du côté du front de l'expérimentation. Ce qui s'y présente comme inachevé, ce sont maintenant les procédures et les techniques qu'on y met en œuvre pour saisir, pour fixer ou pour reproduire ce qui fait la réalité de tel ou tel phénomène. C'est la faculté de distinguer ou de répéter exactement une seconde fois ce qui s'est produit ou ce qu'on a produit une première fois. Les raisons de cette incapacité sont multiples. Elles peuvent tenir à l'inachèvement des vues qui orientent l'expérimentation, à l'imperfection des techniques mises en œuvre et même (comme le prétend la physique des quanta) à un certain indéterminisme naturel. Une situation de connaissance ne se caractérise pas seulement par le matériau mental mis en œuvre du côté de l'énonciation, mais aussi par les techniques qui cherchent à retrouver ou à reproduire dans le monde naturel ce qui peut adéquatement correspondre à ce matériau mental. Toute recherche comporte ainsi un engagement dans une certaine technicité. Cet engagement caractérise aussi la situation de connaissance correspondante. Aucun chercheur ne songera certainement à affirmer que la forme de son engagement dans une certaine technicité est intangible et définitive. En principe, il n'hésitera certainement pas à en envisager l'abandon au profit d'un engagement plus efficace. Poser qu'en principe une recherche scientifique ne peut manquer d'être engagée dans une certaine technicité et que le progrès de la connaissance est inséparablement lié à l'évolution de cet engagement, c'est affirmer le *principe de technicité* de la recherche scientifique.

On remarquera qu'en insistant sur l'état de non-achèvement, de l'aspect technique de la saisie du réel, on n'entend aucunement contester la valeur irréductible de cet aspect. Il s'agit simplement de mettre l'accent sur le fait que, moins encore que les formes de l'énonciation, les formes de l'expérimentation ne nous sont données à l'avance. Le principe de technicité ne fait donc que répondre, lui aussi, à l'exigence d'ouverture de la recherche scientifique.

On peut maintenant porter les distinctions qui viennent d'être faites dans l'analyse de ce qu'on peut appeler la démarche normale de la recherche. On dit parfois que la méthode des sciences expérimentales est celle de l'induction, l'induction étant la procédure logique permettant de passer du particulier au général, c'est-à-dire d'un certain nombre d'observations à la loi générale dont ces observations fixent un certain nombre de cas particuliers. En fait, une procédure purement logique de ce genre n'existe pas. La démarche que la recherche applique normalement

pour passer de constatations particulières à un énoncé général est d'une certaine complexité. Elle comprend les quatre phases suivantes – et c'est pourquoi nous l'appelons la procédure des quatre phases :

1. Toute recherche part d'une certaine situation de connaissance. Un problème nouveau ne s'y pose pas de lui-même. Il n'est vraiment posé que lorsqu'il a pu être énoncé, ne fût-ce que de façon assez vague et même plus ou moins incorrecte. Il y a des situations de connaissance où l'on se heurte au problème préalable d'en dégager des faits significatifs en même temps que les façons adéquates d'en parler. (Je n'en veux pour preuve que l'exposé que fera tout à l'heure M. Brunner.) Dans un tel cas, l'énonciation correcte d'un problème ne vient qu'au terme d'une recherche préalable. A l'analyse, celle-ci se présenterait cependant comme un ensemble de procédures du type que nous allons décrire.

La première phase de la procédure normale se caractérise par l'émergence d'une question dans une situation de connaissance déterminée. Nous venons de le dire, pour être bien posé, le problème doit avoir été formulé. (On n'exigera pas que son énonciation se présente d'emblée sous sa forme définitive ; elle peut n'être encore que provisoire, mais si elle manque totalement, la procédure ne peut se mettre en route.)

Bien entendu, le lieu où cette énonciation prend forme est le front de l'énonciation.

2. A la seconde phase de la procédure, le chercheur imagine quelle pourrait être la solution du problème et fait une hypothèse qu'il se propose de mettre à l'épreuve. La formulation plus ou moins claire de cette hypothèse a elle aussi lieu sur le front de l'énonciation. Le chercheur imagine en même temps un plan d'expérimentation et monte un dispositif répondant aux exigences techniques d'une vérification. Ce montage a naturellement lieu sur le front de l'expérimentation.

3. En troisième phase, l'hypothèse est mise à l'épreuve. L'expérience peut ou réussir ou échouer.

Si elle échoue, le chercheur est ramené à la première phase, mais dans une situation de connaissance modifiée par le fait même de cet échec.

Si l'expérience réussit, la procédure peut passer à sa quatrième phase.

4. En quatrième phase, le chercheur revient au front de l'énonciation pour y intégrer l'hypothèse, *mais en tant qu'énoncé éprouvé*. Cette intégration se fait parfois sans que la situation de connaissance au départ en soit troublée. Il arrive cependant qu'elle ne puisse se faire qu'au prix d'une révision profonde qui peut aller jusqu'à la refonte du matériau (du matériau mental) dont l'énonciation doit se servir.

Cette procédure n'a rien d'automatique. Elle s'établit à la fois sur les deux fronts d'engagement de la recherche qu'elle doit maintenir en contact. A première vue, elle peut paraître complexe. A la réflexion, elle tombe presque au rang d'une banalité méthodologique.

Le point sur lequel il faut insister est le suivant : la procédure des quatre phases est en quelque sorte une procédure minimum. Il ne paraît

pas que l'exigence d'ouverture à l'expérience puisse être satisfaite en général de façon plus simple ou plus élémentaire, puisse être satisfaite à moins de frais.

2. Ernst Winkler (Zürich). – *Induktion und Verifikation in der Geographie.*

Zur Skizzierung von Induktion und Verifikation in der Geographie erscheint es nötig, zunächst das Wesen dieser Disziplin selbst zu umreißen. Ihr Ziel ist, wie dasjenige jeder Wissenschaft, eine Theorie als ein System von Sätzen oder Formeln, das ihren Gegenstand möglichst adäquat fixiert. Das *spezifische Objekt* der Geographie ist die Landschaft als Gefüge von Lithosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre (inkl. Anthroposphäre). Als ihr *Ziel* ergibt sich hieraus eine *Theorie der Landschaft.* Ihre Erarbeitung begegnet vergleichsweise naturgemäß größern Schwierigkeiten als bei den meisten andern Realwissenschaften, da ja das Objekt Landschaft ein Gefüge vieler von diesen behandelten Gegenständen darstellt. Daher erscheint die Frage berechtigt, ob die Geographie sich als Beispiel einer Diskussion über Induktion und Verifikation überhaupt eigne. Doch soll hierauf nicht eingetreten werden. Dagegen sind über das Verfahren der Geographie einige Angaben zu machen, die zum eigentlichen Thema hinführen. Dieses Verfahren ist grundsätzlich weitgehend dasselbe wie bei den übrigen Realwissenschaften.

Die Arbeit beginnt in der Regel mit der Fixierung einer konkreten Landschaft, also beispielsweise des Linthtales. Diese wird zunächst dadurch als individuelle Erscheinung (Erscheinungskomplex) von ihrer Umgebung abzuheben (zu isolieren) versucht, daß man ihre Lage, Grenzen und Größe ermittelt. Da die Grenzen der Landschaftskomponenten : der Lithosphäre, der Atmosphäre, der Hydrosphäre und der Biosphäre sich so gut wie nie zur Deckung bringen lassen (ja an sich nicht scharf zu ziehen sind), ergeben sich schon hier wesentliche Schwierigkeiten und damit hypothetische (oder auch axiomatische) Sätze. Der nächste Schritt ist die Zergliederung des Objekts in seine Elemente, die zumeist noch regional – im Fall des Linthtals etwa nach Unter-, Mittel- und Hinterland und deren Nebentäler sowie in Talgründe, Gehänge und Gipfelregionen usw. – unterzugliedern sind. Auf diese sowohl beschreibend (deskriptiv) als auch erklärend (kausal-final) vorgehende Analyse (Elementaranalyse) folgt die zentrale, die spezifisch geographische Arbeit : der Versuch, das zuständliche (statische : material-formale) und geschehensmäßige (prozessuale) Gefüge, d. h. die Beziehungen zu erfassen, welche die einzelnen Landschaftskomponenten miteinander verknüpfen, wobei auch dabei deskriptiv und kausal-final zu verfahren ist. Die Geographie sieht sich hierbei naturgemäß weitgehend auf die Disziplinen, die sich mit den Landschaftselementen befassen, also etwa auf Geologie, Pedologie, Klimatologie, Hydrologie, Geobotanik, Geozoologie, Anthropologie, Ethnologie, Soziologie, Ökonomie, Siedlungsforschung usw. und damit begreiflicherweise auch auf ihre Induktionen und Deduktionen angewiesen. Sie kann sich aber oft nicht

auf diese stützen, weil sie die Elemente der von ihr behandelten Landschaften noch gar nicht behandelt haben; z. B. fehlt im Fall des Linthtals u. a. noch völlig eine hydrologische und klimatologische Bearbeitung. Nicht zuletzt deshalb bleibt die Geographie nicht selten bei der bloßen Inventarisation und Elementaranalyse, d. h. bei der Untersuchung der Landschaftselemente *an sich* stecken, woraus ihr dann und wann der Vorwurf gemacht wird, sie beackere unzulänglich fremde Felder. – Der letzte Schritt schließlich ist der Versuch, aus der Analyse der Elementbeziehungen ihr *Gesamtgefüge*, die Landschaft als «Ganzes» zu erfassen, wobei sich ergibt, daß jede Landschaft ein komplexes, offenes, d. h. mit den Nachbarlandschaften und mit der ganzen Umwelt (dem über ihr sich ausbreitenden Kosmos wie dem unter ihr liegenden Erdinnern) eng verbundenes und sich wandelndes «System» darstellt: das Linthtal steht – trotz relativ scharfer (orographischer) Begrenzung gegenüber den meisten Nachbartälern – in engen natürlichen und kulturellen Beziehungen mit diesen wie mit der Schweiz und der ganzen Erde (Luftmassenverschiebungen, Import und Export wirtschaftlicher Güter usw.) und ändert sich (trotz einerseits deutlichen relativen Verharrens) dauernd (einst war es ein Waldgebirgstal, wurde dann zum Gebiete alpiner Landwirtschaft und schließlich mindestens teilweise zur bedeutenden Industrielandschaft) auch in der Zeit. – Alle Einzelschritte können – und auch darin unterscheidet sich die Geographie nicht von den übrigen Realwissenschaften – nun nie unternommen werden, ohne daß mit generellen Begriffen (Gattungs-, Typus-, Normbegriffen: z. B. Tal, Gebirge, Alpental, industrialisiertes Alpental im Fall des Linthgebiets usw.) gearbeitet wird, wodurch die Geographie sich auf Vergleiche zwischen verschiedenen Landschaften (dies freilich auch, weil verschiedene *bestehen*) hingewiesen sieht. Sie sucht hierbei nach den Differenzen und Übereinstimmungen (Ähnlichkeiten, Gleichheiten, Analogien und Homologien), aus denen sich sowohl Landschaftstypen (im Sinne von Landschafts*grundformen* und von «*Mustern*», d. h. von phänomenologischen Extrem- oder Mittelmaßen) als auch Regeln, Gesetzmäßigkeiten, Normen der Landschaftsbildung gewinnen lassen, die ihrerseits die Landschaftsindividuen objektiver zu erkennen gestatten sollen. Geographie vollzieht sich somit – wiederum wie jede Realwissenschaft – in (notwendiger) Korrelation von idiographischer und nomothetischer Untersuchungs- und Denkweise.

Vor allem die Komplexität ihrer Objekte und deren Vielzahl nötigen sie hierbei stets zu hypothetischen Urteilen, d. h. zu Sätzen, deren Wahrheit keineswegs ohne weiteres als gewiß (evident) betrachtet werden kann, die also besonderer Bewahrheitung (Verifikation) bedürfen. Da der Geographie das Experiment (namentlich infolge der Raumgröße ihrer Objekte) und der mathematische Kalkül (infolge der Konkretheit ihrer Gegenstände) nur beschränkt zu Dienste stehen, sieht sie sich umsomehr auf die vergleichende Methode angewiesen. Sie hat sie denn auch von alters her immer geübt, ohne sich dadurch freilich von den übrigen Realwissenschaften grundsätzlich zu unterscheiden. Eigentümlich ist ihr nur die besondere Art des Vergleichs, der in der Regel eine Gegenüberstellung

verschiedener Regionen (mit der Hauptfrage, ob deren Erklärung aus gleichen Bedingungen möglich sei) darstellt. Viele Einzeluntersuchungen wurden mit ihrer Hilfe unternommen, und insbesondere jene in räumlich beschränktern Gebieten auf Grund unmittelbarer Beobachtung angestellten gewannen sicherere Ergebnisse als die globalen Vergleiche. So begründete, um nur einen der bemerkenswertesten Fälle zu zitieren, F. v. Richthofen seine Lößtheorie in Nordchina und dehnte sie erst sekundär auf Lößlandschaften im allgemeinen aus; sie blieb aber ebenso wichtig für die Bodenkunde und Geologie wie für die Natur- und Kulturgeographie des chinesischen Reiches. Die vergleichende Methode gründet in der Beobachtung und im Karten- und Literaturstudium zugleich. Ihr primäres Anliegen ist die Aufstellung von Gattungs- oder Typenbegriffen, woran sich die Analyse der räumlichen Verteilung ähnlicher Landschaften schließt, die in der Regel durch Annahmen (Hypothesen) über die Gründe der Erscheinung gelenkt wird. Vorerst resultieren daraus nur empirische Regeln, da jederzeit Gegenbeispiele auftauchen können, welche diese zu falsifizieren oder wenigstens einzuschränken vermögen. Die Hypothesen selbst sind begreiflicherweise immer an den Tatsachen zu prüfen. Mit diesem Akt erledigt sich grundsätzlich die Aufgabe des Vergleichs; allein als eigentliche Erkenntnis wird das Resultat nur betrachtet werden können, wenn der Zusammenhang des untersuchten Objekts und der hypothetisch gesetzten Bedingung sich aus dessen Wesen ergibt, wenn anders gesagt die Deduktion mit dem induktiven Verfahren verknüpft wird. Indes sind der vergleichenden Methode relativ enge Grenzen gesteckt. Sie setzt nämlich voraus, daß das studierte Objekt nicht singulär, sondern in einer größern Anzahl von ähnlichen Einheiten vorliegt. Sie beruht demnach auf der Aufstellung von Gattungsbegriffen (im Fall des Linthtals etwa: alpines Tal, alpines industrialisiertes Tal usw.) und zielt auf die Fixierung von Regeln, d. h. von Sätzen, die für eine Mehrzahl von Objekten bedingende Zusammenhänge, Gemeinsamkeiten erweisen. Die Verwendung von Gattungsbegriffen hat indes in der Geographie relativ enge Möglichkeiten, weil ihre Objekte, in beschränkter Anzahl vorhanden, Individuen und auch nur als Individuen zu *fassen* sind. Nicht zuletzt deshalb benützt die Geographie neben der vergleichenden noch eine Methode, die eine Art Mischung von Induktion und Deduktion darstellt: die Interpretation. Ihr Wesen besteht darin, daß erst das Einzelobjekt anvisiert und es aus den als seinen Existenzbedingungen in Betracht kommenden Vorgängen zu bestimmen versucht wird. Die Untersuchung führt dann weiter zu Vermutungen über die Entstehung und zum Versuch, den hypothetischen Vorgang auf Grund von Kenntnissen ähnlicher Prozesse klar zu fassen und ihn mittels direkter Beobachtung zu bestätigen. Die in andern Landschaften gewonnenen Erfahrungen werden hierbei nur im Sinne von Analogien gewertet. Das ganze Vorgehen ist also weder ein ausgesprochener Vergleich noch eine strenge Deduktion.

Auf jeden Fall kommt die geographische Forschung weder ohne deduktive, noch ohne induktive, noch ohne vergleichende Methode, noch schließlich ohne differentielle Interpretation aus. Die letztere geht sogar

den übrigen in der Regel zeitlich voraus, da nur bei wenigen landschaftlichen Erscheinungen die Übereinstimmung etwa der Verbreitung mit andern so zwingend erscheint, daß sich unmittelbar durch den Vergleich der Bedingungszusammenhang feststellen läßt. Ohne Interpretation gerät auch der Vergleich leicht auf Abwege. Er vermag vor allem die Ausnahmen nicht zu erklären, die bei der Komplexität der Landschaften nie fehlen, ja grundsätzlich die Regel sind.

Neben diesen hauptsächlich die Bedingungen der Objektbildung prüfenden Verfahren ist die Konstruktion der Zusammenhänge eine nicht weniger wichtige Aufgabe der Landschaftsforschung. Sie ergibt sich aus der Tatsache, daß die verschiedenen Regionen nicht unabhängig voneinander sind, sondern daß sie Komplexe oder Systeme darstellen, die aufeinander einwirken. Im Grunde ist freilich die Konstruktion *Re*konstruktion, insofern die genannten Beziehungen ja wirkliche sind, nicht erst durch die Forschung geschaffen werden. Die eindrücklichsten Beispiele liefern Bewegungssysteme wie Fluß-, Wind- oder Verkehrsbereiche, da ihr kontinuierlicher Verlauf bzw. der Sinn ihrer Bewegung der Konstruktion die Richtung geben. Auf Grund des Reliefs und der Wasserführung behauptete so E. Behm, der von D. Livingstone entdeckte Lualaba sei der Quellfluß des Kongos, nicht des Nils, eine Hypothese, die später H.M. Stanley verifizierte. Ähnlich wurden auch Oberläufe innerasiatischer Flüsse entschleiert. Eine weitere Form der Konstruktion arbeitet mit Bildungsgesetzen und schließlich werden auch Beobachtungen aus andern Naturreichen oder Erscheinungsgruppen zu Rate gezogen, die als Bedingungen oder Wirkungen der zu untersuchenden zu betrachten sind. So ließ der Zusammenhang von Steppen, Savannen oder Tropenwäldern mit bestimmten jahreszeitlich besonders differenzierten Niederschlägen auf analoge Bedingungen in andern schließen ; doch erfordern gerade solche Konstruktionen Vorsicht, weil sie leicht Kurz- und Zirkelschlüsse veranlassen. Darnach kann in gewissem Sinne von mittelbarer Beobachtung gesprochen werden. Daß endlich Konstruktionen auf Grund von Theorien andrer Disziplinen Verwendung erfahren (Tektonik, Meteorologie: z.B. Konstruktion von Regen-, Nebel- oder Temperaturkarten), braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, ebensowenig, daß gerade diese Verfahren besonders vorsichtig und kritisch gehandhabt werden müssen.

Die Aufstellung zureichender Sätze und Satzsysteme, die von eigentlichen Tatsachenfeststellungen abgesehen (wobei jedoch auch für diese J.W. Goethes Wort Geltung behält «Das Höchste wäre : zu begreifen, daß alles Faktische schon Theorie ist. . . Man suche nur nichts hinter den Phänomenen ; sie selbst sind die Lehre.»), immer hypothetischen – oder axiomatischen – Charakter tragen, geht somit in der Geographie offenkundig und grundsätzlich nicht anders vor sich als in den meisten übrigen Realwissenschaften. Die Möglichkeiten erscheinen bei ihr höchstens deshalb beschränkter, weil Experimente im üblichen Sinne, wie angedeutet wurde, die Ausnahme bilden. Die *Prüfung* ihrer Sätze bzw. Hypothesen und damit ihre Verifikation muß darum wohl in erster Linie über statisti-

sche und wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren gehen (die ja naturgemäß an sich keinen Gegensatz zum Experiment darstellen), wobei auch qualitative Sätze in statistische Hypothesen umgeformt werden können. Hierbei ist wohl zu berücksichtigen, daß sich – mindestens vorderhand – in der Geographie Sätze von nur beschränktem Allgemeinheitsgrad aufstellen lassen, zumal ja auch die Komplexität des geographischen Objekts besonders deutlich individuelle Erfassung zu verlanggen scheint (davon ganz abgesehen, daß alle Realwissenschaft letzten Endes die eine und einmalige Wirklichkeit, also eine «Individualität» zu erkennen hat). Daß die Prüfung von Hypothesen außerdem in der Regel nicht unmittelbar möglich ist, teilt die Geographie im übrigen ebenso mit den Nachbarwissenschaften wie den Theoriencharakter überhaupt, der immer nur Annäherung an die Wirklichkeit, nie Identifikation mit ihr bedeuten kann.

3. K. Brunner (Los Angeles). – *Konstruktion und Prüfung von Hypothesen in der Sozialökonomie.*

Im Rahmen einer Anwendung allgemeiner wissenschaftlicher Verfahren ergeben sich bei der Konstruktion und Prüfung von Hypothesen methodologische Probleme, die der sozialökonomische Forscher sorgfältig zu beachten hat.

I. Konstruktion von Hypothesen

1. Umwandlung einer «Idee in eine Hypothese»

Die Arbeit beginnt mit einer «Idee» über bestimmte Sachzusammenhänge. Einer «Idee» fehlt die durchsichtige Struktur und der eindeutige Inhalt. Sie formt eine Art von impressionistischem Bild. Die einschlägige Literatur wird dem Forscher oft nicht mehr als «Ideen» in diesem Sinn liefern können. Die Unfertigkeit einer «Idee» als Erkenntniswerkzeug zeigt sich, sobald man ihren genauen Inhalt festzulegen sucht. Dieser Inhalt schwimmt im Nebel, und somit wird es prinzipiell unmöglich, anzugeben, welche Art von Beobachtungen ihr entsprechen und welche Beobachtungsgruppen ihr widersprechen würden. Um als Erkenntnismittel fruchtbar zu werden, muß die «Idee» in eine wissenschaftliche Hypothese umgewandelt werden. Wir können die Hypothese als eine inhaltlich genau festgelegte «Idee» verstehen. Eine Hypothese erlaubt die Formulierung einer Regel, nach der die möglichen Beobachtungen unzweideutig in drei Bereiche geschieden werden können: den Vereinbarkeits-, den Unvereinbarkeits- und den Unschlüssigkeitsbereich, wobei der Unvereinbarkeitsbereich nicht leer sein darf. Der Umwandlungsprozeß, der von der «Idee» zur Hypothese führt, ist keineswegs trivial. Die Qualität dieses Prozesses begründet die wissenschaftliche Forscherleistung. Drei Stufen dieser Umwandlung sollen genauer betrachtet werden.

a) Festlegung des Ordnungsschemas

Drei Arten von Ordnungsschemata scheinen zweckmäßig zu unterscheiden zu sein:

Klassifikatorische Schemata: Die Menge aller sozialökonomischen Phänomene bildet den Ausgangspunkt. Als Klassifikation bezeichnen wir eine endliche Auswahl von fremden Teilmengen. Diese Teilmengen bilden die Kategorien der Klassifikation. Eine bestimmte Kategorie der Auswahl wird als Untersuchungskategorie bezeichnet, die restlichen bilden die Erklärungskategorien. Ein Auswahlsystem ist eine endliche Menge von Auswahlen, die nach Zahl, Art und Aussonderung in Untersuchungs- und Erklärungskategorien genau festgelegt sind. Man könnte die Setzung eines klassifikatorischen Schemas auch als Definition eines nominalen Messungsbegriffes behandeln. Klassifikatorische Schemata sind vor allem in einer ersten Phase des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses bedeutsam. Zusammen mit der zweiten Umwandlungsstufe ergeben sie «qualitative» Hypothesen, die als vorläufiges Ziel eines neuen Untersuchungsbereichs oft unvermeidlich sind. Der Inhalt qualitativer Hypothesen ist wesentlich auf Existenz und allgemeine Art von Sachbeziehungen ausgerichtet.

Beziehungsschemata: Führen wir höhere Messungsbegriffe in die Konstruktion ein, so erweitern wir das klassifikatorische Schema in folgender Weise:

1. Jeder Auswahl eines bezeichneten Auswahlsystems wird ein Element aus einer definierten Funktionenklasse zugeordnet. Die Erklärungskategorien bilden die Argumentwerte der Funktion, und die Untersuchungskategorie wird dem Funktionswert gleichgesetzt.

2. Dem zugrunde liegenden Auswahlsystem wird eine Regel zugeordnet. Diese Regel erlaubt eine Trennung aller Auswahlkategorien in zwei fremde Teilmengen A und B. A umfaßt die «endogenen» Kategorien, d. h. die vom Beziehungsschema erklärten Erscheinungen, und B die «exogenen» Kategorien, die als gegebene Erscheinungen in das Beziehungsschema eingesetzt werden. Diese Regel induziert eine Bestimmungsordnung der Erscheinungen, die als ein Bestandteil eines wissenschaftlichen Ausdrucks des mit ontologischen und phänomenologischen Meinungen beschwerten Kausalitätsbegriffes verstanden werden kann.

Den bei geld- und preistheoretischen Untersuchungen vorherrschenden Gleichungssystemen entspricht ein Beziehungsschema. Auf solche Schemata aufgebaute Konstruktionen können als «quantitative» Hypothesen bezeichnet werden. Dabei ist aber zu beachten, daß der über die nominale Skala hinausreichende Bereich in verschiedene Messungsstufen zerfällt. Den Beziehungsschemata ist somit kein eindeutiger Messungsbegriff zugeordnet.

Logistische Schemata: Beispiele, wie die «neue Nutzentheorie», zeigen ein Ordnungsschema in Form einer Klasse von Aussagen, einer Gruppe von Operationsregeln und einer Unterklasse von Aussagen, so daß alle Aussagen, die nicht in der ausgewählten Unterklasse sind, mit Hilfe der Operationsregeln aus der Unterklasse gewonnen werden können.

Die Masse der Forschungsarbeit benutzt die ersten beiden Schemata. Die Erfahrung zeigt auch, daß die Festlegung eines nützlichen Ordnungsschemas selten trivial ist und im Falle der Beziehungsschemata manchmal bedeutende analytische Anforderungen stellt.

b) Bestimmung der Vorzeichen und Größenordnungen der Erscheinungsassoziationen

Die Wahl eines Schemas bedeutet eine gewisse Vorentscheidung hinsichtlich des angestrebten empirischen Inhalts. Doch ist der Inhalt in der Regel noch sehr mager und auch keineswegs eindeutig. Die zweite Umwandlungsstufe trägt wesentlich zur inhaltlichen Bereicherung und Eindeutigkeit der Konstruktion bei. Ist z. B. für die Kreislaufgeschwindigkeit V eine Klassifikation x, y, z aufgestellt worden, so ist der nächste Schritt in der Hypothesenkonstruktion die Bezeichnung der Assoziationsart zwischen den drei Kategorien der Klassifikation und der Untersuchungskategorie V. Man wird selbstverständlich versuchen, noch weiter zu gehen und Größenordnungen der Assoziationen (V, x), (V, y) und (V, z) zu bestimmen. Dieser Schritt ist aber nicht mehr unabhängig von den semantischen Regeln der dritten Umwandlungsstufe. Als wesentlich empfundene Größenunterschiede sollen in den Assoziationen deutlich festgehalten werden. Bei Ordnungsschemata in Form von Gleichungssystemen erscheint die zweite Umwandlungsstufe als Setzung von Ungleichungen für die Parameter des Systems.

c) Bezeichnung der semantischen Regeln

Eine semantische Regel ordnet den Größen oder Kategorien des Ordnungsschemas eindeutig Funktionen beobachtbarer Daten zu. Die Art der Daten und die Form der Funktionen ist genau anzugeben. Die Bezeichnung von semantischen Regeln ist ein bedeutsamer Schritt der Hypothesenkonstruktion. Sie sind unerläßlich für die Bestimmung eines unzweideutigen empirischen Inhalts und als Vorbereitung der Hypothesenprüfung. Man muß auch beachten, daß eine Substitution von solchen Regeln im allgemeinen die Hypothese verändert. Die empirische Arbeit im Bereich der Geldtheorie zeigt z. B. immer wieder, daß gerade die Suche nach angemessenen semantischen Regeln eine der schwierigsten Arbeitsstufen darstellt, die ohne Imagination und große Geschicklichkeit nicht zu bewältigen ist. Die Beleihung der Ordnungskategorien mit Namen, die ökonomische Sachverhalte oder Dinge bezeichnen, genügt im allgemeinen nicht zur unmißverständlichen Definition der semantischen Regeln. Eine solche Namensgebung definiert im besten Fall eine Funktion auf den Ordnungskategorien in die Klasse aller Untermengen der Menge semantischer Regeln.

2. Sonderaspekte sozialökonomischer Hypothesen

a) Auftreten «theoretischer Ausdrücke»

Betrachtet man Hypothesen, die sich als fruchtbare Erklärungswerkzeuge erwiesen haben, so zeigt sich, daß nicht für alle Kategorien

oder Größen semantische Regeln aufgestellt wurden. Die auf der dritten Umwandlungsstufe nicht berücksichtigten Größen oder Zeichen formen die sogenannten theoretischen Ausdrücke des Systems, denen keine direkte, wohl aber eine indirekte semantische Beziehung zukommt. Die Auslese theoretischer Ausdrücke im System ist aber eingeschränkt durch den Umstand, daß im Rahmen des gegebenen Ordnungsschemas und der Größenordnungsbestimmungen Aussagen abgeleitet werden können, die keine theoretischen Ausdrücke mehr enthalten. Ökonometrische Gleichungssysteme weisen an verschiedenen Stellen solche Ausdrücke auf. Allen gemeinsam sind aber die eingebauten stochastischen Größen, die sogenannten «random residuals», die auf den wahrscheinlichkeitstheoretischen Inhalt der Hypothese hinweisen.

Die wissenschaftslogische Abklärung der Bedeutung theoretischer Ausdrücke in einem System erlaubt die Beantwortung von regelmäßig erhobenen Fragen und ebenso oft formulierten Einwänden gegenüber spezifischen Verfahrenselementen. So ist z. B. die Anwendbarkeit des Wahrscheinlichkeitsbegriffes prinzipiell bezweifelt worden. Man versuchte nachzuweisen, daß die als notwendig betrachteten Bedingungen seiner Verwendbarkeit im sozialökonomischen Bereich nicht gelten. Analog der Frage nach der Existenz von Wahrscheinlichkeiten erschienen Fragen und kritische Vorbehalte über das Wesen und die quantitative Formulierung komplexer sozialpsychologischer Erscheinungen. Der Grundfehler solcher Diskussionen ist in der stillschweigenden Annahme enthalten, daß alle Ausdrücke des Systems eine semantische Regel beigeordnet haben müssen. Infolgedessen ergaben sich für gewisse Ausdrucksklassen im wissenschaftlichen Rahmen unlösbare Existenzfragen, Wesensfragen und Fragen nach der prinzipiellen Erfaßbarkeit oder quantitativen Ausdrucksfähigkeit. Die Bedeutung eines Systems hängt aber nicht von der Existenz einer *direkten* semantischen Beziehung *aller* Ausdrücke ab. Es genügt, daß aus einem System Sätze *abgeleitet* werden können, die nur Ausdrücke mit einer semantischen Regel enthalten. Die oben erwähnte stillschweigende Annahme ist somit vom semantischen Gesichtspunkt vollständig überflüssig. Vor allem ist aber zu beachten, daß sie die wissenschaftliche Entwicklung außerordentlich behindern und die Aufstellung brauchbarer Hypothesen sehr erschweren würde.

Das Fehlen einer semantischen Regel bedeutet aber nicht, daß die theoretischen Ausdrücke sinnlos sind. Das von der Hypothese formulierte System bestimmt eine indirekte semantische Beziehung zwischen den theoretischen Ausdrücken und dem Datenmaterial. Die erfolgreiche Prüfung einer Hypothese, deren Konstruktionsmaterial theoretische Ausdrücke enthält, beantwortet die oben erwähnten drei Fragengruppen. Ist die Hypothese validiert, so sind alle drei Fragenkomplexe beantwortet: Die Existenz von Wahrscheinlichkeiten ergibt sich vernünftigerweise aus der erwiesenen empirischen Brauchbarkeit der stochastischen Hypothese, gleicherweise die quantitative Ausdrucksfähigkeit offensichtlicher komplexer sozialpsychologischer Kategorien, und das «Wesen» ist bestimmt durch die Plazierung der theoretischen Ausdrücke im Beziehungssystem.

Ein Beispiel aus der Geldtheorie möge unser Problem beleuchten. Für den hyperinflatorischen Prozeß hat sich eine Hypothese in der folgenden allgemeinen Form als brauchbar erwiesen: $f(M, \mathring{M}, P, \mathring{P}, E, M^d, \varepsilon; \alpha, \beta) = O$. f ist eine Vektorfunktion bestimmter Art, M = Gesamtgeldmenge, P = Preisniveau, E = Preiserwartungen, M^d = gewünschte Gesamtgeldmenge, ε = stochastische Größen, α und β sind zwei Parameter. Semantische Regeln sind für M, $\mathring{M}$, P und $\mathring{P}$ formuliert worden. E, M^d und ε sind theoretische Ausdrücke. Aus der Hypothese können nun einige Sätze abgeleitet werden, die nur P, M und $\mathring{P}$, oder nur P, M und $\mathring{U}$ enthalten. Beide Sätze sind von den bisherigen Beobachtungen bestätigt. Somit akzeptieren wir die Hypothese. Diese Brauchbarkeit der Hypothese bestimmt den Sinn von E, M^d und ε. Allen drei Ausdrücken kommt eine semantische Beziehung zu, allerdings eine mittelbare. Das Beispiel von E zeigt weiterhin, daß Ausdrücke, die offensichtlich kaum einer *direkten* Sinngebung oder quantitativen Formulierung zugänglich sind, trotzdem als Bausteine eines quantitativen Systems benutzt werden können.

b) «Theorie» als Klasse von Hypothesen

Die geldtheoretische Forschungsarbeit bemüht sich heute vor allem um die Abklärung der Bedeutung der Gesamtgeldmenge im gesamtwirtschaftlichen Prozeß. Dabei zeigt sich, daß die wichtigsten Paare von gegensätzlichen Ideen in der Umwandlung nicht zu spezifischen Hypothesen, sondern zu Klassen von Hypothesen führen. Man kann dies folgendermaßen darstellen: f sei eine Vektorfunktion, x ein Vektor von Größen mit semantischen Regeln, y höchstens mittelbar stochastische theoretische Ausdrücke, z unmittelbar stochastische theoretische Ausdrücke und p eine Verteilungsfunktion. Dann schreiben wir $f(x, y, z) = O$ und $p(z)$. Wir setzen ebenfalls: $f \varepsilon F$ und $p \varepsilon P$, wobei F und P bestimmte Klassen von Funktionen sind. Die wichtigsten offenen Probleme der Geldtheorie erscheinen dann als Gegensatzpaare von Klassen F_1 und F_2. In der Regel formulieren wir lineare Systeme $A \,.(x, y, z)' = O'$, A bezeichne eine Matrize. In diesem Fall erscheint das Gegensatzpaar von Matrizenmengen A_1 und A_2 vor allem gekennzeichnet durch die unterschiedliche Verteilung der Nullen innerhalb der Matrizen von gegebener Ordnung. Es scheint mir zweckmäßig zu sein, eine solche Hypothesenklasse, die meistens eine parametrische Klasse bildet, als eine Theorie zu bezeichnen. Von großem Vorteil scheint mir nun, daß die Prüfung von Hypothesen auf ganze Klassen ausgedehnt werden kann. Aus alternativen Theorien lassen sich Aussagen ableiten, die nur Größen mit semantischen Regeln enthalten und gegensätzliche Aussagenkomponenten einschließen. Die Prüfung dieser Aussagen erlaubt dann reduktive Rückschlüsse auf die vergleichsweise Brauchbarkeit ganzer Klassen von Hypothesen.

c) Bedeutung von «Gesetz» in der sozialökonomischen Erkenntnisarbeit

Als Gesetz bezeichnen wir eine validierte Hypothese oder Theorie. Die Anwendung des Gesetzesbegriffes auf Hypothesenklassen kennzeich-

net die Situation in der sozialökonomischen Forschung. Sozialökonomische Gesetze sind somit durch zwei Eigenschaften charakterisiert. Erstens sind sie meistens Theorien im vorhin definierten Sinne, und zweitens enthalten diese Theorien in der Regel stochastische theoretische Größen. Im konkreten Fall bedeutet die Kenntnis eines solchen Gesetzes, daß bestimmte Beziehungstypen und Größenordnungen als Grundlage rationaler wirtschaftspolitischer Entscheidungen benutzt werden können. Als Beispiel für sozialökonomische Gesetzmäßigkeiten sei ein Gesetz des hyperinflatorischen Prozesses angegeben, das sich als fruchtbar erwiesen hat.

$$P(t) = f\left[M(t),\ \overset{\circ}{M}\overset{t}{\underset{o}{}}(\tau);\ \alpha, \beta\right]\ r_1(P) \wedge r_2(M) \wedge r_3(\overset{\circ}{M})$$
$$\text{und } O < \alpha \wedge\ O < \beta < / \wedge\ \alpha\beta \leq /.$$

P ist das Preisniveau, M die Gesamtgeldmenge und die r bezeichnen die den Argumentwerten zugeordneten semantischen Regeln. Die Form von f ist eindeutig festgelegt, so daß für eingesetzte Werte von α und β der Ablauf der Preisbewegung als Funktion der gegenwärtigen Gesamtgeldmenge und als Funktional von $\overset{\circ}{M}$ berechnet werden kann.

II. Prüfung von Hypothesen

1. Begriff des «Experimentes»

Die Eigenart der dem Forscher verfügbaren Experimentalprozesse beeinflußt Konstruktion und Prüfverfahren von Hypothesen. Experimente, die durch den Forscher kontrolliert werden, sind bis heute nur als Ausnahmefälle erschienen. Die Entwicklung der statistischen Theorie erlaubte dagegen eine bedeutende Erweiterung unserer Vorstellung eines Experiments. Betrachtet man die Arbeitspraxis des Forschers, so erweist sich, daß die folgenden zwei Sätze die Prüfung aufgestellter Hypothesen entscheidend beeinflussen: *a*) dem gegebenen Zustand der Welt entspricht eine im allgemeinen unbekannte Wahrscheinlichkeitsverteilung p, *b*) die beobachteten Größen x sind durch die «Natur» aus der durch p charakterisierten Grundgesamtheit gezogene Stichproben. Im Hinblick auf den unvermeidlichen stochastischen Charakter aller Hypothesen im sozialökonomischen Bereich bilden diese zwei Sätze die Grundlage unserer empirischen Arbeit. Wir fügen sie deshalb als Komponenten jeder schon konstruierten Hypothese bei. Offensichtlich bilden sie zwei rein theoretische Ausdrücke, deren Rechtfertigung und Bedeutung mittelbar durch die logische Struktur der validierten Hypothese bestimmt ist.

2. Umwandlung einer Hypothese in eine statistische Hypothese

Die von Neyman-Pearson aufgebaute Theorie der Hypothesen-Prüfung ermöglicht dem Sozialökonomen in vielen Fällen seine Hypothese als statistische Hypothese zu formulieren. Ein angemessenes Prüfungsverfahren ergibt sich dann in der Regel für die meisten praktisch bedeutsamen Fälle aus der statistischen Theorie. Zur Beschreibung der Situation

sei als Resultat des Umwandlungsprozesses die Hypothese gegeben: $f(x, y, z, a) = O \wedge p(z, b) \wedge f \varepsilon F \wedge p \varepsilon P \wedge a \varepsilon A \wedge b \varepsilon B$. Die Variablen x, y, z, f und p haben die im Abschnitt I, 2.*b*) gegebene Bedeutung. F und P sind Funktionenklassen, a und b Vektoren von Parametern, A und B Teilmengen der entsprechenden Parameterräume. Es sei nun möglich eine Reihe mathematischer Theoreme anzuwenden und den Ausdruck

$$\pi(x, c) \wedge \pi \varepsilon \Pi(P, F) \wedge c \varepsilon C \ (A, B; P, F)$$

abzuleiten, wobei Π eine Klasse von Verteilungsfunktionen und C eine Parametermenge darstellt. Die ursprüngliche Hypothese wurde somit in einen Ausdruck umgewandelt, der etwas über die Verteilungsfunktion der beobachtbaren Größen x aussagt. Die Behauptung lautet, daß die beobachtete Stichprobe von x einer Grundgesamtheit entnommen wurde, deren Verteilungsform der Klasse Π angehört, wobei die dazugehörigen Parameterwerte im Bereich C eingeschlossen sind. Als entscheidender Beitrag der Neyman-Pearsonschen Theorie ergibt sich nun, daß die Prüfung einer statistischen Hypothese immer ein Bezugssystem erfordert, d. h. jede Hypothese kann sinnvollerweise nur relativ zu genau bestimmten Alternativ-Hypothesen geprüft werden. Auch wo scheinbar keine Alternativ-Hypothese explizit formuliert wurde, prüfen wir trotzdem in diesem relativen Sinne, nämlich relativ zur immer vorhandenen Zufallshypothese. Die genaue Bezeichnung der Alternativ-Hypothese ist für eine sorgfältige Ausführung der Prüfverfahren von grundlegender Bedeutung. Eine solche Bezeichnung kann in zweckmäßiger Weise durch die Festlegung einer sog. Klasse von a priori zulässigen statistischen Hypothesen eingeführt werden. Diese Klasse würde in unserem Beispiel bestimmt durch den Ansatz, daß die Mengen $P_o \supset P$, $F_o \supset F$, $A_o \supset A$, $B_o\ B$ die a priori zulässigen Hypothesen bezüglich p, f, a und b bilden. Daraus ergeben sich $\Pi_o \supset \Pi$ und $C_o \supset C$ als Ausdruck der a priori zulässigen statistischen Hypothesen. Es ist von prinzipieller Wichtigkeit zur Garantierung eines sinnvollen Prüfverfahrens, daß das Paar (Π_o, C_o) unabhängig von den Stichproben gesetzt wird. Dagegen darf (Π, C) mit den Stichproben variieren. Da unsere Diskussion offensichtlich mit quantitativen Hypothesen arbeitete, sei ausdrücklich erwähnt, daß die statistische Theorie Prüfverfahren erarbeitet hat, die uns gestatten, auch qualitative Hypothesen in statistische umzuformen.

3. Probleme der Reduktion

In der Regel vermögen wir die gewonnenen Hypothesen nicht unmittelbar zu prüfen. Gewöhnlich enthalten sie eine Reihe von theoretischen Ausdrücken. Das Prüfverfahren wird somit auf abgeleitete Sätze angewendet und das Resultat durch einen reduktiven Schluß auf die Hypothese übertragen. Diese Reduktion wirft für die Arbeitspraxis verschiedene Probleme auf. Hypothesen sind gewöhnlich molekulare Gebilde, die wir als konjunktive Normalform fassen können. Die Ablehnung eines abgeleiteten Satzes kann deduktiv auf die konjunktive Normalform übertragen werden. Deren Negation ist aber eine Disjunktion von Negationen.

Dieser Umstand ergibt eine gewisse Unbestimmtheit hinsichtlich des zu revidierenden Teils der Hypothese oder Theorie. Die Formulierung der Alternativ-Hypothese erhält in diesem Zusammenhang noch eine weitere Bedeutung. Man wird sich bemühen, die Gegenhypothese so zu formulieren, daß die beiden Hypothese und Gegenhypothese repräsentierenden Normalformen identische Teile enthalten. Lehnt man die Hypothese zugunsten der Gegenhypothese ab, so kann man die Ablehnung auf bestimmte Komponenten der entsprechenden Normalform reduzieren. Dieser Umstand ist zum Beispiel für die Abklärung über die Wirksamkeit verschiedener geldpolitischer Mechanismen von praktischer Bedeutung. Die Auseinandersetzung drehe sich z. B. um einen Satz x. Manchmal gelingt es, durch geschickte Hypothesenkonstruktion Hypothesen H_1 und H_2 zu bauen mit der Struktur $H_1: y \wedge x$ und $H_2: y \wedge \sim x$. H_1 impliziere p und H_2 den Satz q. Die vergleichsweise Prüfung von p und q gestattet in solchen Fällen eine Entscheidung über Satz x. Allerdings wird man oft mit $H_1: y \wedge z \wedge x$ und $H_2: y \wedge w \wedge \sim x$ zufrieden sein müssen und versuchen durch weitere Konstruktionen etwas über w und z zu erfahren.

In der ökonometrischen Arbeit sind weiterhin zwei wichtige Spezialprobleme zu berücksichtigen. Zur Diskussion benützen wir die Symbolik von II, 2. Die a priori zulässige Menge der Hypothesen bestehe aus den fixierten Funktionen f und p zusammen mit bestimmten Mengen A und B. Die zu prüfende Hypothese sei $a = a_o \varepsilon A$ und $b = b_o \varepsilon B$. Die Werte a_o und b_o sind dabei nicht so sehr als fixierte Punkte des Parameterraumes, sondern eher als Indices der Größenordnung eines Umgebungsbereiches zu verstehen. Aus dieser Hypothese sei die Verteilung der beobachtbaren Größen x abgeleitet $\pi(x, c)$, wobei c eine Funktion von a und b ist. Bei gegebenem π erstreckt sich das Prüfverfahren auf $c = c_o$. Diese Prüfung kann aber nur sinnvoll unternommen werden, sofern die Klasse der zulässigen Hypothesen: f und p in bestimmter Weise beschränkt werden. Es stellen sich hier zwei Arten von Eindeutigkeitsproblemen. Erstens muß vermieden werden, daß $\pi(x, c) = \pi(x, c')$ für $c' \neq c$. Gibt es nämlich mehrere von c' verschiedene Werte von c, welche die erwähnte Identität in x erfüllen, so existiert keine noch so große Stichprobe, welche die gegebene statistische Hypothese prüfen kann. Zweitens ist im allgemeinen der Rückschluß von c auf a und b nicht eindeutig, d. h. die Inversion der Funktion $c = h\ (a, b\,;\, f, p)$ ist im allgemeinen eine Mengenfunktion. In solchen Fällen ist der effektiv geprüfte Größenordnungsbereich bedeutend weiter gefaßt als der usprüngliche Umgebungsbereich von a und b. Damit ist der empirische Inhalt der im positiven Fall tatsächlich akzeptierten Hypothese bedeutend abgeschwächt. Für beide Eindeutigkeitsprobleme besitzen wir heute notwendige und hinreichende Bedingungen zu einer nützlichen Anwendung in der empirischen Arbeit.

4. Auswahl von Begriffen und Definitionen

Diese Auswahl ist engstens mit der Hypothesenprüfung verbunden. Der Wert einer bestimmten Auswahl kann nur auf Grund des relativen Aussagewertes einer Hypothese beurteilt werden, in deren Konstruktion

die abzuwägenden Begriffe und Definitionen eingebaut wurden. In der Geldtheorie z. B. besteht als wichtiges offenes Problem die Bestimmung eines «brauchbaren» Begriffs der Kreislaufgeschwindigkeit des Geldes. Wir besitzen 45 verschiedene, durch die semantischen Regeln differenzierte Begriffe. Man wird in diesem Fall mit Hilfe von Hypothesen-Konstruktionen und anschließender Prüfung feststellen müssen, ob diese Unterschiede gemessen an Zahl und Bedeutungsbereich der abgeleiteten validierten Aussagen wesentlich sind. Sollten sich die Unterschiede z. T. als wesentlich erweisen, sind jene Begriffe auszusondern, die uns Hypothesen mit größerem Aussagewert zu konstruieren gestatten. Man wird begreifen, daß diese Arbeit im Prinzip nicht abgeschlossen werden kann. Für unseren Erkenntnisstand ist aber bedeutsam, daß wir bis auf «Weiteres» relativ zum Bereich der schon zur Untersuchung eingereichten Ideen eine optimale Auswahl treffen.

Liste alphabétique des auteurs
Alphabetisches Namenregister der Autoren
Indice alfabetico degli autori

	Page
Ackerknecht, E.	165
Adrian, H.	351
Arigoni, D.	114
Attinger, C.	376
Aubert, J.	150
Auer, Erich	168
Bächtiger, K.	120
Badlinger, E.	100
Badoux, H.	122
Ballmos, V.	99
Baltenswiler, W.	151
Bay, Roland	158
Becherer, A.	129
Beckmann, J.P.	122
Berger, L.	100
Berthier, R.-M.	100
Bocquet, G.	135, 137
Boer, J. de	100
Bonner, C.E.B.	135
Bouët, Max	102
Bovet, Cl.	100
Bovey, P.	151
Breddin, H.	119
Britt, J.J.	114
Brönnimann, P.	126
Brückner, W.	122
Brüllmann, M.	100
Brunner, K.	191
Büchi, Ernst C.	153, 155
Buchschacher, P.	114
Buess, Heinrich	168
Burckhardt, Johann Jakob	95
Burla, H.	170
Buser, W.	117
Cagliott, L.	114
Carreras, F.	103
Chodat, Fernand	62
Christ, H.A.	126
Corti, Ulrich A.	151, 160
Dang, K.-D.	135
Dedek, V.	117
Drangeid, K.	99
Dudler, J.	120
Dutler, H.	114
Dütsch, Hans U.	111
Erös, P.	99
Fahrni, P.	114
Ferles, M.	117
Frey-Huber, H.	359
Fröhlicher, Hugo	118
Fueter, Eduard	166
Gaschen, H.	148, 149
Gerrer, H.J.	100
Gex, Maurice	380
Gonseth, F.	182
Greuter, F.	114
Grünenfelder, M.	120
Guex, Woldemar	114
Guigon, Y.	122
Guyer, A.	117
Guyer, P.	117

	Page
Haefliger, A.	96
Hafner, S.	120
Heberer, G.	139, 153, 180
Hegg, O.	127
Heinis, Fritz	131
Hintzsche, E.	168
Hoffmann-Grobéty, Mme A.	129
Hofmann, F.	118
Hösli, Jost	175, 178
Hottinger, L.	126
Huber, H.	97, 158
Huggel, Hansjörg	141
Hügi, T.	120
Imhof, E.	178
Isler, Otto	114, 116
Jäckli, H.	118
Jaggi, R.	99
Jaquerod, René L.	161
Jayet, A.	118
Jeannet, E.	100
Jeger, O.	114
Jenny, Vera	120
Junod, P.	100
Kalvoda, J.	114
Kaufmann, P.	104
Kiortsis, V.	144
Klaus, Jean	123
Klingler, J.	151
Koby, Ed.	122
Koch, P.	100
Koelbing, M.H.	164
Kowalski, Kazimierz	126
Kuhn-Schnyder, E.	122
Kuhn, W.	361
Kündig-Steiner, W.	171
Lehmann, F.E.	139
Leuzinger, Hans	371
Lichtenthaeler, Charles	163
Lienert, O.	122
Lindlar, Herbert	116
Locher, T.	121
Lugeon, Jean	106, 107
Lukes, R.	117
Lüscher, E.	98
Lutz, A.	114
Lutz, M.	117
Maksimow, J.	151
Marbet, Roman	116
Marmier, P.	100
Martin, M.	100
Matthey, R.	147
Meier, D.	100
Meier, J.	117
Menzi-Biland, Arth.	130
Mercier, André	365
Minder, W.	117
Montavon, Marc	114
Moos, A. von	118
Naef, H.	114
Oefelein, H.	138
Oertli, H.-J.	122
Oulianoff, Nicolas	109
Patry, J.	100
Pei Shen Chen	145
Perret, Maurice-Ed.	173
Perrier, A.	99
Peter-Contesse, J.	135
Pfluger, Albert	96
Piccard, S.	91
Quervain, F. de	120
Reich, Th.	11
Richarz, W.	117
Richter, R.H.H.	116, 161
Rieker, Jean	106
Riguet, J.	91
Rossel, J.	100
Rothen, A.	114
Rüegg, Rudolf	114
Sänger, R.	103
Santschi, P.	100

	Page
Saucy, Gabriel	114, 116
Schaub, Samuel	126
Schazmann, Paul-Emile	167
Schinz, H.R.	27
Schlaginhaufen, Otto	158
Schmid, H.	114
Schnider, O.	114
Schnorf, Alice	122
Schwabe, Erich	177
Schwarzenbach, G.	117
Schwieter, Ulrich	114
Silver, L.T.	120
Stadelmann, Ed.	133
Staub, R.	121
Stocker, H.J.	100
Strauß, F.	140
Thomas, D.	117
Trümpy, Rudolf	80
Urfer, A.	103
Utzinger, E.	114
Vaucher, E.	100
Vogt, O.	100
Weber, J.	100
Wehrli, P.	100
Weinberg, K.	114
Welten, M.	127
Wenk, E.	120
Widmer, O.	175
Wieland, K.	98
Wiesmann, R.	150
Winkler, Ernst	187
Witte, L. de	117
Wyniger, R.	148
Ziegler, M.	122
Zingg, Theodor	101