**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:** 139 (1959)

**Teilband:** Wissenschaftlicher Teil

**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:** 04.04.2026

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

A.

# Wissenschaftlicher Teil

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten
und Hauptvorträge

Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen

---

# Partie scientifique

Discours d'introduction du Président annuel
et Conférences principales

Communications faites aux séances de sections

---

# Partita scientifica

Discorso inaugurale del Presidente annuale
e Conferenze principali

Comunicazioni fatte alle sedute delle sezioni

Leere Seite
Blank page
Page vide

# Discours d'ouverture du président annuel de la S.H.S.N.

par

le Prof. Dr André Girardet (Lausanne)

Monsieur le chef du Département de l'instruction publique
et des cultes,
Mes chers collègues,
C'est à vous, que je m'adresse tout d'abord.

Que ce soit par les sciences mathématiques, physiques ou naturelles, nous avons tous, ici présents, le même but, celui de «mieux connaître les secrets de la nature qui nous entoure», pour m'exprimer comme le firent déjà ceux qui, il y a 144 ans, décidèrent de fonder cette société de savants. Tous, nous payons notre tribut à la science, sans jamais donner à ce mot la même interprétation que notre voisin. En effet, ce terme vague agit avant tout par les sentiments dont il est enveloppé; son prestige est considérable; on en proclame l'utilité, la beauté, mais, au fait, de quelle science s'agit-il ? Cela change avec la mode du jour: pendant des siècles, l'endoctrinement à une philosophie stérilisante empêcha toute évolution; puis, les humanités, seules prisées pendant fort longtemps, ont peu à peu fait place aux sciences naturelles; on a observé, classé, étiqueté; c'est maintenant le tour des sciences physiques; on parle beaucoup d'atomes, d'électrons et de bien d'autres toutes petites choses.

La science est un ensemble très vaste, dont le but est la connaissance des lois de la nature; ceux qui s'y adonnent, les savants, font des découvertes qui, toutes, augmentent notre puissance et notre volonté de connaître. La science est donc en expansion, tout comme le monde dans lequel nous vivons. La science continue la science, elle se rénove constamment, elle fonde le fondamental, puis prouve son inexactitude en le renouvelant.

En un temps où la science transforme si profondément, pour le meilleur et pour le pire, la vie humaine, il est naturel de s'intéresser au savant, au fonctionnement de son esprit et à la nature de sa recherche.

Le savant est un homme qui a des connaissances étendues; c'était un homme libre, vis-à-vis des contingences extérieures, mais asservi à l'idéal qu'il s'efforçait d'atteindre; il était un prêtre de la science. Mais il n'y a pas de religion sans sacrifice; la divinisation de la science dure

tant que l'enfance psychologique du savant n'est pas achevée, jusqu'au jour où, regardant en soi, il s'estime son égal, un savant accompli. Mais cela ne saurait jamais être; il restera toujours dans la dépendance de la science; s'il se persuadait du contraire, il blasphémerait. Alors, ne pouvant l'asservir, donc «la tuer», il essaiera de *se* tuer de travail, il n'est plus qu'un scientifique, une machine à être savant. Seul le vrai savant est homme libre.

Cette liberté était encore possible au siècle dernier; de nombreux adeptes des sciences cherchaient, tout en vaquant à leur profession; ces chercheurs sont toujours moins nombreux. En effet, puisque la science est en expansion, il devient toujours plus difficile de tout savoir sur beaucoup de choses; on en est réduit à savoir une foule de choses sur un seul sujet et même sur un tout petit sujet; on devient un *spécialiste*. Cependant, les découvertes faites par un grand nombre de ces *spécialistes* peuvent encore être assimilées par un homme qui saura faire la synthèse de tous ces résultats. Il nous faudrait beaucoup de ces hommes, parce qu'il est fréquent que des découvertes effectuées dans un domaine de la science aient de notables répercussions dans des domaines très différents. C'est déjà une raison suffisante d'activer la diffusion de toute nouvelle acquisition scientifique.

Si les chercheurs sont de moins en moins nombreux à mériter le titre de *savants* dans son ancienne acception, ces super-spécialistes ne représentent plus la figure magique qu'était autrefois le savant, chargé de découvrir les secrets du monde. S'il ne sont pas au service de l'Etat, ils le sont à celui de gigantesques usines, envers lesquelles ils ont une responsabilité: la recherche est devenue une occupation de plein temps; nous sommes les témoins d'une dévaluation pénible d'une des activités les plus hautes de l'esprit humain.

Mais, si les savants «en surface» ont diminué en nombre au profit des savants «en profondeur», par quoi je n'entends évidemment pas que leur savoir soit de moins grande importance, leur mode de travail reste en principe le même; simplement, au lieu de prendre un objectif à très grand champ de vision, ils s'arment de loupes, de microscopes ou de télescopes de plus en plus puissants.

Si l'acte créateur échappe à tout système stéréotypé, il y a des dons utiles à l'invention: le bon sens, la mémoire, l'enthousiasme, la capacité de renoncement.

Je pourrais m'étendre longuement sur les conseils donnés aux chercheurs par des génies comme aussi par des inventeurs chevronnés; sans aller bien loin, j'aurais pu «passer au crible» à votre intention les lettres de Liebig ou les écrits de Carl Ernst von Baer, les souvenirs de Le chatelier, certaines des Rencontres internationales de Genève, ou même la brochure, si utile au début de ce siècle, de Ramon y Cajal. Mais les conditions de travail du chercheur se modifient si rapidement que nous serions bien en retard avant la fin de cet exposé déjà. Ramon y Cajal, par exemple, ne préconisait-il pas le travail solitaire et n'était-il pas un contempteur du travail en équipe, prôné et même nécessaire de

nos jours ? En résumé, le savant, le chercheur de tout calibre, doit *observer* fidèlement et sans idée préconçue, pour *constater* des faits; puis, ayant fait intervenir le raisonnement, à la suite d'une interprétation anticipée des phénomènes observés, il institue l'expérience qui, dans l'ordre logique de ses prévisions, devrait fournir la réponse qui leur servira de contrôle. De l'expérience résultera l'apparition de phénomènes provoqués; les ayant constatés, l'expérimentateur échafaudera une hypothèse de travail pour la suite de ses recherches. Autant d'occupations qui tendent à la découverte de quelque chose d'ignoré jusqu'alors; on ne fabrique pas des théories avec du vent.

Je n'insisterai pas non plus sur la part de l'inconscient dans le travail du savant. Une découverte, en apparence subite, n'est que la conséquence d'un énorme travail de concentration cérébrale, puis de tamisage, d'associations, de combinaisons d'idées dans le subconscient, après une préparation lucide intense. On peut comparer ce processus à ce qui se passe dans les machines à calculer; mais, tandis que celles-ci donneront un résultat, que les données numériques de départ aient été justes ou fausses, le subconscient n'arrive à une découverte que si les données qu'il avait reçues étaient exactes.

Il faut donc savoir choisir parmi les idées qui se présentent à l'esprit, parmi les faits que l'on croit avoir observés exactement, ceux qui seuls permettront d'aboutir. Mais il faut aussi savoir choisir le sujet qui nous convient, il faut avoir le goût scientifique; *il y a donc un élément affectif important dans la création scientifique.*

Un moyen de regagner une part de cette liberté, que la science moderne refuse au chercheur, serait de pouvoir se décharger sur d'autres, les contemplateurs, rats de bibliothèques et polyglottes, les organophiles, ceux qui veulent posséder, sous clefs, tous les appareils, mais ne jamais s'en servir, de tout ce qui nous bride dans l'exercice de notre vocation de savant, mais au moins autant de l'administration, cette charge si lourde, dans nos universités; puissent les projets du Fonds national, dans ce sens, apporter un soulagement à quelques-uns de nos successeurs.

Faut-il faire de la recherche *pour* alimenter la technique, pour maintenir viable l'industrie d'exportation ? Il faut souhaiter que le plus grand nombre de savants puissent se consacrer aux sujets pour lesquels ils sont prédestinés, sans avoir à penser «industrie»; *il faut souhaiter pour eux qu'ils puissent faire de la recherche vraiment désintéressée.* Il sortira toujours de leurs découvertes quelque chose d'utilisable dans l'industrie mais, le plus souvent, ce ne sera pas eux, mais d'autres qui le découvriront longtemps après.

Cela ne veut pas dire qu'un savant ne fera pas de découvertes dont les conséquences immédiates seront peut-être catastrophiques dans le domaine de la guerre, cruauté, que sais-je encore. La science doit-elle, pour cela, avoir mauvaise conscience ? *Une vocation scientifique est irrésistible; il y a chez le savant une volonté, un désir de connaissance, qui sont tout à fait indépendants du besoin de domination.*

Lorsque les découvertes parviennent entre les mains de ceux chez qui ce défaut prédomine, ces «spécialistes» l'utiliseront à des buts que les savants réprouveront. Mais le savant est un adulte qui, au lieu d'avoir cette soif de connaissance à l'état latent seulement, *la possède aussi pure que nous la connaissons chez l'enfant.* Il est impossible de freiner le travail irrésistible de l'esprit du chercheur.

Il est indispensable que le public soit pénétré de cette idée, que la science en général est une discipline méthodique qui exige une patiente assiduité; il n'y a pas de miracles immérités. La science sera toujours plus appelée à fournir la solution de problèmes qui préoccupent le monde. Les savants feront de leur mieux, mais il y aura des déceptions. Si le public n'est pas persuadé à l'avance que les échecs possibles viennent des difficultés à résoudre, il croira à de l'indifférence ou, même pis, à de l'incompétence.

Il est donc nécessaire que les hommes de science qui aiment et savent communiquer avec l'homme de la rue s'efforcent d'instruire le grand public des lignes principales du mouvement scientifique. Il leur faut pour cela avoir avant tout des idées claires et s'en tenir à ce que l'homme moyen peut comprendre et goûter. Mais il ne faut ni le flatter, ni se l'aliéner, d'autant plus que ce sont les fonds publics qui défraient de plus en plus la recherche scientifique; il est indispensable que le profane n'acquière des notions fausses, ni sur la science, ni sur les problèmes scientifiques examinés, ni sur le comportement, les idéaux et les réalisations des hommes de science. Nous devons condamner le sensationnel et le faux, et faire bon accueil à ceux qui viennent chercher auprès de nous la vérité.

Nous pouvons définir en termes plus scientifiques, plus modernes, les facteurs de tendance qui sont à la base de chacun de nous et dont l'épanouissement parfait donnerait le savant idéal; nous verrons rapidement à quelles aberrations la prédominance ou l'insuffisance de chacun de ces facteurs peut conduire:

1. Il y a le facteur *avidité*, cette tendance toute naturelle, de placer le *moi* au centre de toutes les préoccupations de l'individu, le besoin de faire entrer en lui le monde extérieur et de le transformer en sa propre substance. C'est ce besoin de *connaître* que j'ai déjà mentionné. Or, on peut lutter pour obtenir et *utiliser*, ou pour obtenir et *conserver*, pour ne mentionner que les deux extrêmes. Pour VAUVENARGUES, une image assez fidèle du savant était: *un homme vorace et qui digère mal.* La curiosité pour les faits peut n'être plus qu'un besoin de collectionner des recettes; la consommation de nourriture intellectuelle, qui accroît nos forces, élargit notre champ d'action, peut n'avoir pour conséquence que la formation de ce spécialiste qui se constitue en centre autonome, autour duquel tous les autres s'organisent, qui ne connaît qu'un seul sujet de recherche, qu'il faut seul citer: chacun doit passer par *moi*, pour connaître ce que *j'ai* fini par comprendre. Ainsi, une tendance naturelle peut pousser l'individu à s'assurer une position agréable, indépendante; elle peut inspirer le noble désir de se perfectionner indéfiniment

ou de collectionner pour attirer l'attention des autres, ou enfin être à l'origine du désir condamnable de soumettre les autres à sa puissance. Ce serait la conséquence d'une exaltation insensée de ce caractère fondamental de l'homme; la science est partie à la conquête de la clarté, mais les hommes en ont fait souvent une conquête du *pouvoir* sur les choses, si ce n'est sur les autres hommes. A ces scientifiques, qui veulent, avec raison, que leur gagne-pain serve à quelque chose de plus encore qu'à se nourrir, il manque de savoir choisir.

2. A un premier entassement de connaissances sans discernement, doit succéder l'assimilation, ce qui implique que l'on sache trier. Ce sont les *intérêts sensoriels*, selon la terminologie de GASTON BERGER, qui le permettent. Les choses, accaparées à notre profit, doivent nous plaire, en dehors de leur utilité même. Mais, trop jouir de ce que l'on possède, c'est dérober du temps et des forces à l'action, c'est se perdre dans une contemplation qui est un dépassement de l'instinct fondamental de possession.

Ces deux premières tendances sont complémentaires: il faut aimer la science pour en ressentir la beauté, sinon le désir de perfectionnement incessant, qui n'est plus guère qu'un embellissement, devient du narcissisme. Le savant qui y cède est un isolé, perdu dans la masse.

3. Pour que l'épanouissement de la personnalité soit complet, que son plaisir ne soit pas un acte inachevé, il faut y faire participer les autres, enseigner, publier, avoir ce que les caractérologues appellent la *tendresse*. Celui qui la possède, montre qu'il a dépassé les incertitudes et les ambivalences de la jeunesse. Il y faut une bonté naturelle, qui nous permette de reproduire en nous les émotions et les sentiments des autres. Ce facteur fait défaut chez tous ces savants que l'on voit malheureux, dépourvus de toute vie intérieure, faibles envers eux-mêmes, mais durs et sans générosité envers leurs prédécesseurs.

4. Enfin, le savant devrait posséder la *passion intellectuelle*, qui est un désir de comprendre toutes choses en dehors de toute utilité pratique, de tout souci d'application, qui se détourne du détail pour s'ouvrir à la raison qui les explique. Cette tendance est nécessaire à freiner des ardeurs intempestives intéressées. Mais la passion intellectuelle, lorsqu'elle est exagérée, peut faire craindre au savant de dénouer trop tôt le problème qu'il s'est posé, tant il jouit d'en rechercher la solution, voire de la retarder...

Le *vrai* savant peut considérer la vie de très haut, oublier les petitesses de l'existence, il reste un être authentique. Son amour du prochain, sa tendresse comme nous le disons maintenant, dépasse celui des meilleurs. Sa passion occupe en lui l'espace et le temps, il ne fait pas de différence entre ce qui est près et ce qui est loin, il songe autant au bien de ceux qui vivent que de ceux qui viendront. Il ne se limite naturellement pas à lui-même, mais pas non plus au cercle de ses proches, ni même aux frontières de son pays. Son amour du prochain ne fait plus aucune différence; il veut faire partager ses découvertes à tout le monde, même et surtout à ceux auxquels il devrait les refuser, parce que les intérêts

supérieurs de son pays s'y opposent. Mais nous savons tous que le peuple reconnaît mal ses savants et que ceux-ci en souffrent.

Un excès de ces tendances que nous avons décrites, engendre un déséquilibre et consacre la névrose. C'est ainsi que des hommes comme FUCHS et bien d'autres quittent leur pays, plutôt que de voir retirer à qui que ce soit la connaissance de leurs découvertes. Leur excès *maladif* de tendresse n'est pas compensé par le sens moral, la réflexion politique, le discernement.

Mais il ne faut pas pour autant mépriser ces gens-ci. A la mort de l'homme son œuvre peut survivre. Nous trouvons, à d'autres époques, plus d'un cas semblable: les grands humanistes du 16e siècle, les grands philosophes du 18e. C'est toujours l'histoire du pendule, de la spirale, des grandes révolutions astrales. Nous nous retrouvons semble-t-il, au même point de départ, mais à une autre altitude. Le caractère personnel, les conséquences de l'hérédité, de l'environnement, sont là avec leurs corollaires; nous sommes nés sous le même signe que des milliers d'autres personnes; mais les positions respectives des astres ont changé, l'influence de chacun d'eux sur nous est différente, en cela même que chacun d'eux est autrement influencé par ses voisins célestes.

La recherche scientifique exige et développe la rapidité de la pensée, l'une des voluptés intellectuelles du savant; la science moderne provoque l'accélération du mécanisme psychique, une nécessité de la culture scientifique. Le savant coordonne des connaissances dans son insconscient, avec une vitesse souvent inouïe. Les sciences progressent à telle allure qu'elles risquent d'être paralysées par l'ampleur même de leurs acquisitions, si l'on n'y trouve pas remède. Le chercheur le plus spécialisé ne trouve plus le temps de lire tout ce qui se rapporte à sa spécialité. Comment résoudre le problème de la documentation scientifique ? Il est impossible d'accroître indéfiniment nos effectifs scientifiques et techniques. Il faut tendre à augmenter la productivité de ceux que nous avons, mettre toujours plus chacun à la place où il est le mieux adapté, supprimer les besognes fastidieuses par des machines automatiques. La machine prend toujours plus de place dans le laboratoire de recherche; la mécanisation s'installe peu à peu dans le domaine si important de la documentation; on parle même de l'essai de machines à traduire électroniques...

Dans cette cavalcade exacerbée de la science, des savants et des scientifiques de toutes sortes et dans tous les domaines, que fait le *pharmacien?* Qui est-il vraiment ? Et, que devient-il ?

Alors que savants modernes, chercheurs et spécialistes s'efforcent chacun d'être le premier à trouver ce qu'ils savent que bien d'autres cherchent en même temps qu'eux, le pharmacien ne doit jamais être pressé. Il manipule des poisons, non pas pour les voir réagir dans des éprouvettes, mais pour les dispenser à des hommes qui les consommeront; il est responsable d'innombrables vies humaines, il appartient aux professions médicales, et relève des sciences exactes.

La pharmacie est issue de la médecine: FRÉDÉRIC II de Sicile, petit-fils de BARBEROUSSE, sépara pour la première fois, en 1242, les médecins

des pharmaciens, en interdisant aux premiers la confection des médicaments, réservant cette occupation aux seuls pharmaciens, mais sous la surveillance des médecins.

Le médecin n'était alors qu'un pur théoricien, qui étudiait et surtout discourait sur les écrits des Anciens et abandonnait tout le côte pratique de la médecine à des subalternes, les pharmaciens déjà mentionnés, les chirurgiens, les barbiers, les oculistes, etc. N'étant plus que des artisans, ceux-ci, groupés en guildes, libres de toute idée préconçue, se développèrent et atteignirent de l'importance par leurs recherches expérimentales. Mais tandis qu'au siècle dernier, barbiers, oculistes et autres, ralliaient la médecine et en devenaient des disciplines importantes, la pharmacie suivait une autre voie.

Le travail expérimental du pharmacien de la Renaissance, imprégné des idées philosophiques de l'époque, s'était parfois égaré dans la recherche de l'élixir de longue vie et de la pierre philosophale. Quoique ces hommes ne pouvaient suivre de cours supérieurs, leur esprit inventif conduisait un SCHEELE à la découverte de l'oxygène et du chlore, un SERTURNER ou un DEROSNE à la première isolation d'un alcaloïde, l'un de ces fameux principes actifs de drogues que l'on avait cherché en vain jusqu'alors à isoler des plantes.

Puis ce sont aussi des pharmaciens, disposant de moyens techniques plus importants, porteurs des noms de BOEHRINGER, LEVERKUS, MERCK, RIEDEL, SCHERING et bien d'autres, qui créèrent l'industrie pharmaceutique. En développant leur laboratoire, leur arrière-boutique, ils se distancèrent du local où ils avaient tout d'abord vendu leurs produits; ils les vendirent, par l'intermédiaire de grossistes, à ces mêmes pharmaciens qu'ils étaient peu auparavant. Le fils reprenait au père l'essence même de son occupation: *la préparation des médicaments*, puis plus tard encore, leur *analyse* et leur *dosage*. L'occupation étant rentable, pourquoi se serait-il arrêté en chemin ? Le produit pur fut mis en solution, en comprimés, en ampoules; des mélanges innombrables furent concoctés et confectionnés en autant de formes pharmaceutiques que possible. Privé peu à peu de la confection des médicaments, le pharmacien devenait un commerçant qui vend des médicaments dans des emballages tout prêts; la découverte des séras, vitamines, hormones, antibiotiques, toutes substances qui ne sauraient être préparées dans une pharmacie, mais demandent les moyens techniques de la grosse industrie, devait achever le processus: on disait que la pharmacie se mourait, le pharmacien n'était plus qu'un vendeur, un épicier.

Si tel était le cas vraiment, la pharmacie formerait-elle la dix-septième section de notre Assemblée annuelle ? GOSSE aurait-il été l'initiateur de notre Société; celle-ci aurait-elle été présidée en 1825 et en 1848 par PFLUGER de Soleure, en 1847 par LAFFON de Schaffhouse, en 1854 par MEYER de St-Gall, l'année suivante par NICOLET de La Chaux-de-Fonds, en 1884 par LINDTER de Lucerne et, en 1928, ici-même, par JULES AMMAN, bryologiste à ses heures de loisir ?

Pour comprendre ce qui se passe, il faut se remémorer l'origine médicale de la pharmacie et son évolution au service exclusif de la chimie pendant 500 ou 600 ans, puis son lent retour à la médecine, avec un retard de 100 ans sur les barbiers, chirurgiens, oculistes, etc. On discerne cette évolution dans l'enseignement actuel de la pharmacie qui, là où il n'est pas autonome, comme dans quelques universités françaises, est tantôt attribué à la Faculté de médecine, ainsi à Berne, tantôt à la Faculté des sciences. Ces études, elles aussi, reflètent encore le passé: mais les stages pratiques qui interrompent les études universitaires pendant plus de deux ans, ont bien diminué par rapport aux nombreuses années d'apprentissage d'autrefois, suivies des années de compagnonnage et de maîtrise, avant de passer l'examen final. Ils sont complétés chez nous par sept, bientôt huit semestres d'études universitaires. Celles-ci sont ainsi tout aussi longues que celles nécessaires à l'obtention du diplôme de chimiste, de botaniste, de géologue, que sais-je encore.

Le professeur de pharmacie a devant lui des savants en herbe. Que deviendront-ils ?

Le futur pharmacien aura à faire valoir ses linéaments caractériels, ceux dont nous avons parlé tout à l'heure: l'avidité, les intérêts sensoriels, la tendresse et la passion intellectuelle.

Les jeunes gens qui viennent à nous, ont-ils tous ces facultés bien réparties ? Certainement pas; suivant que l'une ou l'autre prédomine, l'avenir du pharmacien suivra des voies différentes.

On sait que toute profession marque son homme, et cela d'autant plus favorablement que le caractère de l'individu allait déjà dans le sens où le métier forme l'homme. On ne prévient pas assez les étudiants en général de la différence, caractérologiquement essentielle, entre le genre de vie que l'on mène pendant les études et celui qui vous sera imposé par la carrière à laquelle l'école prépare. Si souvent, le métier déçoit par la répétition monotone des mêmes travaux. L'étudiant en pharmacie ne court guère ce risque, d'une part parce que la vie de tous les jours dans une officine est extraordinairement variée, d'autre part, parce que ses stages pratiques, venant assez tôt, lui auront montré à temps, s'il fait fausse route. On ne reçoit pas souvent des lettres comme celle de cet ancien étudiant qui m'écrivait du fond de l'Egypte, pour se plaindre qu'il n'y avait pas assez de changement dans sa vie, qu'il devait faire des pilules au moins une fois par jour. Or, à cette époque, les étudiants égyptiens ne faisaient leurs stages qu'à la fin de leurs études!

Si des circonstances familiales ne l'ont pas obligé à choisir la pharmacie contre son inclination ou sa volonté, le jeune candidat est en tout cas pourvu de l'*avidité*, que nous avons tous en nous. Mise à part son intelligence, sa soif de connaissances se reconnaîtra déjà aux notes obtenues à ses examens. Mais ensuite différentes possibilités s'offriront à lui: il *copiera* servilement toutes les formules qu'il rencontrera, dans l'espoir de les utiliser peut-être un jour; ou bien il se *résignera à emballer* des paquets préparés par d'autres et à en encaisser la contre-valeur. S'il a en même temps fortement la bosse du commerce, il s'efforcera *d'aug-*

*menter* davantage son *chiffre d'affaires* que ses connaissances scientifiques. Ou encore, il estimera que sa formation scientifique ne saurait se résoudre à abandonner à l'industrie le champ qu'elle lui a enlevé depuis une cinquantaine d'années et il essaiera de se *singulariser*, par exemple en préparant lui-même de nouveaux remèdes ou en représentant une nouvelle maison étrangère. Enfin il se peut qu'il fasse le grand pas définitif: il *quittera* son officine et la profession libérale qu'elle personnifie, pour choisir la position de salarié scientifique, en entrant au service de l'industrie, au même titre que le biologiste ou le chimiste. Aux yeux du public, il aura *seul* conservé l'auréole du savant. Ce grand pas, il peut aussi l'avoir fait dans une autre direction, avoir changé d'orientation, en complétant ses études par celles de médecin, bactériologue, botaniste, et bien d'autres encore.

Un héritage de notre passé médical est aussi notre impossibilité de décider par nous-même de nos programmes d'étude; toute modification doit être acceptée par un collège de cinq médecins, puis par les cantons, et enfin par le Conseil fédéral! Quelle est la discipline scientifique qui se satisferait de pareille limitation dans ses compétences ? N'importe quel programme d'étude universitaire peut être modifié en quelques mois dans n'importe quelle université, mais le pharmacien ne peut améliorer son programme d'études, quand il l'estime souhaitable pour sauvegarder la santé du public. Heureusement que chacune de nos écoles dispose d'assez d'autonomie et jouit suffisamment de la compréhension des départements cantonaux de l'instruction publique, pour introduire officieusement ce qui ne deviendra officiel que quelque 15 à 20 ans plus tard! C'est ainsi que, malgré la vétusté du règlement fédéral actuel des études de pharmacie, les étudiants que nous formons sont capables, depuis bien des années déjà, de diriger des pharmacies d'hôpitaux ou de travailler à la confection sur une grande échelle, dans les usines, de ces préparations qu'il n'est plus possible de préparer dans une pharmacie ordinaire. Ainsi, ils ont fait la preuve, il est vrai, loin des yeux du public, de la valeur de leurs études; leurs recherches ont souvent conduit à des résultats remarquables.

L'enseignement de la pharmacie fait appel aussi bien aux données de la botanique, de la physique, de la chimie, que de la physiologie animale, de la bactériologie, etc.; il a donc une base scientifique, large, solide et entièrement justifiée. Et cette science, de caractère essentiellement mouvant, doit s'adapter constamment à ce qui se fait dans toutes les disciplines pour transformer la drogue en une forme galénique, pour en connaître la toxicité et le mode d'action; le résultat s'en reflète dans les pharmacopées, dont la suisse est parmi les plus scientifiques qui existent.

Les *intérêts sensoriels* sont caractérisés chez le pharmacien par le goût du travail bien fait, par le désir d'avoir des ordonnances compliquées et par conséquent beaucoup plus intéressantes à exécuter. Cette envie est largement satisfaite par les ordonnances que j'appellerais modernes qui, si elles sont moins nombreuses qu'autrefois, demandent infiniment

plus de temps et de réflexion pour les exécuter. Ceux qui en sont doués, s'efforcent de gagner du temps, en utilisant du personnel auxiliaire de toutes sortes, pour se libérer des tâches manuelles qui leur en feraient perdre. Ils estiment normal d'abandonner à l'industrie, non seulement tout ce qu'il est matériellement impossible de réaliser sur une petite échelle, mais encore tout ce qui ne demande pas un travail cérébral suffisant. Ce tempérament tient à l'approbation du médecin; il lui téléphonera fréquemment, sera heureux de s'en estimer le collaborateur et de sentir qu'il peut lui être de quelque utilité, peut-être même comme propagandiste d'une usine de produits pharmaceutiques.

La *passion scientifique* aura été prédominante chez l'avide qui aura quitté la profession pour s'adonner au travail d'usine; ayant le goût de la recherche, il aura eu l'impression de rester un savant, et d'être utile à l'industrie au moins autant qu'à sa profession. La raison de ce passage pourra aussi avoir été l'incapacité de s'adapter aux difficultés de la profession; il se sera senti plus en sécurité dans l'organisme géant auquel il se sera incorporé. En effet, la pharmacie d'officine est tout que facile à exercer.

A notre époque de puissance de la masse, cette profession libérale est probablement celle qui est enserrée le plus étroitement dans les règlements; et puis, les lois sanitaires ne changent-elles pas souvent d'un canton à l'autre ? Il en résulte une insécurité de droit qui nuit à l'éthique de la profession.

Alors qu'il possédait, il n'y a pas bien longtemps, le monopole de la vente des médicaments, le pharmacien n'a plus guère que le monopole de devoir souvent refuser de dispenser le produit qu'on le supplie de vendre, et avec le bénéfice duquel il est censé nourrir sa famille. Personne ne lui sait gré de soumettre son propre intérêt économique à la conscience professionnelle. La mission qu'il doit remplir lui interdit aussi de vendre à prix réduit un vieux médicament; il n'a pas le droit de faire de la réclame pour se débarrasser de ses soldes et il devrait tout avoir à disposition de son client, tout ce qui pourrait lui être demandé, des 20 000 spécialités du commerce en Suisse!

Pour l'accepter plus facilement, et pour remplir au mieux sa mission, le pharmacien d'officine doit *avant tout* être possédé de ce que le caractérologue nomme *la tendresse;* il doit faire journellement œuvre de missionnaire. Tant que l'on *guérissait* des maladies, on s'adressait au médecin; maintenant que l'on veut *prévenir* une maladie que l'on n'aura peut-être jamais, maintenant que l'on veut surtout ne rien changer à son mode de vie et pourtant s'éviter les conséquences de ses excès, on en vient à exiger du vendeur-pharmacien, des drogues et surtout des *quantités* de drogues qui sont absolument incompatibles avec le maintien, dans le temps, de la santé.

Quand on pense au nombre et à l'intensité des pressions et recommandations qui fusent autour de chacun, à la quantité incroyable de méthodes et remèdes préconisés contre le moindre bobo, on comprend les exigences posées à la morale du pharmacien, par le besoin d'automédication des

foules. Non seulement, on lui interdit de vendre les stupéfiants et les poisons sans ordonnance; non seulement, on lui conseille de ne vendre qu'au compte-gouttes ou même de refuser de vendre les soporifiques, les antibiotiques et sulfamidés que la propagande tapageuse et les cancannages des voisins ont vantés comme des panacées; mais encore on le charge de déconseiller l'achat de grosses quantités de ces comprimés anti-douleurs qui font tant parler d'eux depuis qu'il y a cinq ans la Société suisse de pharmacie, par l'entremise de sa Commission scientifique, attachait le grelot à cette nouvelle plaie: l'abus des calmants. Des polémiques sans fin ont essayé de minimiser l'effet de ces paroles; elles proviennent de tous ceux qui ont intérêt à vendre non pas ce qui sera utile à l'acheteur, mais à leur propre poche. *La tâche du pharmacien est au moins autant de persuasion qu'elle est scientifique.* Je n'ai pas le temps de relever les conséquences désastreuses dues à l'abus de la pénicilline et d'autres antibiotiques, et pourtant le profane prétend en savoir beaucoup plus sur ses besoins en médicaments que les hommes de l'art.

Parmi les 10 à 20 kilos de matériel de propagande mensuel que reçoit le médecin, a-t-il le temps, et l'enseignement qu'il a reçu lui donne-t-il les connaissances nécessaires, pour déceler la raison de l'efficacité de tel produit, plutôt que de tel autre ? N'est-il pas souvent obligé de prescrire un remède que le malade exige, ou un autre, qui certainement n'est pas meilleur qu'un plus ancien, mais qui a le mérite d'être moderne, d'être soutenu par une réclame plus ou moins larvée et qui frappe le public, plutôt que d'indisposer violemment son malade ? De même que le pharmacien conseille le public sur ce qu'il devrait ou ne devrait pas acheter, parce qu'il est le mieux à même de juger de la valeur de ce qui est sur le marché, il doit *avoir l'envie* et le *courage* de donner au médecin qui en exprime si souvent le besoin, les bases scientifiques des médicaments qu'il emploie. Le pharmacien est le seul spécialiste du médicament. On conçoit d'autant moins l'usage, très répandu en Suisse alémanique encore, de la dispensation de remèdes par le médecin. Celui-ci ne sait pas préparer le médicament, mais une maison spécialisée lui en fournit des emballages tout prêts, dont il ne connaît très souvent pas le contenu, mais seulement qu'ils sont bons pour telle ou telle affection. Cette confusion entre le législatif, médecin, et l'exécutif, pharmacien, comporte des risques énormes; en voici un exemple: un excellent médecin, ignorant comme tant d'autres ce que contenaient ses comprimés contre la toux, ne dispensait-il pas récemment à un petit enfant, un produit qui se comporte presque exactement comme un stupéfiant ? Mais, si beaucoup de médecins vendent ou prescrivent des remèdes, sans connaître leur contenu, le droguiste, l'épicier, la serveuse de restaurant, sont-ils mieux informés que le client qui exige et obtient un cachet contre son mal de tête. N'avez-vous pas rencontré au bord de la route des affiches comme celle que l'on pouvait lire dans le Mittelland, au printemps dernier: Fruits, poudres contre les maux de tête, eaux minérales, cigarettes, chocolat, benzine...

Lorsque vous faites emplette, ailleurs qu'à la pharmacie, d'un médicament, vous êtes-vous jamais demandé si vous ne vous faisiez pas tort à vous-même, ressortissant d'une des branches de la science, à laquelle vous êtes pourtant fier d'appartenir ? Je sais bien que le monopole théorique dont jouissait le pharmacien lui a créé des envieux et que les avantages pécuniaires ont été montés en épingle ; des hommes d'affaires croient placer leur argent au mieux en achetant une officine, à la tête de laquelle ils nomment un gérant, un «fermier». Une profession libérale ne s'accommode pas de la pénétration en son sein de salariés scientifiques, la santé publique n'a rien à y gagner. Et, puisque le monopole est brisé, les gains sont devenus insuffisants ; le titulaire de l'officine a dû étendre son champ d'activité, en introduisant des rayons spéciaux : parfumerie, articles techniques divers, photographie, alcools, faisant en cela, lui aussi une sorte de «concurrence déloyale» à d'autres professions !

Pour le public, le pharmacien d'officine est toujours celui qui vend à des prix surfaits, dont les services doivent *évidemment* être gratuits, puisqu'ils vous apportent la guérison, vous maintiennent en bonne santé, vous rendent la vie valable d'être vécue et *puisque la santé ne se paie pas* ! C'est même souvent encore cet homme ridicule, ridiculisable, peut-être malheureux et souvent perdu dans ses rêveries, que Spitzweg nous a laissé sur une toile fameuse. Il ne peut plus, comme autrefois, ou comme le chercheur de laboratoire dont le traitement vient tout seul à la fin du mois, se réfugier dans son cabinet de travail ; il est le seul scientifique qui soit jour et nuit à la disposition du public, sans que celui-ci ait à prendre un rendez-vous qui, souvent, ne pourrait s'obtenir que plusieurs jours plus tard.

Le pharmacien est au service du malade, avec son cœur et son intelligence : parfaitement informé dans les domaines théoriques, il est en contact constant avec une pratique essentiellement humaine, et cela lui permet de supporter bien des difficultés ; mais vous ne devez pas ignorer que, lui seul, ne peut partir se reposer quand cela lui plaît, quand ses enfants ont les vacances ; il ne peut quitter sa pharmacie que s'il a pu trouver un remplaçant qualifié, donc diplômé ; il n'a jamais le droit de fermer boutique.

Tout scientifique qu'il soit, le pharmacien a donc une place à part dans le domaine des sciences mathématiques, physiques et naturelles ; les appliquant plus ou moins toutes ensemble, il s'en différencie par le schéma de ses études et par son contact constant avec la maladie.

De même que le chimiste se spécialisera en chimie minérale, dans la chimie des colorants ou des apprêts, celle de la synthèse des médicaments et bien d'autres encore, de même que l'étudiant médecin deviendra phtisiologue, chirurgien, gynécologue et tout ce que vous savez aussi bien que moi, le pharmacien, selon ses tendances héréditaires et caractérielles, optera pour l'une ou l'autre des nombreuses possibilités que je viens d'esquisser devant vous. Notre enseignement doit être équilibré, multiple et varié, et il faut souhaiter que chacun de nos jeunes

saura choisir à temps l'officine de la ville ou de la campagne, la pharmacie d'hôpital ou le laboratoire industriel, et y appliquer au mieux les aptitudes qu'il possède. Pour nous, leurs professeurs, nous devons espérer en voir venir à nous qui soient le plus savants ou le plus humains possible, pour le plus grand bien de chacun.

MM. les représentants des autorités cantonales, communales et universitaires,
Mesdames, Mesdemoiselles et Messieurs,

L'usage veut que le président annuel donne quelques explications, quelques renseignements historiques et distribue quelques fleurs.

Il ne saurait être question de faire ici, même en raccourci, l'historique de la S.H.S.N. Je préciserai seulement que cette assemblée est la neuvième tenue à Lausanne et la dixième dans le canton, la première ayant eu lieu en 1818.

Il y a dix ans, notre collègue COSANDEY présidait avec un rare bonheur la 129e Session. Après si peu de temps, et après l'effort fourni pour composer un Comité central, qui s'est montré digne de tous les éloges, il ne fut pas facile de trouver des candidats pour le Comité annuel. Je remercie le président annuel précédent, de s'être spontanément mis à la disposition du nouveau comité. La tâche de le présider tomba sur celui qui vous parle. «Faute de grives, on mange des merles» dit-on; par bonheur, vous protégez la gent ailée et j'ai ainsi moins à craindre de vous, que vous de moi.

Le Comité central de Lausanne a terminé ses six ans d'existence l'an dernier; selon la tradition, c'était donc en 1958 que vous auriez dû vous réunir ici pour prendre congé de lui. Cependant, il se trouvait que 50 ans exactement venaient de s'écouler depuis la dernière réunion de l'Helvétique à Glaris et, cette année-là, la Société glaronnaise des sciences naturelles fêtait son soixante-quinzième anniversaire; nous lui avons volontiers cédé notre tour, pour lui permettre de marquer ce double jubilé et nous sommes heureux que son président, après s'être dépensé sans compter pour nous l'an dernier, ait accepté d'être des nôtres aujourd'hui.

Que dira-t-on de nous dans cinquante ans? Je ne sais, mais je voudrais relever quelques faits divers de la Session lausannoise de 1909; parmi les 80 membres alors présents, je vois les noms d'AUGUSTE FOREL, de FRITZ et PAUL SARRASIN, MARTIN RIKLI, AMÉ PICTET, SCHRÖTER, ALFRED WERNER, LUGEON, ALBERT HEIM et SCHARDT. Ces grands noms de la science suisse ne sont plus, mais je suis heureux de pouvoir saluer aujourd'hui quelques-uns de ses membres qui nous sont restés: si FRÉDÉRIC JACCARD, LARGUIER DES BANCELS et AUGUSTE MAILLEFER sont éloignés par la maladie, qu'ils sachent que nous pensons à eux; PAUL DU PASQUIER et même les deux secrétaires du Comité annuel d'alors, sont

parmi nous: HENRI FAES, voyageur encore infatigable, de même que le titulaire de la concession radiophonique N° 1, celui qui voyageait parmi les glaces polaires avec DE QUERVAIN et avec CHARCOT, le pionnier de la glaciologie, de l'étude des marées du Léman et des ses tornades, et de tant d'autres choses, PAUL-LOUIS MERCANTON; que la fête d'aujourd'hui puisse leur rappeler les beaux jours d'il y a cinquante ans.

Ce même 5 septembre 1909, 62 nouveaux membres étaient admis dans notre Société, parmi lesquels je note au passage PAUL CRUCHET, toujours vert, lui aussi, ainsi que deux noms de disparus, JEAN LANDRY, l'ancien directeur de notre Ecole d'ingénieurs et ALBERT EINSTEIN, dont vous me dispenserez de préciser les qualités.

C'était une belle époque; la carte de fête ne coûtait presque rien; la Société de développement d'Ouchy et la Société de navigation offraient une fête vénitienne. Le mercredi matin, l'assemblée se transportait à Vevey où des amis des sciences offraient une collation; à midi la petite-fille de DANIEL-ALEXANDRE CHAVANNES, le président annuel des deux premières assemblées tenues à Lausanne, invitait chacun à dîner au Palace, et le botaniste BURNAT recevait tout le monde pour le thé, au Grand Hôtel du Mont-Pèlerin.

Chaque assemblée annuelle est l'occasion, pour son comité et surtout pour son président, de tenter d'améliorer ce qui lui a paru perfectible lors des assemblées précédentes ou de renouer avec des habitudes dont il a eu connaissance par la lecture des rapports des séances antérieures et qui étaient tombées dans l'oubli.

Nous avons choisi de reprendre une répartition des jours de séance délaissée depuis la guerre, estimant qu'il est agréable de pouvoir rentrer chez soi le dimanche soir, pour commencer le lundi matin le travail de la semaine.

Le nombre des lits ayant récemment augmenté à Lausanne, il nous a été possible, pour la première fois, de vous convier pendant la période d'ouverture du Comptoir suisse; en effet, si l'on a pavoisé pour vous, c'est à l'occasion du Comptoir. Cela aura permis aux participants venus par le rail de bénéficier des réductions accordées à cette occasion, à condition, bien entendu, qu'ils n'oublient pas de faire timbrer leur billet.

Au lieu de me conformer à un usage fréquemment mis en pratique, qui veut que le discours du président annuel soit consacré à l'examen de l'une des questions scientifiques à l'ordre du jour, j'ai laissé ce soin aux conférenciers invités. J'ai préféré faire usage d'une autre coutume, qui est de lui laisser la plus grande liberté dans le choix de son sujet.

Un groupe de conférences essaiera de répondre aux questions suivantes: Quelle place avons-nous faite, quelle place faisons-nous à la recherche en Suisse ? Avons-nous un programme précis, ou nous laissons-nous aller en obéissant au vent qui souffle le plus fort ? Qu'adviendra-t-il de la conscience du chercheur, placé devant les millions mis à sa disposition ? Vous passerez ensuite, dans le temps et dans l'espace, de la génétique des bactéries à l'envoi de missiles circumterrestres, puis nous nous pencherons sur ces reliques de l'époque tertiaire, que le grand courant

polaire austral et l'éloignement des communications maritimes ont maintenues en vie sous l'équateur, mais que la bêtise humaine, que nous sommes censés extirper, s'acharne à effacer de la surface du globe.

Les présidents de sections ont bien voulu accéder à ma demande d'organiser un nombre assez élevé de séances communes et j'espère que la plupart d'entre vous ne se confineront pas dans une seule discipline, mais iront, par moments, grossir les rangs d'une société voisine.

Lors de la séance du Sénat de notre Société, j'ai appris que le nouveau Comité central avait mis à l'étude la recherche des moyens propres à intéresser davantage la jeunesse aux problèmes de notre Société. Ayant fait nôtre votre projet, Monsieur le Président central, nous avons profité de la présence dans nos rangs de deux éminents pédagogues de langue française, pour les prier de s'adresser à nos jeunes: c'est ainsi que demain, dans l'un des cinémas de notre ville, les élèves des gymnases classique et scientifique, la plupart de celles du Gymnase de jeunes filles et nos futurs instituteurs, élèves de l'Ecole normale, bénéficieront de deux conférences conçues à leur intention: M. MULLER leur expliquera comment on peut suivre dans le ciel les satellites artificiels et M. DORST leur exposera quelques-unes des tendances actuelles de la biologie moderne, en particulier en ce qui touche à la biologie de terrain, par opposition à la biologie expérimentale.

Joignant l'agréable à l'utile, nous avons songé aux à-côtés touristiques et même gastronomiques, selon les traditions fort appréciables de tout congrès qui se respecte. Ainsi, à 14 heures précises, nous quitterons Lausanne de la place de la Riponne, à la sortie de l'Université, pour nous rendre à Ste-Croix, dont les industriels et les autorités communales se sont ingéniés à nous rendre le séjour des plus plaisant. Vous avez probablement déjà pris connaissance de ce programme spécial, qui vous aura brièvement présenté l'un de ces trop rares points de vue jurassiens d'où s'ouvre un incomparable panorama; nous avons, en effet, choisi de vous conduire, pour vous faire connaître, ou en tout cas admirer, notre pays, aux Rasses, à mi-chemin du Chasseron où les Helvètes, puis les Romains, célébraient un culte, sans y avoir édifié de temple. Cela nous rappelle la lumineuse démonstration de notre collègue AEBISCHER: le culte d'une sommité, conjugué peu à peu, au cours des siècles, au culte d'un arbre – kassanos, le chêne – vénéré au pied de la montagne, au bord du lac, pour le gui qu'il portait.

Le programme établi pour vous rendre agréables et utiles les trois jours que vous passerez à Lausanne a été réalisable grâce au dévouement des membres du Comité annuel; en votre nom à tous, j'exprime notre gratitude aux autorités du canton, de la ville et de l'Université, ainsi qu'aux nombreuses personnes, groupements industriels et établissements divers, qui, d'une façon ou d'une autre, mais tous de manière fort tangible, ont aidé à la préparation de notre réunion.

En rendant hommage à leur appui, en souhaitant à nos sections que chacun de leurs membres rentre chez lui satisfait du travail accompli et des choses vues et entendues, en me réjouissant d'être le premier

président annuel à vous souhaiter, Mademoiselle et Messieurs les membres du Comité central la bienvenue parmi nous, en vous souhaitant à tous, collègues, membres et amis, de Suisse et de l'étranger, représentants de la presse suisse alémanique et romande, au nom de la Société vaudoise des sciences naturelles et au nom de l'Université, une très cordiale bienvenue, je déclare ouverte la 139e Session de la Société Helvétique des Sciences Naturelles.

# Sept ans de Fonds national

par

ALEXANDRE DE MURALT

«La science doit être libre et ne doit pas être asservie à l'Etat. La liberté est son élément vital.» Ce fut par ces mots que Monsieur le Conseiller fédéral Etter sanctionna, le 1er août 1952, la création du Fonds national suisse de la recherche scientifique. Et au cours de ses sept premières années, l'activité du Fonds fut constamment soumise à ce principe. La Société Helvétique des Sciences Naturelles fut le sol fertile, qui permit au Fonds national de se réaliser; nous n'oublierons jamais sa collaboration et l'aide qu'elle nous apporta de la part des cercles les plus divers. Si, dans tout le pays, les naturalistes ne nous avaient appuyés avec un tel enthousiasme, il ne nous aurait jamais été possible de faire approuver notre projet par le Parlement avec une unanimité qui était un signe convaincant de la maturité de notre patrie.

Après sept ans c'est un grand plaisir pour moi que de pouvoir donner rapport à l'un des cercles où s'est conçu le Fonds national et de lui faire part de nos joies et de nos succès, mais aussi de nos soucis et de nos difficultés. Je sais que votre cercle est prêt à accueillir toute considération droite et franche avec la compréhension qui caractérise le naturaliste, et c'est pour cette raison que je me réjouis de vous parler sans détours de la vie de notre organisation.

En se montrant le plus optimiste, que peut-on attendre d'un organisme tel que le Fonds national qui essaie d'encourager la recherche scientifique à l'aide de moyens financiers seulement? Nous savons tous que ces dix dernières années, dans le domaine des sciences naturelles surtout, il y a eu un développement énorme en surface et que le nombre des chercheurs dans ces branches a plus que décuplé dans le monde. En même temps que l'augmentation du personnel scientifique devient nécessaire, nous nous trouvons en face d'exigences nouvelles dans le domaine des installations techniques, d'appareils et d'instruments; un laboratoire de physique qui ne posséderait pas un appareillage de haute tension ou un équipement pour basse température, un laboratoire de biologie sans microscope électronique ou un laboratoire de chimie sans ultracentrifugeuse ne se conçoivent presque plus, vu qu'ils ne pourraient prendre part à la compétition mondiale sans ces armes. Voici pourquoi la recherche scientifique nécessite toujours plus d'argent et c'est pourquoi des organisations se créent dans tous les pays participant activement à la

recherche scientifique. Notre Fonds jouit d'une situation particulière dans le cadre de ces organisations. En effet, en tant que fondation privée il est tout à fait indépendant de l'Etat, et bien qu'il compte dans ses rangs deux représentants du Conseil fédéral, deux représentants du Parlement et le délégué aux questions atomiques, le travail de ces derniers ne consiste pas en un contrôle, mais en une orientation vivante et efficace. Cette indépendance particulière et cette liberté à l'égard des influences politiques et autres sont considérées avec envie par les organisations similaires qui, chaque jour, doivent se débattre avec ces facteurs. Le Parlement et le Conseil fédéral nous ont honorés d'une confiance pour laquelle nous ne saurions être assez reconnaissants et qui nous oblige, dans le sens le plus étroit du mot, à une administration impeccable. On peut vraiment dire avec fierté que la Suisse, qu'on accuse souvent à tort de mesquinerie et d'esprit de boutique, a accordé, en ce qui concerne cette forme d'encouragement de la recherche scientifique, une confiance exceptionnelle à ses chercheurs. Et cela m'amène à un point qui me tient très à cœur. On considère malheureusement souvent les subventions de l'Etat et les organes qui les administrent comme des vaches à lait qu'il convient de traire sans complexes, et la pensée publique considère celui qui réussit à en extraire la plus grande quantité de lait comme le plus laborieux. J'espère de tout cœur que l'attitude des savants suisses n'a rien de commun avec cette manière de penser, qui est hélas assez généralisée. Ces sommes ont été confiées par le Parlement aux savants suisses comme à une grande famille, en vue d'une administration des plus soigneuses, et le Conseil de la recherche du Fonds national, que les chercheurs suisses ont chargé d'administrer ces moyens, le fait absolument comme un père le ferait pour les membres de sa famille. Mais chaque membre de la famille est conjointement responsable de ce que l'argent mis à disposition soit dépensé avec économie et conscience. Nous voulons, en tant que famille de chercheurs, montrer chaque jour au Parlement qu'il avait raison de nous faire confiance et que nous savons dépenser avec soin et reconnaissance l'argent qui nous a été remis.

Le Conseil de la recherche, en tant qu'organe exécutif, est responsable vis-à-vis du Conseil de fondation, et dans ce forum démocratique – où est représenté l'ensemble de la science suisse – chacun a la possibilité d'exposer ouvertement ses critiques, ses craintes et les sujets qui devraient être discutés. De temps à autre paraissent dans la presse des réflexions critiques de chercheurs isolés qui ne sont pas d'accord avec tel ou tel procédé du Fonds national et qui exigent une discussion publique. Je ne leur ai pas répondu, vu que le Conseil de fondation est le forum envers lequel le Conseil de la recherche est responsable en tout temps, et vu que tout chercheur en Suisse a la possibilité d'élever la voix et d'exprimer son opinion – ainsi qu'il en a le droit – par l'intermédiaire du Conseil de fondation. L'encouragement de la science par le Fonds national n'est plus une question de critique locale ou individuelle, mais concerne maintenant toute la Suisse et ne peut être discuté valablement que par le forum national du Conseil de fondation.

Le plus grand reproche qu'on ait fait jusqu'à présent au Conseil de fondation a été qu'il dirigeait la recherche, que les chercheurs avaient perdu leur liberté et un philosophe a même été jusqu'à parler d'esclavage. Je ne voudrais pas minimiser ce reproche. On pourrait simplement dire que le Fonds national travaille selon le principe d'étudier les requêtes qui lui parviennent, de les accorder ou de les refuser et, vu qu'il n'a jamais posé une condition particulière à une recherche, on ne peut vraiment pas parler de dirigisme; en effet, chaque chercheur peut présenter sa requête de la manière qu'il préfère et même là il ne doit se plier à aucune exigence. En quoi consiste alors le dirigisme? Et pourtant, si l'on examine plus soigneusement ce reproche, on ne peut manquer de voir qu'il contient un soupçon de vérité. Même si une commission s'efforce de travailler avec un maximum d'objectivité, il est indéniable que certains projets de recherche et certaines orientations semblent avoir plus d'avenir que d'autres et qu'il est beaucoup plus facile à cette commission de traiter plus libéralement les requêtes rentrant dans cette catégorie que celles qui lui semblent vagues et peut-être même peu scientifiques. Nous sommes tous des êtres humains et l'on ne peut attendre d'une commission qu'elle reconnaisse sans autre comme telles des conceptions géniales, mais qui devancent l'esprit du temps.

Vous vous souvenez peut-être qu'en 1921 deux jeunes étudiants de Toronto, BANTING et BEST, avaient découvert l'insuline. J'ai demandé à CHARLES BEST s'il croyait que si une commission pour l'encouragement de la science – comme on en rencontre partout maintenant – avait existé à l'époque, elle aurait subventionné ce projet. Sa réponse fut catégorique: «Certainement pas, mais nous avons eu un chef, le professeur MACLEOD, qui nous a laissé faire avec bienveillance et c'était cela l'important!»

Dans la recherche scientifique, en quoi consiste la perte de liberté qui est censée avoir été occasionnée par l'activité du Fonds national? Elle se manifeste en ceci qu'un requérant voulant être certain que sa demande lui soit accordée, adaptera son projet de manière qu'il plaise à la commission compétente et abandonnera ainsi fréquemment une idée qui lui tenait spécialement à cœur en sa qualité de chercheur, mais dont il n'est pas sûr qu'elle rencontre l'approbation de la commission. Si l'on veut être tout à fait honnête, je crois qu'il faut reconnaître que, de par son existence, le Fonds national crée, sans le vouloir, une certaine dépendance de la psychologie du requérant. Il faut cependant mentionner qu'un chercheur ayant vraiment du caractère, et étant absolument persuadé de la justesse de sa voie, la suivra envers et contre tous. Dans le monde entier, le sort de toutes les entreprises de ce genre est qu'elles encouragent davantage la recherche moyenne et relativement banale que les brillantes performances des pionniers qui n'ont pas su être reconnus à temps par des commissions après tout composées non de dieux mais d'êtres humains. Il y a là matière à une réflexion également digne d'être formulée: c'est précisément le manque d'encouragement et l'opposition qui ont donné au pionnier la force de poursuivre

son plan malgré tout et de le réaliser seul, en dépit de l'opinion du monde. Je crois qu'on peut dire honnêtement qu'en Suisse le Fonds national ne sera jamais un gros obstacle pour un pionnier doté de cette force.

Le Fonds national distingue quatre formes de subventions:

1. le subside de recherche,
2. le subside de jeune chercheur,
3. le subside de publication et
4. la subvention personnelle.

Il n'y a en fait pas grand-chose à dire sur le subside de recherche, à part que durant les sept premières années de son activité, le Fonds national a donné à d'innombrables laboratoires et séminaires suisses la possibilité de réaliser, à l'aide de subventions, des projets de recherche qui appartenaient auparavant au domaine du rêve, et je suis persuadé que ces subventions ont éveillé en Suisse le courage, la confiance et la certitude de tenir correctement sa place dans le grand orchestre de la science internationale.

Des équipes de chercheurs collaborent à une tâche là où naguère la constitution d'une telle équipe aurait été impossible; l'appareillage mis à la disposition de ces chercheurs permet d'utiliser les méthodes les plus modernes, alors que précédemment le manque de moyens financiers entravait tout effort. Des manuscrits de valeur sont en cours d'impression, que nul éditeur ne pouvait accepter. Des fouilles ont été entreprises où florissaient d'anciennes civilisations. Des collections se constituent ou se complètent, et plusieurs savants voyagent dans des contrées lointaines. La confiance et l'esprit d'entreprise se raniment partout dans les foyers culturels de notre pays. La vie scientifique n'est pas l'apanage des villes universitaires seulement; elle s'éveille à nouveau, non pas passagèrement, mais d'une manière durable, dans les autres régions de la Suisse.

Environ 2000 publications scientifiques sont là comme preuves de l'activité des chercheurs subventionnés, et bien qu'elles ne puissent compter au nombre des grandes découvertes, on peut dire en toute objectivité que la moyenne en est très bonne.

Grâce à l'encouragement des jeunes chercheurs, les commissions de recherche ont eu la possibilité de gagner au travail scientifique un très grand nombre de jeunes gens, une fois leurs études terminées, et de créer ainsi un cercle de jeunes forces où l'on pourra chercher les maîtres de demain.

Jusqu'à fin 1958, 407 chercheurs ont été subventionnés par les commissions de recherche et 893 jeunes gens ont été aidés en connexion avec les travaux des bénéficiaires de subsides.

Nous avons ainsi augmenté l'armée des savants suisses d'un grand nombre de recrues, et maintenant se pose la grave question formulée, à l'époque, de la manière suivante par Payton Rous au Rockefeller Institute à New York: «Comment découvrir des découvreurs?» Lesquels de ces jeunes gens sont-ils des chercheurs vraiment doués? Seul leur

chef peut répondre à cette question, et c'est là que je voudrais lancer un appel sérieux et amical à nos collègues plus âgés. En créant le Fonds national, nous avons tous pris la responsabilité de développer et de fortifier la recherche scientifique en Suisse. Il nous incombe par conséquent d'encourager de tous nos moyens les jeunes gens ayant vraiment le feu sacré, l'intelligence et les dons qui leur permettront de devenir des chercheurs remarquables. Le plus important est l'intérêt personnel, la sympathie et une tutelle indulgente et complaisante. Cette tâche n'est pas du tout facile, car RAMÒN Y CAJAL disait déjà: «L'humilité convient peut-être aux saints, mais pas aux savants.» Un jeune homme, possédant les qualités qui font le chercheur, se distingue par une indépendance intellectuelle, un sens critique développé et un certain scepticisme à l'égard des notions établies, et cela en fait malheureusement un subordonné désagréable. Il faut beaucoup de grandeur et de générosité de la part du chef de ce gaillard malcommode pour le pousser comme élève et l'entourer de ses conseils paternels. Il est tellement plus agréable d'avoir un famulus du type de l'élève de Faust, et la tentation de se débarrasser du malcommode est grande. Si cependant nous désirons encourager le travail des pionniers dans notre pays, nous devons précisément concentrer notre intérêt et notre bienveillance paternelle sur ces jeunes gens non-conformistes. Nous devons le faire, ne fût-ce qu'en raison de la confiance que nous a témoignée le Parlement.

Le résultat le plus positif du subside de publication est qu'il a permis d'atteindre une standardisation générale et de meilleures conditions d'impression des travaux scientifiques, obtenues grâce à l'intervention du Fonds national et des négociations avec les éditeurs. Nous avons introduit le principe du subside remboursable, et l'augmentation des remboursements annuels prouve bien que la caution assumée par le Fonds national ne représente en fait aucun risque; elle n'a été prévue que pour donner aux éditeurs plus de confiance en la qualité de nos publications scientifiques. Jusqu'à présent nous pouvons donc affirmer que, dans ce domaine aussi, les résultats ont été satisfaisants. Mais toute médaille a son revers. Les éditeurs ont pris l'habitude de juger de la valeur d'une publication d'après le fait qu'elle ait été ou non subventionnée par le Fonds national. Ils refusent en partie les requêtes qui leur parviennent directement, s'imaginant à tort que seules les œuvres subventionnées par le Fonds national peuvent présenter quelque intérêt. On ne peut faire grand-chose contre cette attitude. Dans de nombreux cas il suffirait peut-être que le préavis du Fonds national soit accompagné d'une simple recommandation pour la publication. Le Fonds n'aurait pas ainsi à octroyer de subside et l'éditeur assumerait les risques lui-même. Cette proposition doit être encore étudiée.

Quatrième forme de subside, la subvention personnelle est un projet qui ne se réalisera que prochainement, lorsque les Chambres fédérales auront accordé les crédits nécessaires. Il s'agit là de la tâche la plus grande et la plus délicate que s'est fixée le Fonds, c'est-à-dire qu'il faudra maintenir les meilleurs chercheurs dans notre pays ou les rappeler

de l'étranger, afin de donner une nouvelle impulsion à la recherche scientifique. Bien que ce projet semble extrêmement attrayant à première vue, il ne faut pas oublier qu'il présentera des difficultés considérables. Sciemment ou – ce qui est pire – inconsciemment la jalousie et l'envie seront des entraves à la réalisation de ce programme.

Il ne faut pas minimiser l'importance de ces facteurs. Humainement parlant il est très compréhensible qu'un homme ayant travaillé des lustres durant dans les conditions les moins favorables, ayant déployé un renoncement personnel admirable et n'ayant jamais trouvé la moindre appréciation de ses efforts s'aigrisse en découvrant dans ses vieux jours que, par la subvention personnelle, toutes ces difficultés sont épargnées au jeune homme qu'on gâte et auquel on offre des possibilités dont son aîné n'aurait même pas rêvé; il n'est nullement surprenant que les aînés considèrent la chance des jeunes comme une pilule amère à avaler. Toutefois, les temps ainsi que les méthodes de recherche ont évolué. Alors qu'autrefois un homme pouvait se livrer tout seul à une activité de pionnier dans son cabinet d'études, il faut aujourd'hui toute une équipe de recherche; voici la raison pour laquelle nous devons à tout prix retenir ou rappeler les jeunes gens doués et leur procurer des postes de chefs d'équipes scientifiques. Il faudra tout essayer pour éviter les frictions entre la jeune génération, tellement plus chanceuse, et l'ancienne qui, sa vie durant, a dû péniblement suivre le chemin épineux de la carrière académique. Cette tâche est difficile, très difficile, mais elle en vaut la peine. Elle n'est d'ailleurs pas simplifiée par le fait que de nombreux jeunes Suisses intelligents ont des postes intéressants aux Etats-Unis, qu'ils sont habitués à des conditions de vie et à des subsides de recherche dépassant la moyenne et, que nous devons, pour les récupérer, leur offrir au moins l'équivalent.

Par ce système de rappel, nous encourons le grand danger que ceux qui avaient quitté le pays soient par la suite mieux situés que ceux qui sont restés en Suisse en se sacrifiant pour une cause, en renonçant à beaucoup d'avantages et en choisissant le chemin le moins facile. Les organes chargés de résoudre ce problème assument une immense responsabilité et il ne semble exister aucune marche à suivre pour sa solution.

Comme vous le savez, le Parlement a voté pour l'encouragement de la recherche nucléaire un crédit global de 50 millions, le plus grand qui ait jamais été voté dans notre pays pour la recherche scientifique pure. Bien que ce fait soit très réjouissant pour la physique atomique, les sciences annexes et tous les savants qui travaillent dans ce domaine, il ne faut pas oublier les soucis qu'il occasionne à ceux qui considèrent la recherche scientifique en Suisse d'une manière plus générale. Les avantages unilatéraux accordés à une discipline la rendent des plus enviables pour tous les jeunes chercheurs qui, influencés par ce puissant encouragement, se lancent dans cette voie. La jeune génération des autres disciplines se décime et il y a danger que la saturation de la physique atomique mène à l'avenir à une situation difficile, trop de jeunes gens ayant choisi cette spécialisation, alors que beaucoup d'autres domaines

manquent de renfort. Ce souci a poussé le Conseil de la recherche à présenter aux Chambres fédérales une demande d'augmentation des crédits généraux du Fonds national; le Parlement a accueilli cet appel avec compréhension. L'augmentation des crédits du Fonds national à sept millions par an nous donnerait la possibilité de nous occuper tout autant des disciplines autres que la science atomique en essayant par là d'éviter une perte d'équilibre. Nous avons l'intention d'accorder la subvention personnelle selon un procédé correspondant autant que possible à la vieille tradition académique de la nomination à une chaire. En ce qui concerne les universités cantonales, la dernière instance compétente était jusqu'à présent la direction de l'Instruction publique, pour l'Ecole polytechnique fédérale c'était son Conseil; à eux s'ajoute le Fonds national lorsqu'il s'agira de la subvention personnelle. Dans chaque cas il se fera conseiller par une commission indépendante spécialisée qui représentera le point de vue national. Je tiens particulièrement à souligner que les bénéficiaires de subventions personnelles seront mis sur le même pied que leurs collègues dans les écoles du degré universitaire correspondantes, et qu'ils doivent être intégrés organiquement dans les équipes de recherche et d'enseignement de ces écoles. Il faut tout faire pour que dans notre pays ne se forme pas une catégorie de chercheurs ayant un statut différent des savants incorporés à l'université qui les occupe.

Le Conseil de la recherche accorde toujours une attention particulière au problème des petites universités, qui exige beaucoup de souplesse et de tact. Je ne puis encore dire si nous sommes arrivés, ces sept premières années, à alléger le sort des petites universités et à donner courage, confiance et espoir à leurs chercheurs. Mais on peut dire en toute honnêteté que l'intention de soigner particulièrement les petites universités exista d'une manière exprimée ou inexprimée lors de chacune des 76 séances du Conseil de la recherche.

Malgré le très grand respect dû à la structure fédéraliste de nos écoles suisses du degré universitaire, je ne puis m'empêcher de croire qu'il faudrait discuter tout à fait ouvertement la question de savoir si nous pouvons continuer l'ancien chemin, bien que l'on puisse déjà prévoir le futur développement de la recherche scientifique; ou ne serait-il pas plus indiqué de chercher là aussi de nouvelles méthodes, afin de pouvoir concourir avec l'étranger ?

On fait actuellement, dans le domaine de la physique, des efforts très sérieux et réjouissants pour créer une communauté des physiciens romands, et pour organiser rationnellement le travail scientifique dans le cadre de cette communauté.

Il me semble que cet exemple, même s'il en est encore à ses débuts, devrait être le prélude à la formation d'autres groupes et les chercheurs s'occupant d'une même discipline devraient se réunir, en vue de l'organisation de leur travail, sur le sol suisse. Les problèmes de la recherche sur les virus, sur les protéines, de même que dans d'autres domaines de ce genre, seraient mûrs pour une fusion des centres de recherche intéressés

en vue d'une grande communauté suisse de travail, qui n'entraverait aucunement la liberté de mouvement de chacun mais qui veillerait à sauvegarder une coordination aussi rationnelle que possible en ce qui concerne la gestion des sommes accordées. Vue de l'étranger, la Suisse est un territoire extrêmement petit, et bien que nos écoles suisses du degré universitaire puissent être fières de leurs traditions, il ne faut pas perdre de vue que le voyage de Bâle à Zurich ou de Lausanne à Genève réclame moins de temps que le trajet d'un physicien de son appartement londonien à son laboratoire! Le Fonds national serait bien heureux si, au lieu de devoir procurer un réacteur à chaque ville, il pouvait payer aux physiciens des abonnements de train leur permettant de faire les voyages aller et retour de leur domicile aux réacteurs existant déjà. Les frais équivaudraient à un centième (voir texte) et la coopération de même que l'atmosphère scientifique résultant d'une telle organisation seraient merveilleuses! Pardonnez-moi ces considérations utopiques, je sais qu'elles sont irréalisables, mais elles sont si attrayantes!

On m'a posé toute une série de questions très intéressantes, et je voudrais me permettre d'y répondre:

1. On m'a demandé si le Fonds national pourrait subventionner des travaux de recherche de géographes suisses n'appartenant pas au corps professoral universitaire, à condition qu'ils s'engagent à faire rapport sur les résultats obtenus lors de l'Assemblée générale de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Il est facile de répondre à la première partie de cette question. Le Fonds national est prêt à soutenir tout projet de recherche sérieux et dont l'auteur offre toute garantie quant à une administration consciencieuse, qu'il appartienne ou non à une université. S'il appartient à une université, sa requête peut nous parvenir par le canal de la Commission de recherches de cette université; dans le cas contraire, il peut s'adresser aux commissions de recherche de la Société Helvétique des Sciences Naturelles ou d'une autre institution scientifique, selon sa spécialité, ou nous la présenter directement. Je ne crois pas qu'on puisse obliger l'intéressé à soumettre un rapport à l'assemblée de la Société Helvétique des Sciences Naturelles; il faut lui laisser la liberté de choisir de quelle façon il désire publier le résultat de ses découvertes scientifiques. Le Fonds national ne veut et ne peut poser de telles conditions à l'octroi d'un crédit.

2. On m'a cité aussi les phrases suivantes «Qui paye commande. – C'est la science qui bénéficie des sommes, mais c'est l'Etat qui les octroie, c'est donc ce dernier qui commande. – L'Etat propose l'asservissement par la force, la science la liberté par la vérité. Les faire coopérer implique une contradiction». On m'a demandé ce qu'on avait fait pour parer à ce danger.

Pour répondre à cette question, j'aimerais me référer aux conditions toutes particulières qui existent en Suisse. Notre petit pays démocratique a très peu d'aspirations à la puissance et les tendances de nos autorités à se servir de la science dans des buts politiques sont pratiquement inexistantes. Indépendamment de cela, chaque Etat a aussi une mission

culturelle à accomplir et nous avons en la personne de Monsieur le Conseiller fédéral Etter un garant éminent de notre pleine liberté. C'est lui qui a exprimé le désir que le Fonds national soit libre, et nous pouvons dire avec fierté qu'en Suisse l'Etat donne de l'argent mais n'essaie en aucune façon d'imposer son influence.

3. Un troisième interlocuteur veut savoir si les musées ne pourraient avoir les mêmes facilités que les commissions de recherches du Fonds national qui disposent de certains fonds pour les subsides qu'elles attribuent directement. En ce qui concerne les jeunes chercheurs surtout, les musées auraient la possibilité de recruter de nouveaux éléments actifs.

Cette question prouve que, malgré de nombreuses publications, la structure du Fonds national n'est pas encore assez connue. Les commissions de recherche de la S.H.S.N. – dans le domaine des sciences exactes – et de la Société suisse des Sciences morales – dans le domaine des sciences morales – seraient certainement disposées à traiter directement des requêtes de ce genre présentées par les musées pour autant quelles concernent l'encouragement des jeunes chercheurs et – lorsqu'il s'agit de projets de recherche – de les transmettre avec préavis au Conseil national. La route est déblayée, il s'agit maintenant de l'utiliser!

4. Enfin, on nous propose encore la création d'un dictionnaire de terminologie – une terminologia comparata – pour tout ce qui concerne les sciences naturelles. Il s'agit d'une suggestion qui semble des plus heureuse vu la confusion babylonienne qui existe dans plusieurs disciplines. Si un groupe d'éditeurs présentait un projet bien conçu je suis presque certain qu'il rencontrerait l'approbation du Conseil de la recherche. Mais, là aussi, l'initiative doit provenir des savants et non du Fonds national. On pourrait peut-être lui reprocher cette attitude passive; il lui est cependant plus facile d'accepter cette critique que le reproche de vouloir s'imposer comme dictateur de la science en Suisse.

Par ces indications, j'ai essayé de vous donner un aperçu de nos réflexions, de nos joies et de nos soucis. La collaboration amicale du Conseil de la recherche au cours de ces sept années est l'une des choses les plus belles auxquelles il m'ait été donné de contribuer et je voudrais, ici aussi, remercier ses membres pour cette activité qui leur a occasionné des jours et des nuits de travail acharné et lourd de responsabilités. Nous sommes heureux de constater que les dépenses administratives de notre Fonds sont – en proportion du budget général – bien plus modestes que celles de n'importe quelle fondation à l'étranger. Ceci n'a pu être réalisé que grâce au travail enthousiaste et désintéressé du secrétariat. Nous sommes aussi fiers de pouvoir dire que, jusqu'à présent, un tiers des moyens du Fonds national a été consacré aux recherches dans les sciences morales et que nous sommes, par ce pourcentage à la tête de toutes les autres fondations du monde. Ceci est dû surtout à la personnalité supérieure du professeur WERNER NÄF, dont le décès a laissé un vide que rien ne saurait combler. La science suisse lui doit une extrême reconnaissance pour la manière noble et généreuse dont il jugeait de toutes les questions se rapportant aux sciences morales.

Je suis chaque fois agréablement surpris, lors de mes rencontres avec les membres des commissions des Chambres ou les représentants du Conseil fédéral, de voir quelle confiance nous accordent ces organes officiels. Puisse l'idée que les moyens du Fonds national sont un bien commun, qui appartient à tous les savants suisses, dont ces derniers sont responsables, prendre de plus en plus pied dans notre pays et être ainsi la garantie la plus sûre que les sommes considérables qui nous sont confiées sont employées judicieusement et administrées avec soin et conscience. C'est par cette attitude que nous, savants suisses, pouvons le mieux remercier notre gouvernement de la confiance pratiquement illimitée qu'il nous accorde et envisager avec fierté et enthousiasme les futures réalisations de la science suisse, qui doit faire honneur à une ancienne et belle tradition.

# Möglichkeiten und Grenzen der kernphysikalischen Forschung

Prof. Dr. P. HUBER, Basel

Trotz der enormen Anstrengungen, die der Klärung des Kernbaus seit den dreißiger Jahren dienten, seither mit unverminderter Intensität andauern und heute auf weltweiter Basis fortgeführt werden, ist das wichtigste Problem dieses Hauptzweiges der Physik keineswegs gelöst. Es zeichnet sich sogar noch kein Weg ab, der eine Klärung herbeizuführen vermöchte. Ungeachtet der großen Forschungserfolge sind wir nach wie vor im tiefen Nebel der Verständnislosigkeit befangen. Wir wissen nicht, und das ist seit Beginn die große Unbekannte, welcher Natur die Kräfte sind, die Neutronen und Protonen so stark in den Kernen zusammenhalten. In der Unwissenheit bezüglich der Kernkräfte unterscheidet sich die Kernphysik grundsätzlich von andern physikalischen Forschungsgebieten, wie Festkörperphysik oder Atomphysik. Die uns bekannten Kräfte, die Gravitationskraft einerseits, die für die Mechanik und viele tägliche Prozesse bedeutungsvoll ist, und die elektrischen Kräfte anderseits, die den Atombau, chemische Vorgänge und die Festkörperphysik regeln, müssen für den Kernbau ausgeschlossen werden, denn ihre Kleinheit genügt keineswegs zur Erklärung der gewaltigen, den Kern zusammenbindenden Kräfte. Denken wir zum Beispiel an das faszinierende Gebiet der künstlichen Erdsatelliten, so läßt sich aus der Gravitationskraft, den auftretenden Reibungskräften und den Anfangsbedingungen der Lauf dieser künstlichen Himmelskörper berechnen. Wäre aber die Gravitationskraft unbekannt, stünden wir einem ähnlichen Problem gegenüber wie es der Atomkern uns darbietet. Vorhersagen wären unmöglich. Alle Details müßten durch spezielle Untersuchungen gefunden werden, wie dies für Wechselwirkungen der Nukleonen heute noch notwendig ist. Das ausgedehnte Wissen über Bindungsenergien, Kernstrukturen, Reaktionen wie Fusion, Atomkernspaltungen oder Streuprozesse, ist auf Grund einzelner Forschungen gefunden worden. Aus Massenbestimmungen der Kerne und der Kenntnis der Nukleonenmassen war es möglich, die Kernbindungs-

energien anzugeben, die aussagen, daß die mittlere Bindungsenergie pro Nukleon zirka 8 MeV beträgt. Ebenfalls lassen sich aus Massenbestimmungen Energietönungen von Reaktionen berechnen. Detaillierte Studien von Reaktionsprodukten als Funktion der einfallenden Geschoßenergie ermöglichten, Kernzustände der betreffenden Zwischenkerne zu ermitteln. Die in vielen Aspekten so unglaublich wichtig gewordene Kernspaltung war nicht mit Hilfe von Grundlagenkenntnissen voraussagbar, sondern mußte experimentell in allen Einzelheiten erschlossen werden. Diese Situation ist immer noch typisch für die Kernphysik, und viele Nichtfachkreise mögen durch die große Zahl der entdeckten Erkenntnisse der Meinung sein, die gegenwärtige Forschung gälte nur mehr noch einem weiteren Ausbau, und doch ist das Zentralproblem nach wie vor in Dunkel gehüllt. Die Situation ist vollständig analog derjenigen auf dem Sektor der chemischen Elemente, bevor die Quantentheorie und das Pauliprinzip Bestandteile unseres Wissens waren, oder der Himmelsmechanik vor der Entdeckung des Gravitationsgesetzes. Aber selbst die vollständige Kenntnis der Kraft, die zwischen zwei Nukleonen existiert, wäre noch nicht ausreichend, um das Verhältnis einer Gesamtheit von Protonen und Neutronen exakt zu berechnen. Da es sich hier um ein Mehrkörperproblem handelt, bestünde die Aufgabe darin, Näherungsrechnungen zu finden, die das exakte, aber unlösbare Problem zu einem lösbaren machen, dessen Lösung aber den Sachverhalt nicht ganz richtig wiedergäbe. Hieraus erhellt die Bedeutung der kernphysikalischen Forschung. Es geht um nichts Geringeres als um die Erfassung einer dritten Fundamentalkraft, die für den Zusammenhalt der Kerne verantwortlich ist. Wenn wir uns in Erinnerung rufen, welche Bereicherung das naturwissenschaftliche Wissen und welchen Nutzen die Praxis durch die Gravitationskraft und die elektrischen Kräfte erfahren haben, so vermögen wir uns auszumalen, vor welcher inhaltsreichen Aufgabe die kernphysikalische Forschung steht.

Auf diesem Hintergrunde ist es klar, daß heute ein so großer Teil der Forschung kernphysikalischen Arbeiten gewidmet wird. Daß unser Land hier regen Anteil nimmt, ist ein gutes Zeichen. Manche Kritiker unserer Verhältnisse huldigen zwar der Ansicht, es müßte mehr Forschungsarbeit der Hochschulen anderen Gebieten zukommen, die der wirtschaftlichen Entwicklung unseres Kleinstaates wesentlich geeignetere und industriell unmittelbar ausnützbare Ergebnisse liefern würden. Diese Ansicht taxiert aber die Grundlagenforschung an den Hochschulen als Zweckforschung und mißt sie nach kommerziellen Maßstäben. Dadurch würde die freie Forschung so eingeengt, daß ihre wichtigste Funktion, ins Neuland der unbekannten Natur vorzustoßen und dem menschlichen Geiste Unbekanntes zu offenbaren, verlorenginge. Dies soll nicht heißen, daß alle bei uns aufgenommene Aktivität auf dem Gebiete der Kernphysik unterstützungswürdig ist. Die vermehrt zur Verfügung stehenden Mittel auf diesem Felde haben ab und zu nur eine wissenschaftliche Betriebsamkeit gefördert ohne Intensivierung der wirklichen Forschungsarbeit.

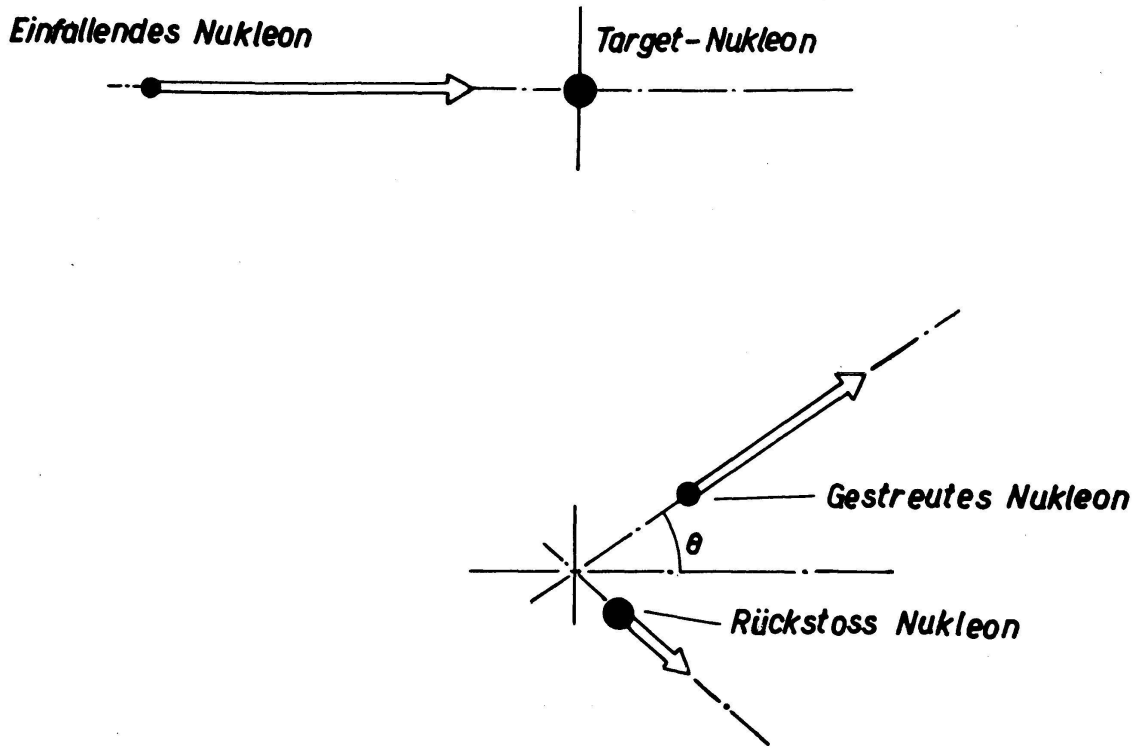



Fig. 1
Streuexperiment. Die Richtungsverteilung des gestreuten Nukleons wird in Funktion des Streuwinkels $\Theta$ gemessen

Die dargelegte Situation bringt es mit sich, daß die kernphysikalische Forschung neben theoretischen Arbeiten ganz wesentlich experimenteller Untersuchungen bedarf. Um aus Kernen, deren mittlere Bindungsenergie pro Nukleon zirka 8 MeV beträgt, einzelne Kernteilchen abzuspalten, braucht es mindestens Energien dieser Größenordnung. Praktisch werden atomare Geschosse zur Zerlegung von Kernen benützt, die mit Hilfe von Beschleunigungsanlagen, wie Kaskadengenerator, Van de Graff oder Zyklotron, auf genügend hohe Geschwindigkeit gebracht werden. Man bezeichnet den Energiebereich, für den die beschleunigten Teilchen aus den Kernen Nukleonen oder Agglomerate davon abspalten, ohne daß sie neue Partikel, wie Mesonen, Hyperonen oder Antinukleonen, zu erzeugen vermögen, als die Kernphysik kleiner und mittlerer Energien. Dieser Bereich reicht bis zirka 100 MeV. Die Hochenergie-Kernphysik dagegen beschäftigt sich mit Reaktionen, bei denen neue Elementarteilchen auftreten, Vorgänge, die zuerst mit Hilfe der kosmischen Strahlung entdeckt wurden.

Auf der Stufe der Kernphysik kleiner Energien steht einmal das Problem der Wechselwirkungen zweier Nukleonen im Vordergrund. Aus solchen Studien hofft man, wesentliche Eigenschaften der Kernkräfte kennen zu lernen. Wichtige Informationen liefern hier sogenannte Streuexperimente, für die Nukleonen verschiedener Energien auf Targetnukleonen geschossen und ihre Intensitäten in Funktion des Streuwinkels gemessen werden (Fig. 1). Resultate solcher Messungen ergeben

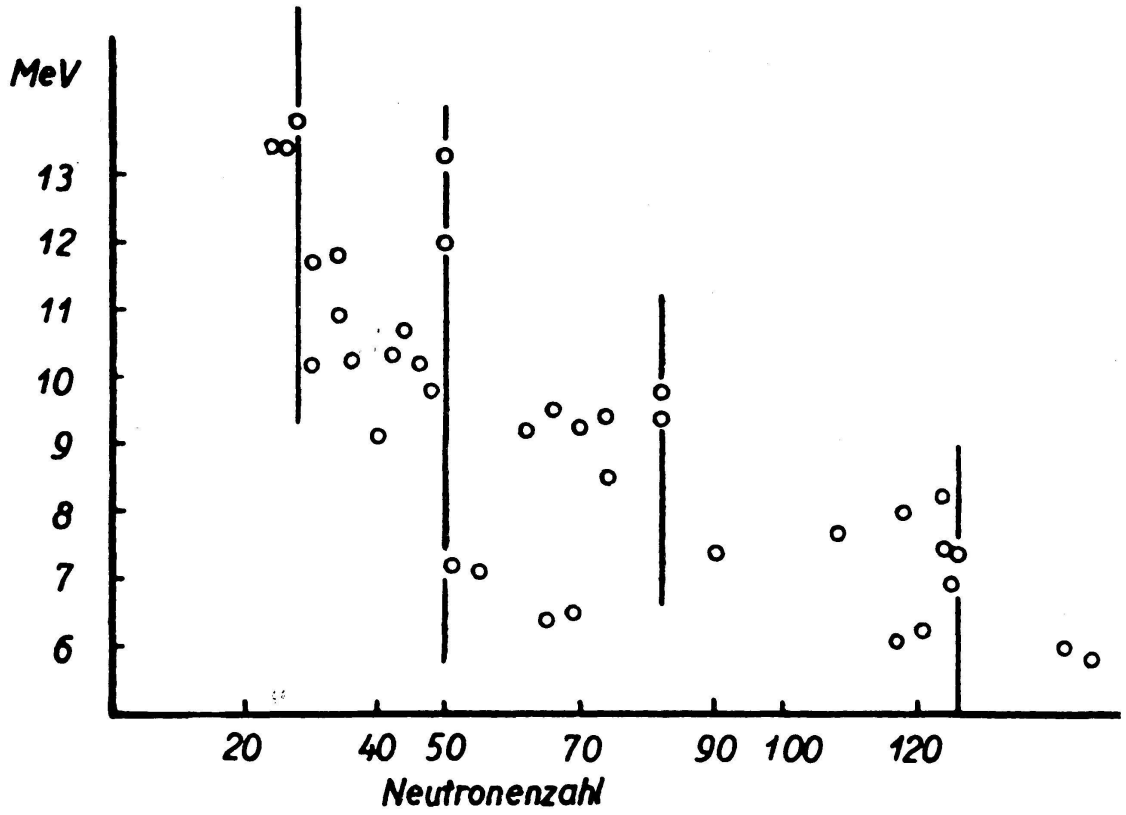



Fig. 2
Bindungsenergie pro Nukleon eines Kernes in Abhängigkeit der Neutronenzahl. Bei den magischen Zahlen 50, 82 und 126 zeigt sich eine erhöhte Bindungsenergie/Nukleon (Erg. d. exakt. Naturwissenschaften, Bd. 26)

die große Stärke und die kurze Reichweite der Kernkraft, die dafür verantwortlich ist, daß die Nukleonen nur innerhalb Distanzen von einigen $10^{-13}$ cm aufeinander anziehend wirken, im Gegensatz zum Beispiel zu den auf große Distanzen spürbaren elektrischen Kräften. Neben dem Studium dieser Einteilchen-Wechselwirkungen, die die elementare Wechselwirkung in der nuklearen Materie darstellen, waren es statistische Untersuchungen, die wertvolle Kenntnisse der Kerne vermittelten. Hier steht nicht mehr die Wechselwirkung zwischen zwei Nukleonen im Vordergrund, sondern viele Kernzustände sind für das Geschehen verantwortlich. Interessante Kerneigenschaften fand man aus solchen Untersuchungen, die das Verhalten von Nukleonenkomplexen kennzeichnen.

Aus den mannigfaltigen kernphysikalischen Ergebnissen möchte ich drei typische Gebiete erwähnen, die wichtige Züge der Kernmaterie aufweisen. Es sind dies die Schalenstruktur des Kerns, die Kernspaltung und Neutronenwirkungsquerschnitte.

*1. Schalenstruktur.* Eine der interessantesten Feststellungen der neueren Forschung ist die Schalenstruktur des Atomkernes mit den magischen Zahlen 2, 8, 20, 50, 82 und 126. Magisch nannte man diese Zahlen, weil mit ihnen spezielle Eigenschaften von Kernen verbunden sind, deren Ursache zunächst rätselhaft blieb. Eindeutig erwiesen ist die erhöhte

Stabilität von Kernen, die entweder in der Protonen- oder Neutronenzahl magisch sind (Fig. 2). Sie entspricht einer geschlossenen Schale der betreffenden Nukleonen. Eine Analogie mit den geschlossenen Elektronenschalen in der Atomhülle der Edelgase drängt sich auf.

MARIA MAYER[1] und unabhängig von ihr HAXEL, JENSEN und SUESS[2] konnten zeigen, daß für die magischen Zahlen geschlossene Nukleonenschalen auftreten, wenn die Nukleonen sich unabhängig in einem von den anderen Nukleonen erzeugten Kernpotential von bestimmter Form bewegen und zusätzlich einer starken Spin-Bahnkopplung unterworfen sind. Dies bedeutet, daß die Energie des betreffenden Nukleons in starkem Maße vom Bahndrehimpuls und seiner Orientierung zum Spin abhängt. Damit wird jedes Kernniveau in deren zwei aufgespalten, und wegen der Abhängigkeit der Aufspaltungsenergie vom Bahndrehimpuls entstehen Gruppen von Kernniveaus, die energetisch deutlich von den Nachbargruppen getrennt sind, was einem Schalenaufbau des Atomkernes gleichkommt. Diese Annahme der Spin-Bahnkopplung ermöglichte es neben der Klärung der magischen Zahlen, eine unerwartet große Anzahl von Kerndaten zu deuten, wie die Spins, magnetische Momente, Paritäten der meisten Grundzustände mit ungerader Massenzahl und weitere Eigenschaften von Kernniveaus. Das Schalenmodell erwies sich als großer Erfolg.

*2. Kernspaltung.* Bedarf die Schalenstruktur zu ihrer Erklärung eines Einteilchenmodells, so ist für das Verständnis der Kernspaltung eine ganz andere Konzeption der Kernmaterie nötig. Es ist das Tröpfchenmodell von N. BOHR, das eine starke gegenseitige Kopplung aller Nukleonen postuliert. Zwei große Linien weisen heute den Weg für die Entwicklung von Kernmodellen: Kernmodelle mit starker Wechselwirkung, die den Kern als eine Ansammlung von eng gekoppelten Teilchen behandelt, und Einteilchenmodelle, die den einzelnen Nukleonen eine ziemlich individuelle Bewegungsfreiheit einräumen im Feld der übrigbleibenden Kernmaterie. Beide Modelle liefern für gewisse Aspekte des Verhaltens der Kerne zutreffende Aussagen, und es zeigt sich hier eben, wie kompliziert es ist, eine einheitliche Kerntheorie zu finden, die imstande wäre, alle Kerneigentümlichkeiten wiederzugeben. Das Tröpfchenmodell ist wohl das einfachste unter den heutigen Kernmodellen. Die Grundannahme besteht darin, daß die mittlere freie Weglänge der Nukleonen in der Kernmaterie klein ist gegenüber den Kerndimensionen. In diesem Sinn verhält sich der Kern wie ein makroskopisches Flüssigkeitströpfchen, für das die mittlere freie Weglänge der Flüssigkeitsmoleküle klein ist gegenüber dem Tropfendurchmesser. Dieses Modell scheint im Hinblick auf die starken und kurzreichweitigen Kernkräfte evident, und es entspricht auch der Erfahrungstatsache, daß mit Ausnahme der leichtesten Kerne die Dichte und die mittlere Bindungsener-

---

[1] M. MAYER, Phys. Rev. 74, 235, 1948.
[2] HAXEL, JENSEN und SUESS, Naturwiss. 35, 376, 1948.

gie pro Nukleon praktisch konstant bleibt. Mit diesem Modell war es BOHR und WHEELER möglich, die wesentlichen Eigenschaften der Kernspaltung aufzuklären. Feinere Details, wie der Zerfall in eine leichtere und eine schwerere Gruppe, und speziellere Eigenschaften der Kernstruktur vermag es nicht zu bestimmen.

Mit der Entdeckung der Kernspaltung im Jahre 1939 durch HAHN und STRASSMANN und der wenige Monate darauf von JOLIOT und seinen Mitarbeitern gefundenen Tatsache, daß bei der Spaltung des Urankernes ebenfalls Neutronen entstehen, hat bekanntlich eine folgenschwere und inhaltsreiche Entwicklung ihren Anfang genommen. Wir stehen heute wohl erst am Anfang aller dieser Auswirkungen, die ja Ausstrahlungen erzeugen, die weit über das engere Forschungsgebiet der Physik hinausreichen. Die Spaltung des Urans 235 in zwei Bruchstücke, die bei Bestrahlung mit langsamen Neutronen entsteht, kann wie folgt beschrieben werden:

$$U_{92}^{235} + n_0^1 \rightarrow U_{92}^{236} \rightarrow X_Z^A + Y_{Z'}^{A'} + 2{,}5\,n$$

Es zeigt sich, daß dieser Kernzerfall auf sehr viele Arten möglich ist, wobei sich eine Gruppe von leichteren (X) und eine Gruppe von schwereren Kernen (Y) bildet. Die eine Gruppe umfaßt Kerne mit der Massenzahl 80 bis 108, die andere von 127 bis 154 (Fig. 3). Am häufigsten entstehen die beiden Bruchstücke mit den Massenzahlen 95 und 139, und zwar in 6% aller Fälle. Es sind bisher mehr als 80 Zerfallsprodukte nachgewiesen worden, so daß mindestens 40 verschiedene Zerfallsmöglichkeiten existieren. Bezüglich des Zerfalls zeigen $U^{235}$ und $U^{238}$ einen wesentlichen Unterschied, indem nur $U^{235}$ mit thermischen Neutronen eine Spaltung vollführt. Dies hängt damit zusammen, daß für den Spaltprozeß eine Aktivierungsenergie notwendig ist. Man kann das anhand des Tröpfchenmodells sehr schön verstehen. Im Ausgangszustand ist der Tropfen kugelförmig. Durch eine kleine Anregung wird er zu einem Ellipsoid deformiert. Wenn keine weitere Anregung erfolgt, bringen die Oberflächenkräfte den Tropfen wieder in die ursprüngliche Form zurück. Erfolgt aber eine größere Anregung, so wird das Tröpfchen noch mehr deformiert, und es kommt der Moment, in dem die abstoßenden Coulombkräfte zwischen den beiden Tropfenteilen größer sind als die Oberflächenkräfte. Dann erfolgt die Spaltung. Man kann den Vorgang auch so darstellen, daß man sagt, es müsse zuerst ein Potentialberg überwunden werden, bevor die Bruchstücke sich voneinander trennen.

*3. Neutronen-Wirkungsquerschnitte.* Als letztes Beispiel seien Messungen über Neutronen-Wirkungsquerschnitte angeführt. Es handelt sich hier um die Bestimmung von totalen und differentiellen Querschnitten. Neutronen sind für die Erforschung von Kerneigenschaften ideale Objekte, da sie im Gegensatz zu Protonen beim Eindringen in die Kerne keine Coulombsche Abstoßungskraft erleiden. Sie erfahren ausschließlich Wechselwirkungen mit dem Atomkern und sind daher

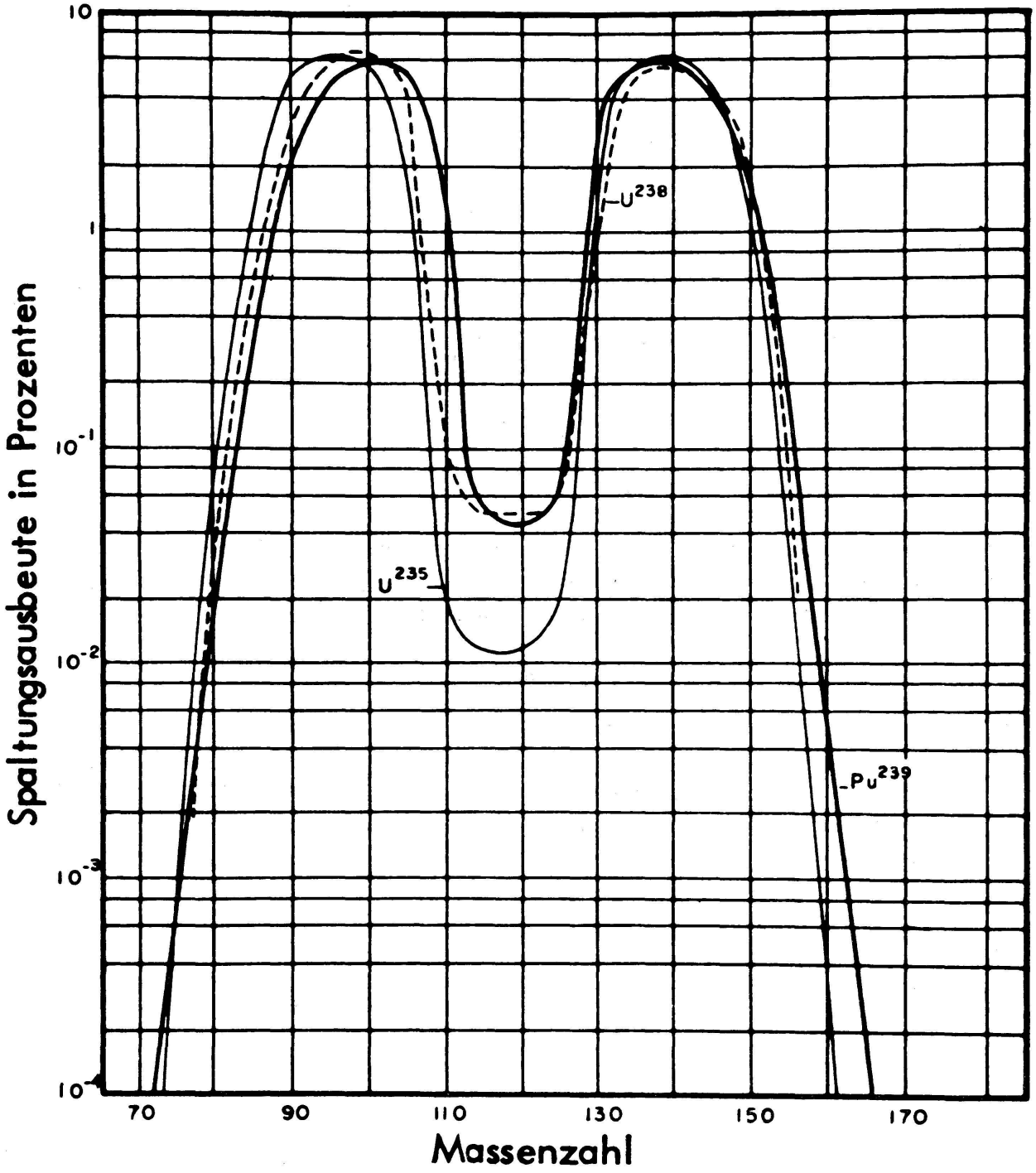



Fig. 3 Häufigkeit der entstandenen Massenzahlen bei der Spaltung von $U^{235}$, $U^{238}$ und $Pu^{239}$

ausgezeichnete Sonden für seine Strukturaufklärung. Der Vorzug der Ladungsfreiheit bringt aber auch eine gewisse Erschwerung für den mit Neutronen hantierenden Physiker, was jeder kennt, der einmal mit diesen Partikeln gearbeitet hat. Sie lassen sich außerordentlich schwierig abschirmen. Feine ausgeblendete Neutronenstrahlen herzustellen, wie dies bei Protonen, Deuteronen und $\alpha$-Teilchen gelingt, ist ausgeschlossen. Die Auseinandersetzung mit dem Neutronenuntergrund gehört daher zum täglichen Brot des Neutronenphysikers.

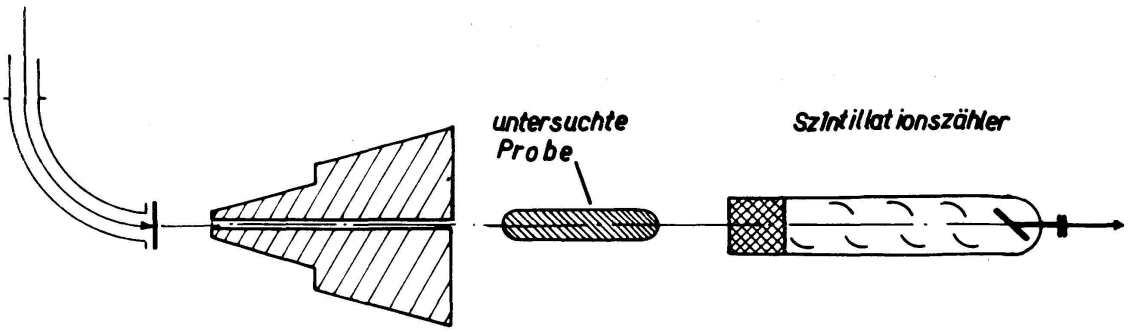



Fig. 4
Anordnung für die Bestimmung von totalen Neutronenquerschnitten mit Hilfe eines Transmissionsexperimentes

Der totale Neutronenwirkungsquerschnitt schließt alle Kernwechselwirkungen ein, die aus einem parallelen Neutronenbündel Neutronen ausscheiden. Zu seiner Messung wird die sogenannte Transmissionsmethode benützt. Sie besteht darin, daß die Schwächung eines Neutronenbündels beim Durchgang durch die zu untersuchende Materialprobe gemessen wird (Fig. 4). Ist die Intensität des Bündels ohne Absorber $I_0$, mit Absorber I und besitzt der Absorber $n$ Kerne pro Volumeinheit und eine Länge $x$, so gilt:

$$I = I_0 e^{-n\sigma x}$$

wobei $\sigma$ den totalen Querschnitt angibt. Bei dieser Messung müssen aber ganz wichtige Korrekturen für den Untergrund angebracht werden, die die Arbeit wesentlich erschweren.

Figur 5 stellt die Messung des totalen Querschnittes des Stickstoff-Isotops $N^{15}$ dar, wie er in Basel[1] bestimmt wurde. Es zeigt sich in dem

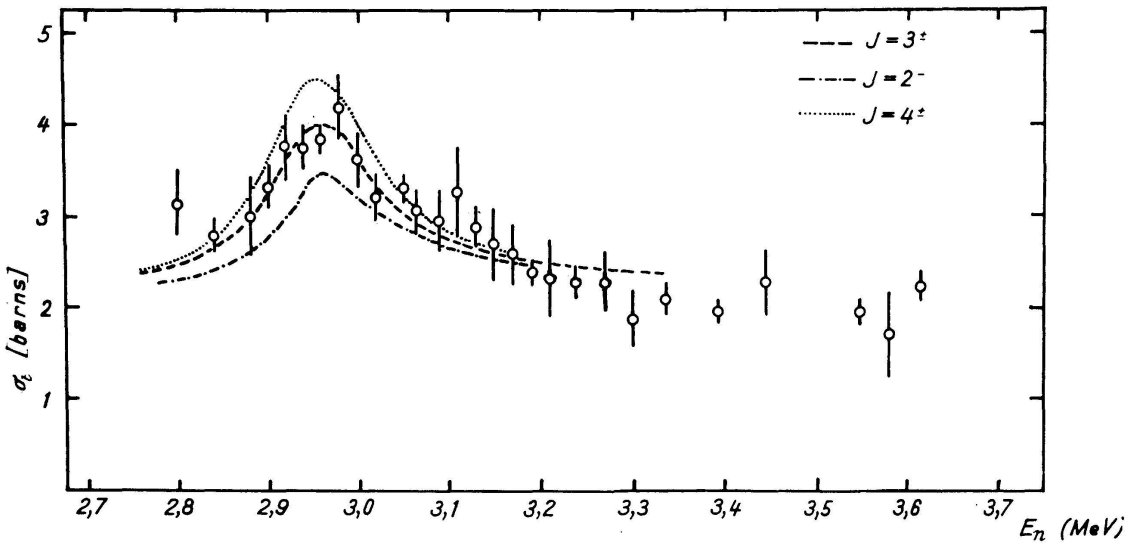



Fig. 5 Totaler Neutronenquerschnitt für das Stickstoff-Isotop $N^{15}$

[1] Schellenberg, Baumgartner, Huber und Seiler, HPA Bd. XXXII, 357, 1959.

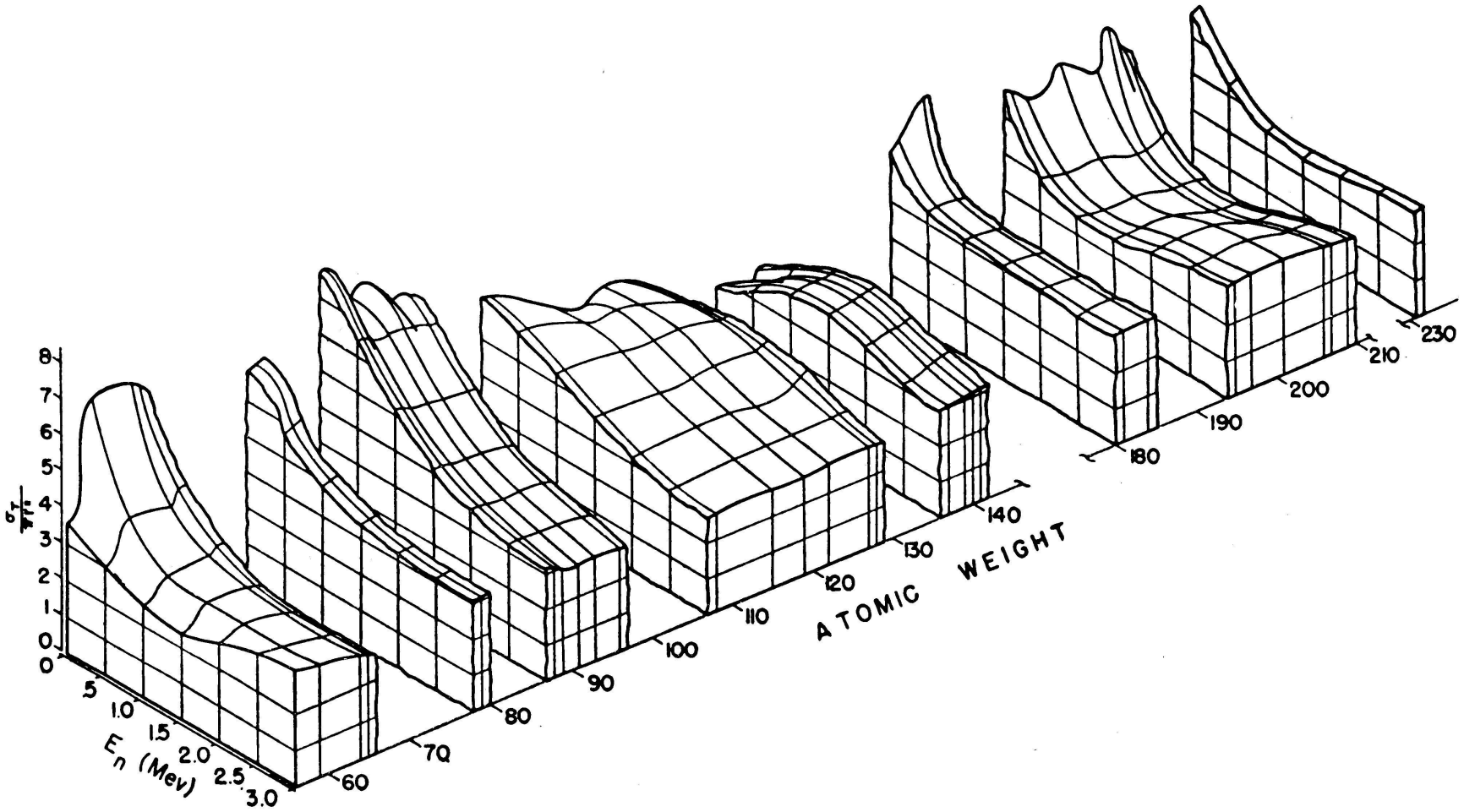



Fig. 6 Totaler Neutronenquerschnitt für verschiedene Massenzahlen und Neutronenenergien $E_n$ (BARSCHALL und Mitarbeiter)

untersuchten Energieintervall eine breite Resonanz, eine typische Erscheinung solcher Messungen. Je nach der Art des angeregten Niveaus erscheinen breitere oder schmälere Resonanzen. Figur 6 gibt Meßresultate von BARSCHALL[1] und Mitarbeitern über totale Querschnitte an einer großen Zahl von Elementen wieder für Energien von einigen keV bis zu 3 MeV. Ausgeprägte Resonanzen, die von individuellen Eigenschaften spezieller Kerne herrühren, sind bei der Darstellung weggelassen worden, um den allgemeinen Charakter des Querschnittverlaufes herauszuheben. Die theoretische Deutung dieser Messungen war besonders interessant, weil sie zeigte, daß der Kern für schnelle Neutronen nicht vollständig undurchsichtig ist, wie frühere Berechnungen annahmen und was auch den Vorstellungen des Einteilchenmodelles nicht entspricht. Die Erfolge der Schalentheorie beruhten gerade auf der Einsicht, daß der Energieaustausch zwischen den Nukleonen im Kern stark beschränkt ist. Diese Annahme wurde nun ebenfalls in die Theorie für den totalen Wirkungsquerschnitt aufgenommen, so daß der Kern etwas durchsichtig wird für einfallende Nukleonen. Das so entstandene Modell ist das optische Kernmodell. Die nach ihm berechneten totalen Neutronenquerschnitte stimmen qualitativ gut mit den experimentellen Ergebnissen überein.

Neben dem totalen Streuquerschnitt ist auch die Kenntnis des differentiellen Querschnittes für die Klärung von Kernniveaus von größtem Interesse. Hier geht es um die Frage, wie die Winkelverteilung der gestreuten Neutronen gegenüber dem einfallenden Neutronenstrahl aussieht. Figur 7 zeigt differentielle Neutronenquerschnitte von $He^4$, wie sie in Madison (USA) und Basel gemessen wurden[2]. Auf der Abszisse ist der Cosinus des Streuwinkels, auf der Ordinate der entsprechende Querschnitt aufgetragen. Man erkennt: bei Neutronenenergien unter 1,4 MeV zeigt sich eine ausgeprägte Rückwärtsstreuung ($\cos\,\theta = -1$, $\theta = 180^{\circ}$). Bei höheren Energien dagegen wird die Vorwärtsstreuung überwiegend. Vergleicht man diese Ergebnisse mit solchen der Protonenstreuung an Helium, ergibt sich die wichtige Tatsache, daß bezüglich der Kernkräfte beide Teilchen sich gleich verhalten.

Mit diesen wenigen Beispielen versuchte ich, Ihnen aus den Ergebnissen der Kernphysik kleiner Energien eine Auswahl darzubieten, um damit die Arbeitsweise dieser Forschungsrichtung aufzuzeigen. Zur Ergänzung sollen nun zwei Beispiele aus der Hochenergiephysik kommen. Hier handelt es sich in erster Linie um ein Studium der Eigenschaften der Elementarteilchen. Das Proton, ein typisches Elementarteilchen, besitzt eine elektrische Ladung, bestimmbar durch Messung der elektrostatischen Kraft zwischen zwei Protonen. Wenn ein Proton eine außerordentlich hohe Beschleunigung erfährt, emittiert es $\pi$- und K-Mesonen. Im Gegensatz zur elektromagnetischen Strahlung, die bei weniger hohen Beschleunigungen emittiert wird, besitzt die mesonische Strahlung eine

---

[1] BARSCHALL, Phys. Rev. 86, 431, 1952.

[2] HUBER und BALDINGER, HPA 25, 435, 1952.
STRIEBEL und HUBER, HPA 30, 67, 1957.

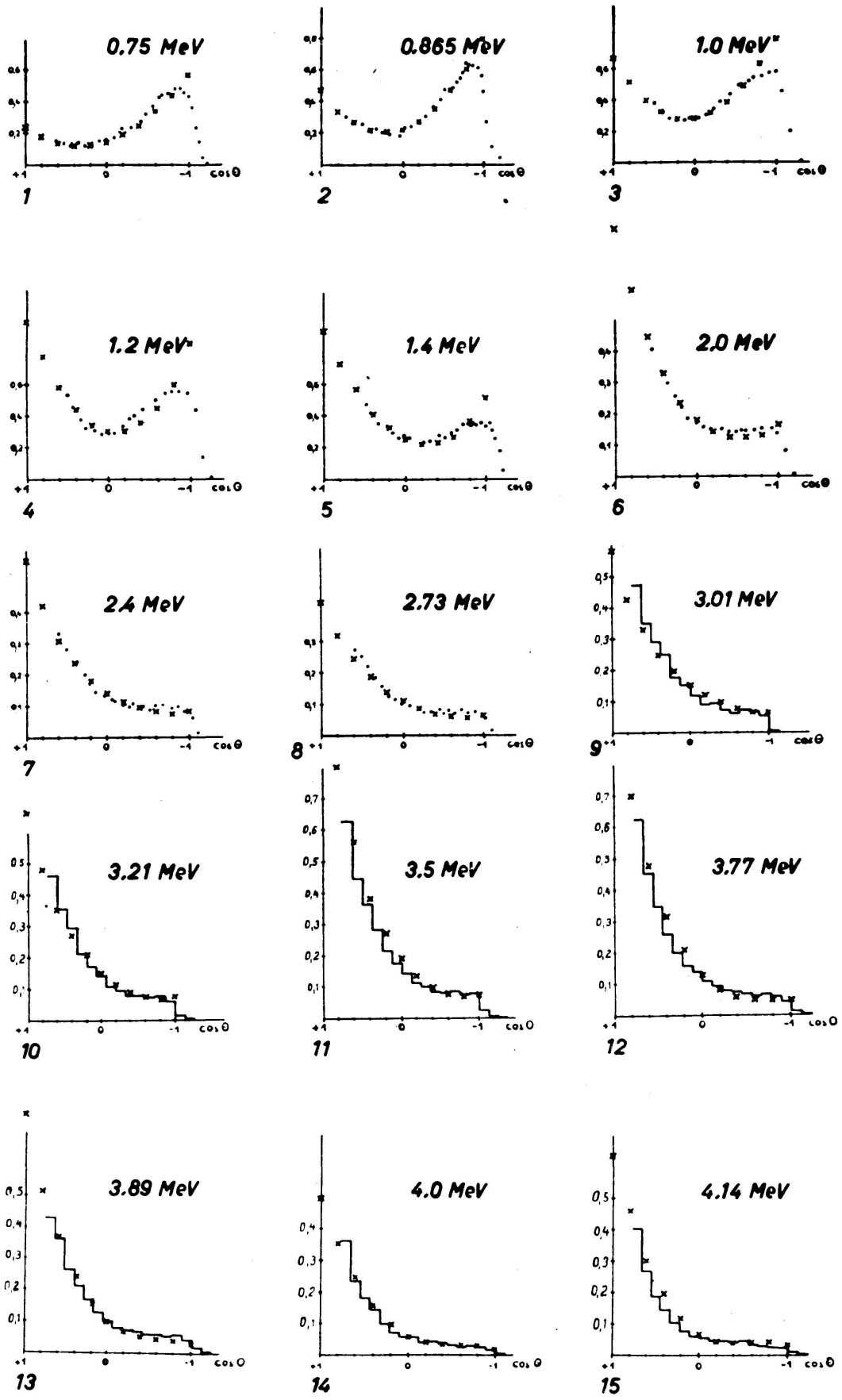



Fig. 7 Differentieller Querschnitt von Helium für verschiedene Neutronenenergien

Ruhmasse. Daher muß nach der EINSTEINschen Masse-Energie-Beziehung genügend Energie zur Erzeugung dieser Teilchen zur Verfügung stehen. Für das $\pi$-Meson sind 140 MeV, für das K-Meson 700 MeV notwendig. Die Herstellung einer K-mesonischen Strahlung verlangt Teilchen, deren Energie mindestens 1 BeV (= 1000 MeV) beträgt. In Figur 8 sehen wir die am CERN im Bau befindliche 25-BeV-Maschine. Eine wirkungsvolle Methode für die Produktion von K-Mesonen gibt die Bombardierung von Protonen mit $\pi^-$-Mesonen. Figur 9 zeigt ein Ereignis, bei dem ein $\pi^-$-Meson in eine Blasenkammer mit flüssigem Wasserstoff eintrifft. Die Spur wird von kleinen Dampfbläschen markiert, die längs des Weges des geladenen Teilchens erzeugt werden. Wenn das Meson ein Proton trifft, können neben anderen Prozessen zwei neutrale Teilchen entstehen. Ihrer Ladungslosigkeit wegen hinterlassen sie keine Spur, da sie den Wasserstoff nicht aufheizen. Das eine Teilchen, ein neutrales K-Meson, zerfällt nach einer gewissen Laufstrecke in ein $\pi$-Mesonenpaar, das sich als V-förmige Spur bemerkbar macht. Das andere Teilchen ist ein $\Lambda^\circ$-Teilchen, das nach einer gewissen Strecke in ein Proton und ein $\pi^-$-Meson zerfällt, was sich ebenfalls durch eine V-förmige Spur kundtut. Zwei wichtige Tatsachen lassen sich an diesem Ereignis feststellen: 1. Durch Emission des K-Mesons verwandelt sich das Proton in ein $\Lambda^\circ$-Teilchen. 2. Die Laufstrecken des K°- und des $\Lambda^\circ$-Teilchens bis zum Zerfall betragen einige Zentimeter, und daher ist die Lebensdauer dieser Teilchen für Kernverhältnisse außerordentlich lang, eine ganz unerwartete Eigenschaft. Sie hängt mit der Tatsache zusammen, daß diese Teilchen nur in Paaren und nie einzeln erzeugbar sind. Als zweites Beispiel sei ein Antiproton-Proton-Ladungsaustausch angeführt (Figur 10). Das Antiproton $\bar{p}$ trifft von oben in die Blasenkammer ein und verschwindet plötzlich in einem durch den Pfeil angegebenen Punkt. Hier findet die Reaktion $\bar{p} + p \rightarrow \bar{n} + n$ statt, wobei sich das Antiproton $\bar{p}$ mit einem Proton $p$ in ein Antineutron $\bar{n}$ und ein Neutron $n$ umwandelt. Weiter unten ist die Annihilation des Antineutrons mit einem Proton sichtbar, was Anlaß zu einem fünfzweigigen Stern gibt, entsprechend der Reaktion $\bar{n} + p \rightarrow 3\,\pi^+ + 2\,\pi^-$.

Diese Beispiele sollen zur Illustration der Hochenergiephysik genügen, die heute ein außerordentlich interessantes Forschungsgebiet darstellt, das Einblick in die eigentliche Struktur der Elementarteilchen und ihrer Wechselwirkungen zu bringen vermag. Zudem glaubt man, diese Einsichten werden zum Verständnis der Kernkräfte wesentlich beitragen.

Nach dem kurzen Überblick sei nun die Frage gestellt, welche Aufwendungen die Forschungen auf dem Gebiet der Kernphysik verlangen. Darunter fallen sowohl wissenschaftliches und technisches Personal als auch finanzielle Mittel zur Durchführung eines Programmes. Der Aufwand für die Kernphysik hoher Energien und derjenige für mittlere und kleine Energien unterscheidet sich um Potenzen. Der Kostenvoranschlag zum Beispiel für die 25-BeV-Maschine am CERN beträgt zirka 70 Millionen Franken. Ein Kaskadengenerator oder ein Van-de-

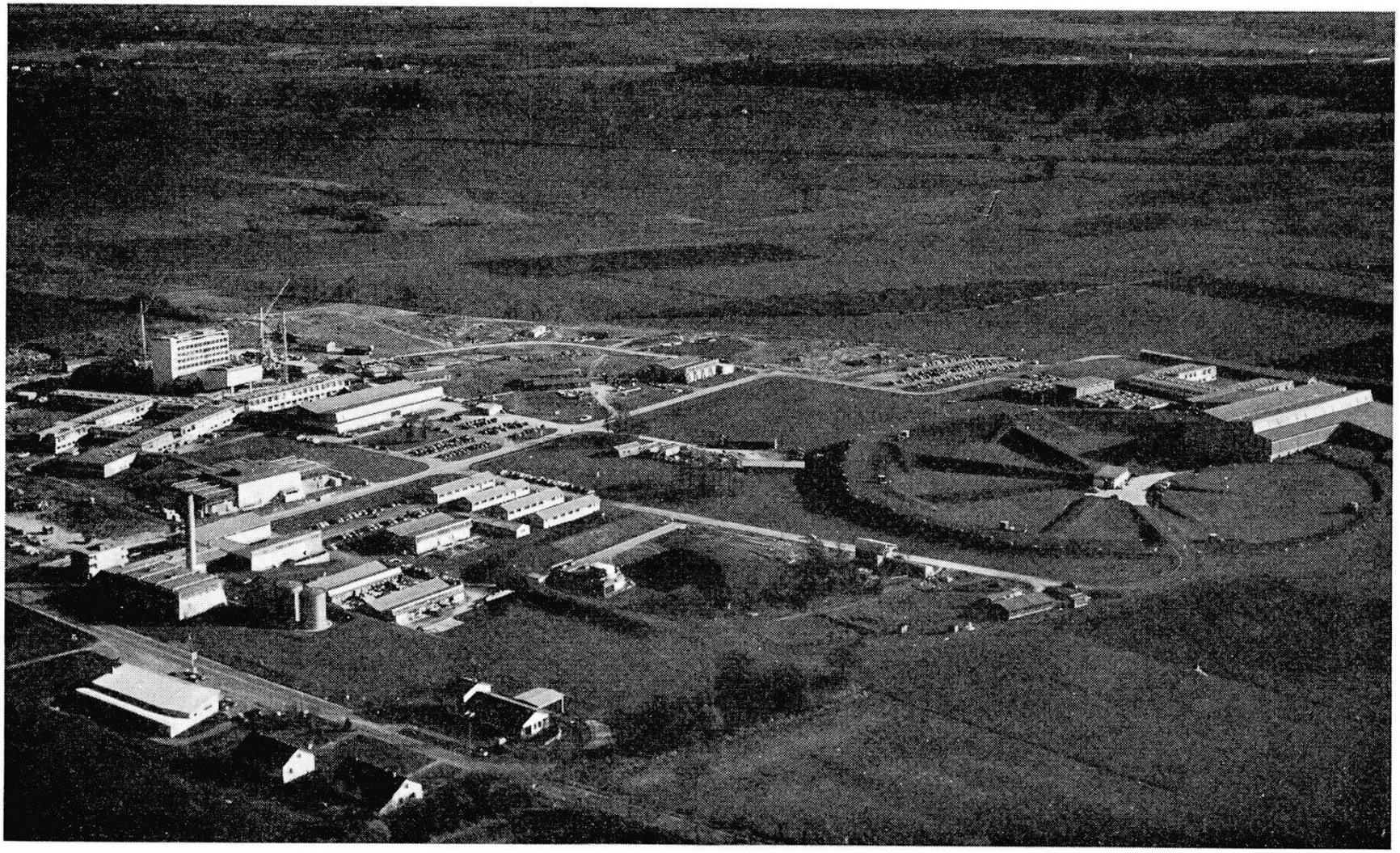


Fig. 8 Ansicht des CERN. Die Anlage für das 25-BeV-Protonsynchrotron ist rechts im Bilde sichtbar mit dem 200 m im Durchmesser messenden Beschleunigungsrohr, das sich unter dem ringförmigen Erdhügel befindet. Die acht radialen Kanäle dienen für geodätische Vermessungskontrollen. Die Experimentierhalle ist rechts oben sichtbar

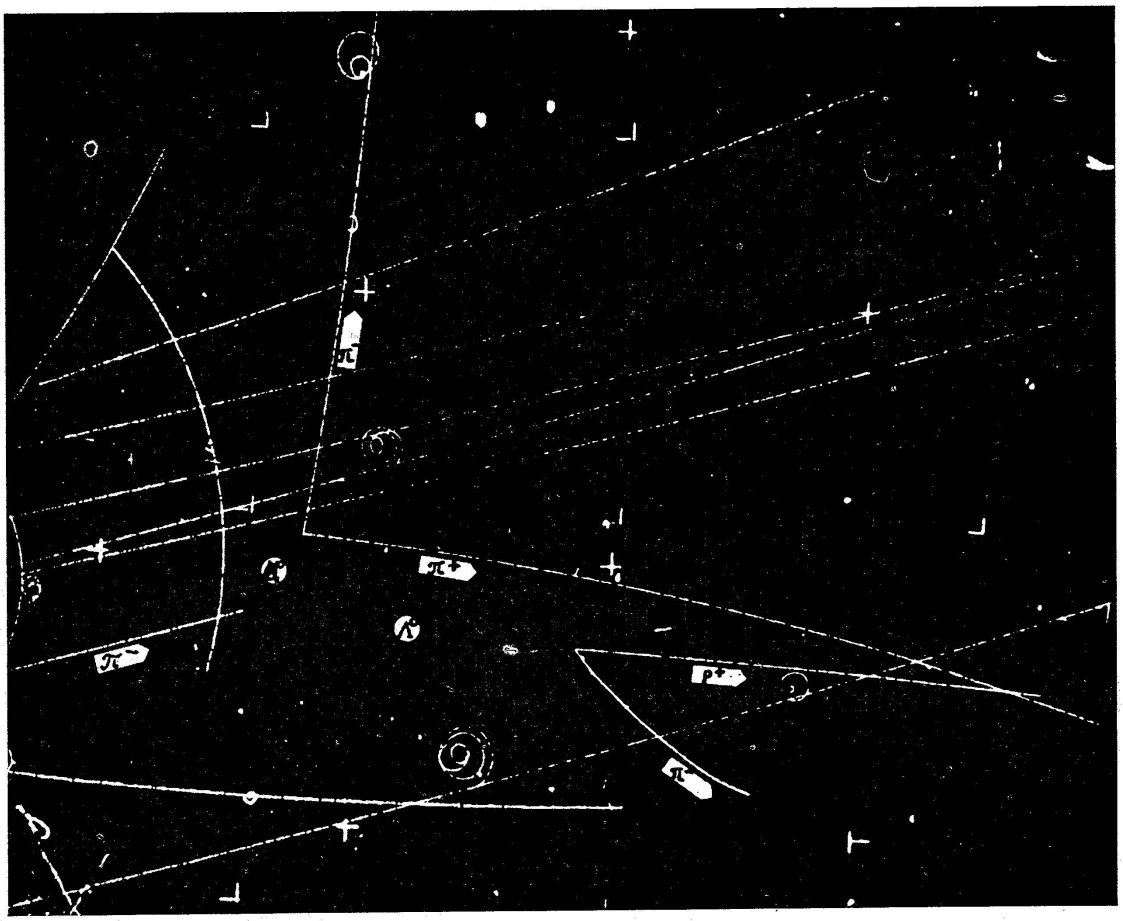


Fig. 9
Wechselwirkung eines $\pi^-$-Meson mit einem Proton und Produktion eines neutralen K-Mesons und eines $\Lambda^0$-Teilchens. (Radiation Laboratory, University of California, Berkeley)

Graaff-Generator für 4 MeV kostet dagegen zirka 1 000 000 Fr. Dazu kommt, daß die großen Maschinen ein entsprechendes Bedienungspersonal brauchen und daß ein genügend großer wissenschaftlicher Mitarbeiterstab da sein muß, damit die teuren Einrichtungen voll ausgenützt werden. Es machen sich hier Gesichtspunkte bezüglich Ausnützungszeit bemerkbar, die bisher nur industriellen Unternehmen eigen waren. Das Budget des CERN zum Beispiel beläuft sich für 1959 auf $55 \cdot 10^6$ Franken. Im Gegensatz dazu läßt sich ein Projekt aus der Kleinenergie-Kernphysik mit einer Mitarbeiterzahl von 3–4 Physikern und entsprechendem Hilfspersonal für einige 100 000 Fr. durchführen. Daß auch hier die in den dreißiger Jahren üblichen Hilfsmittel vollständig ungenügend geworden sind, soll nicht mit untauglichen Mitteln geforscht werden müssen, ist klar. Die Forschungsarbeit wurde wesentlich komplizierter und viel differenzierter und bedarf teilweise sehr teurer Apparate.

Die Anlagen für Hochenergie-Physik, ihr Betrieb und Unterhalt überschreiten heute die Möglichkeiten einer einzelnen Universität. Es betrifft dies Einrichtungen, die nur noch als größere Gemeinschaftsarbeit realisierbar sind, es sei denn, dem betreffenden Institut stünden

sehr große Hilfsmittel zur Verfügung. Gemeinschaftsunternehmungen für die Hochenergiephysik setzten sich immer mehr durch, und ein Land wie die Schweiz ist bereits eine zu kleine Einheit, um Institutionen im Ausmaße des CERN zu finanzieren.

Mit diesen Feststellungen sind wir mitten drin in den Auseinandersetzungen über die Möglichkeiten und Grenzen der kernphysikalischen Forschung in unserem Lande. Bei der Diskussion über die Unterstützung der kernphysikalischen Forschung wird oft die Frage gestellt, ob es überhaupt möglich sei, im kleinen Rahmen einer Universität gute Grundlagenforschung in Kernphysik zu betreiben, und es wird die Meinung vertreten, die gesamte Forschung sei an einem Ort zu zentralisieren. Solche Überlegungen sind durchaus berechtigt. Sie können aber weder mit Ja noch mit Nein beantwortet werden. Ob größere Gemeinschaftsunternehmen oder mehr individuelle Forschung richtig sei, hängt vom Problem ab. Aufgaben, wie sie vom CERN gelöst werden wollen, sind offensichtlich nur von einem zentralisierten Institut durchführbar. Für die Schöpfung grundlegender Ideen, das Durchdenken von Zusammenhängen und das Auffinden neuer experimenteller Methoden sind Universitäten und Hochschulen dagegen selbst heute noch die besten Stätten. Der Anfang eines guten Einfalles bleibt ein Mysterium, und großangelegte Betriebe mit ihrer unvermeidlichen Bürokratisierung bilden für solche Geheimnisse kaum den trächtigen Nährboden.

Die Koordination von Forschungsarbeiten und das Teamwork, über deren Wert heute sehr viel gesprochen wird, sind unerläßliche Dinge, sofern bereits ein feststehendes Forschungsprogramm zur Verfügung steht. Bis es aber klar ausgearbeitet vorliegt, bis die zu beantwortende Fragestellung scharf herausgeschält ist, läßt sich die Arbeit nicht koordinieren, da sie einem Suchen im Dunkeln gleichkommt. Dem ersten Schritt in der Kette einer Forschungsarbeit kommt grundlegende Bedeutung zu. Er bestimmt die Wegrichtung ins Neuland der Entdeckungen. Die Konzeption der Forschungsidee ist eine nicht koordinierbare schöpferische Leistung. Sie kann in Diskussionen und Auseinandersetzungen gefördert werden, wozu aber ein Gespräch im kleinen Kreise am besten paßt. Wenn heute vielfach für die Gewährung von Forschungskrediten als erste Notwendigkeit Koordination verlangt wird, so müssen sich die Geldgeber der Gefahr bewußt sein, damit gerade das schöpferisch Neue nicht zu fördern. Koordination ist dann am Platze und notwendig, wenn der Forschungsgedanke geboren ist und es um seine Ausführung geht. In dieser Hinsicht liefert uns die Fusionsforschung ein gutes Beispiel. Die beträchtlichen Mittel, die die bisherigen Programme erheischten, machten es klar, daß nur größere Zentren sich diesem Gebiete widmen können. Nach anfänglich großen Hoffnungen, Wege zur Verwirklichung der gewaltigen Energiegewinnung zu finden, mußte eingesehen werden, daß noch zu viele unbekannte Erscheinungen die Aussicht auf eine baldige Realisierung versperrten. Bei dieser Sachlage ist es notwendig, neue Ideen zu schaffen, wie an das Problem heranzukommen ist, und spezielle Erscheinungen der Plasmaphysik zu studieren. Hiezu sind

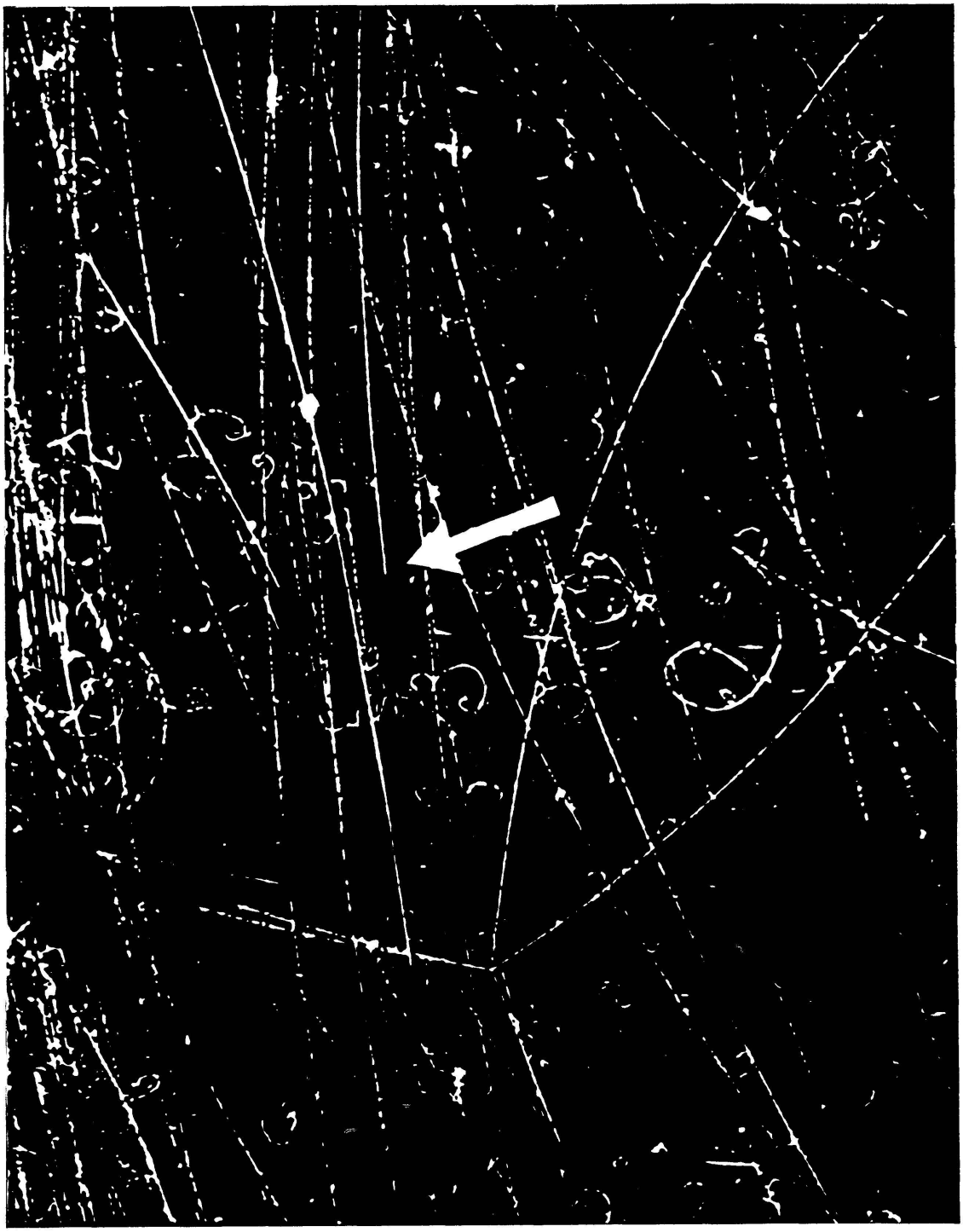


Fig. 10
Antiproton-Proton-Ladungsaustausch (Radiation Laboratory, University of California, Berkeley)

kleine Forschungsstätten sehr passend, sofern die maßgebenden Ideen auftauchen und der Aufwand zu ihrer Durchführung noch tragbar ist. Kleine Forschungsstätten unter guter Leitung besitzen für solche Aufgaben einen besseren Wirkungsgrad als große Zentren. Es wäre falsch, einfach zu dekretieren: Fusionsforschung läßt sich nur in einem zentralen

Forschungslaboratorium bewerkstelligen. Dies wird später für die Verwirklichung eines Fusionsreaktors notwendig werden, ist es aber heute noch nicht, wo es um die Gewinnung der Grunderkenntnisse geht.

Bezüglich unseres Landes ist die Feststellung, daß kleinere wissenschaftliche Zentren unter Umständen den Forschungszielen besser zu genügen vermögen als ein nationales Institut, nicht durch die föderalistische Struktur bedingt, sondern sie ist ein der Forscherpersönlichkeit eigentümliches Charakteristikum, bedingt durch seine individuelle Prägung. Daß unser Föderalismus es fördert, ist eine erfreuliche Tatsache. Eine Bedingung müssen die Hochschulinstitute jedoch erfüllen: Beschränkung auf wenige, originelle, gut durchdachte, ihren Hilfsmitteln angepaßte Forschungsprojekte. Mit einer Kopierung fremder Ideen ohne eigene Zutaten ist uns wenig geholfen. Daneben ist klar, daß die Forscher mit ihren Ideen und ihrem Können das wichtigste Element sind für die durchzuführenden Arbeiten und ihre Qualität, nicht die teuren gekauften Apparate. Diese bleiben Ballast und eine Dekoration, sofern sie nicht sinnvoll eingesetzt werden. Es ist nicht leicht, die Qualitäten eines Einzelforschers oder einer Gruppe in kurzer Zeit zu erkennen. Die Methoden und Wege, die erfolgreich sein können, sind so verschiedenartig, daß eine objektive Wertung schwerfällt. Es haben schon viele, scheinbar unmögliche Mittel zu großen wissenschaftlichen Erfolgen geführt. Was wissenschaftlichen Fortschritt fördert, ist eine Kontinuität der Forschung. Dank der Schaffung der Kommission für Atomwissenschaft und der vom Bund zur Verfügung gestellten Mittel ist ein wesentlicher Anfang dazu gemacht worden. Unter keinen Umständen darf diese Anstrengung wieder abreißen in der Meinung, daß nun der Nachholbedarf der Kernphysik gedeckt sei und sie mit den bis anhin üblichen Mitteln auskommen soll. Nur fortgesetzte Anstrengungen vermögen auch einen gewissen Erfolg zu garantieren.

Die Kernphysik der mittleren und kleinen Energien, die als Forschungsobjekt für unser Land im Vordergrunde steht, bietet heute noch immer sehr interessante Forschungsaufgaben, die die grundlegende Frage der Kernkräfte betreffen. Ich möchte hier nur ein Beispiel erwähnen, das als Repräsentant mancher interessanter Projekte dienen muß. Es betrifft die Herstellung und Beschleunigung von polarisierten Teilchen für die Auslösung von Kernreaktionen. Polarisierte Teilchen besitzen einen parallel gerichteten Eigendrehimpuls. Sie vermögen Kernreaktionen mit Geschossen von bekannter Spinrichtung zu erzeugen. Da wir aus andern Untersuchungen wissen, daß die Kernkräfte von der Orientierung der Spins der reagierenden Nukleonen abhängen, geben uns polarisierte Teilchenquellen ganz neue Untersuchungsmöglichkeiten für die Kernmaterie. Erinnern wir uns der enormen Vorteile, die die Benützung des polarisierten Lichtes in der Bearbeitung optischer Phänomene brachte, so gibt uns dies ein Hinweis für die Vorzüge von polarisierten Teilchenquellen. Noch gesteigert wird die Bedeutung, indem diese Versuche den bisher so unfaß-

baren Kernkräften gelten. Ein praktischer Vorschlag zur Erzeugung polarisierter Teilchen stammt von CLAUSNITZER, FLEISCHMANN und SCHOPPER[1].

Am CERN wird von KELLER[2] nach diesem Prinzip eine Anordnung gebaut, die aber wesentlich größere polarisierte Teilchenströme zu liefern imstande sein soll. In unserem Institut beschäftigt sich seit über einem Jahr ebenfalls eine Arbeitsgruppe mit diesem Problem. Wir haben uns zunächst darauf beschränkt, partiell polarisierte Teilchenströme herzustellen, was den apparativen Aufwand erheblich vereinfacht und dennoch interessante Versuchsmöglichkeiten gibt.

Damit komme ich zum Schluß. Der Titel meines Vortrages hat vielleicht in manchen von Ihnen die Vorstellung eines programmatischen Referates erweckt. Dies war keineswegs meine Absicht. Sie bestand vielmehr darin, Überlegungen eines an diesen Forschungen Beteiligten kundzutun. Meine Ansicht kristallisiert sich in der Feststellung, daß zu allererst Forscherpersönlichkeiten die Möglichkeiten der wissenschaftlichen Arbeit bestimmen und erst in zweiter Linie die gewählte Organisation. Sie soll ihnen vernünftige Arbeitsmöglichkeiten geben. In der Erhaltung und Förderung eines ausgezeichneten Nachwuchses – wobei die Qualität nicht auf Kosten der Quantität leiden darf – und der wirkungsvollen Unterstützung der bereits ausgewiesenen Forscher liegen die Chancen unseres Kleinstaates. Daß wir dank eines guten Schulsystems immer wieder genügend vorzügliche Leute finden, die an der Forschung großes Interesse besitzen, gibt unserem Land eine gute Basis zur Behauptung eines hohen wissenschaftlichen Niveaus. Dabei dürfen wir aber nicht die Lehrtätigkeit an den Universitäten und den Hochschulen vernachlässigen und sie lediglich als Störung für den Forschungsbetrieb auffassen. In einer Universität gehören Forschung und Lehre untrennbar zusammen, sich gegenseitig ergänzend und befruchtend.

---

[1] A. CLAUSNITZER, R. FLEISCHMANN und H. SCHOPPER, Z. f. Physik Bd. 144, S. 336, 1956.

[2] R. KELLER, CERN-Bericht 57–30.

# Le «pourquoi» des satellites artificiels

Par

Dr P. Muller, observatoire de Meudon

Il y a bien longtemps que l'homme rêve de quitter le sol du globe terrestre et de circuler dans l'espace. La conquête de l'air a pu nourrir pendant quelques dizaines d'années cette soif d'évasion; mais les voyages aériens sont devenus chose banale et c'est maintenant bien au-delà que se portent les regards. Depuis deux ans en fait, nous assistons aux véritables débuts de la conquête de l'espace extérieur (ne nous hâtons pas trop d'employer les adjectifs «interplanétaire» et surtout «intersidéral»... ce sera pour plus tard).

Chose curieuse, et que nous nous permettrons de faire remarquer avant d'entrer dans le vif du sujet, pas un seul parmi les précurseurs, du plus sérieux au plus imaginatif, ne paraît avoir songé aux satellites artificiels. La seule façon de partir semblait être la ligne droite vers la Lune, bientôt vers les autres mondes. Or que voyons-nous ? Non seulement les satellites s'imposent de plus en plus comme un banc d'essai irremplaçable sur la voie des futurs voyages, mais ils sont assurés de subsister comme une fin en soi tant ils se sont révélés riches de possibilités. C'est justement notre propos de le montrer ici.

Les satellites ont été lancés dans le programme de l'Année géophysique internationale de 1957/58. C'est en 1954 seulement que pour la première fois des congrès scientifiques internationaux ont préconisé cette entreprise dont la possibilité commençait à peine à apparaître. Les Etats-Unis en 1955, l'URSS en 1956 se déclarèrent prêts à étudier et à tenter l'expérience. On sait que les lancers ont commencé par deux Sputniks en 1957; en 1958 ont été réussis un troisième Sputnik et cinq satellites américains, en 1959 encore six satellites américains de divers types. De tous ces satellites huit circulent toujours, dont quatre certainement pour de longues années.

Quels sont les programmes confiés à tous ces satellites ?

Les fonctions que peuvent remplir à notre bénéfice ces nouveaux auxiliaires de la recherche et de certaines techniques plus directement utiles sont de trois ordres.

1. Par leur seul mouvement, c'est-à-dire en particulier sans qu'ils aient besoin d'emporter le moindre équipement ni un émetteur de radio, les satellites nous apportent déjà des informations nouvelles; il s'agit d'une part de la forme du globe terrestre, d'autre part de la densité de la très haute atmosphère.

On démontre en effet que l'aplatissement polaire de la Terre introduit dans le mouvement du satellite des perturbations importantes. Cette orbite, si la Terre était sphérique, serait une ellipse képlérienne, c'est-à-dire décrite dans un plan passant par le centre du globe et selon la loi des aires. L'existence d'un aplatissement a sur cette trajectoire simple deux effets essentiels: le premier est de faire tourner le plan de l'orbite autour de la ligne des pôles dans le sens contraire du mouvement du satellite lui-même (comme tous vont de l'ouest vers l'est cet effet qui est appelé par analogie une «précession» est une rotation vers l'ouest). La précession est de l'ordre de 3 à 4 degrés par jour; quand le satellite par exemple revient traverser l'Equateur à un tour d'intervalle, cela représente un décalage de 30 kilomètres (pour un satellite faisant une quinzaine de révolutions par jour). C'est donc un effet relativement énorme, facile non seulement à mettre en évidence, mais encore à mesurer avec précision. Le second effet est une rotation de l'ellipse tout entière dans son propre plan; il est moins accessible à la détermination précise et nous n'y insisterons pas.

Avec la précession des orbites des premiers satellites, on a très rapidement corrigé la valeur jusque-là admise de l'aplatissement terrestre, et qui résultait de longues et délicates opérations géodésiques. Au lieu de $^1/_{297}$, on a trouvé la fraction $^1/_{298,3}$ et cette valeur ne fait que se confirmer et se préciser avec l'accumulation des révolutions accomplies.

D'autre part, on détermine la densité de l'atmosphère au moyen du ralentissement qu'elle imprime au mouvement du satellite. La résistance du milieu se fait sentir surtout là où il est le plus dense, c'est-à-dire au point le plus bas de l'orbite que l'on appelle son périgée. Comme l'orbite devient de plus en plus petite, la période de révolution diminue et la vitesse moyenne sur l'orbite augmente; ce n'est donc pas par goût du paradoxe que l'on parle d'une accélération du mouvement alors que l'origine en est un freinage. L'étude de cette accélération fournit pour chaque satellite la densité du milieu à l'altitude de son périgée; chacun renseigne donc sur une altitude déterminée. Heureusement, avec le nombre de satellites déjà lancés on a une certaine variété dans les périgées et l'on a pu dresser le tableau des densités entre 200 et 650 kilomètres. Elles sont sensiblement plus fortes qu'on ne le prévoyait d'après les résultats obtenus aux altitudes inférieures, notamment au moyen de ballons-sondes et de fusées.

Ajoutons que l'observation plus précise et plus suivie des mouvements des satellites doit permettre de raffiner encore ces deux sortes de résultats. Touchant la forme du globe, on espère d'une part éclaircir la question d'un aplatissement équatorial très faible ($^1/_{20\,000}$ ou $^1/_{30\,000}$) soupçonné d'après des mesures géodésiques, et d'autre part déceler les inégalités, au moins les plus importantes, dans la répartition des masses internes de la Terre. En ce qui concerne la densité de la haute atmosphère, la poursuite des observations permet de suivre ses variations par exemple dans le temps et avec la latitude. Des oscillations très nettes liées à l'activité solaire ont déjà été constatées dans ces densités.

2. Passons maintenant à ce qui devient possible quand le satellite emporte un émetteur de signaux radioélectriques, et tout d'abord sur une fréquence stable; nous entendons par là qu'elle n'est pas soumise à des variations voulues. A vrai dire, ces émissions étendent déjà de façon considérable l'étude des seuls mouvements dont nous venons de parler; en effet, s'il est vrai que les observations optiques sont les plus précises, elles sont toutefois soumises à des servitudes graves: il faut que l'objet soit éclairé par le Soleil, qu'il fasse suffisamment nuit au lieu d'observation, qu'il n'y ait pas de nuages, enfin et surtout que l'objet soit de dimensions telles qu'il réfléchisse une portion de lumière solaire qui le rende visible soit à l'œil nu, soit au moins dans un instrument à grand champ pour le trouver dans le ciel. Au contraire l'écoute radio, toujours possible (de nuit comme de jour, par temps clair ou non) rend aisée la poursuite presque continue de l'objet, avec une localisation moins précise mais meilleure qu'on ne pourrait penser, notamment par la mesure des vitesses selon le principe de Doppler-Fizeau. Les signaux radio ont donc une première utilité, celle de fournir plus rapidement et dans tous les cas, même pour les satellites les plus petits, des orbites et des valeurs de l'accélération.

Mais la réception des signaux comporte aussi une étude qualitative qui porte sur leur intensité, leurs évanouissements ou renforcements, etc.; et nous avons là un excellent moyen d'investigation de l'ionosphère. On sait que la Terre est entourée à une altitude de 100 à 150 kilomètres d'une couche particulièrement riche en particules ionisées qui joue le rôle de réflecteur à l'égard des ondes radioélectriques, et qui leur permet de faire parfois le tour complet du globe. On étudiait les propriétés de l'ionosphère, jusqu'à présent, au moyen de sondages qui consistaient à émettre des signaux en une station et à les enregistrer en plusieurs autres. Les satellites circulent sensiblement plus haut que l'ionosphère; ils ont donc permis, pour la première fois, de recevoir à terre, et avec une grande continuité, des signaux qui l'ont traversée. On peut donc étudier l'ionosphère dans toute son épaisseur et par réfraction, et non plus par reflexion sur sa partie basse. Ces recherches présentent un intérêt immédiat pour les télécommunications terrestres.

3. Enfin la technique la plus féconde, et qui à elle seule eût justifié l'envoi des satellites, est la télémesure. Le système n'est pas absolument nouveau; il a servi déjà pour exploiter les vols de fusées. S'il est possible en effet de retrouver la plupart des instruments emportés par des ballons-sondes et d'étudier après coup les enregistrements réalisés au cours du vol; si cela réussit encore, bien que plus rarement, dans le cas des fusées qui ne montent pas trop haut, il faut y renoncer à peu près entièrement quand on envoie des engins à 200, 400 kilomètres et davantage. Enfin les instruments placés à bord des satellites sont pratiquement sacrifiés, et surtout on ne peut pas attendre une problématique récupération pour connaître les observations faites pendant des mois et des années à bord de ces stations ambulantes.

On sait à présent traduire les mesures, continues ou discontinues (nous pensons ici aux numérations comme celles des particules cosmiques par les compteurs de Geiger, ou celles des impacts de micrométéorites) en glissements ou en sauts de fréquence à l'intérieur d'un canal étroitement limité. Chaque émetteur travaille ainsi sur un certain nombre de canaux (10 à 20 couramment) et dans chacun il transmet les indications d'un appareil déterminé. Les différents appareils sont mis en circuit à tour de rôle par un distributeur, de façon à faire passer en quelques minutes le cycle complet qui résume tout le laboratoire volant. On pousse le raffinement jusqu'à installer à bord un magnétophone en miniature qui est capable de conserver les mesures recueillies pendant la majeure partie du tour accompli autour du globe, et de les restituer en accéléré sur un signal envoyé d'une station au sol. Cet artifice, qui fonctionne de façon parfaite, permet de recevoir tout ce qui a été enregistré pendant que le satellite était hors de portée; cela peut favoriser aussi un certain secret car seule la station réceptrice peut déclencher et interpréter l'émission en accéléré.

Une expérience plus compliquée encore dans cet ordre d'idées a été faite avec le gros satellite SCORE de 4 tonnes (lancé le 18 décembre 1958 et retombé cinq semaines plus tard). On y avait placé un équipement complet qui a pu remplir les fonctions suivantes:

*a)* un message adressé par le président Eisenhower au monde était enregistré sur une bande magnétique; ce message a été diffusé par le satellite à chaque fois qu'on le lui a demandé par un signal d'interrogation envoyé de la Terre;

*b)* des messages ont été envoyés au satellite, enregistrés par lui à mesure de leur arrivée, et réémis par lui vers la Terre à la demande.

Pour alimenter les émetteurs, les batteries chimiques ordinaires ne sont pas très commodes: elles sont lourdes, et n'ont qu'une vie limitée. Aussi n'a-t-on pas tardé à munir les satellites d'éléments photosensibles qui régénèrent sans cesse une batterie; c'est ce que l'on appelle des piles solaires. Le premier ainsi armé fut le premier satellite américain, Vanguard I. L'Explorer VI, lancé le 7 août dernier et qui monte à plus de 40 000 km du sol à son apogée, porte sur 4 espèces d'ailes de moulin (d'où son nom de «Paddlewheel») au total 8000 de ces éléments. Le seul Sputnik encore existant, qui est le troisième, emporte lui aussi des piles solaires; il est assez remarquable de constater que ses batteries chimiques elles-mêmes fonctionnent toujours, 18 mois exactement après son lancement.

Cela dit sur les moyens de traduire les mesures dans les signaux, et d'assurer longue vie aux émetteurs, quelles sont les observations ainsi possibles ?

La liste en est si variée qu'elle décourage presque l'énumération. Nous allons pourtant essayer d'en donner une idée.

Il y a d'abord les paramètres classiques du milieu: températures, pressions, densités, composition (notamment proportion en ions positifs). Ensuite viennent divers phénomènes dont les causes sont lointaines: champ magnétique terrestre, rayonnements de toute sorte. Parmi ceux-ci il y a d'abord tout ce qui nous arrive du Soleil, et dont le plus intéressant

est précisément ce qui ne parvient pas au sol à cause de l'atmosphère: rayonnement X ou ultra-violet, rayonnement corpusculaire qui compose la majeure partie de ce que l'on désigne sous le nom général de rayons cosmiques, et qui est à l'origine de la formation des aurores polaires. Les satellites permettent d'étudier, dans le rayonnement cosmique, l'origine de certains d'entre ses composants et l'on s'intéresse tout particulièrement à ce qui ne vient pas du Soleil, mais de plus loin. Citons aussi les numérations des micrométéorites, dont la fréquence pourrait être un sujet d'appréhension pour les futurs astronautes.

Mais le satellite n'étudie pas seulement le milieu qui l'entoure et les phénomènes dont il est le siège. Il s'analyse également lui-même; nous entendons par là que nous pouvons connaître les conditions qui règnent à sa surface et à son intérieur. En particulier, il était important pour l'avenir de savoir quelle température s'établirait à bord sous l'effet combiné de l'échauffement par la lumière solaire (coupé par les passages dans l'ombre de la Terre à chaque tour), de la déperdition de chaleur dans le vide, de l'absorption par les parois de l'engin. Dans le résultat interviennent donc, bien plus que le milieu, la forme, les matériaux, le mode de cloisonnement et le revêtement extérieur du satellite.

Dans le même ordre d'idées on ne peut manquer de citer l'expérience biologique à laquelle reste attaché le nom de la chienne Laïka, qui a fait couler beaucoup d'encre et quelques larmes de compassion, voire de rage. Du point de vue scientifique, il y eut là un essai d'ailleurs resté unique, et également capital dans la préparation des futurs voyages vers l'extérieur.

Enfin le satellite, après le milieu qui l'entoure et ses propres conditions peut étudier de loin ce qu'il voit; cela aussi bien vers la Terre qu'au contraire vers l'Univers. Tourné vers le bas, le satellite est un poste d'observation remarquable à bien des égards, donnant par exemple des vues d'ensemble sur les systèmes nuageux et leurs évolutions. Il serait vain de nier que d'autres usages moins pacifiques sont recherchés dans cette voie; contentons-nous de la maigre consolation qu'ils ne sont pas les seuls. Mais le satellite, tout comme l'homme son créateur, peut élever son regard automatique et indifférent dans la direction de l'Univers et observer des astres dans des conditions qui nous feront soupirer d'envie. Pour lui le ciel est entièrement noir malgré le Soleil brillant de tous ses feux; il ne connaît ni les nuages, ni l'air agité et qui absorbe pour nous une grande partie de la lumière des étoiles. Certes, des difficultés redoutables restent à surmonter: il faut non seulement trouver le moyen de maintenir un télescope dirigé vers un astre déterminé, mais encore celui de transmettre à terre des images qui ne perdent par cet intermédiaire aucune de leurs qualités. Nous ne sommes encore qu'aux premiers balbutiements dans cette voie; l'Explorer VI est chargé de vous donner des images très rudimentaires, réduites à un canevas de points sur un certain nombre de lignes, de ce qu'il voit en dessous de lui; mais nous verrons beaucoup mieux avant longtemps, en attendant que l'homme aille lui-même observer les astres soit depuis une station en mouvement, soit depuis la fameuse base lunaire qu'on nous décrit avec complaisance depuis quelques années

déjà. Dans quelques dizaines d'années peut-être, nos observatoires terrestres ne seront plus que des musées, tout au moins dans certaines de leurs parties, et l'astronome troquera la blouse de laboratoire pour la combinaison spatiale. Si la recherche doit en profiter, c'est sans amertume aucune que nous acceptons l'augure. Les astronomes sont, parmi les hommes de science, ceux qui ont à leur actif le plus d'expéditions et de séjours en des lieux plus ou moins confortables dans l'intérêt de leurs travaux; l'espace ne leur fait pas peur.

# La Science à la recherche d'une conscience

Par

DOMINIQUE RIVIER (Lausanne)

*«Hypocrites, vous savez reconnaître*
*l'aspect du ciel et de la terre !*
*comment ne reconnaissez-vous pas*
*ce temps-ci ?»* *(Luc, 12, 56)*

## *I. Le drame de la science moderne*

Le 22 juin 1633, alors qu'il était âgé de 70 ans, GALILÉE, après avoir abjuré l'hérésie de la théorie héliocentrique du système solaire, était conduit par les autorités de l'Eglise dans une demi-captivité qu'il ne devait plus quitter jusqu'à sa mort. Depuis lors, notre civilisation moderne pense avoir fait des progrès: elle se targue bien souvent d'avoir donné aux savants la plus complète liberté dans leur recherche. Bien plus, elle considère la garantie de cette liberté comme une de ses plus nobles conquêtes sur l'obscurantisme du Moyen Age. Aux Etats-Unis notamment, les livres d'histoire soulignent tout ce que la fin tragique de GALILÉE a de révoltant pour les Américains, eux qui ont inscrit la garantie de la liberté de pensée jusque dans leur Constitution.

Et pourtant, en mai 1954, après des années d'enquêtes, le gouvernement des Etats-Unis jetait le discrédit sur ROBERT OPPENHEIMER, le père de la bombe atomique, en le destituant de manière infamante de ses fonctions à la Commission de l'énergie atomique. Principal motif invoqué: le refus de collaborer à la construction de la bombe à hydrogène!

Si j'ai choisi le cas d'OPPENHEIMER plutôt que celui de LÉOPOLD INFELD, de LYSSENKO ou de JAMES FRANCK, c'est pour montrer bien que les conflits opposant les savants à leur gouvernement ne sont pas des accidents liés à tel ou tel régime politique, mais qu'ils constituent un phénomène général, caractéristique de cette seconde moitié du XX$^{e}$ siècle.

Le plus révélateur de ces conflits nous est certainement offert par le drame qui, de 1939 à nos jours, s'est joué et se joue entre les gouvernements d'une part et les savants atomistes d'autre part.

On sait qu'à la fin de l'année 1938, à la suite de travaux menés en Italie, en Allemagne, en France et en Angleterre, les physiciens allemands HAHN et STRASSMANN découvraient le phénomène de la fission de l'uranium. La nouvelle de cette découverte n'était pas encore répandue qu'aucun doute ne subsistait pour les quelque 200 spécialistes capables d'en apprécier alors l'importance: une source nouvelle d'énergie était

mise à la disposition de l'homme, et cette énergie pourrait être utilisée tant pour des bombes d'une puissance formidable que pour des centrales dispensatrices d'énergies incommensurables.

Aussi dès le début de 1939, la première réaction des physiciens atomistes fut-elle de s'entendre pour tenir cachées à leur gouvernement les conséquences de cette terrifiante découverte. Malheureusement le monde était à ce moment divisé en deux camps: les savants atomistes d'Allemagne, notamment, se trouvaient cruellement atteints: un rideau de fer séparait ceux qui avaient dû ou qui avaient voulu fuir le régime nazi, de ceux qui, sans soutenir forcément ce régime, n'avaient pu se résoudre à quitter leur patrie. C'est la raison pour laquelle il fut impossible en ces mois dramatiques de parvenir à une entente au sein de la grande famille des atomistes, malgré les efforts de l'Allemand HEISENBERG et l'Italien FERMI, tous deux en Amérique pendant l'été de 1939. Et la guerre commença, qui plongea les savants divisés dans la plus dure des perplexités: fallait-il informer les gouvernements de cette nouvelle puissance, qui assurerait au premier qui saurait l'exploiter militairement une arme si effrayante que la victoire finale ne saurait lui échapper ?

En Allemagne toute fois, le gouvernement fut immédiatement informé par une minorité de savants appartenant au parti nazi. Une commission fut créée, chargée d'étudier à la fois la construction d'une bombe et celle d'une centrale d'énergie. Mais fort heureusement sensible aux arguments de savants comme HEISENBERG et VON WEIZSÄCKER, qui présentèrent la bombe atomique comme irréalisable en temps utile, le gouvernement fut persuadé de renoncer à sa fabrication. Les nazis préférèrent consacrer leurs efforts à la construction d'un moteur atomique, confiants qu'ils étaient en l'efficacité de leurs armes conventionnelles pour remporter la victoire. Le danger d'une guerre atomique se trouvait donc écarté en Europe, d'autant plus que le gouvernement soviétique n'avait pas attaché beaucoup d'importance à la découverte de HAHN et de STRASSMANN.

C'est aux Etats-Unis qu'allait se jouer l'acte décisif du drame: là, des savants atomistes exilés d'Europe avaient rapidement noué avec leurs collègues américains d'étroits contacts au cours desquels ils n'avaient pas manqué de leur faire partager l'angoisse qui les rongeait: «Les nazis, pensaient-ils, vont construire la bombe atomique et gagneront la guerre à coup sûr.» En effet, conséquence de la séparation que la bêtise politique de ce temps avait établie entre les savants, les émigrés d'Amérique ne surent jamais que beaucoup plus tard, après la capitulation du troisième Reich le 7 mai 1945, la détermination de leurs collègues allemands de ne pas tenter la construction d'une bombe atomique. Cela malgré les efforts de HEISENBERG qui, jusqu'en 1941, s'efforça d'informer son maître NIELS BOHR de ce qui se passait en Allemagne. Aussi, dès l'été 1939, les atomistes américains n'eurent-ils de repos qu'après avoir persuadé le gouvernement des Etats-Unis d'entreprendre la construction et d'une pile et d'une bombe atomiques. Cela ne fut pas chose facile: il fallut d'abord patienter de nombreux mois et, en désespoir de cause, recourir à EINSTEIN lui-même pour alarmer le président des Etats-Unis; puis

engager une série de luttes opiniâtres contre l'inertie des autorités afin d'obtenir pas moins de deux ans plus tard la mise en place du fameux projet Manhattan. Alors, enfin, les événements se précipitèrent:

Le 2 décembre 1942, le premier réacteur atomique démarrait à Chicago; le 16 juillet 1945, à cinq heures trente du matin, le général GROVES, chef militaire en charge de la bombe, déclenchait la première explosion atomique dans un désert près de Los Alamos, bien nommé *Jornada del Muerto* (le pèlerinage de la mort).

C'est alors que la plupart des atomistes américains retombèrent dans une angoisse plus profonde encore que la première. Remis de la griserie du succès, ils comprirent que la raison n'existait plus, qui les avait poussés à construire la bombe: en juillet 1945, l'Allemagne avait capitulé depuis deux mois; plus de risque de voir des bombes atomiques larguées par les nazis! Malheureusement, il était trop tard: la bombe atomique n'était plus entre les mains des savants, mais dans celles des généraux et des politiques des Etats-Unis.

Or, ces derniers faisaient toujours la guerre au Japon, lequel, sans illusion sur sa très prochaine défaite, cherchait à négocier une paix qui – les historiens semblent d'accord sur ce point – aurait pu intervenir à la fin de juillet 1945 déjà. Malheureusement c'était l'époque barbare où la victoire ne pouvait être remportée que par capitulation sans conditions. D'autre part, le gouvernement américain, en possession de l'arme nouvelle, ne pouvait pas manquer cette occasion de finir la guerre en éblouissant le monde et surtout l'Union soviétique: la guerre froide avait commencé que l'autre n'était pas même terminée! Effrayés, quelques savants atomistes conduits par JAMES FRANCK, tentèrent vainement d'empêcher l'emploi de la bombe contre le Japon par l'envoi d'un memorandum (aujourd'hui célèbre sous le nom de Rapport FRANCK) adressé au secrétaire d'Etat à la guerre. Rien n'y fit. En fait, ce haut fonctionnaire soumit bien le rapport aux quatre savants de sa commission scientifique spéciale. Mais, mal renseignés, partagés, pris de court, FERMI, COMPTON, OPPENHEIMER et LAWRENCE ne purent ou ne surent s'opposer à l'emploi de la bombe...

La péripétie, le monde entier en a sursauté: c'est l'explosion atomique sur Hiroshima le 6 août, et celle sur Nagasaki le 8 août 1945... La course aux armements nucléaires était engagée, qui devait conduire à la construction des superbombes tristement célèbres ainsi qu'au gigantesque enregimentement pour la guerre de multitudes de savants de toutes les nations... Brutalement, l'âge d'or de la science prenait fin dans le fracas d'explosions cataclysmiques exterminant par dizaine de milliers hommes, femmes et enfants, lui dont les premiers instants avaient été bercés par les paisibles échos des hymnes grégoriens dans la cathédrale de Pise, un jour que le jeune GALILÉE avait eu l'attention distraite par le balancement régulier de la suspension d'un lustre sacré.

Etait-ce bien la Science qui précipitait ainsi l'Humanité à la catastrophe? Cette Science qui, à peine un siècle auparavant, portée par le mythe du progrès qu'elle avait enfanté, voulait donner le paradis aux

hommes ? Leur apporterait-elle maintenant le feu de l'enfer ? Consternés par ce renversement dramatique, nombreux sont ceux qui de nos jours, voudraient savoir: est-il possible d'arrêter cette absurde course aux abîmes ? Un regard sur l'histoire de la Science et des savants devrait permettre de discerner les éléments d'une réponse. Efforçons-nous de les saisir.

## *II. Le développement de la Science et l'évolution de la situation du savant*

Au sens où nous l'entendons aujourd'hui, la Science est née à la fin du XVI^e^ siècle, avec GALILÉE. Si brillantes, si vivantes, si riches en techniques qu'aient été les civilisations de l'ancienne Egypte, de la Chine des grands empereurs et du monde gréco-romain, elles ne virent que des embryons de connaissance scientifique. Diverses explications ont été fournies de ce qui peut paraître à ce jour un paradoxe. La plus satisfaisante me semble celle-ci: la méthode scientifique, faite d'observation scrupuleuse, de spéculation désintéressée et de soumission totale aux faits d'expérience, demande à celui qui veut l'appliquer efficacement certaine confiance fondamentale en la Nature, certains dons d'honnêteté, d'autocritique et d'humilité, qualités dont il n'est certes plus possible aujourd'hui d'exagérer la valeur morale, mais qui pouvaient naturellement surgir dans une société comme celle de la Renaissance, bien plus marquée par la foi chrétienne que la nôtre. L'histoire de GALILÉE dans la cathédrale de Pise, qui distrait son attention du service divin pour jeter les fondements de l'observation scientifique, revêt soudain, nouveau mythe de PROMÉTHÉE, une signification profonde: la Science, prise absolument, est une manière de déviation ou d'hérésie du Christianisme! En fait, les épigones les plus marquants de GALILÉE, je pense à DESCARTES, PASCAL, NEWTON et LEIBNIZ, furent tous comme lui des chrétiens convaincus! C'est d'ailleurs sous l'impulsion donnée par ces grands maîtres que la Science ne tarda pas à quitter l'enfance pour l'âge de raison. Prenant progressivement conscience de ses moyens, elle passa durant le XIX^e^ siècle par la crise d'indépendance propre à l'adolescence: c'est ouvertement qu'elle se révolta contre le Christianisme qui lui avait donné naissance, pour tenter même de prendre sa place: Ne voyait-on pas alors de grands esprits comme OSTWALD et BOLTZMANN discuter gravement de *l'équation du bonheur* et de la manière dont énergies potentielle et cinétique devaient y figurer! Pour beaucoup d'hommes de la fin du siècle passé et du début du nôtre, la science avait remplacé la religion traditionnelle. Aux vérités d'Evangile qu'il faut accepter comme un don de Dieu, ces hommes avaient préféré les certitudes de la Science que leur raison arrachait à la Nature!

Le courage et la noblesse de cette attitude – il faut du courage pour aller contre la tradition et de la noblesse pour renoncer à une certaine paix intérieure – ne sauraient cacher l'orgueil intellectuel qui lui sert de fondement. Car le sentiment de construire soi-même ses certitudes satis-

fait bien l'envie de domination intellectuelle qui hante la raison comme le cœur de l'homme.

Il est vrai que maintes fois le savant matérialiste croit en une objectivité absolue de la Science, selon laquelle les faits et les lois qui la constituent ne dépendent pas de lui, mais coïncident avec ce qu'il appelle la *réalité objective*, sans lien avec l'observateur. Or, les derniers développements de la Science, et notamment de la Physique, ont montré que l'observateur ne se contente pas seulement de *découvrir* la réalité, mais qu'il la *construit* aussi. Et toute tentative *scientifique* visant à prouver l'objectivité absolue de la Science ne pourrait que tourner dans un cercle vicieux: pour être recevable, la preuve elle-même devrait avoir ce caractère d'objectivité absolue qu'elle veut démontrer! Au reste, peu importe à l'homme qui a mis sa confiance en la Science: il s'agit pour lui d'un acte de foi aussi valable que celui du chrétien, encore qu'il soit souvent inconscient ou inavoué...

C'est ainsi qu'il y a une cinquantaine d'années, la Science apparaissait à beaucoup comme la seule religion digne d'être reçue par un homme raisonnable. Aujourd'hui, avec le retard d'une génération, l'homme de la rue a suivi, complètement ébloui par la série impressionnante des succès remportés par la Science. Considérons plutôt: Les grandes réalisations de la technique ont permis à l'homme de se libérer progressivement d'une multitude de contraintes, dont la moindre n'est certes pas de travailler à la sueur de son front pour sa subsistance! La semaine des 40 heures est devenue réalité dans tout un groupe de pays matériellement développés: la vie confortable n'y est plus l'apanage d'une minorité oisive, mais devient la part des travailleurs en très grand nombre. L'espace et le temps sont conquis: à peine un jour pour faire le tour du monde et déjà la Lune fait figure de terre promise aux audacieux: à New York, on loue ses places pour le premier voyage et la spéculation sur les terrains de notre satellite a commencé! La domestication de l'énergie nucléaire ouvre des perspectives immenses à l'aménagement des pays sous-développés; jointe à l'exploitation aujourd'hui amorcée de l'énergie solaire, elle nous garantit l'abondance matérielle pour des temps illimités. La médecine, bien qu'impuissante encore à prolonger la durée maximum de la vie humaine, en a doublé la valeur moyenne en moins d'un siècle, tandis que par l'opération et le médicament, elle a considérablement réduit la souffrance du corps. D'un point de vue plus élevé enfin, la Science a supprimé – du moins beaucoup le pensent – peur et superstition: en apportant les descriptions naturelles de phénomènes autrefois terrifiants de puissance et de mystère, elle les a du même coup dépouillés de leur emprise sur l'imagination.

Ainsi donc, malgré la psychose atomique, l'homme de la rue est, aujourd'hui encore, prêt à s'associer au salut que dans la préface de son beau livre sur les atomes, JEAN PERRIN lançait en 1935 à «l'émouvante et prodigieuse épopée des hommes, créatures éphémères auxquelles le destin vaincu semble enfin permettre un espoir sans limite».

Or, et c'est ici que commence le drame que nous vivons, ce bel optimisme de l'homme de la rue, encore entretenu par les magazines à grand tirage, ne correspond plus du tout aux idées de la plupart des savants d'aujourd'hui, même des plus matérialistes d'entre eux: écoutons le biologiste JEAN ROSTAND, dans un de ses récents ouvrages «*Ce que je crois*», livrer cette confession: «Que l'insatisfaction de l'esprit soit notre lot, qu'il faille nous résigner à vivre et à mourir dans l'anxiété et dans le noir, telle est une de mes certitudes.» Et voici, tiré de «*La Profession de fois d'un homme libre*» du mathématicien philosophe BERTRAND RUSSEL, cet aveu aux résonances singulièrement matérialistes: «Que l'homme soit le résultat de causes ignorant totalement ce qu'elles allaient produire, que l'origine de l'homme, son développement, ses espoirs et ses craintes, ses affections et ses croyances ne soient que le résultat d'arrangements d'atomes dus au hasard; que ni la passion, ni l'héroïsme, ni la puissance de la pensée ni celle des sentiments puissent prolonger quelque chose de la vie au-delà du tombeau; que toutes les peines des hommes à travers les âges, que tous les dévouements, toutes les inspirations, toutes les plus brillantes acquisitions du génie de l'homme; que tout cela soit voué à la disparition totale dans la fin catastrophique du système solaire, et que le vaste monument des accomplissements de la race humaine s'évanouisse finalement dans les ruines de l'univers! Ce sont là des affirmations que l'on discute peut-être encore, c'est vrai, mais elles sont tout de même si certaines qu'une philosophie qui les refuserait ne pourrait espérer se voir prise au sérieux. Car c'est seulement sur ces sombres perspectives, c'est seulement sur les solides fondements du stoïque désespoir qu'elles engendrent, que nous pouvons sans fraude bâtir un refuge à notre âme!»

Il paraît hautement significatif que ces savants, qui ont délibérément refusé une aide quelconque à la religion chrétienne, et qui ont enseigné à leurs disciples ce refus comme étant la seule attitude possible, il paraît hautement significatif que ces savants soient acculés malgré eux à un pessimisme aussi radical. Car ce pessimisme est une preuve tragique – comment le désespoir de ces hommes ne nous toucherait-il pas? – non seulement de l'impuissance de la Science à venir au secours de l'homme jusque dans le monde de sa conscience, mais aussi de l'isolement profond dans lequel se trouve à cause d'elle plongé le savant matérialiste: ne voit-on pas ce dernier voguer comme à la dérive au gré des modes et des variations de cette Science en laquelle il met toute sa confiance, parce que, ô paradoxe, il la croit seule capable de donner les fermes certitudes, celles de la Raison!

Heureusement, tous les savants d'aujourd'hui ne partagent pas le pessimisme du matérialiste. Néanmoins la plus grande partie d'entre eux souffrent, consciemment ou non, du même isolement: dans son activité professionnelle, le savant utilise toujours davantage le langage spécialisé de l'expert, inaccessible non seulement à sa famille et à ses amis, mais à la plupart de ses collègues! Je ne vois pas, tout au long de l'histoire de l'humanité, plus frappant et plus fidèle exemple de Tour

de Babel qu'une assemblée d'experts scientifiques de spécialités différentes! Comme les bâtisseurs confondus par Yahvé, les savants commencèrent par croire à l'universalité de leur langue et comme les hommes du pays de Shinéar, ils voulurent et veulent encore s'en servir pour forcer le Ciel!

Pessimisme fondamental et isolement intellectuel: telle est la situation de la majorité des savants au moment de la grande révolution technique qu'ils ont provoquée et dont nous vivons les premiers instants. Faut-il s'étonner dès lors s'ils ne peuvent toujours assumer les responsabilités immenses que cette révolution fait fondre sur eux? Car c'est précisément l'activité scientifique du savant qui, par le pessimisme et l'isolement qu'elle entraîne pour lui, le rend progressivement incapable d'affronter les situations nouvelles dans lesquelles le développement de science et de la technique le place. A cet égard, une déclaration d'OPPENHEIMER est révélatrice. Questionné sur les sentiments qu'il avait éprouvés lors de la construction de la bombe atomique, il aurait dit à peu près ceci: «En face d'un projet qui laisse entrevoir quelque jouissance intellectuelle *(technically sweet)*, le savant ne se domine pas: il s'en empare pour le réaliser. C'est seulement plus tard, dans l'euphorie du succès, que surgissent les problèmes posés par l'utilisation. Parmi tous ceux qui ont travaillé avec moi, je ne pense pas que personne se soit opposé à la fabrication de la bombe atomique. Quand elle a été là, seulement alors nous nous sommes mis à discuter de ce qu'on allait en faire.»

Ainsi, au moment précis où la Science arrive à l'âge des responsabilités majeures, elle a comme perdu sa conscience. Ce sont les raisons de cette situation paradoxale et nouvelle qu'il faut maintenant examiner de plus près.

### *III. La condition dramatique de la Science contemporaine: éclatement et abâtardissement*

Quelqu'un s'est-il jamais demandé ce que serait l'effarement, l'effroi peut-être, d'un habitant d'une de nos bonnes cités suisses du XVIII^e^ siècle s'il était soudain replongé dans sa ville, mais de nos jours et à l'heure où la circulation est à sa pointe? Il y a certes dix à parier contre un que ce fidèle confédéré des XIII Cantons ne retrouverait pas grand-chose, peut-être pas le chemin de son église, ni même celui de l'auberge communale! Eh bien, la surprise et le dépaysement d'un ISAAC NEWTON ou d'un ANDRÉ-MARIE AMPÈRE ne seraient pas moindres s'ils étaient soudainement conduits dans un laboratoire de physique moderne, qu'il s'agisse d'un centre de recherches nucléaires comme le CERN à Genève ou d'un simple laboratoire universitaire décemment équipé.

La Science a subi depuis un siècle une série de transformations si profondes qu'elle en est devenue méconnaissable. Au savant, au chercheur isolé dans le silence du cabinet de travail, ont succédé d'une part un administrateur comparable au directeur d'usine, et d'autre part tout

un groupe de chercheurs penchés sur leurs problèmes. De leur collaboration étroite dépend en premier lieu le succès de la recherche scientifique. On a dit de RUTHERFORD, le briseur d'atome du début de ce siècle, qu'il avait été le dernier physicien capable de contrôler personnellement, jusque dans le moindre détail, l'ensemble de tous les appareils nécessaires à la réalisation d'une recherche. De nos jours, entre celui qui a conçu l'expérience et celui qui la vérifie au laboratoire, se trouve le plus souvent toute une chaîne de machines et de cerveaux, vifs ou électroniques, en lesquels il faut bien savoir se confier!

A cette extension souvent démesurée de l'instrumentation de la recherche correspond, cela va de soi, une augmentation parallèle des moyens financiers nécessaires à cette recherche. Prenons un exemple: il y a une cinquantaine d'années, un laboratoire scientifique universitaire de moyenne importance comptait à côté de son directeur un ou deux collaborateurs, et son budget annuel ne devait guère dépasser quelques milliers de francs. Aujourd'hui ce même laboratoire, dans des conditions normales, occupe une vingtaine de chercheurs et de techniciens; s'il veut valablement participer à la recherche, c'est avec des dépenses annuelles d'une centaine de mille francs qu'il doit compter!

Mais ce n'est pas tout: ces recherches, sans cesse croissantes en nombre et en ampleur, il faut les publier, car la publication est un devoir pour le chercheur: c'est par ce seul moyen qu'il peut soumettre résultats et opinions au contrôle nécessaire de ses confrères. Aussi voit-on de nos jours le nombre et le volume des revues scientifiques augmenter de façon prodigieuse. A la seule Conférence de Genève de l'an passé sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique, pas moins de 2000 mémoires ont été soumis dont la publication a demandé une trentaine de volumes de chacun 600 pages environ!

Pour caractériser exactement cet accroissement fantastique de la recherche scientifique à notre époque, les mathématiciens disent qu'il est *fonction exponentielle du temps*. Cette notion de croissance exponentielle est très ancienne: elle apparaît pour une des premières fois dans une vieille légende hindoue: celle du sage qui avait demandé pour paiement de ses peines autant de grains de blé qu'on en peut dénombrer avec un échiquier, à raison de 1 pour la première case, de 2 pour la seconde, 4 pour la 3e et ainsi de suite jusqu'à la 64e case, doublant chaque fois le nombre de grains en passant d'une case à la suivante: on sait la confusion du roi qui avait accepté le marché: quelques centaines de grains au bout de la première rangée; un fond de sac de blé au bout de la deuxième, un millier de sacs après la quatrième, ce sont finalement 3000 milliards de sacs de blé qu'il aurait dû donner à la dernière case: plus de 100 fois la dernière récolte annuelle mondiale de blé, et probablement plus de céréales qu'on en a jamais récolté sur la terre depuis Adam et Eve!

Malgré l'enthousiasme qu'il suscite chez beaucoup, l'accroissement de la recherche scientique a quelque chose d'alarmant, non pas tellement par le fardeau toujours plus lourd qu'il constitue pour la société –

(celle-ci, on nous l'affirme, en recevra la contrepartie dans un niveau de vie matérielle toujours plus élevé) – mais surtout parce qu'il lui correspond, à cet accroissement, une décroissance simultanée de l'importance du savant, individu générateur d'idées nouvelles. Ecrasée déjà sous le poids des millions de francs engagés pour elle, la recherche scientifique ne commence-t-elle pas de s'abâtardir dans l'effort démesuré et inévitablement dispersé des milliers de cerveaux qui se donnent à elle ? Ainsi, à son tour, la science fait l'expérience de qu'ORTEGA Y GASSET appelait «le poids du nombre». Certes, à la majorité de nos contemporains ce développement fabuleux apparaît comme une nécessité: seule l'existence de contrées sous-développées, étreintes par la faim, obligerait déjà des pays privilégiés comme le nôtre à mettre toujours davantage de savants, de techniciens et de machines à disposition de l'humanité. Mais il y a plus: un peu partout les besoins des peuples en énergie augmentent aussi de façon exponentielle par rapport au temps, et c'est de la même manière enfin que croît actuellement la population du globe, laquelle a doublé ce dernier siècle.

Une autre menace d'abâtardissement plane sur la recherche scientifique: elle provient, celle-là, de l'influence croissante prise par des organisations extra-scientifiques sur le développement même de la Science. Jusqu'au début du siècle, l'évolution de la recherche scientifique s'est vue principalement commandée par les seules découvertes des savants. Pratiquement ceux-ci ne subissaient aucune influence, sinon celles de leurs devanciers, de leurs confrères, ou de quelque mécène, *rara avis*...

De nos jours, la situation est bien différente, et cela a commencé avec les guerres mondiales. Jamais l'aviation et l'aérodynamique, jamais l'électromagnétisme et la technique du radar n'auraient connu de si rapides développements, si les Etats en guerre n'avaient puissamment stimulé savants, ingénieurs et techniciens. Et bien sûr, tout ce que l'on range aujourd'hui sous le nom d'*énergie atomique* doit sa fulgurante poussée à l'aide souvent démesurée que les gouvernements ont accordée et accordent encore aux recherches nucléaires. On voit ainsi de nos jours certains domaines de la Science jouissant de la faveur des gouvernements prendre une importance énorme aux dépens d'autres, simplement parce que des applications pacifiques ou militaires leur donnent la primauté. Ailleurs, au lieu de favoriser le développement de la Science, des Etats l'ont récemment entravé, soit par l'imposition du secret, soit, ce qui est pis encore, en supprimant les contacts entre chercheurs de pays ennemis ou d'obédiences politiques opposées. Cette nouvelle immixtion des gouvernements dans la vie des savants devient de nos jours inquiétante. Qui dira les obstacles et les délais ainsi apportés aux solutions des grands problèmes de notre temps ? On ne saurait ici souligner trop les conséquences incalculables de ce dirigisme à double action dans l'éthique même de la Science... Ne sont-elles pas déjà visibles, les perspectives de son asservissement progressif à la technique d'abord, à la politique ensuite ?

Quant aux conditions de travail du savant lui-même, elles ont subi une évolution parallèle à celle de la Science.

L'indépendance du chercheur est menacée de plusieurs points à la fois: de l'extérieur d'abord. Comme les gouvernements ont un besoin croissant de savants, ceux-ci sont peu à peu pris en charge par l'Etat: c'est notamment le cas en Russie soviétique et aux Etats-Unis. Et déjà, dans ces pays, le vieux dicton «qui paye commande» connaît des confirmations souvent dramatiques (le cas d'OPPENHEIMER n'est qu'un exemple). Admettrons-nous qu'un homme de science se voie refuser la possibilité de poursuivre ses recherches en raison de la tournure prise par celles-là ou, ce qui serait pis, en raison de son attitude politique ? Cela s'est déjà passé en Amérique et en Russie!

Toutefois, ce n'est peut-être pas dans ce fonctionnariat que réside la plus grande menace: nous devons faire confiance au réalisme des hommes d'Etat qui découvriront vite que l'indépendance totale du savant est une condition *sine qua non* de l'originalité et de l'efficacité de la recherche. Non, c'est de l'intérieur que l'indépendance du savant pourrait être le plus menacée: notre société est tellement imbue du dogme de la réussite que, de plus en plus, la valeur d'un savant se mesure à son «rendement», c'est-à-dire à sa productivité. Or les qualités d'un travail scientifique ne peuvent être valablement estimées que par une minorité d'experts, si bien que le seul critère à disposition de l'autorité non initiée reste celui de la quantité... le nombre de pages et la multiplicité des mémoires. De là cette pression non seulement matérielle mais aussi morale exercée par le bailleur de fonds sur le savant, pression qui entraîne parfois ce dernier à publier coûte que coûte. Je sais bien qu'il va de ce type de contrainte comme de certains médicaments: à l'occasion, une faible dose stimule; mais une action massive et continue empoisonne.

Or, si dans notre pays une pression de ce genre est encore assez rare pour rester salutaire, ce n'est plus le cas dans les grands Etats qui mènent le monde: là des savants connaissent injustement les affres d'un «*struggle for life*» débilitant pour la recherche. Et pourtant, cette pression morale ne connaît pas de justification: pas plus dans le domaine des sciences que dans celui des arts, la quantité ne saurait remplacer la qualité! Qu'il est loin le temps d'un NEWTON, qui pouvait attendre 15 ans avant que de publier sa théorie de la gravitation universelle, jusqu'à ce que soit éliminée une divergence de 10 % entre l'expérience et les prévisions de ses calculs! Cette atteinte à l'indépendance du savant ne constitue d'ailleurs qu'un des aspects de la détérioration de la situation privilégiée qu'il occupait jusqu'à nos jours. En effet, les répercussions parfois dramatiques de sa recherche sur la vie de ses semblables le placent pour la première fois en face de responsabilités morales qu'il n'avait pas prévues et que rien ne le préparait à assumer: la collaboration à la fabrication d'armes monstrueuses, la participation à l'étude de projets rémunérateurs mais lourds de menaces encore obscures pour l'humanité posent des problèmes de conscience nouveaux au savant. Lui qui naguère, dans sa profession, avait cru pouvoir fuir les responsabilités pratiques de la vie quotidienne pour les sereines beautés de la recherche pure, le voici brusquement rejeté dans une réalité combien plus sombre et plus

terrible, car elle lui demande maintenant des comptes! D'où cet insolite sentiment de culpabilité éprouvé de nos jours par beaucoup de savants, sentiment qui les pousse soit à l'abandon de leur métier, soit à une intervention directe dans la vie politique, dans l'espoir de remédier à une situation dont ils se découvrent trop tard les responsables. C'est ainsi que l'on voit manifestes et pétitions de savants se multiplier partout dans le monde et Sir BERTRAND RUSSEL lui-même abandonner momentanément son pessimisme olympien pour s'écrier: «Le devoir suprême et le plus urgent de tous ceux qui ont encore en eux quelques vestiges de pensée lucide et de sentiment d'humanité, c'est de consacrer toutes leurs forces à réveiller les peuples et leurs gouvernements!»

La recherche scientifique est un phénomène social dont l'échelle a brusquement changé. Or si, comme l'affirmait CHARLES-EUGÈNE GUYE, c'est l'échelle qui crée le phénomène, il n'est pas surprenant que la Science et les savants d'aujourd'hui soient dans une situation critique: sous le poids de la politique et du nombre, la science se trouve menacée d'éclatement et d'abâtardissement. Guetté par le fonctionnariat, inhibé de complexes nouveaux, le savant se sent sollicité à déserter sa vocation. Y a-t-il un remède à cette menaçante confusion?

### *IV. Une issue possible: le renouvellement de la vocation du savant par la foi en Christ*

Quand en 1946, peu avant sa mort, le romancier HERBERT GEORGE WELLS assista à l'effondrement de sa foi dans le progrès scientifique, il annonça que l'homme était parvenu aux termes de ses possibilités et qu'il était fatalement destiné à une chute prochaine. Nombreux sont ceux qui, parmi les savants, pensent de même et n'osent le dire tout haut.

Cette conclusion désabusée n'est-elle pas la suite logique des déclarations pessimistes de JEAN ROSTAND et de BERTRAND RUSSEL que je rappelais au début de cet exposé? Avec ceci de nouveau qu'il ne s'agit plus maintenant de considérations désabusées sur la fin de toutes choses, mais de prophéties très précises sur l'avenir immédiat de notre société.

Il y a dans cet aveu d'impuissance et de désespoir, commun à de nombreux savants matérialistes et à beaucoup d'hommes de ce siècle, la sinistre résonance du «Dieu est mort» des existentialistes. Seulement, c'est leur dieu qui est mort: le dieu de la Science, ce mythe du progrès, qui s'est comme désintégré dans l'explosion de la bombe atomique! Et cette désespérance n'est pas sans fondements... Le haut degré d'efficacité technique et administratif de la civilisation occidentale qui permet les entreprises à long terme aboutissant à l'amélioration continue des conditions de vie matérielle, ce haut degré d'efficacité n'est possible que dans la stabilité relative dont jouit notre monde. Si celle-là est menacée par la perspective de destruction massive de régions entières, par l'asservissement total de peuples condamnés, c'en sera fait de l'essor économique de notre civilisation. L'aspiration collective de la société occidentale à construire «un monde meilleur» pour les générations futures,

aspiration noble s'il en est et qui fut pour beaucoup dans le développement matériel de notre civilisation, cette aspiration a reçu un coup mortel avec l'effondrement de nos illusions sur le progrès. Et quand l'espérance cède la place au désespoir, le seul parti qui demeure pour la plupart, c'est l'inconsciente imprévoyance d'un activisme forcené, lequel fait au moins écran à l'angoissant avenir: conférences, congrès, symposiums; meetings, comités, commissions; assemblées, forums, réunions, conseils... Combien de nos contemporains cèdent-ils déjà à cette subtile tentation de la fatigue et de la facilité ?

Quoi qu'il en soit, ce pessimisme ne saurait apporter de solution acceptable au problème qui nous préoccupe: il s'agit d'une démission pure et simple de la responsabilité d'homme, démission qui conduirait tout droit à la décadence, précisément à cette chute prétendue fatale prophétisée par WELLS.

Heureusement, il existe une minorité de savants qui ont adopté une autre attitude, fermement opposée à ce pessimisme. Il s'agit pour la plupart d'atomistes qui ont pris conscience d'une façon très saine de leurs responsabilités.

Car il y a des savants qui sont des hommes comme les autres! L'idée parfois plaisamment répandue qui les présenterait tous (et notamment les savants atomistes) comme des irresponsables, politiquement inconscients, ne correspond pas à la réalité. Il y a parmi ces derniers – autant et peut-être plus que dans n'importe quel autre groupe – des hommes qui découvrent, d'emblée ou graduellement, les nouveaux problèmes politiques et moraux posés par l'avènement de l'âge atomique. Preuve en est que ces savants ont édité en Amérique un journal, *The Bulletin of Atomic Scientists*, où sont posés et débattus précisément ces problèmes de responsabilités politiques et morales du chercheur, et souvent avec autant de pénétration que de réalisme. Et le monde sait qu'en Allemagne occidentale, des savants atomistes ont récemment mené une campagne retentissante contre la politique du gouvernement de Bonn en matière d'armement atomique. Il faut le reconnaître: la plus grande partie des actions efficaces entreprises un peu partout dans le monde pour la suppression des essais d'armes nucléaires est le fait d'hommes de science. Et nous voyons même des groupes agissants de savants faire tous leurs efforts dans l'espoir de sauver une fois pour toutes le monde d'une guerre nucléaire générale. C'est, chez ces hommes de science, à la naissance d'une *conscience collective* que l'on assiste, et ce phénomène est aussi surprenant que la libération de l'énergie du noyau de l'atome!

Il faudrait s'en réjouir pleinement s'il n'existait, sous-jacent à cette attitude, un optimisme foncier qui risque bien de mener ces savants, et le monde s'il les écoute, vers de nouvelles désillusions. Car, en dernière analyse, que proposent ces savants sinon leurs remèdes *scientifiques* aux maux dont ils sont partiellement responsables ? N'ont-ils pas encore compris que la Science seule ne peut pas faire sortir le monde de la situation tragique où il se trouve aujourd'hui ? Pensent-ils vraiment, ces

savants, en jouant les politiques et les hommes d'Etat, faire mieux que ces hommes d'Etat et que ces politiques ?

Le simple bon sens permet d'en douter! En fait, nos optimistes retombent sans s'en rendre compte dans l'erreur fondamentale de leurs devanciers du XIX^e siècle, qui faisaient de la Science la panacée par excellence!

Or, et c'est ce qu'ont bien discerné les pessimistes comme WELLS, l'éclatement et l'abâtardissement de la science sont des dangers qui ne la menacent pas seule, mais qui, avec elle, mettent en péril toute notre civilisation occidentale, laquelle a, si j'ose dire, joué tout son avenir sur le progrès scientifique, acceptant sous une forme moderne et collective le pari que PASCAL proposait jadis à l'honnête homme. Si la civilisation occidentale a vraiment misé sur le mauvais cheval, qu'elle le reconnaisse sans tarder, afin de mettre à profit un répit que Dieu pourrait encore lui accorder!

Entre le pessimisme d'un WELLS et l'optimisme des *Atomic Scientists* doit venir s'inscrire l'attitude du savant chrétien. Quelle est cette attitude ? Jamais encore elle n'a été clairement définie, et je n'ai bien sûr pas le pouvoir de le faire ce soir. Mais je considère l'attaque de ce problème comme une des tâches les plus urgentes des communautés chrétiennes. L'Eglise ne saurait éluder plus longtemps cette étude sans renier sa mission même, qui lui commande de vivre dans le monde: et, qu'on le veuille ou non, notre siècle est celui de la Science et de la Technique. N'est-on pas en droit de se demander si, trop simplement préoccupée de son message de péché et de rédemption dans son aspect personnel, l'Eglise chrétienne a donné suffisamment d'attention au rôle de l'activité créatrice de l'homme dans le dessein de Dieu envers le monde ? La Théologie ne devrait-elle pas reconsidérer l'appel du savant spécifiquement chrétien et montrer comment la fidélité à cette vocation particulière peut être ennoblie et réorientée par la foi en Christ ?

Le fait qu'à ce jour l'homme semble avoir reçu le pouvoir nouveau d'agir sur l'existence même de la race humaine rend plus urgente encore la compréhension, à la lumière des Evangiles, de l'appel à cette nouvelle liberté. N'est-il pas hautement souhaitable que les deux disciplines à la fois spécifiques et tour à tour dominantes de la pensée occidentale, la Théologie et la Science, fassent à nouveau connaissance afin de reprendre dans une atmosphère assainie le dialogue si mal engagé par l'Eglise au XVII^e siècle et si heureusement abandonné au début du nôtre, dans l'indifférence d'une confortable neutralité!

De nos jours, en effet, Science et Théologie, à la suite de transformations profondes, connaissent toutes deux un renouveau qui modifie entièrement leurs positions respectives. Chacune pour soi et presque parallèlement – est-ce là un hasard ? – elles ont découvert d'une part le sens à la fois plus intime et plus riche qu'elles doivent donner à l'objet de leur connaissance et d'autre part l'importance essentielle du lien qui joint cet objet à l'homme qui connaît.

Pourquoi la religion chrétienne, qui doit à la Science d'avoir rejeté tant de mythes païens, de s'être libérée de tant d'éléments étrangers à la Révélation, pourquoi la religion chrétienne ne tenterait-elle pas à son tour de venir en aide au savant maintenant dans l'angoisse ? Car une théologie renouvelée, utilisable au front même du combat spirituel que l'homme de science est appelé à livrer dans la solitude pourrait, en ressuscitant sa foi en Christ, le libérer des complexes, des préjugés et des mythes qui paralysent encore son entendement. Et je ne vois pas d'alternative: seule sa foi en Christ pourrait découvrir au savant ces horizons dégagés vers lesquels languit déjà son intelligence déçue du même coup et le gratifier de la vision surnaturelle que commence de réclamer sa renaissante conscience.

Il existe aujourd'hui non seulement des milliers de savants mais encore des millions d'hommes qui errent à la recherche d'un dieu qui pourrait remplacer «le progrès scientifique» déchu. L'Eglise a bien mieux à faire qu'à se réjouir de la fin d'une hérésie qu'elle a fort peu contribué à détruire. La place vide laissée par «la foi dans un avenir meilleur» risque d'être occupée par des forces démoniaques. Qui oserait affirmer qu'un retour à la doctrine de Thrasymaque soit impossible, selon laquelle la justice n'est autre que l'intérêt du plus fort ?

L'Eglise aura-t-elle le courage et surtout la force de proposer au mythe laïque du progrès quelque contrepartie nourrie par la connaissance de l'Evangile et capable de soutenir les hommes et les savants pendant les années cruciales que nous allons vivre ? Il faut le souhaiter.

La Science a besoin d'une conscience, elle vient de le découvrir à la lueur fulgurante des explosions nucléaires. Pourtant, aveuglée, elle ne saurait la trouver par elle-même, et, c'est ma conviction, seul le Christ-Roi peut lui rouvrir les yeux. N'est-ce alors pas à l'Eglise que doit incomber la tâche de ce serviteur qui, il y a 2000 ans, conduisit Saul, aveugle aussi, sur le chemin de Damas ? Et n'y aurait-il pas là pour l'Eglise, pour la Science et pour tous les hommes de ces temps troublés la miraculeuse grâce d'un espoir retrouvé ?

# Methoden, Denkweisen und Ergebnisse der Erbforschung an Bakterien

Von
F. KAUDEWITZ
Max-Planck-Institut für Virusforschung, Tübingen

Eines der Grundphänomene, durch die sich Lebewesen von Gegenständen der unbelebten Welt unterscheiden, ist der Vorgang der Vererbung. Er führt dazu, daß über lange Geschlechterfolgen hinweg die Nachkommen ihren Vorfahren gleichen oder doch zumindest in vielen charakteristischen Einzelheiten sehr ähnlich sind. Eine große Anzahl von Leistungen der Form- und Gestaltbildung, des Stoffwechsels, ja beim Menschen sogar der geistigen Betätigung sind erbbedingt. Die Befähigung zu ihrer Durchführung wird vererbt. Sie alle klingen trotz ihrer Vielfalt im einzelnen Lebewesen zu einer wohlgefügten Einheit zusammen, denn ohne Ordnung ist nur Chaos, nicht aber Leben möglich. Ein jedes Lebewesen erweist sich damit als Leistungsgefüge. Die Durchführung aller solcher erbbedingter Einzelleistungen wird durch das Erbgut des betreffenden Lebewesens gesteuert. Und auch dieses Erbgut ist ein Gefüge, zusammengesetzt aus einzelnen Erbfaktoren, von denen jeder die Durchführung einer bestimmten Leistung überwacht. Mit JOHANNSEN, der als erster diese Zusammenhänge erkannte, bezeichnen wir solche Erbfaktoren als Gene. Ihre Bedeutung für die Vererbung ist so grundlegend, daß die Lehre von der Vererbung den Namen Genetik erhielt.

Der Vorgang der Vererbung wird dem Betrachter daran erkennbar, daß die Angehörigen aufeinanderfolgender Generationen die gleichen Leistungen aufweisen. Daraus ergibt sich der zwingende Schluß, daß auch die Wirkung der diese Leistungen steuernden Gene in langen Zeiträumen sich nicht ändert. Die Konstanz der Leistungsfähigkeit ist damit ein charakteristisches Merkmal eines jeden Genes. Dennoch treten, wenn auch sehr selten, Änderungen erbbedingter Leistungen auf, welche auf die spontane Änderung der Leistungsfähigkeit eines bestimmten Genes zurückgeführt werden können. Wir nennen solche Erbänderungen Mutationen. Sie sind so außerordentlich selten, daß die Wahrscheinlichkeit für die Mutation eines bestimmten Genes im Durchschnitt nur $10^{-8}$ beträgt. Unter $10^8$ lebenden Zellen würde sich daher durchschnittlich nur eine einzige befinden, welche eine ganz bestimmte, von uns gesuchte Mutation aufweist.

Trotz dieser Seltenheit von Erbänderungen bildet dennoch die Mutationsforschung ein sehr wichtiges und fruchtbares Teilgebiet der Erbforschung im allgemeinen. Ihre Aufgabe war und ist es, einen Vorgang und seine Auswirkungen – die Mutation – zu untersuchen, dessen Seltenheit eine solche Untersuchung außerordentlich erschwert. Was liegt näher, als nach Objekten zu fahnden, welche durch ihre Eigenart für derartige Untersuchungen besonders geeignet sind. Wie aber sollen diese Lebewesen beschaffen sein? – Seltene Vorgänge werden mit um so größerer Wahrscheinlichkeit beobachtbar, je höher die Anzahl der zur Beobachtung herangezogenen Lebewesen ist, von denen jedes einzelne nur mit außerordentlich geringer Wahrscheinlichkeit den gesuchten Vorgang zeigt. Man braucht daher als Objekte der Mutationsforschung Lebewesen, die sich leicht in großer Menge züchten lassen. Als solche bieten sich Mikroorganismen an. Aus diesen Überlegungen heraus begann vor rund 20 Jahren die Erbforschung Untersuchungen an Viren, Bakterien und niederen Pilzen. In wie großer Zahl sich beispielsweise Bakterien für die Zwecke der Mutationsforschung züchten lassen, möge ein Zahlenbeispiel erläutern: Auf der Oberfläche eines kreisförmigen, 10 cm im Durchmesser betragenden, festen Nährbodens von 1,5 cm Dicke, einer sogenannten Agar-Platte, deren Herstellung nur wenige Rappen kostet, vermögen rund $10^{10}$ Bakterien zu wachsen. Die gleiche Anzahl ist in 2 ccm Nährbouillon züchtbar, wobei die Generationsdauer (die Zeit zwischen 2 Teilungen einer Bakterienzelle) rund 30 Min. beträgt. $10^{10}$, das ist eine Zahl, welche kaum noch irgendwelche Zahlenvorstellungen vermittelt. Daher soll ein Vergleich dieser Zahl Farbe verleihen: Auf der ganzen Erde leben heute rund $3 \times 10^9$ Menschen, also nur ein Drittel derjenigen Anzahl, welche die Bakterienpopulation einer einzigen Agar-Platte bildet.

Die Mutationsforschung an Bakterien hat die in sie gesetzten Hoffnungen voll erfüllt. Eine Unzahl von Einzelerkenntnissen, die in ihrer Gesamtheit ein vielseitiges Bild des Mutationsvorganges ergeben, wurden uns bisher durch sie vermittelt. Auch heute noch sind diese Untersuchungen in vollem Flusse. Im Rahmen der vorliegenden Darstellung ist es aus zeitlichen Gründen unmöglich, Einzelheiten abzuleiten. Nur einige wenige Befunde, denen auch praktische Bedeutung zukommt, mögen genannt werden: Mit der Anwendung der Antibiotika zur Bekämpfung der Erreger bakterieller Infektionskrankheiten zeigte sich in ständig zunehmendem Maße, daß gewisse Erregerstämme resistent gegen bestimmte Antibiotika geworden waren. Die genetische Erforschung dieses Phänomens bewies eindeutig, daß eine derartige Resistenz der einzelnen Bakterienstämme gegen ein bestimmtes Antibiotikum durch eine oder mehrere unabhängig voneinander entstandene Mutationen verursacht wird. Durch solche Erbänderungen entstehen beispielsweise aus zuvor Penicillinempfindlichen Bakterien solche, die jede nur denkbare Penicillindosis ungeschädigt überleben können. Die Ergebnisse der Erforschung von Einzelheiten der Entstehung dieser Resistenz gegen Penicillin erlauben es heute, das genannte Antibiotikum erfolgversprechender am Krankenbett anzuwenden. Weitere Untersuchungen stellten sicher, daß die Mu-

tation zu Resistenz gegen ein bestimmtes Antibiotikum spontan vor Anwendung des Antibiotikums erfolgt und nicht durch dieses induziert wird. Das Antibiotikum selektiert lediglich derartige resistente Mutanten dadurch, daß es die nicht zur Resistenz mutierten Zellen abtötet.

Die vielfältigen Ergebnisse der Mutationsforschung an Bakterien erlaubten Aussagen über das Wesen des Vorganges der Wirkungsänderung der Gene. Die Erforschung der Struktur und räumlichen Anordnung dieser Elemente der an Bakterien beobachtbaren Erbvorgänge war zumindest in der hinter uns liegenden Epoche vorwiegend Gegenstand bakterieller Rekombinationsgenetik. Schon seit GREGOR MENDEL stand der Kreuzungsversuch von Angehörigen zweier erbverschiedener Rassen im Mittelpunkt der Erbforschung. Im Verlauf einer solchen Kreuzung werden Erbfaktoren der beiden Kreuzungspartner, welche damit vor Durchführung der Kreuzung in zwei verschiedenen Individuen vorliegen, in einem einzigen Lebewesen der Nachkommengeneration vereinigt. War eine solche Neukombination oder Rekombination von Genen zweier verschiedener Zellen in einer einzigen auch bei Bakterien möglich ? Es schien zunächst, als ob diese Frage verneint werden müßte, bis dann schließlich Untersuchungen von AVERY, MACLEOD, MCCARTY sowie von LEDERBERG und TATUM und von ZINDER und LEDERBERG eindeutig nachwiesen, daß sich an Bakterienzellen ebenfalls Kreuzungsversuche durchführen lassen. – Naturwissenschaftliche Untersuchungen führen nur sehr selten geradlinig zur vollständigen Aufklärung der am Endpunkt der Versuche durch diese bekannt gewordenen Zusammenhänge. So ist auch die bakterielle Kreuzungsgenetik Zickzackwege gegangen. Im folgenden sollen jedoch die einzelnen Themenkreise so entwickelt werden, wie sie sich uns heute mit mehr oder weniger großer Geschlossenheit darstellen, ohne daß dabei an allen Punkten dem historischen Ablauf der Untersuchungen gefolgt werden wird.

Zuvor jedoch müssen einige Bemerkungen über die Art genetischer Wirkungen gemacht werden, welche bei Erbversuchen an Bakterien gewöhnlich zur Beobachtung gelangen. Die Zellen des in der Natur vertretenen Wildtyps zahlreicher Bakterienarten, wie beispielsweise des Darmbewohners Escherichia coli, vermögen aus bestimmten anorganischen Salzen und einer als Energiequelle benutzten Kohlenstoffverbindung, einem sogenannten Minimalmedium, alle die zahlreichen chemischen Verbindungen zu synthetisieren, aus denen sich ihr Zelleib aufbaut und die zur Durchführung des intermediären Stoffwechsels benötigt werden. Die synthetischen Fähigkeiten einer solchen winzigen Bakterienzelle übersteigen damit in vieler Hinsicht diejenigen des menschlichen Organismus. Der Syntheseweg zu jeder zelleigenen Verbindung führt gewöhnlich (Abb. 1) von einer Vorstufe über mehrere Intermediärprodukte schließlich zum Endprodukt. Jeder der in dieser Synthesekette enthaltenen Syntheseschritte verläuft dabei in der lebenden Zelle nur dann, wenn er durch ein bestimmtes, für diesen Schritt bezeichnendes Enzym katalysiert wird. Ein jedes dieser Enzyme aber kann von der Zelle nur unter der Wirkung eines bestimmten Genes hergestellt werden. Mu-

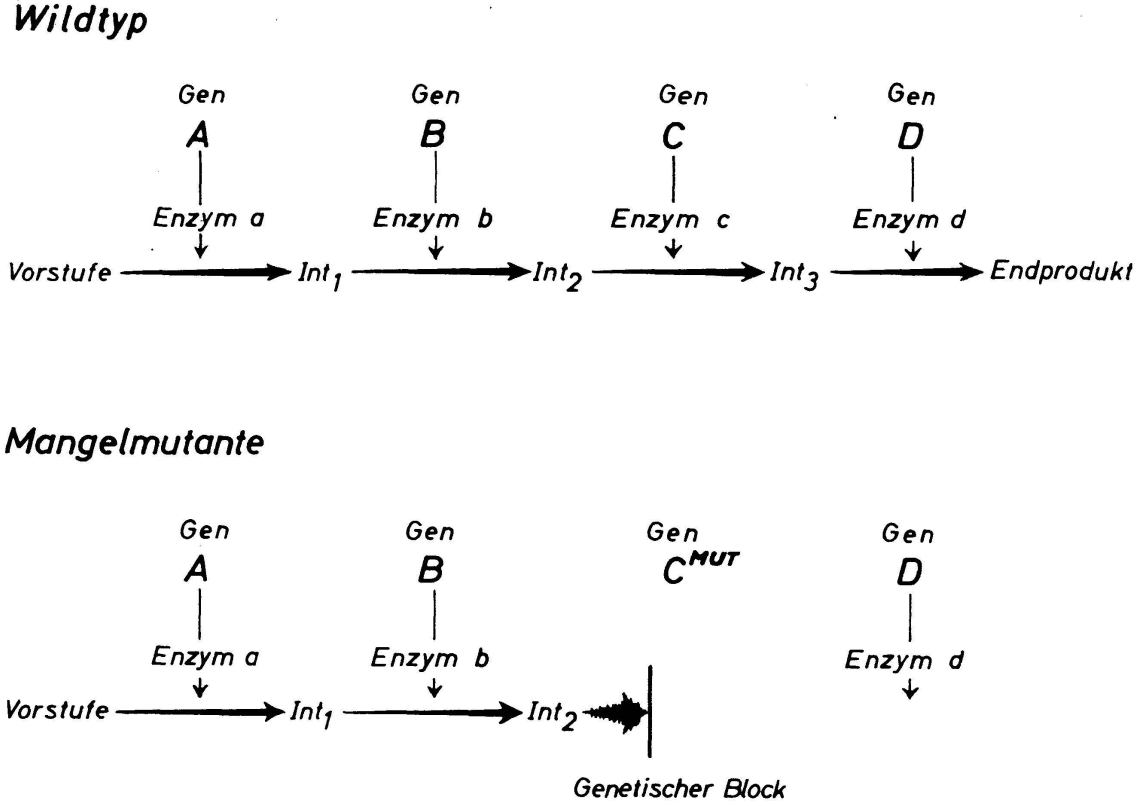



Abb. 1

Oben: Schema der Steuerung einer Biosynthesekette durch spezifische Enzyme, deren Entstehung an die Wirkung bestimmter Gene gebunden ist (genetische Situation einer Wildtypzelle)

Unten: Unterbrechung der gleichen Synthesekette durch Mutation eines Genes (C) und dadurch erzeugten Ausfall der Bildung des Enzyms c (durch genetischen Block gekennzeichnete genetische Situation einer Mangelmutante)

tiert ein solches Gen, so entfällt gewöhnlich dadurch diese steuernde Wirkung, so daß keine enzymatisch wirksamen Moleküle des betreffenden Enzyms mehr gebildet werden. Der entsprechende Reaktionsschritt (in Abb. 1, unten von $Int_2$ nach $Int_3$) kann nicht mehr durchgeführt werden. Das vor dem Reaktionsschritt liegende Intermediärprodukt bleibt unverarbeitet liegen und wird daher angehäuft. Die Synthesekette ist unterbrochen, das Endprodukt entsteht nicht mehr. Die betreffende Zelle weist dadurch einen tödlichen Mangel auf, welcher durch genetischen Block hervorgerufen, durch eine Mutation entstand. Sie ist eine Mangelmutante. Im Versuch kann die Lebensfähigkeit einer solchen Mangelmutante wieder dadurch hergestellt werden, daß dem Minimalmedium das ausgefallene Endprodukt als Wuchsfaktor zugesetzt wird. Derartige Mangelmutanten, welche die Befähigung zur Synthese bestimmter Aminosäuren, Purine, Pyrimidine oder andere synthetische Fähigkeiten eingebüßt haben und sich dadurch von Zellen des Wildtyps genetisch unterscheiden, werden gewöhnlich zu bakteriengenetischen Untersuchungen verwendet. Ihre Einführung als Objekte genetischer Forschung geschah durch Beadle unter Verwendung von Zellen des Pilzes Neurospora. Dieser Forscher

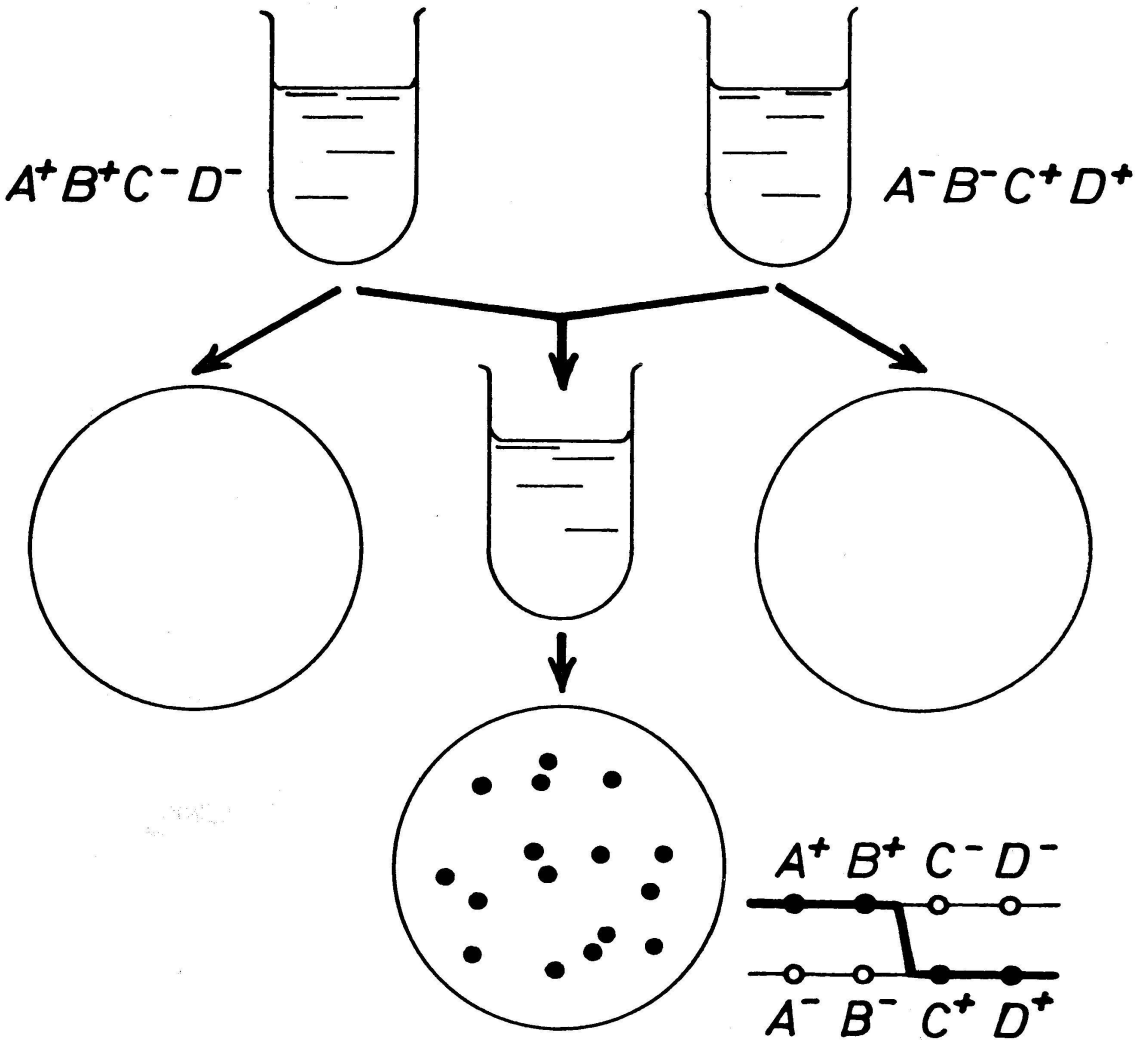



Abb. 2
Rekombination des Genoms zweier doppelter Mangelmutanten von E. coli, Stamm K12, zum Wildtyp (Schema)

wurde damit zum Begründer der mikrobiologischen, «biochemischen Genetik», eine Tat, die ihre Würdigung durch die 1958 erfolgte Verleihung des Nobelpreises erfuhr.

Zwei weitere Nobelpreisträger des Jahres 1958, LEDERBERG und TATUM, arbeiteten mit solchen Mangelmutanten von Escherichia coli mit der Sammlungsbezeichnung K 12, wobei jeder ihrer Stämme mindestens zwei voneinander unabhängige Mutationen und damit den Ausfall zur Befähigung der Synthese von mindestens zwei verschiedenen für die Zelle lebensnotwendigen Stoffen aufwies. Die zu den Versuchen verwendeten Mutanten waren paarweise reziprok. Diese Bezeichnung besagt, daß in der Mutante 1 diejenigen Gene im Wildtypzustand vorlagen (in Abb. 2, $A^+$ $B^+$), welche in Mutante 2 zur Funktionslosigkeit mutiert waren ($A^-$ $B^-$). Ein gleiches galt für die mutierten Gene von 1 ($C^-$ $D^-$), die in 2 Wildtypcharakter aufwiesen ($C^+$ $D^+$). Keiner dieser Stämme wuchs daher auf Minimalmedium (Abb. 2). Wurden jedoch Zellsuspensionen der beiden

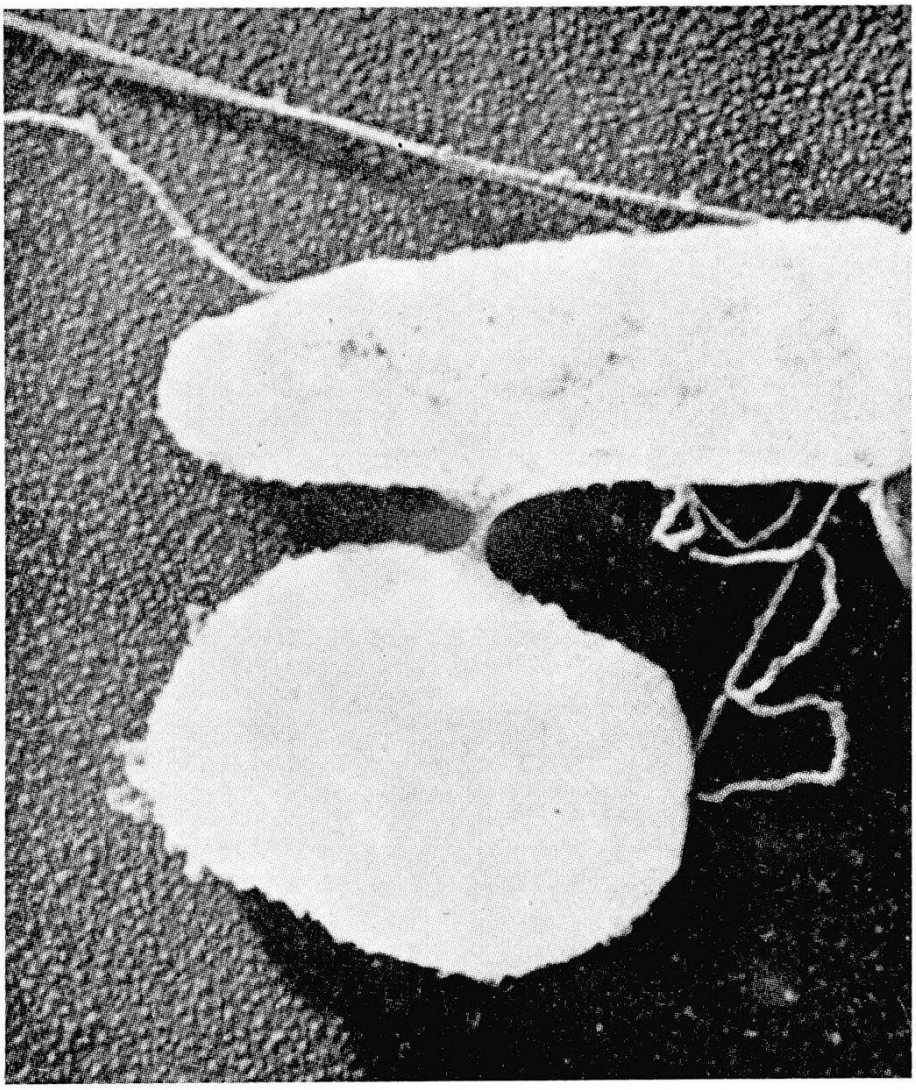


Abb. 3
Elektronenoptische Aufnahmen zweier rekombinierender Bakterienzellen von E. coli, Stamm K12, verschiedenen Paarungstyps (aus WOLLMAN, JACOB und HAYES, 1956)

Stämme miteinander gemischt und diese Mischung auf einer aus Minimalmedium bestehenden Agar-Platte ausgestrichen, so entstanden nach Bebrütung Einzelkolonien. Jede von ihnen war durch Vermehrung einer einzigen Zelle hervorgegangen, welche die Synthesebefähigung des Wildtyps aufwies. Das Erbgefüge einer jeden dieser Zellen mußte daher aus den Wildtypgenen von zwei Zellen kombiniert worden sein, die als reziproke Mangelmutanten den beiden zur Kreuzung verwendeten Stämmen angehörten (Abb. 2, unten rechts). Es lag eine Rekombination von Teilen der Erbgefüge zweier erbungleicher Zellen vor.

Weitere Untersuchungen, an denen sich andere Autoren (JACOB, WOLLMAN, HAYES) führend beteiligten, bewiesen, daß dieser Rekombination die Übertragung der Gene des einen Kreuzungspartners in den anderen vorangeht. Eine solche Übertragung ist ein Vorgang, an dem die übertragende Zelle aktiv, die empfangene Zelle passiv beteiligt ist. Nur die

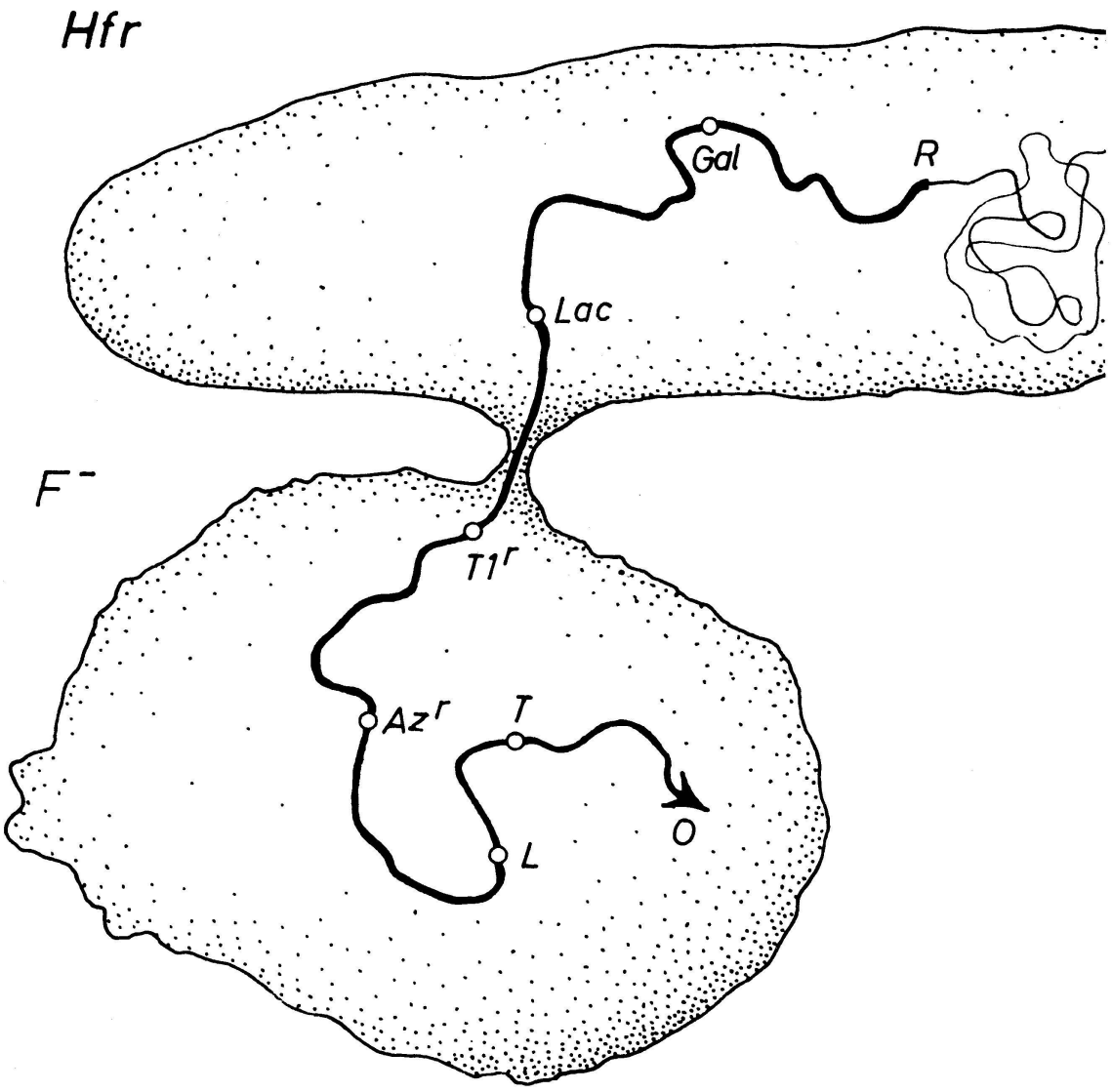



Abb. 4

Schematische Darstellung des in Abb. 3 als elektronenoptische Aufnahme gezeigten Chromosomentransfers aus einer als Spender dienenden Hfr-Zelle in den $F^-$-Partner im Verlauf der Rekombination zweier Zellen von E. coli, Stamm K12

Zellen bestimmter Stämme eignen sich als aktive Spender. Sie werden als $F^+$ im Gegensatz zu den ausschließlich als Empfänger benutzbaren $F^-$-Stämmen bezeichnet. In jüngster Zeit gelang es (Abb. 3), die Konjugation zweier Escherichia coli-Zellen elektronenoptisch darzustellen. Eine solche Aufnahme bestätigt und erweitert Befunde, die zuvor schon mit anderen Mitteln erhoben wurden: Die beiden konjugierenden Zellen nehmen körperlichen Kontakt miteinander auf, wobei zwischen beiden eine Plasmabrücke gebildet wird. Durch diese wandert im Verlauf von etwa 40 Minuten (Abb. 4) ein fadenförmiges Gebilde, welches die Gene der Zelle trägt, aus der $F^+$ in die $F^-$-Zelle hinüber. Seine Ähnlichkeit mit einem Chromosom höherer Organismen führt dazu, daß es gewöhnlich ebenfalls als Chromosom bezeichnet wird, ohne daß es bisher je optisch

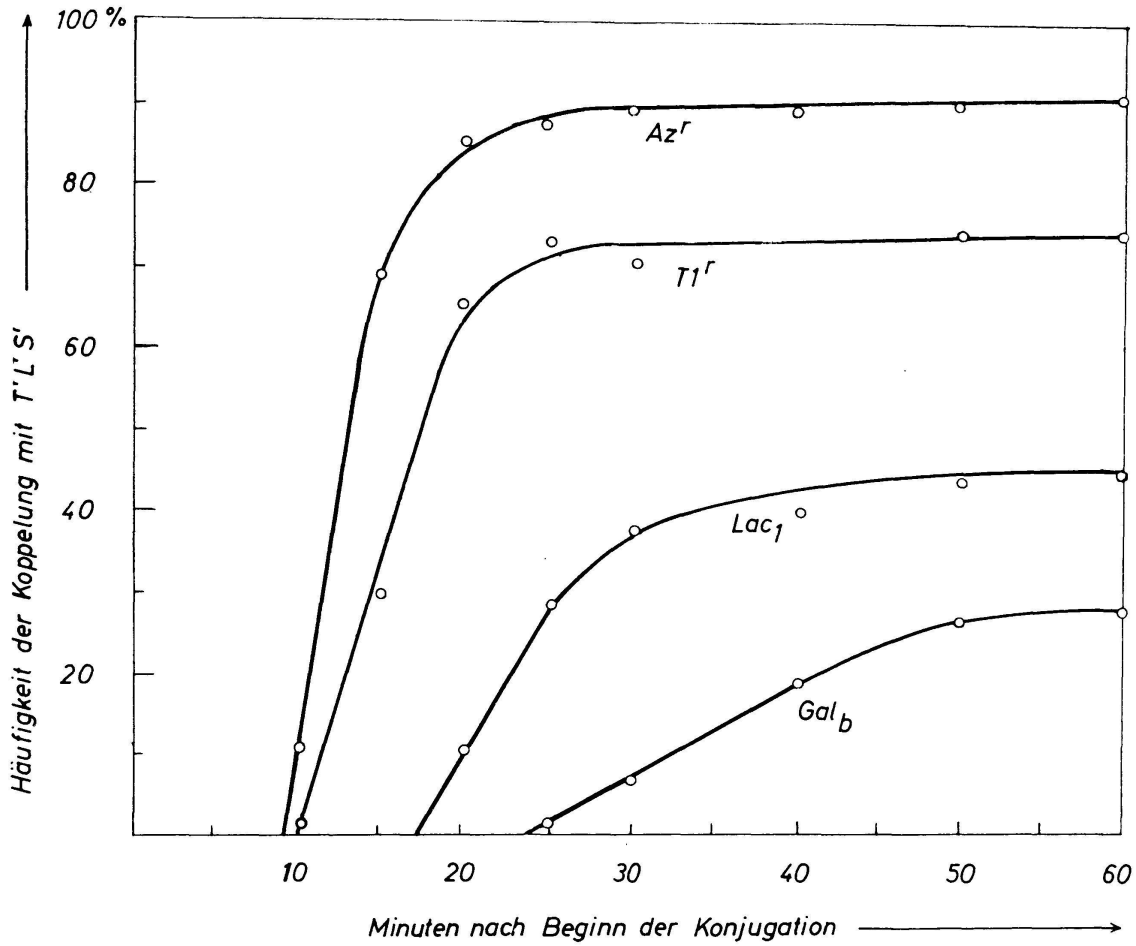



Abb. 5

Zeitliche Aufeinanderfolge der Übertragung der Gene $Az^r$, $T1^r$, Lac- und $Gal_b$ im Verlauf des Transfers eines Hfr.-Chromosoms in eine $F^-$-Zelle. Im Versuch wird diese Aufeinanderfolge als Abhängigkeit der Koppelungshäufigkeit der genannten Gene mit dem Genkomplex $T^+$ $L^+$ von der seit Übertragungsbeginn verflossenen Zeit meßbar (nach WOLLMAH, JACOB und HAYES verändert)

dargestellt werden konnte. Die Befunde, auf die sich die Aussage der Abb. 4 stützt, sind nämlich indirekter Natur: Wird tatsächlich aus der $F^+$- in die $F^-$-Zelle das $F^+$-Chromosom stets mit dem gleichen Ende voran in die $F^-$-Zelle hinüber geschoben, dann müssen die auf diesem Chromosom angeordneten Gene um so später in der Empfängerzelle ankommen, je weiter ihr Genort von dem vorderen Ende des Chromosoms entfernt liegt. Eine solche Vermutung ist dadurch prüfbar, daß die konjugierenden Zellen zu verschiedenen Zeiten nach Konjugationsbeginn voneinander getrennt werden und anschließend der Gengehalt der Empfängerzelle untersucht wird. Abb. 5 zeigt das Ergebnis einer solchen Untersuchung. Sie beweist, daß im Verlaufe einer Konjugation die Gene $Az^r$, $T\,1^r$, $Lac_1$ und $Gal_b$ in der genannten Reihenfolge nacheinander in der Empfängerzelle eintreffen. Diese zeitliche Reihenfolge muß daher die räumliche Aufeinanderfolge ihrer Genorte auf dem $F^+$-Chromosom widerspiegeln, ein Tatbestand, der zur Herstellung einer Chromosomenkarte der Gene einer Escherichia coli-Zelle ausgenutzt werden kann (Abb. 6a).

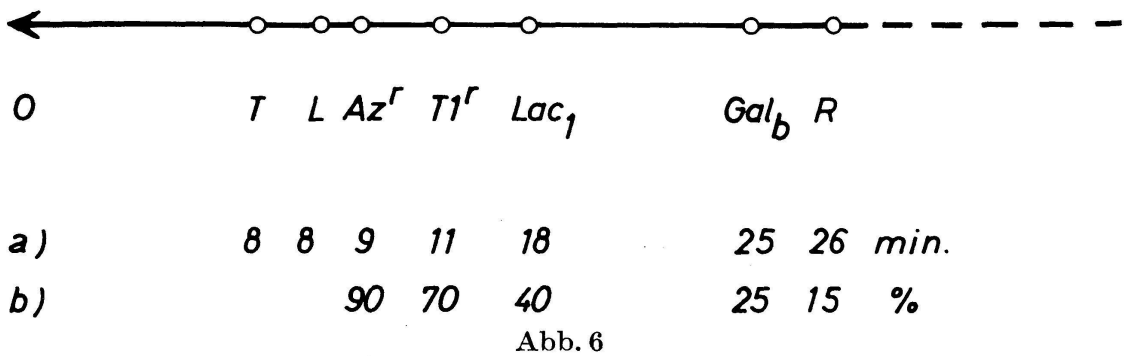



Abb. 6

Genorte eines Segmentes des Hfr-Chromosoms (s. auch Abb. 8b)
*a)* Aus dem in Abb. 5 dargestellten Versuchsergebnis gewonnene Zeitwerte für das erste Auftreten der betreffenden Gene in der $F^-$-Zelle, ausgedrückt in Minuten seit Übertragungsbeginn. *b)* Koppelungshäufigkeit der betr. Gene mit dem Genkomplex TL (nach WOLLMAN, JACOB und HAYES verändert)

Die genannten Befunde erlauben eine Beschreibung und Deutung des Vorganges der Übertragung des $F^+$-Chromosoms in die $F^-$-Zelle. Sie sagen nichts über den eigentlichen Vorgang der Rekombination, der Vereinigung von Teilen des Erbgutes beider Zellen aus. Dazu müssen Abschnitte des $F^+$- und $F^-$-Chromosoms miteinander zu einer neuen einheitlichen Struktur verschmelzen. Untersuchungen von ANDERSON und anderen Autoren, deren Ergebnisse mit Befunden an Viren und anderen niederen Organismen in Einklang stehen, machen es wahrscheinlich, daß die Rekombination kein einfacher Stückaustausch ist, sondern einen Vermehrungsvorgang voraussetzt (Abb. 7). Die durch diese Arbeiten gestützten Vorstellungen sind folgende: Am Ende der Konjugation liegen in der $F^-$-Zelle je ein $F^-$- und ein $F^+$-Chromosom vor. Sie paaren sich und leiten damit die identische Verdoppelung ein. Bei dieser Verdoppelung benutzt das neu entstehende Tochterchromosom eines der beiden vorhandenen Chromosomen als Matrize (in Abb. 7 das mit Hfr bezeichnete Chromosom), kann jedoch im Verlauf der fortschreitenden Verdoppelung zu dem anderen Chromosom hinüberwechseln und vom Wechselpunkt an die Struktur von dessen Genen abbilden. Ist dies der Fall, so enthält nach vollendeter Verdoppelung das neue Chromosom bis zum Wechselpunkt die Duplikate der Gene des $F^+$-Chromosoms, nach dem Wechselpunkt diejenigen des $F^-$-Chromosoms.

Die dargestellten Zusammenhänge erlauben eine Voraussage: Besitzen gleich lange Chromosomenabschnitte die gleiche Wahrscheinlichkeit, einen derartigen Wechselpunkt aufzuweisen, dann werden die Gene eines der beiden nach der Konjugation vorliegenden Chromosomen auf dem neu entstandenen Tochterchromosom um so häufiger miteinander gekoppelt bleiben, je näher sie einander benachbart sind, um so unwahrscheinlicher also das Auftreten eines Wechselpunktes zwischen ihren beiden Genorten ist (Abb. 7). Ein solcher Zusammenhang erlaubt abermals, nun aber mit einer weiteren von der oben genannten unabhängigen Methodik, die Aufstellung von Genkarten. Dazu müssen die Koppelungshäufigkeiten von Genen des Hfr-Chromosoms nach erfolgter Rekombina-

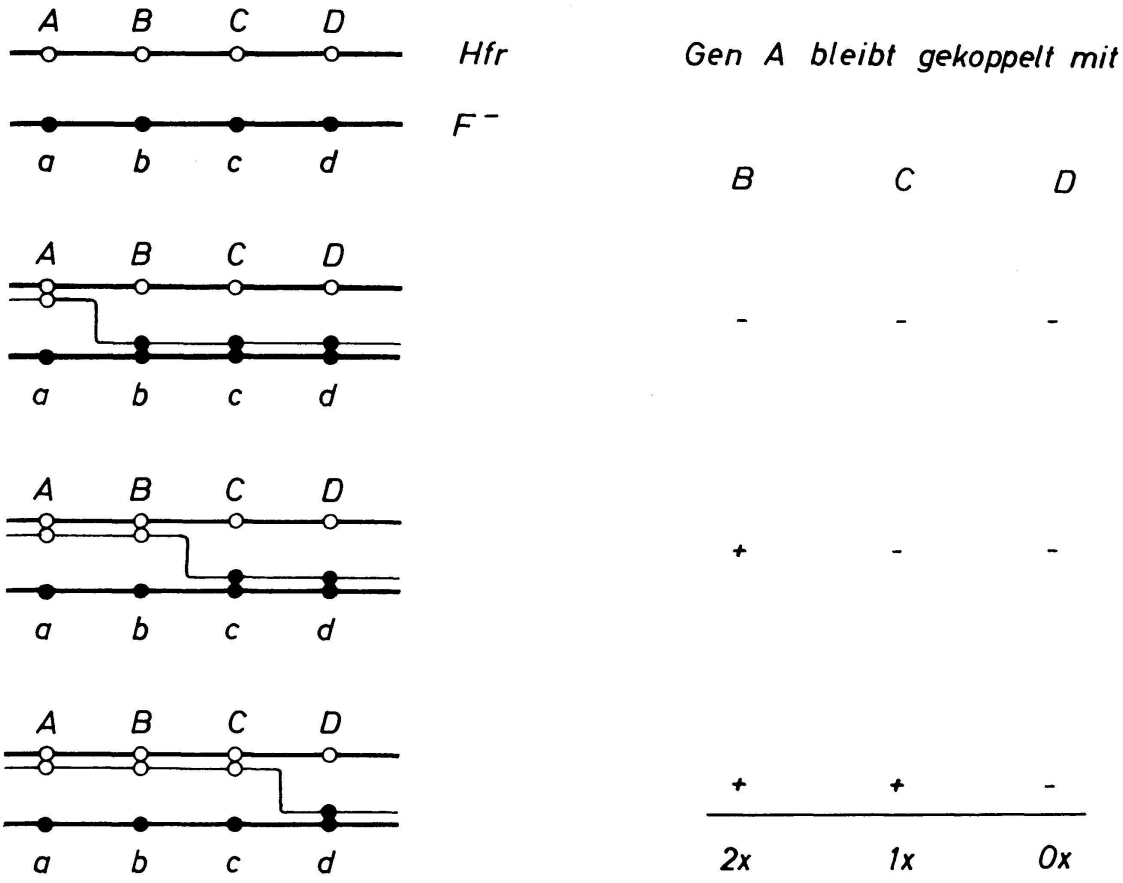



Abb. 7

Schema der Beziehung zwischen Koppelungshäufigkeit im Verlauf der Rekombination und linearem Abstand zweier Gene des Hfr-Chromosoms

tion untersucht werden. In Abb. 6b ist angegeben, in wieviel Prozent der Fälle die uns nun schon bekannten Gene $Az^r$, T $1^r$, $Lac_1$ und $Gal_b$ des $F^+$-Chromosoms mit den beiden sehr eng benachbarten und daher als eine Einheit benutzten Genen TL gekoppelt auftreten. Es zeigt sich dabei, daß die Koppelungswahrscheinlichkeit in der genannten Reihenfolge abnimmt. Daraus ist zu schließen, daß in der gleichen Reihenfolge die räumliche Entfernung zu TL wächst. Von besonderem Interesse ist ein Vergleich dieses Ergebnisses mit dem aus der Beobachtung des zeitlichen Verlaufes der Konjugation gewonnenen Befund (Abb. 6a). Beide stehen miteinander in vollständiger Übereinstimmung und sprechen damit für den Wahrheitsgehalt der in Abb. 4 durchgeführten Deutung des Konjugationsvorganges. Die Gesamtheit der Befunde beweist einen sehr wichtigen Zusammenhang: Auch bei Escherichia coli und damit wohl auch bei anderen Bakterien sind die Gene auf einer linearen Struktur angeordnet, welche durch ihre Funktion als Genträger einem Chromosom höher organisierter Lebewesen vergleichbar ist.

Untersuchungen von JAKOB und WOLLMAN lassen Schlüsse zu, welche Gestalt dieses Chromosom in einer nicht in Konjugation befindlichen Zelle von Escherichia coli einnimmt. Oben wurden Zellen von $F^+$-Stämmen als zur Konjugation geeignet bezeichnet. Diese Aussage

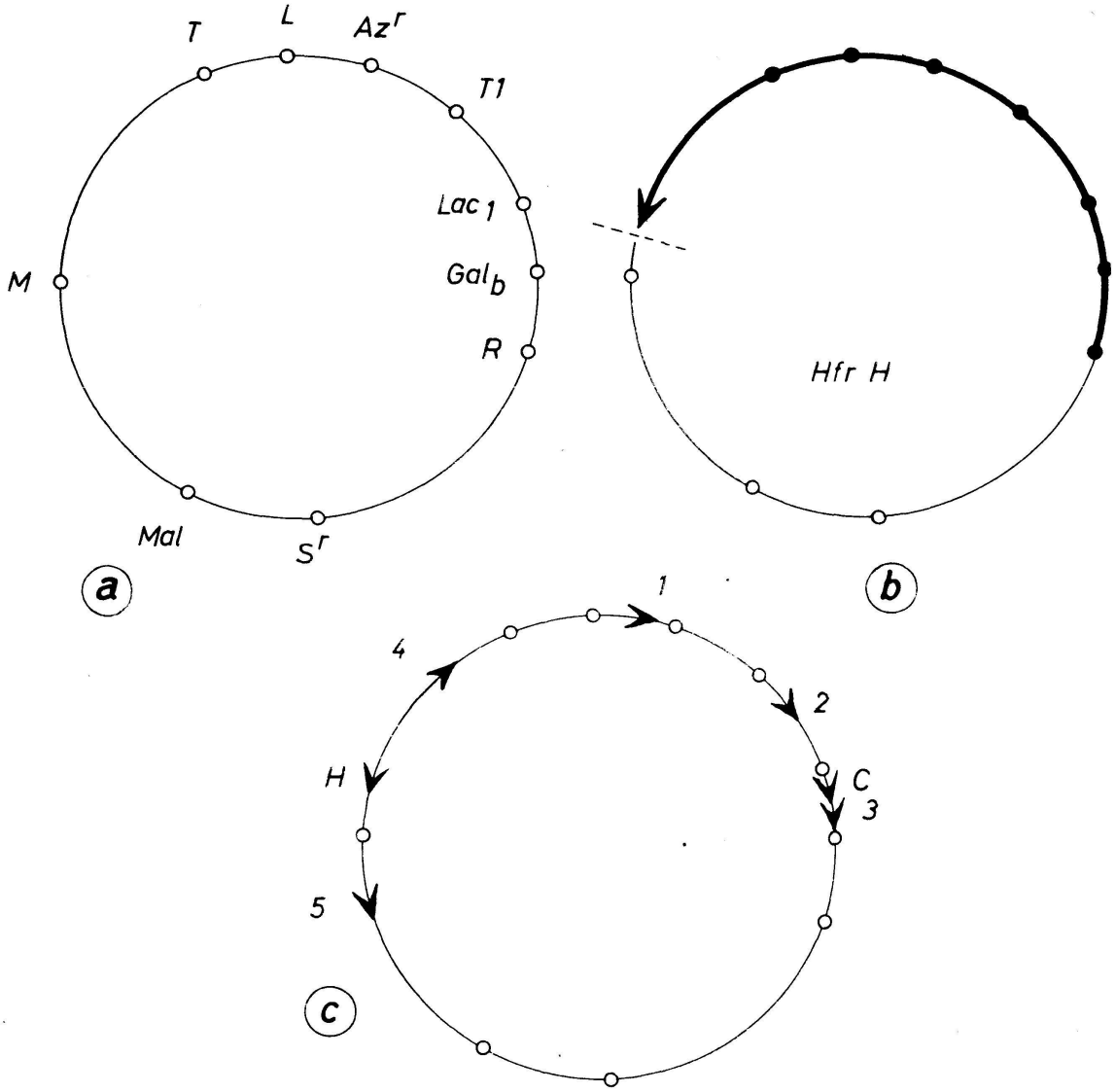



Abb. 8

*a)* Schema der Ringstruktur des Chromosoms einer F⁺-Zelle des Stammes K12 mit eingezeichneten Genorten. *b)* Schema des Hfr-Chromosoms eines (nach seinem Entdecker HAYES mit H bezeichneten) Stammes. Der verstärkt wiedergegebene Teil bezeichnet das bei der Übertragung in die F⁻-Zelle gelangende Chromosomensegment. Die Genkarte der Abb. 6 stellt das gleiche Segment dar. *c)* Lage der Öffnungspunkte und Markierung der Schubrichtung während der Übertragung, wie sie für die Chromosomen von 7 weiteren Hfr-Stämmen ermittelt wurden (nach JACOB und WOLLMAN umgezeichnet)

bedarf einer Erweiterung. Das F⁺-Chromosom weist Ringform auf (Abb. 8a). Es muß erst durch eine Mutation geöffnet werden, um Stäbchenform anzunehmen und damit zur Rekombination geeignet zu sein. Diese Mutation tritt in F⁺-Zellen mit der Wahrscheinlichkeit von $10^{-5}$ ein. Sie bestimmt nicht nur den mit dem Mutationsort identischen Öffnungspunkt des Ringchromosoms, sondern gleichzeitig auch den Anfangspunkt 0 und damit die Wanderrichtung des nun fadenförmigen Chromosoms im Verlaufe der Konjugation. Derartig mutierte F⁺-Zellen führen unter günstigen Bedingungen mit 100% iger Wahrscheinlichkeit die

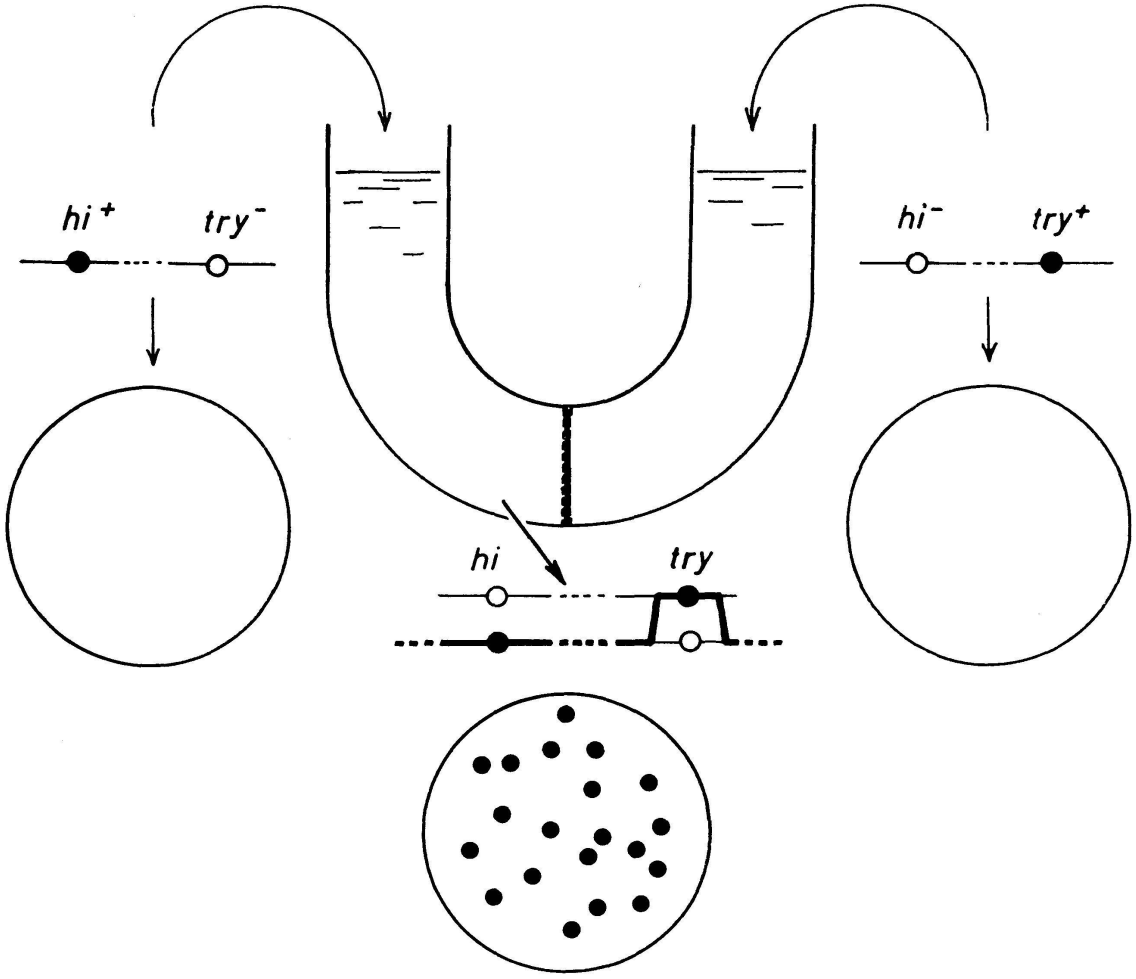



Abb. 9
Schematische Darstellung des Versuches von ZINDER und LEDERBERG, der zur Entdeckung der Transduktion führte (Einzelheiten im Text)

Konjugation mit $F^-$-Zellen durch. Sie werden daher als Hfr-Zellen (high frequency of recombination) bezeichnet. Im Verlaufe der letzten Jahre gelang es mehreren Autoren, eine Reihe von Hfr-Stämmen zu isolieren, deren zur Ringöffnung führende Mutation an verschiedenen Stellen des $F^+$-Ringchromosoms stattgefunden hatte, wobei einzelne dieser Stämme sich auch durch die Verschiedenheit der Wanderrichtung ihres Chromosoms unterschieden. Sie sind in Abb. 8c dargestellt. Die Chromosomenkartierung der Abb. 6 bezog sich auf einen von HAYES isolierten Hfr-H-Stamm, dessen geöffnetes Chromosom in Abb. 8b wiedergegeben ist.

Diese zuerst an Escherichia coli K12 durch LEDERBERG und TATUM entdeckte Form der Rekombination des Erbgutes zweier Bakterienzellen blieb nicht die einzige ihrer Art. Wenige Jahre später, im Jahre 1952, verwendete im Labor von LEDERBERG der damalige Doktorand ZINDER zwei verschiedene Mangelmutanten der Bakterienart Salmonella typhimurium zu seinen Versuchen (Abb. 9). Der eine dieser beiden Stämme hatte durch Mutation die Befähigung zur Synthese der Aminosäure Histidin, der andere der Aminosäure Tryptophan eingebüßt. Keiner der

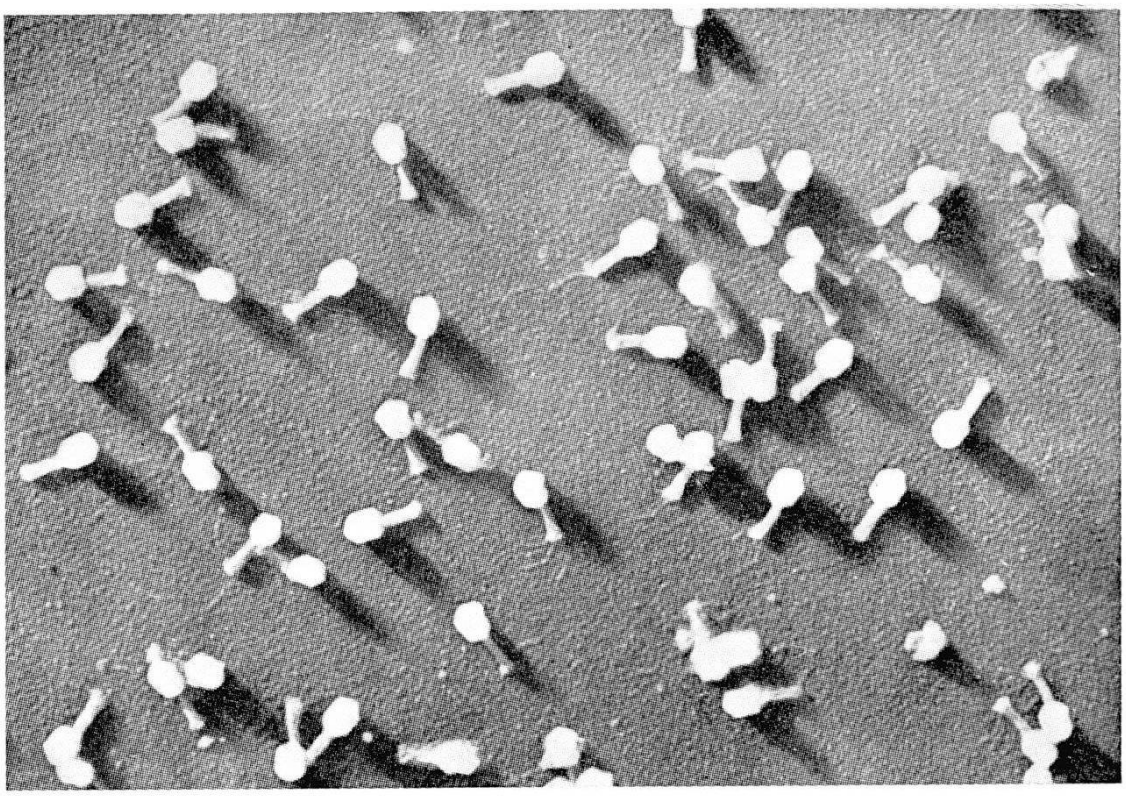


Abb. 10
Elektronenoptische Aufnahme einzelner Partikel des Phagen T2 von E. coli (nach Herriot und Barlow, 1953)

beiden reziproken Stämme konnte daher auf Minimalmedium wachsen. Bei seinen weiteren Versuchen benutzte Zinder ein U-Rohr, deren Schenkel durch ein bakteriendichtes, im Rohr befindliches Filter voneinander abgetrennt waren. In jeden Schenkel wurde die Zellsuspension einer der beiden Mangelmutanten gefüllt (Abb. 9). Das zwischen ihnen befindliche Bakterienfilter verhinderte die Berührung zweier, den beiden verschiedenen Stämmen angehörenden Zellen und machte damit eine Rekombination nach dem Schema der an K12 beobachteten unmöglich. Dennoch ließen sich wenige Stunden nach Versuchsbeginn aus dem die Tryptophan-Mangelmutante enthaltenden Schenkel des U-Rohres Wildtypzellen isolieren, welche zum Wachstum auf Minimalmedium befähigt waren. Rückmutation der Tryptophan-Mangelmutante zum Wildtyp konnte ausgeschlossen werden, so daß es sich abermals um eine Rekombination des $hi^+$-Gens der Tryptophan-Mangelmutante mit dem $try^+$-Gen der Histidin-Mangelmutante handeln mußte. Weitere Versuche zeigten, daß der Gentransport durch das Filter an Partikel von Virusgröße gebunden war, welche sich als Bakteriophagen erwiesen.

Bakteriophagen sind Viren, welche nur in Bakterien zur Vermehrung gelangen. Sie zeichnen sich durch eine hohe Wirtsspezifität aus. Von Art zu Art unterscheiden sie sich in ihrer Form, sind jedoch in den meisten Fällen aus einem kugeligen bis hexagonalen (Abb. 10) Kopf und einem daran befindlichen mehr oder weniger langen, bei einzelnen Arten sehr

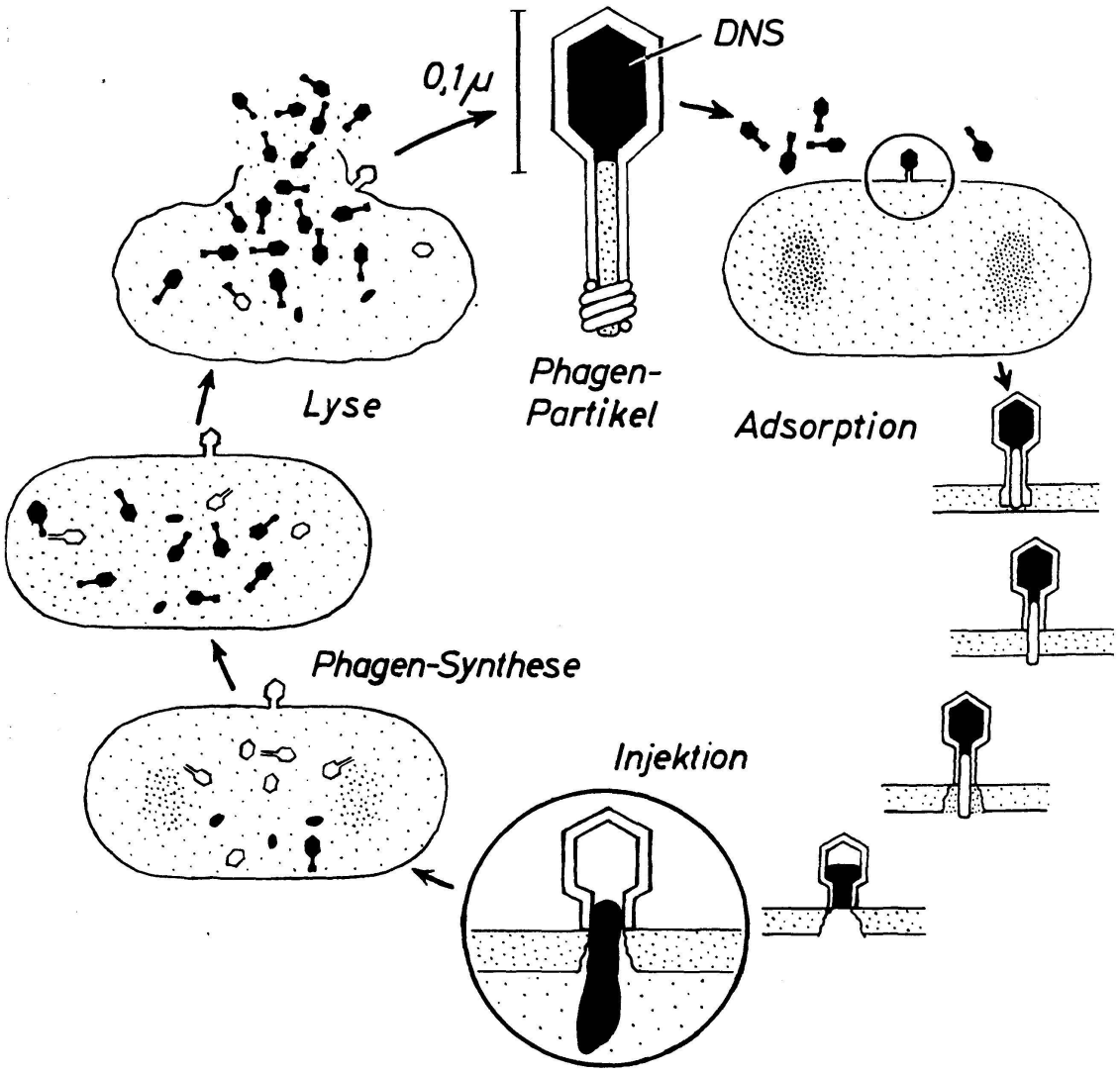



Abb. 11
Vermehrungszyklus eines virulenten Bakteriophagen (Schema)

stark reduzierten Schwanzteil aufgebaut. Im Innern des Kopfteiles befindet sich (Abb. 11) als genetische Substanz des Bakteriophagen eine Verbindung mit der Bezeichnung Desoxyribonucleinsäure (DNS). Der erste Schritt der Phagenvermehrung ist die Adsorption der Schwanzspitze einer Phagenpartikel an der Außenmembran des zukünftigen Wirtsbakteriums. Über mehrere Zwischenstufen hinweg erfolgt schließlich die Injektion der Phagen-DNS in die Bakterienzelle, während die Phagenmembran an der Bakterienoberfläche verbleibt. Unter dem Einfluß der Phagen-DNS beginnt die Zelle neue Phagenpartikeln zu synthetisieren, welche nach Lyse der Zelle in das Außenmedium frei werden und weitere Bakterien befallen können. Abb. 12 zeigt eine elektronenoptische Aufnahme von Zellen der Bakterienart Mycobacterium spec., die mit Phagen befallen sind. Die Zelle oben links enthält in ihrem Inneren bereits neu synthetisierte Phagen. An ihrer Oberfläche haften noch Membranen von Phagenpartikeln, deren injizierte DNS zur Phagensynthese führte.



Abb. 12
Vermehrung eines Bakteriophagen (Phagus lacticola) in Zellen von Mycobacterium spec. (elektronenoptische Aufnahme von PENSO)

Die Zelle in der Bildmitte kann erst vor wenigen Sekunden von Phagen befallen worden sein, da diese noch mit DNS prall gefüllte Kopfteile aufweisen, ihre DNS also noch nicht injiziert haben.

Von diesem Vermehrungsmodus virulenter Phagen unterscheidet sich derjenige der sogenannten temperierten Phagen. Die Injektion ihrer DNS führt nicht sofort zum Einsetzen der Synthese neuer Phagenpartikeln. Die eingedrungene DNS nimmt vielmehr als Prophage einen voraussagbaren, für die betreffende Phagenart spezifischen Genort auf dem Bakterienchromosom ein und wird vor jeder Zellteilung mit den Genen des Bakteriums synchron verdoppelt. Erst viele Generationen später setzt dann aus noch unbekannten Gründen die Phagensynthese ein, welche zur Lyse der Zelle führt. Zellen, die einen Phagen enthalten, werden daher als «lysogen» bezeichnet.

ZINDER arbeitete mit halbtemperierten Phagen. Ihre Partikel führen durch Injektion der DNS dazu, daß ein bestimmter Prozentsatz der infizierten Bakterienzellen lysiert, der Rest aber die Infektion überlebt und lysogen wird. Derartige Bakteriophagen besitzen die Fähigkeit, im Verlaufe ihrer Synthese innerhalb der Bakterienzelle Teile des Bakterienchromosoms zusammen mit Teilen ihrer DNS in ihren Kopfteil einzuschließen und später in eine andere Bakterienzelle zu injizieren. Dadurch ist ein Transport von Genen aus einer als Spender dienenden Bakterienzelle in eine andere, die Empfängerzelle, möglich, wobei eine Phagenpartikel als Transportmittel benutzt wird. In der Empfängerzelle findet dann, ganz ähnlich wie bereits für K12 dargestellt, eine Rekombination

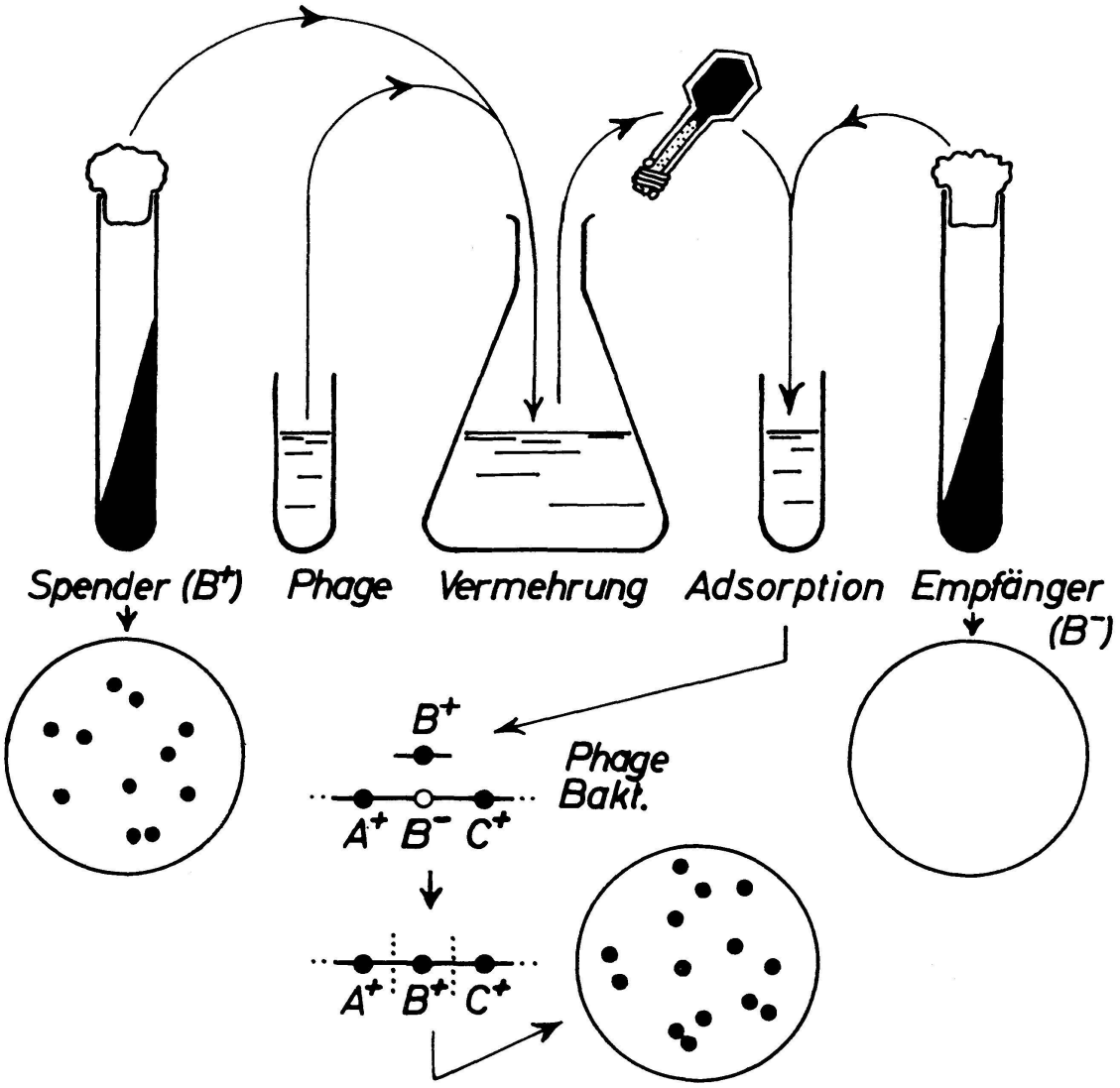



Abb. 13
Schematische Darstellung des Verlaufes der rekombinativen Transduktion einer Mangelmutanten $B^-$ zum Wildtyp $B^+$

der Gene beider Zellen statt. Eine solche Übertragung von bakteriellen Genen mit Hilfe eines Phagen heißt Transduktion. Sie wird in der bakteriengenetischen Forschung in weitem Maße als Mittel der Kreuzung zweier Bakterienstämme verwendet.

Folgen wir dem Ablauf einer sogenannten Wildtyptransduktion: Sie dient dazu, das zur Funktionslosigkeit mutierte Gen einer Mangelmutanten (in Abb. 13 das Gen $B^-$) durch das homologe Wildtyp-Gen ($B^+$) des Wildstammes zu ersetzen. Zellen des als Spender dienenden Wildtyps gelangen zusammen mit zur Transduktion geeigneten Bakteriophagen in ein Medium, in dem innerhalb der Bakterienzellen die Phagenvermehrung stattfindet. Die aus der Suspension gewonnenen Phagen enthalten nun bakterielle Gene des Spenderstammes, unter denen sich auch das Gen $B^+$ befindet. Diese Phagen werden mit Zellen des Empfängerstammes B gemischt und injizieren nach Adsorption an der

Bakterienmembran ihre DNS zusammen mit den in ihnen enthaltenen Genen der Spenderzelle. Gelangt so ein Chromosomenstück, welches das Gen $B^+$ enthält, in eine Empfängerzelle, dann kann es in den Nachkommen dieser Zelle an Stelle des Genes $B^-$ treten und damit diese Zelle zum Wildtyp machen. Sie ist im Gegensatz zu ihrer Mutterzelle zum Wachstum auf Minimalmedium in gleicher Weise geeignet wie die Spenderzelle, der das Gen $B^+$ entstammt.

Im Verlaufe einer Transduktion werden immer nur kleine Chromosomenbruchstücke, welche die Orte nur weniger Gene enthalten, in die Empfängerzelle übertragen. Ganz ähnlich wie dies für Escherichia coli K12 dargestellt wurde, läßt sich auch bei Transduktionsexperimenten die Rekombinations- und Koppelungshäufigkeit zur Aufstellung von Genkarten benutzen. Die Kleinheit des übertragenen Chromosomenstückes bedingt jedoch einen im Vorstehenden bisher nicht erwähnten Aussagebereich solcher Experimente. Transduktionsversuche erlauben nicht ohne weiteres die Feststellung der Lagebeziehungen weit voneinander entfernt liegender Gene. Sie erweisen sich vielmehr als ein ausgezeichnetes Mittel, die Feinstruktur innerhalb eines einzigen Genortes zu erforschen und die Lagebeziehungen eng benachbarter Gene zu erhellen. Ein Beispiel möge dies erläutern:

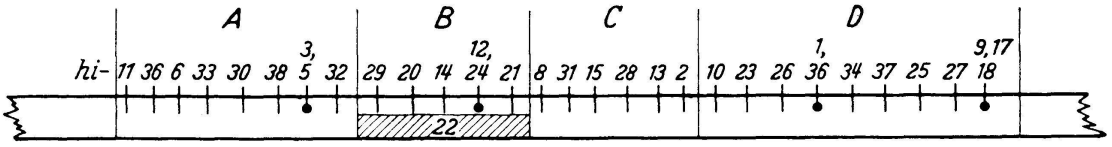



Abb. 14

Lagebeziehung und Feinstruktur der Gene der letzten Schritte der Histidinsynthese (Einzelheiten im Text). (Aus P. HARTMAN, 1956)

Der Arbeitskreis um DEMEREC hatte eine größere Anzahl von Histidin-Mangelmutanten der Bakterienart Salmonella typhimurium isoliert. Ihre von P. HARTMAN vorgenommene Transduktionsanalyse führte zur Aufstellung der in Abb. 14 wiedergegebenen Genkarte. Sie zeigt vier benachbarte Genorte A, B, C, D. Jeder dieser Genorte weist eine ganze Reihe voneinander unterschiedlicher Mutationsorte auf, die mit verschiedenen Zahlen gekennzeichnet sind. Alle in einem Genort liegenden Mutationsorte führen zum Ausfall des gleichen Enzyms und damit zum gleichen Phänotyp. Zwischen zwei Mutationsorten eines einzigen Genortes ist eine Wildtyprekombination möglich. Diese Mutationsorte sind daher auch Rekombinationsorte. Derartige Tatbestände mögen zunächst recht verwickelt erscheinen. Für unser heutiges Genkonzept besitzen sie jedoch außerordentliche Bedeutung. Sie zeigen, daß ein als Genort bezeichneter Chromosomenabschnitt, welcher die Synthese eines einzigen bestimmten Enzyms steuert, gleichzeitig aus zahlreichen Mutations- und Rekombinationsorten zusammengesetzt ist. Damit bahnt sich eine Wandlung und teilweise Auflösung des klassischen Genbegriffes an, welcher

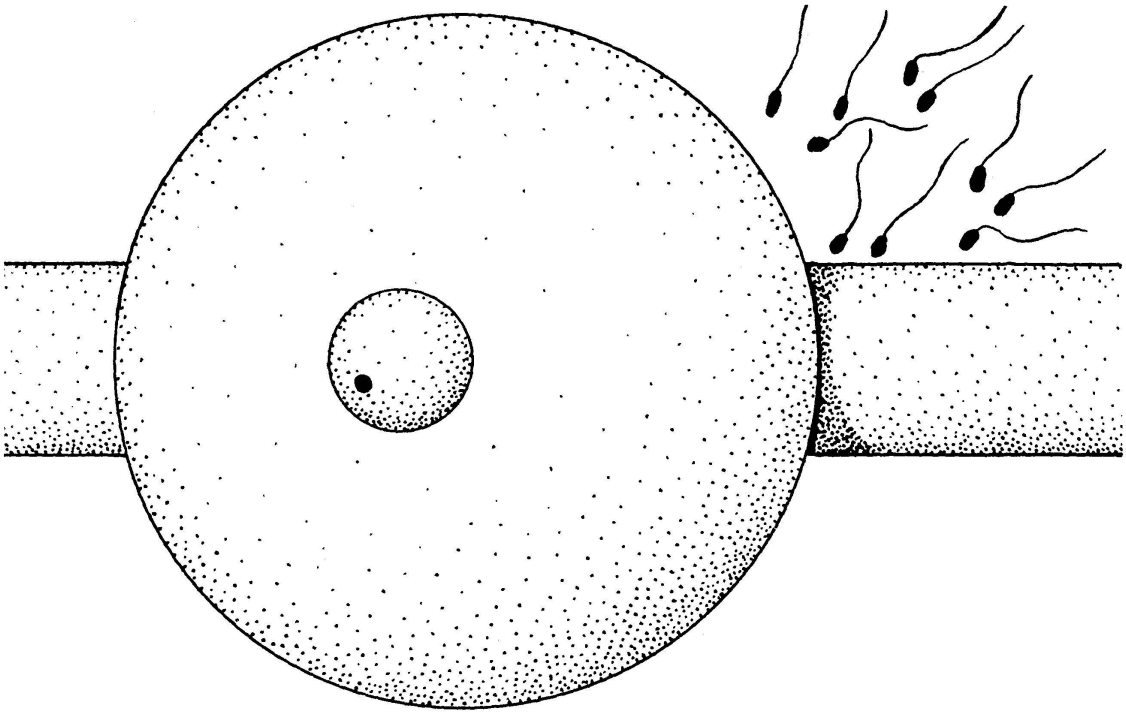


Abb. 15
Im gleichen Größenmaßstab ausgeführte schematische Darstellung eines menschlichen Haares, einer menschlichen Eizelle und menschlicher Spermien

das Gen gleichzeitig als kleinste Einheit genetischer Wirkung, der Mutation und der Rekombination betrachtete.

Im Zusammenhang mit der Darstellung von Problemen der Mutationsgenetik war als charakteristisches Merkmal eines Genes die über zahlreiche Generationen hinweg beobachtbare Konstanz seiner Leistung genannt worden. Gene sind Objekte der materiellen Welt. Sie müssen aus einem chemisch definierbaren, außerordentlich stabilen Baumaterial bestehen. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn die biochemische Genetik im Laufe ihrer Entwicklung bald nach der chemischen Natur des Baumaterials dieser Gene, der «genetischen Substanz», zu fragen begann. Das erstaunliche Ausmaß der Organisationsleistung, die dieses Material vollbringt, entzieht sich unserer Vorstellungskraft. Ein Größenvergleich vermag einen Begriff dieser Leistung zu geben: In Abb. 15 sind schematisch im gleichen Größenverhältnis eine menschliche Eizelle, ein menschliches Haar und menschliche Spermien dargestellt. Bei der Befruchtung vereinigen sich ein Spermienkopf und eine derartige Eizelle zur Zygote. Diese enthält den doppelten, jedes Spermium den einfachen Satz der Gene eines Menschen. Es läßt sich leicht der Rauminhalt derjenigen Spermien errechnen, welche die Eizellen befruchteten, aus denen alle heute lebenden, rund 3 Milliarden zählenden Menschen hervorgingen: Alle diese Spermien ließen sich in den Glasknöpfen von 3 Stecknadeln unterbringen. Das Baumaterial aller Gene, welche für die erbgebundenen Leistungen der heute lebenden Menschen verantwortlich sind, würde

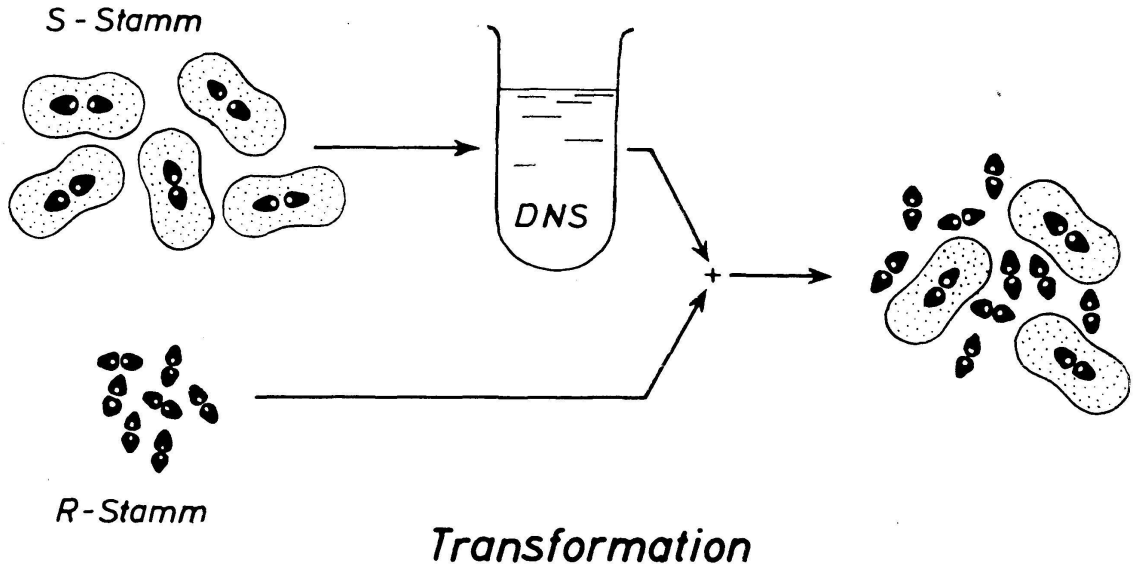



Abb. 16
Übertragung der genetisch bedingten Fähigkeit zur Kapselbildung durch Transformation auf nicht kapselbildende Zellen von Pneumococcus (Schema)

damit das Doppelte davon, also den Rauminhalt von 6 Stecknadelköpfen beanspruchen.

Welcher Art ist das Baumaterial dieser Gene, dem eine derartige, ans Wunderbare grenzende Leistungsfähigkeit zukommt? Auf diese Frage geben Versuche an Bakterien Auskunft, welche bereits am Beginn der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts durch AVERY, MACLEOD und MCCARTY ausgeführt wurden. Sie verwendeten dazu zwei Stämme der Bakterienart Pneumococcus, des Erregers der Lungenentzündung. Die Zellen des sogenannten S-Stammes (Abb. 16) besitzen die Fähigkeit zur Bildung einer Polysaccharidkapsel, welche jeweils zwei als Diplococcen vorliegende Zellen umgibt. Sie sind pathogen. Die Zellen des R-Stammes vermögen auf Grund einer Mutation die Kapsel nicht mehr zu bilden. Sie sind also «Kapsel-Mangelmutanten» und haben dabei auch ihre Pathogenität eingebüßt. Die Autoren stellten aus Zellen des S-Stammes einen Extrakt her und reinigten ihn so weit, daß er zu mindestens 99,9% aus Desoxyribonucleinsäure bestand. Wurde derartige DNS mit Zellen des R-Stammes gemischt, so erlangten etwa 1% der Nachkommen dieser Zellen wieder die Befähigung zur Kapselbildung Sie erwiesen sich als genetisch stabil und identisch mit Zellen des S-Stammes Diese und später durchgeführte Versuche ließen nur den einen Schluß zu: Das Baumaterial der Gene ist Desoxyribonucleinsäure. Das Kapsel$^+$-Gen des S-Stammes gelangt in einem derartigen «Transformations»-Versuch in Gestalt seines Baumaterials, der DNS, in Zellen des R-Stammes und ersetzt auf dem Wege der Rekombination in diesen Empfängerzellen das Kapsel$^-$-Gen. Damit ist nach der Nennung der K12-Rekombination und der Transduktion der dritte bisher bekanntgewordene Weg bakterieller Genrekombination, die Transformation, beschrieben.

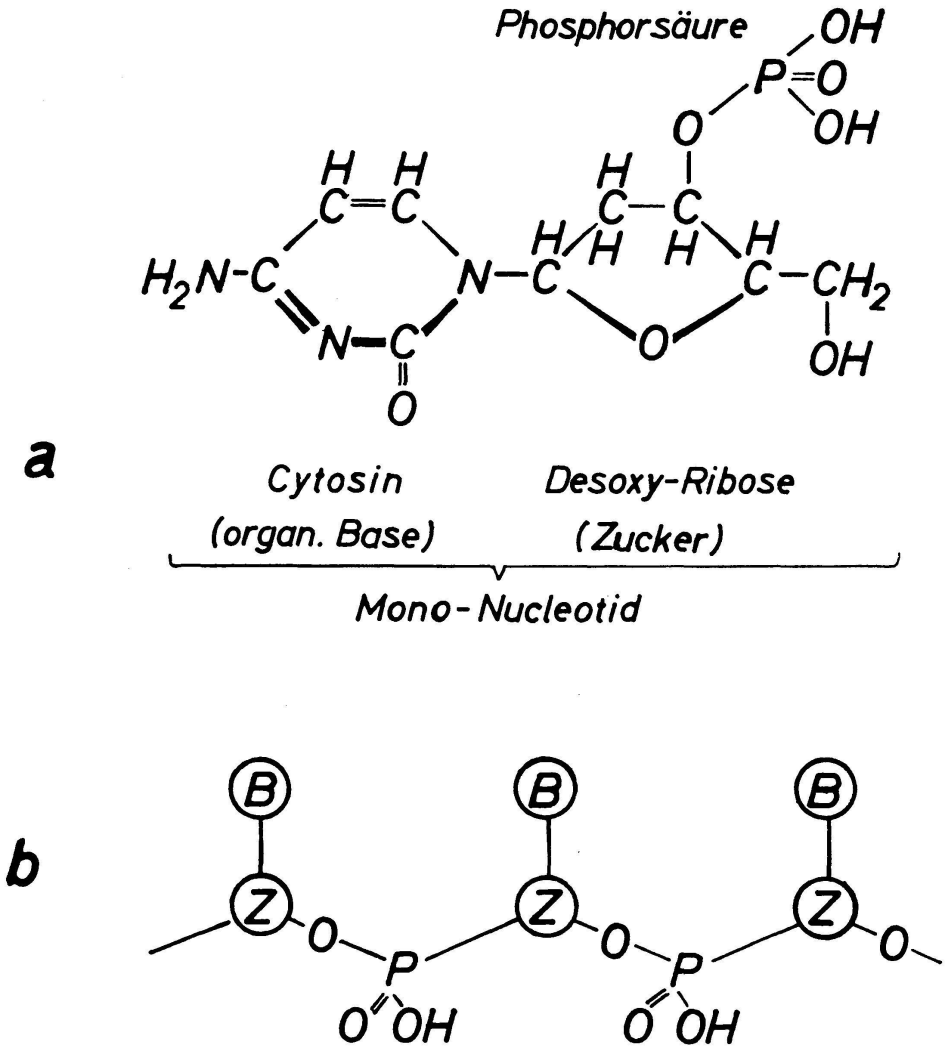



Abb. 17

*a)* Aufbau eines Mononucleotids der DNS aus einem Molekülteil Phosphorsäure, einem Molekülteil Desoxyribose und einem Molekülteil organischer Base. *b)* Art der Verknüpfung aufeinanderfolgender Mononucleotide innerhalb eines fadenförmigen DNS-Moleküls. Z = Zucker = Desoxyribose, B = organische Base

Der chemische Aufbau der Desoxyribonucleinsäure ist wohl bekannt. Sie besteht aus fadenförmigen Makromolekülen mit einem Molekulargewicht von mehreren Millionen. Jedes dieser Moleküle setzt sich aus einer großen Anzahl sogenannter Mononucleotide zusammen. Abb. 17a zeigt den schematischen Aufbau eines solchen Mononucleotids. Es besteht aus einem Molekül Phosphorsäure, Desoxyribose und einer organischen Base. Von Wichtigkeit ist dabei, daß in der DNS vier verschiedene derartige Basen, das Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin, vorkommen. Wie Abb. 17b zeigt, sind die Mononucleotide im DNS-Faden über den Phosphorsäuremolekülteil miteinander verknüpft. Wie aber kann ein derartiges Molekül genetische Wirksamkeit erlangen? Auch diese Frage ist heute beantwortbar geworden: Vererbung bedeutet die Weitergabe der Befähigung zur Durchführung bestimmter Leistungen. Sie ist also unter dem Bilde einer Informationsübermittlung zu verstehen. Träger dieser

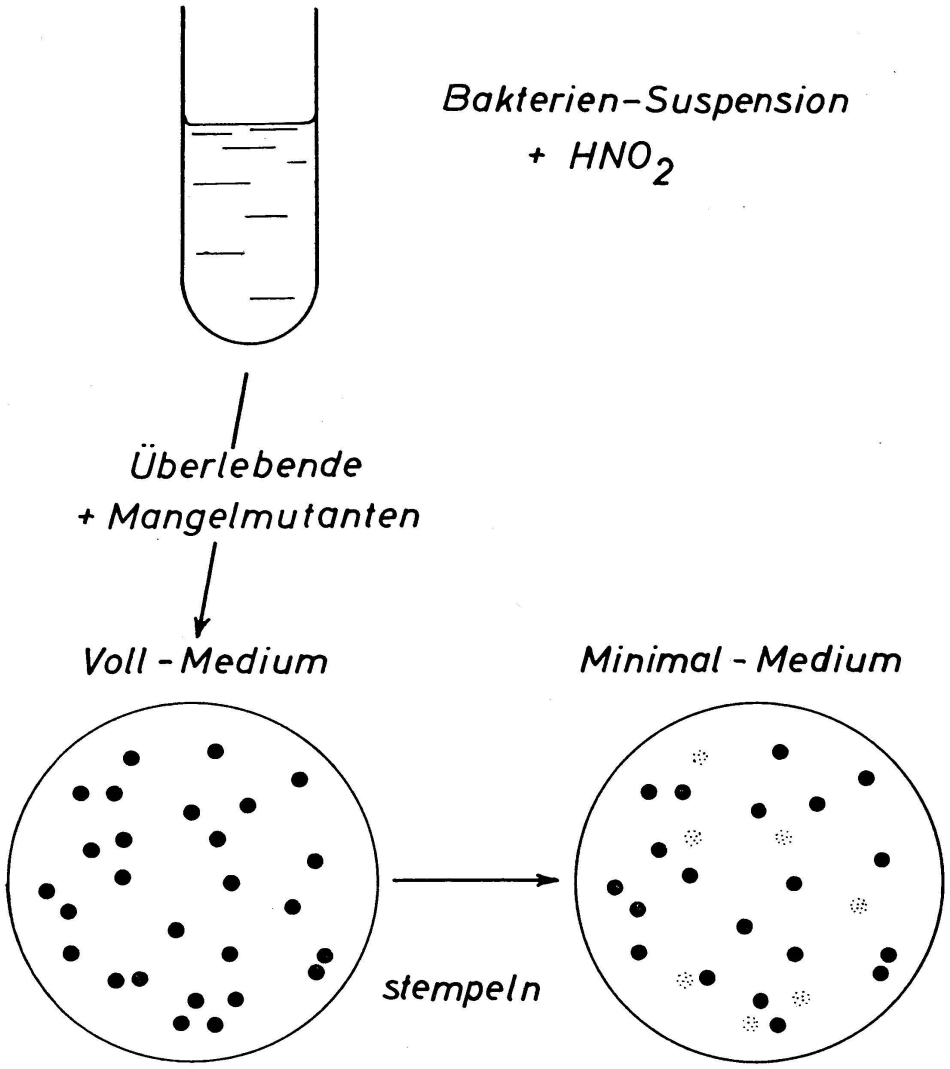



Abb. 18
Schema des Versuchsablaufes bei der Induktion auxotropher Mutanten von E. coli durch Behandlung mit salpetriger Säure

Information sind die Gene, ist damit die DNS. So, wie beispielsweise in der Morseschrift einzig und allein durch die sinnvolle Anordnung von Punkten und Strichen eine Information gespeichert und weitergegeben werden kann, ist dies auch in den Makromolekülen der DNS möglich. Hier jedoch sind es nicht drei verschiedene Elemente, wie die Punkte, Striche und Buchstabenzwischenräume der Morseschrift, sondern nur die vier unterschiedlichen Basen, und damit Mononucleotidtypen. So sind die Basen in der spezifischen Art ihrer Aufeinanderfolge innerhalb eines DNS-Makromoleküls die Träger genetischer Information und damit genetischer Wirkung.

Wenn diese Aussage zutrifft, müßte es möglich sein, durch chemische Umwandlung einzelner Basen eines DNS-Moleküls die in ihnen enthaltenen genetischen Informationen zu verändern oder gar ihres Sinnes zu berauben und dadurch Mutationen herzustellen. Aufbauend auf Unter-

suchungen an Ribonucleinsäure des Tabakmosaikvirus, die von SCHUSTER und SCHRAMM sowie von MUNDRY und GIERER durchgeführt wurden, behandelte der Referent Zellen von Escherichia coli mit salpetriger Säure (Abb. 18). Dadurch werden die Basen Adenin, Guanin und Cytosin der DNS zu den für die DNS unphysiologischen Basen Hypoxanthin, Xanthin und Uracil desaminiert. Zellen, welche diese Behandlung überlebten, wurden auf einem sogenannten Vollmedium ausgestrichen, das alle von Mangelmutanten benötigten Wuchsfaktiren enthält. Nach Bebrütung wuchsen Kolonien heran. Es war zu vermuten, daß die in einzelnen der Mutterzellen dieser Kolonien durchgeführte Basenveränderung der DNS zu Mutationen geführt hatte, welche diese Mutterzellen zu Mangelmatanten machten. Einzelne der Kolonien sollten daher aus solchen Mangelmutanten bestehen. Um dies zu prüfen, wurde, einer von LEDERBERG eingeführten Technik folgend, mit Hilfe eines sterilen Samtstempels das Koloniemuster der Vollmedienplatte auf eine aus Minimalmedium bestehende Platte übertragen. Auf dieser können Mangelmutanten nicht wachsen. Tatsächlich ergab der Vergleich beider Platten, daß bis zu 2 % der auf Minimalmedium gestempelten Kolonien nicht weiter wuchsen. Sie bestanden, wie eine anschließend durchgeführte Prüfung ergab, aus Mangelmutanten. Derartige Versuche erlauben damit, bei Bakterien durch eine an der DNS angreifende chemische Reaktion mit wohlbekanntem Reaktionsmechanismus die in dieser DNS niedergelegte genetische Information zu verändern und dadurch Mutationen zu erzielen.

Der Kreis der Darstellung schließt sich. Sie war davon ausgegangen, daß die Bakteriengenetik ihre Entstehung der Suche nach geeigneten Objekten für mutationsgenetische Forschungen verdanke. Daran anknüpfend waren die drei Hauptformen bakterieller Rekombination, die K12-Rekombination, Transduktion und Transformation, beschrieben und für ihre Anwendung in der bakteriellen Kreuzungsgenetik bezeichnende Beisoiele genannt worden. Sie führten zur Frage nach der chemischen Struktur des Baumaterials der Gene. Dieses erwies sich als Desoxyribonucleinsäure, deren spezifischer molekularer Aufbau Träger genetischer Informationen ist. Durch eine chemisch klar überschaubare Reaktion, die Desaminierung mit Hilfe von salpetriger Säure, ließen sich dieser Molekülaufbau und damit gleichzeitig die genetische Wirkung der DNS ändern: es entstanden Mutationen. Damit wird ein Weg erkennbar, den die genetische Forschung zu beschreiten beginnt: Sie wird zur olekularen Genetik und versucht die Spezifität bestimmter an der lebenden Zelle beobachtbarer, erbgebundener Merkmale auf die Spezifität des molekularen Aufbaues von DNS-Molekülen zurückzuführen, deren genetische Wirkung die beobachteten Merkmale bedingt.

**Literatur**

ANDERSON, TU.F.t Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. **23**, 47 (1958).
AVERY, O.T., C.M. MACLEOD und M. MCCARTY: J. Exp. Med. **79**, 137 (1944).
HARTMAN, P.E.: Carnegie Inst. Washington Publ., Nr. 612, 36 (1956).
JACOB, F., und E.L. WOLLMAN: Symp. Society Exp. Biol., London (1957).

WOLLMAN, E.L., F. JACOB und W. HAYES: Cold Spring Harbor Symp. Quant.Biol. **21** (1956).
JOHANNSEN, W.: Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. Gustav Fischer, Jena 1903.
KAUDEWITZ, F.: Z. Naturforsch. **14***b*, 528 (1959).
LEDERBERG, J., und E. M. LEDERBERG: J. Bacteriol. **63**, 399 (1952).
— und E.L. TATUM: Nature **158**, 558 (1946).
MUNDRY, K.W., und A. GIERER: Z. Vererbl. **89**, 614 (1958).
PENSO, G.: VI. Intern. Congr. Microbiol., Symp. Interaction of Virus and Cells, pag. 58 (1953).
SCHUSTER, H., und G. SCHRAMM: Z. Naturforsch. **13***b*, **697** (1958).
ZINDER, N., und J. LEDERBERG: J. Bact. **64**, 679 (1952).

# La signification des Galapagos dans l'étude de l'évolution

par

JEAN DORST

Musuéum National d'Histoire Naturelle, Paris

Le biologiste a la chance de rencontrer sur le globe quelques lieux privilégiés, où les phénomènes de la vie revêtent une importance toute particulière; telles sont les îles Galapagos, dont le nom à lui seul a une résonance profonde chez tout naturaliste.

On sait que ces îles constituent un archipel au large de la côte pacifique de l'Amérique du Sud, à quelque 600 milles du continent, juste sous l'Equateur. Elles comprennent quelque 13 îles principales, dont 5 relativement grandes, et une vingtaine d'îlots; leur superficie totale est de l'ordre de 7500 km$^2$. D'origine purement ignée, les Galapagos forment un appareil volcanique complexe dont la base, un plateau submergé, porte des volcans dont les sommets émergés forment les îles actuelles.

Des variations de niveau intervinrent au cours des âges, ce qui explique les quelques rares dépôts marins pliocènes ou pléistocènes que l'on observe en quelques points des îles (Indefatigable, Albemarle, James). Leur importance est cependant minime et l'on peut dire que les îles sont formées dans leur totalité de matériaux d'origine ignée et principalement de basaltes.

Les Galapagos étaient connues très anciennement des Indiens qui y avaient établi des campements de pêche temporaires, comme l'atteste la découverte de restes archéologiques précolombiens (Thor Heyerdahl). Elles ont été découvertes «officiellement» par l'évêque Tomas de Berlenga, le 10 mars 1535, celui-ci ayant été détourné par les courants marins de la route le menant à Lima. Leur découverte scientifique est cependant beaucoup plus tardive: il faut en effet pratiquement attendre jusqu'à Charles Darwin lui-même. Le génial auteur de «L'Origine des Espèces», dont nous célébrons cette année le centième anniversaire de la sortie de presse, y vint en effet en 1835 au cours de la fameuse croisière du «Beagle»; il décrit ses impressions dans son journal et ce fut sans aucun doute lui qui le premier réalisa l'énorme intérêt de cet archipel pour la compréhension de l'histoire de la Vie.

Les Galapagos sont dans leur ensemble d'une très grande pauvreté. Par suite de conditions océanographiques anormales, sur lesquelles nous

aurons l'occasion de revenir, le climat y est d'une aridité extrême. La végétation, de ce fait même xérophile, comporte principalement des peuplements de Cactées *(Opuntia, Cereus)* et de plantes épineuses. Ce n'est que dans les régions montagneuses de quelques-unes des îles les plus élevées que ces xérophytes font place à des peuplements plus denses, et même à une véritable forêt humide comparable aux forêts hygrophiles du continent sud-américain. Ces zones sont cependant très peu étendues, et la plupart des paysages des Galapagos, certains véritablement dantesques, ont l'apparence de vrais déserts: Tomas de Berlenga a dit que c'était comme si Dieu y avait fait pleuvoir des pierres, et Darwin les a comparées aux régions cultivées des Enfers.

Cet archipel désolé est cependant un des hauts lieux de la science en raison des circonstances géologiques, géographiques et climatiques qu'on y rencontre.

Deux théories se sont opposées quant à son origine. Pour certains, les Galapagos ont été reliées à un moment de leur histoire au continent américain; elles représentent les vestiges de terres beaucoup plus vastes, aujourd'hui effondrées sous l'Océan. Pour les autres, ces îles ont une origine purement océanique et n'ont jamais été rattachées à la terre ferme. Cette hypothèse, soutenue entre autres par Darwin, par Wallace et par Agassiz, nous paraît incontestablement la plus plausible et s'accorde parfaitement avec la nature volcanique de ces îles, en même temps qu'avec la composition du peuplement végétal et animal. Les animaux y sont venus soit au vol, soit à la nage, ainsi d'ailleurs qu'à bord de radeaux semblables à ceux que charrient les grands fleuves tropicaux: ces radeaux arrachés aux berges par les courants forment des amas végétaux sur lesquels se tiennent souvent des animaux, même des Vertébrés de taille moyenne; ils sont repris par les courants marins qui les emportent sur de grandes distances.

D'ailleurs, on est en droit de supposer que le continent américain se trouvait autrefois plus près des Galapagos qu'à l'époque actuelle. C'est ce qu'a avancé K. W. Vinton (Amer. J. Science, 249 : 356–376, 1951) qui a montré que les crêtes sous-marines visibles sur les cartes hydrographiques, partant de l'Amérique centrale et allant vers l'île Cocos et vers Malpelo, représentent peut-être les vestiges d'une terre disparue, avancée de l'Amérique centrale en direction des Galapagos, aujourd'hui effondrée sous le Pacifique. Ces circonstances auraient par conséquent réduit la largeur du bras de mer isolant les Galapagos, tout en ne le supprimant pas complètement. Notons qu'au Miocène, les Océans Pacifique et Atlantique communiquaient au niveau de l'isthme de Panama; les courants violents qui existaient dans cette région (certains existent encore dans le bassin caraïbe, et vont se briser sur les côtes de l'Amérique centrale) entraînaient sans doute végétaux et animaux en direction des Galapagos qu'ils ont ainsi contribué à peupler. Ces circonstances permettraient d'ailleurs d'expliquer certaines parentés étroites entre les faunes et les flores des Galapagos et des Antilles. L'hypothèse de Vinton, qui ne repose malheureusement sur aucune recherche géologique, mériterait d'être soigneusement vérifiée.

Quoi qu'il en soit, il ne saurait faire de doute pour un zoologiste que les Galapagos sont des îles typiquement *océaniques*, jamais rattachées au continent. Sinon, on ne saurait comment expliquer l'extrême pauvreté de leur faune, qui ne compte aucun Batracien et pour ainsi dire aucun Mammifère: cette classe de Vertébrés n'est représentée aux Galapagos que par une Chauve-souris *(Histiotus)*, un Rongeur cricétidé *(Nesorizomys*, apparenté aux *Orizomys* sud-américains) et deux Otariidae. Or ces groupes sont abondamment représentés en Amérique tropicale et les biotopes leur convenant ne manquent pas aux Galapagos. La même pauvreté s'observe parmi les oiseaux qui ne comprennent que 80 espèces environ, y compris les oiseaux de mer, en dépit de facultés de déplacement beaucoup plus grandes; notons par comparaison que la République de l'Equateur, une des plus petites en superficie de l'Amérique du Sud, ne comporte pas moins de 1500 espèces pour son territoire national, ce qui donne une idée de l'appauvrissement des Galapagos. Les mêmes faits se retrouvent parmi les Invertébrés.

Les animaux et les végétaux des Galapagos témoignent d'affinités très nettes avec l'Amérique tropicale, tantôt avec l'Amérique du Sud, tantôt avec l'Amérique centrale. Aucune affinité ne se manifeste par contre vis-à-vis de l'Océanie, avec laquelle les Galapagos n'ont en commun que des éléments pan-tropicaux banaux.

C'est en tenant compte de ces faits, où interviennent la géologie et l'histoire des Galapagos aux époques antérieures qu'il convient maintenant de voir ce que ces îles peuvent nous apprendre dans le domaine de l'évolution. Car c'est avant tout ce phénomène que l'on vient étudier dans ces îles privilégiées: les Galapagos forment véritablement un laboratoire naturel où l'évolution devient perceptible. Comme l'a dit le botaniste Howell, elles constituent «the Evolution's workshop and showcase».

Les Galapagos présentent une triple importance en ce qui concerne l'évolution.

Elles ont tout d'abord joué le rôle de zone de refuge, du fait de leur éloignement et de l'absence de tout Mammifère compétiteur ou prédateur qui aurait éliminé les animaux d'un type plus archaïque, à l'instar de ce qui s'est passé sur le continent. Le voyageur débarqué sur les côtes des Galapagos a nettement l'impression d'être reporté au Secondaire et de vivre à l'époque des Reptiles. Parmi ces témoins du passé figurent avant tout les Tortues dont le nom espagnol de *Galápagos* se retrouve dans celui des îles. Ces tortues géantes, dont la carapace atteint à elle seule 1,5 m chez les vieux individus, appartiennent au genre *Testudo*, largement répandu par ailleurs, mais dont les espèces de grande taille n'existent plus qu'en deux points du globe, les Galapagos et les Seychelles. Elles étaient beaucoup plus répandues au Tertiaire, comme l'atteste la découverte de restes fossiles aux Etats-Unis et en Europe, dès l'Eocène, mais surtout pendant le Miocène et le Pliocène.

L'Iguane marin (*Amblyrhynchus cristatus*) est peut-être plus curieux encore. Ce gigantesque reptile atteignant 1,5 m est en effet le seul Saurien actuel strictement inféodé à la mer dont il ne s'écarte jamais; il se nourrit

d'algues qu'il va cueillir à marée basse, en nageant avec grande aisance grâce à sa queue aplatie transversalement de manière à former un organe natatoire adapté à cette locomotion. Les colonies de cet iguane animent les grèves des Galapagos auxquelles elles donnent une apparence toute particulière.

L'intérieur des terres est habité par un autre Iguane, *Conolophus subcristatus*, lui aussi végétarien strict, qui contribue à donner à la faune des Galapagos un caractère vraiment étrange.

A beaucoup de points de vue ces Reptiles constituent de véritables fossiles vivants conservés dans ces îles à l'abri des révolutions faunistiques du monde. C'est là un des côtés *statiques* de l'évolution, qui, à lui seul, suffirait à justifier l'importance de ces îles aux yeux du biologiste.

Mais il y a plus. Si les Galapagos ont été une zone de refuge, elles ont été également une zone de différenciation. Cette différenciation s'est effectuée en vase clos, à l'abri des grands courants évolutifs du reste du monde. Cela explique la forte proportion d'endémiques que comportent la flore et la faune de cet archipel. Des groupes zoologiques tout entiers sont propres aux Galapagos, en particulier les Pinsons de Darwin (Geospizidae) parmi les Oiseaux. Dans tous les groupes représentés dans la faune de ces îles, la proportion des endémiques est très forte; N. Banks (Proc. Wash. Acad. Sci. IV: 49–86, 1902), par exemple, signale 57,4 % d'endémiques parmi les Arachnides et A. Stewart (Proc. Calif. Acad. Sci. (4) I : 7–288, 1911) 41 % parmi l'ensemble des Cryptogames vasculaires et des Phanérogames.

Les degrés dans la différenciation permettent de mesurer l'ancienneté du peuplement venu du continent américain en vagues successives. C'est ainsi que, parmi les Oiseaux, les Geospizidae représentent un apport très ancien; d'autres sont plus récents et ont donné naissance, tantôt à des *genres* propres aux Galapagos *(Nesomimus, Nesopelia)*, tantôt simplement à des *espèces* bien différenciées, mais faisant partie de genres répandus par ailleurs *(Buteo, Poecilonetta, Larus, Asio, Myarchus)*; d'autres enfin sont des apports très récents qui ne se sont souvent qu'à peine ou pas du tout différenciés par rapport aux formes continentales *(Pyrocephalus, Dendroica, Ardea, Egretta)*.

Les Galapagos ont donc constitué dans l'ensemble le théâtre de la différenciation d'une faune très particulière qui a évolué en vase clos à l'abri du reste du monde. Le nombre de souches ancestrales et celui des formes qui en ont dérivé est relativement réduit; cette simplification fait que les lois de l'évolution sont beaucoup plus faciles à mettre en évidence, l'évolution devenant véritablement perceptible. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que Darwin ait été immédiatement frappé par l'énorme importance de ces îles dans l'étude des processus évolutifs, comme il le reconnaît d'ailleurs en disant dès 1837, soit deux ans après son passage aux Galapagos: «En juillet, j'ai ouvert mon premier carnet de notes sur la «transmutation des espèces». J'ai été frappé fortement depuis le dernier mois de mars par le caractère des fossiles sud-américains *et par les espèces de l'ar-*

*chipel des Galapagos. Ces faits (notamment le dernier) sont à l'origine de toutes mes vues.»*

Le groupe capital pour l'étude de l'évolution est sans nul doute celui des Pinsons de Darwin, ou Geospizidae. Ces oiseaux sont apparentés aux Fringillidae, surtout aux groupes propres au Nouveau-Monde; mais ils s'en sont différenciés suffisamment pour qu'on en fasse une entité systématique distincte.

Tous les Geospizidae descendent vraisemblablement d'un ancêtre commun, maintenant disparu, mais que les moins évoluées des 14 espèces actuelles rappellent sans doute. Cette souche ancestrale est visiblement arrivée aux Galapagos à une époque où ces îles étaient vierges d'oiseaux terrestres, comme tend à le prouver le fait que ces oiseaux sont à l'heure actuelle les plus «primitifs» de tous les Passereaux, les autres Passereaux étant manifestement des apports récents. Il n'y avait donc ni prédateur capable d'en limiter le nombre, ni compétiteur capable de les évincer ou de les maintenir dans des limites définies. Le stock initial était manifestement granivore comme les Fringillidae dont ils dérivent plus ou moins. Leur nombre augmentant, ils ont alors colonisé d'autres niches écologiques, tout en se transformant. L'évolution ne porte guère sur le plumage, assez uniforme chez la plupart des espèces, mais bien plus sur la forme du bec.

Le plus primitif des Geospizidae actuels semble être une forme granivore au bec assez semblable à celui d'un moineau domestique: *Geospiza difficilis*. A partir d'oiseaux de ce type s'est différencié un phylum où le bec devient de plus en plus globuleux *(G. fortis, G. magnirostris)*, en relation avec un régime en grande partie granivore. Un autre phylum comporte des oiseaux au bec resté fort et conique, mais nettement plus allongé; les oiseaux de ce type *(G. conirostris, G. scandens)* se nourrissent exclusivement des fleurs et des fruits de Cactus, surtout d'Opuntias, auxquels ils sont souvent strictement inféodés.

Une différenciation plus marquée s'observe dans une autre lignée, que les systématiciens s'accordent à considérer comme un genre distinct, les *Camarhynchus*, chez qui la coloration du plumage est différente de celle des *Geospiza*. Ces oiseaux, au bec encore globuleux chez les moins évolués, restés végétariens *(crassirostris* par exemple*)*, plus allongé chez les plus évolués devenus insectivores, habitent les zones humides dont ils peuplent les forêts denses (les Anglo-Saxons les appellent «tree-finches»). Ces oiseaux vivent un peu à la manière des Mésanges, aux dépens des insectes vivant sur les branches et parmi le feuillage.

Le plus évolué de toute cette lignée est sans nul doute *Camarhynchus pallidus*, dont la coloration est restée assez banale, mais dont le bec est puissant et allongé. Cet oiseau vit à la manière des Pics, en explorant l'écorce des troncs pour y dénicher les insectes dont il se nourrit. Comme son bec ne présente cependant pas une adaptation aussi poussée, et que sa langue n'est bien entendu pas aussi perfectionnée que celle d'un Pic, il compense cette insuffisance par l'usage d'une brindille ou d'une épine de cactus, dont il s'arme pour extraire ses proies de leurs cachettes. Il pré-

sente donc une particularité éthologique remarquable, étant le seul oiseau à se servir régulièrement d'un outil.

Le Geospizidae le mieux différencié est cependant *Certhidea olivacea*, dont les ancêtres se sont sans doute séparés très anciennement du tronc commun. Cet oiseau au bec fin pourrait être pris au premier abord pour un Sylviidae tant par sa morphologie que par ses mœurs. Il cherche en effet sa nourriture à la manière d'un Pouillot, tout en poussant continuellement des petits cris d'appel. Il y a là une convergence stupéfiante, aussi bien sur le plan morphologique que biologique.

L'ensemble des Geospizidae présente donc un raccourci saisissant de l'évolution des Passereaux: d'une même souche sont en effet sortis des oiseaux mimant ceux appartenant à plusieurs groupes systématiques, par suite d'une *radiation adaptative*; un phénomène de ce genre s'observe en règle générale chaque fois qu'un groupe zoologique peuple une aire dépourvue de tout compétiteur. De ce fait, la même souche envahit toutes les niches écologiques et se différencie en des lignées multiples, réalisant toutes les potentialités évolutives sans que la sélection naturelle puisse jouer du fait de la compétition avec des groupes mieux armés, adaptés antérieurement. L'influence de ces faits sur la pensée de Darwin est manifeste, car l'importance de la concurrence vitale se vérifie pleinement dans ce cas. Simultanément d'ailleurs le perfectionnement des populations consécutif au morcellement des îles a augmenté les chances d'apparition de races et d'espèces locales. L'évolution des Geospizidae constitue donc un argument de très grand poids en faveur du darwinisme.

On remarquera que des radiations adaptatives du même type se sont produites dans d'autres régions du globe. Les oiseaux offrent un autre exemple classique aux îles Hawaii, avec les Drepanididae, Passereaux endémiques dont l'évolution a provoqué un véritable éclatement de lignées spécialisées, surtout quant à la forme du bec. La même chose vaut pour les Vangidae de Madagascar, famille propre à cette île apparentée aux Laniidae. Mais les Drepanididae et les Vangidae sont sans doute plus évolués, et évolués plus anciennement que les Geospizidae, comme l'atteste entre autres la différenciation plus poussée de chacune des espèces (le bec diffère notamment très largement). L'intérêt des Geospizidae provient précisément du fait que par suite d'une vitesse de différenciation moindre, le groupe présente encore un état plus voisin des premiers stades de l'évolution.

Remarquons par ailleurs qu'aux Galapagos, un groupe de Mollusques présente une radiation adaptative du même type: c'est celui des *Bulimulus*, représentés par 44 espèces, dont certaines sont terrestres, d'autres arboricoles; dans ce cas aussi, un même type a envahi toutes les niches écologiques et a pu se différencier à l'abri de toute compétition, d'une manière qui rappelle celle des Achatellinidae des îles Hawaï. (W. H. Dall et W. H. Ochsner, Proc. Calif. Acad. Sci. (4) XVII : 141–185, 1928).

Les Galapagos constituent donc un lieu de choix pour l'étude de *l'évolution* envisagée sous l'aspect *dynamique*. Les Pinsons de Darwin notamment nous dévoilent les secrets de son mécanisme.

Une évolution comparable à celle des Pinsons de Darwin n'est évidemment possible qu'en l'absence de toute compétition, en rapport avec l'insularisation des lignées. Le fait que les souches ancestrales, parvenues fortuitement aux Galapagos, aient pu s'y développer à l'abri du reste du monde, est à l'origine de ce phénomène surtout visible dans des îles, en rapport avec l'isolement géographique. Notons que dans certains cas l'isolement peut être écologique. C'est ainsi qu'un phénomène du même type se produit sur les hauts plateaux des Andes, par suite du «filtrage» des souches par les conditions rigoureuses du milieu andin. On observe de ce fait un appauvrissement considérable de la faune et un «éclatement» des lignées qui ont pu s'établir: c'est ainsi que l'on explique l'évolution de certains Poissons *(Orestias)* et de certains Rongeurs *(Phyllotis, Akodon)* propres aux hauts plateaux des Andes.

Mais une évolution encore plus actuelle, contemporaine même, peut être observée aux Galapagos par celui qui étudie les adaptations des animaux à leur milieu: *l'évolution écologique* y est très apparente par suite du nombre relativement réduit des animaux constituant un écosystème simplifié, dans un ensemble de milieux assez complexes, notamment en ce qui concerne le milieu marin.

Les Galapagos jouissent en effet d'une situation océanographique toute particulière, surtout pour une latitude équatoriale. Cette situation, très complexe d'ailleurs, résulte de la présence de courants froids, prolongation vers l'ouest du fameux courant de Humboldt, qui après avoir longé les côtes du Chili et du Pérou, s'infléchit vers l'ouest au niveau de l'Equateur et va baigner les Galapagos. Il y rencontre le contre-courant équatorial, relativement chaud, et des courants chauds venus du nord et du nord-est. Ce mélange produit de nombreux courants locaux, souvent très violents et des différences de température entre des zones rapprochées atteignant parfois 10°. Dans l'ensemble les mers baignant les Galapagos sont froides, leur température étant de l'ordre de 14°. Ce fait a eu de profondes répercussions sur le climat des îles; à l'instar de ce qui se passe sur la côte péruvienne, le climat y est des plus arides, il ne pleut que pendant trois mois par an, en dehors desquels la sécheresse est extrême. Ce n'est que dans les parties les plus élevées des îles que l'on observe une plus forte humidité.

Les eaux froides permettent par ailleurs à un plancton très abondant de prospérer, et d'être à la base d'une chaîne alimentaire complexe. Les poissons sont abondants, et donnent lieu à une exploitation prospère. Les oiseaux de mer le sont aussi, de même que les Otaries.

Cette situation océanographique est à l'origine de répartitions véritablement paradoxales. C'est ainsi qu'un Manchot *(Spheniscus mendiculus)* a pu remonter des zones antarctiques froides, dont ce groupe d'oiseau (Sphénisciformes) est caractéristique, jusque sous l'Equateur, grâce aux conditions océanographiques. Cet oiseau a manifestement suivi le courant de Humboldt, comme l'atteste la présence de formes faisant partie du même phylum le long des côtes du Chili et du Pérou.

Une faune manifestement «froide» – Manchots, Otaries – se mêle donc à une faune «chaude», dont des Poissons-volants et de nombreux oiseaux tels les Frégates et les Phaëtons, caractéristiques des zones tropicales chaudes. Ces oiseaux cohabitent souvent, mais souvent aussi se répartissent localement «en mosaïque» en fonction des conditions que présente la mer. C'est ainsi que les Manchots se cantonnent aux zones marines les plus froides, dont ils sont de précieux indicateurs.

Ce curieux mélange d'animaux venus de régions froides et chaudes permet d'étudier en détail comment s'effectue l'adaptation des animaux à leur milieu et comment chacun d'entre eux tire profit des conditions rencontrées. Cette évolution écologique, qui a lieu véritablement sous nos yeux, sera encore beaucoup plus apparente quand nous aurons mieux pénétré les secrets de la répartition des Invertébrés tant marins que terrestres des Galapagos.

Notons par ailleurs que ces îles présentent également un exceptionnel intérêt pour l'étude du comportement. Par suite de l'absence de prédateurs – la notion d'ennemi est véritablement absente chez les Vertébrés de ces îles et l'homme n'y est pas craint, en dépit des graves sévices dont il s'est rendu coupable – certains problèmes éthologiques se trouvent simplifiés. Un des aspects les plus intéressants est sans nul doute l'étude des manifestations vocales des Pinsons de Darwin, qui montrent comment le chant devient spécifique dans un groupe avien. Son évolution et sa différenciation selon les espèces révéleront bien des aspects encore ignorés d'une des plus importantes manifestations sociales et sexuelles des animaux.

Les quelques problèmes que nous venons d'évoquer ne représentent bien entendu qu'une faible partie des recherches auxquelles se prêtent les Galapagos. L'évolution peut s'étudier dans ces îles comme nulle part ailleurs dans le monde. Le biologiste – qu'il soit zoologiste ou botaniste – y trouve partout matière à réflexion. Et d'ailleurs le géologue et le pédologue y travaillent avec un égal profit; ce dernier peut en particulier étudier la colonisation des laves par la végétation et leur transformation progressive en même temps que leur dégradation.

De graves menaces pèsent cependant actuellement sur ces îles, qui sont demeurées vierges jusqu'au XVI$^{e}$ siècle. Leur faune est particulièrement fragile, car elle comprend de nombreux animaux archaïques, incapables de s'adapter et dont aucun ne manifeste la crainte salutaire de l'homme qui a sauvé tant d'animaux dans le monde. Un écosystème aussi simplifié se trouve d'ailleurs toujours dans un état d'équilibre très instable.

Or les hommes qui se sont succédé aux Galapagos y ont commis les pires exactions. Aux corsaires et aux pirates ont succèdés des colons recrutés dans les prisons et les régiments mutinés. A l'heure actuelle, les colons qui peuplent les Galapagos sont bien entendu tout différents; mais cette population honnête et sympathique n'est malheureusement pas toujours au courant des questions de conservation de la nature.

La faune a gravement pâti du fait de l'impact de l'homme. Les tortues ont régressé dans une mesure importante par suite de la chasse qu'on

leur a faite pour leur graisse (certains biologistes estiment à 10 millions le nombre de tortues massacrées depuis le XVI$^{e}$ siècle); certaines espèces ont entièrement disparu et les autres sont dans un état très précaire. Les oiseaux ont de leur côté gravement souffert, certains, comme le Manchot des Galapagos, étant à la veille de leur extinction. La situation de la faune, dans son ensemble, et de la végétation des zones humides est donc véritablement dramatique à l'heure actuelle; nous risquons de voir disparaître un capital inestimable, unique au monde.

Le gouvernement de l'Equateur, de qui dépendent les Galapagos, s'est ému de cette situation, de même que l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et l'UNESCO. A la suite de l'envoi de diverses missions aux Galapagos et des échanges de vues entre l'Equateur et ces organisations internationales, il a été décidé de créer une Fondation internationale qui gérera une station biologique, appelée «Charles Darwin»; celle-ci aura pour but l'étude de la faune et de la flore des Galapagos et de proposer au gouvernement équatorien les mesures propres à assurer la pérennité d'un capital scientifique intangible. L'Equateur a par ailleurs pris des mesures législatives importantes pour renforcer la protection de la nature.

Cette œuvre internationale, à laquelle collaborent des hommes de toutes nationalités, préservera, nous l'espérons, les Galapagos qui doivent rester un haut lieu de la biologie.

Leere Seite
Blank page
Page vide

## 1. Section de mathématiques

Séance de la Société suisse de mathématiques

**Samedi, le 12 septembre 1959**

*Vice-président:* Prof. Dr H. JECKLIN (Zurich)
*Secrétaire:* Prof. Dr B. ECKMANN (Zurich)

**1.** R.-C.-H. TANNER (Londres). – *La place de l'inégalité dans l'histoire des mathématiques.* – Pas reçu de manuscrit.

**2.** A. AMMANN (Genève). – *La théorie des formes différentielles et les équations de Maxwell.*

**3.** P. COMMENT (Lausanne). – *Remarque sur l'inversion intégrale de certaines fonctions régulières*[1].

**4.** S. PICCARD (Neuchâtel). – *Contribution à la théorie générale des groupes*[1].

**5.** J. HERSCH (Genève). – *Une symétrisation différente de celle de Steiner*[1].

**6.** CH. BLANC (Lausanne). – *Quelques tendances actuelles en analyse numérique*[2].

---

[1] Les résumés apparaîtront dans la revue «L'Enseignement Mathématique».

[2] Il paraîtra dans «l'Enseignement des Mathématiques».

## 2. Section de physique

Séance de la Société suisse de physique

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr H. Staub (Zurich)
*Secrétaire:* Prof. Dr B. Vittoz (Lausanne)

**1.** P. Cornaz et J.-P. Borel (Lausanne). – *Observation de la résonance nucléaire en champ faible dans les gaz*[1].

**2.** J.-P. Borel (Lausanne). – *Observation de la résonance paramagnétique dans le SiO.*[1]

**3.** A.-L. Perrier (Lausanne). – *Symétries formelles en magnétogalvanisme et magnétoélectricité*[1].

**4.** D. Rivier (Lausanne). – *Anomalies ferrimagnétiques du tenseur de résistivité*[1].

**5.** E. Ascher (Genève). – *Remarques sur des substances ferrimagnétiques à structure hexagonale*[1].

**6.** G. Busch, E. Steigmeier und E. Wettstein (Zürich). – *Wärmeleitfähigkeit von InSb.*[1]

**7.** G. Busch und S. Yuan (Zürich). – *Magnetische Suszeptibilität von InSb*[1].

**8.** K. Andres (Zürich). – *Messung des Temperaturkoeffizienten von Kontaktpotentialen*[1].

**9.** B. Lüthi (Zürich). – *Die Fermifläche von Aluminium und Indium*[1].

**10.** F. Herlbach, H. Gränicher und D. Itschner (Zürich). – *Untersuchungen von Alkalijodaten*[1].

**11.** H. Gränicher, U. Helg und R. Schär (Zürich). – *Eine Röntgenkamera für sehr tiefe Temperaturen*[1].

**12.** J.-P. JAN (Neuchâtel). – *Les paramètres cristallins et la densité du rubis*[1].

**13.** L. CHOLLET et J. ROSSEL (Neuchâtel). – *Mobilité électronique dans les cristaux polaires*[1].

**14.** D. CHAUVY et J. ROSSEL (Neuchâtel). – *Luminescence des cristaux de CsI.*[1]

**15.** R. JAGGI und C. SCHÜLER (Zürich). – *Koerzitivkraft reiner, im Höchstvakuum aufgedampfter Eisenschichten*[1].

**16.** H.-J. OGUEY (Zurich). – *La mesure de flux très faibles dans les couches magnétiques minces*[1].

**17.** E. BALDINGER und A. MAIER (Basel). – *Ein stabiler Thermostat zur Messung des Rauschens und des Drifts von Halbleiterelementen*[1].

**18.** A.R. DE VROOMEN (Leyde-Lausanne). – *Evidence of "phonon drag" in aluminium between 2 and 9° k.*[1]

**19.** M. VENUGOPALAN (India). – *Optical Inversion of the Joshi Effect*[1].

**20.** J.-P. DENTAN (Lausanne). – *Distorsions dans les émulsions nucléaires*[1].

**21.** CL. BOVET et J. ROSSEL (Neuchâtel). – *Emulsions nucléaires: étude et préparation d'une cible hétérogène*[1].

**22.** R. FAVRE (Lausanne). – *Compteurs d'impulsions transistorisés, circuits annexes et dérivés*[1].

**23.** H.R. MÜLLER (Zürich). – *Über die Möglichkeit digitaler hydraulischer Rechenelemente*[1].

**24.** L. JARCZYK, H. KNOEPFEL, J. LANG und W. WÖLFLI (Zürich). – *Der Reaktor als Quelle intensiver monochromatischer Gammastrahlen bis 11 MeV.*[1]

**25.** R. DESSOULAVY et B. SECRÉTAN (Lausanne). – *Détermination des paramètres $h_{12}$ et $h_{22}$ de transistors*[1].

---

[1] Les comptes rendus de ces communications paraîtront dans «Helvetia Physica Acta» et «ZAMP».

## 3. Section de géophysique, météorologie et astronomie

Séance de la Société suisse de géophysique, météorologie et astronomie

**Samedi, le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr E. Guyot (Neuchâtel)
*Secrétaire:* W. Kuhn (Zurich)

**1.** Wilhelm Kaiser (Basel). – *Jahreslauf und Rotation der Sonne.*

Der Beobachter auf der Erde kann rein optisch den jährlichen Umlauf der Sonne in bezug auf den Hintergrund des Sternenhimmels wahrnehmen: Ein siderisches Jahr = rund 365 ¼ Sonnentage der Erde.

Die im Laufe eines Jahres an der Oberfläche der Sonne auftretenden dunklen Flecke haben nur kurze Erscheinungsperioden von kaum zwei Wochen, in Sicht kommend am Ostrande der Sonne, verschwindend am Westrande und dadurch andeutend eine Rotation der Sonnenkugel um ihre Achse. Die Wiederkehr solcher Flecken (im Äquatorgebiet der Sonne) an den Ostrand erfolgt nach etwa 27 Tagen – und das ist ungefähr die *synodische* Rotationszeit der Sonne im Verhältnis zur Erde, verbunden mit ihrem gleichzeitigen Fortrücken in der Jahresbahn. Genauer kann diese synodische Rotationszeit der Sonne so definiert werden, daß sie die Zeit der Wiederkehr eines Sonnenfleckes (am Äquator) in die Gesichtslinie vom Beachter nach der Sonne hin umfaßt; jene Linie ist fast parallel der Verbindungslinie Erdmitte–Sonne. Hierbei können genaue Beobachtungen der Sonne bei ihrem Mittagsstande (Durchgang durch den Meridian) Dienste leisten.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse früherer Beobachter bis ins 19. Jahrhundert hinein erlaubte dem Referenten auszusprechen, daß während elf Sonnenjahren mit rund 4018 Tagen etwa 149 synodische Rotationen der Sonne geschehen: daraus wird die Zahl 149+11=160 *siderische* Rotationen der Sonne (im Verhältnis zum Sternenhimmel) berechnet, weil die elf Jahresumläufe durch elf siderische Kugeldrehungen ausgeglichen werden. – Danach ergeben sich folgende Mittelwerte:

Eine synodische Rotationszeit der Sonne = 4018:149 = 27 $-{}^{1}/_{30}$ Tage der Erde
Eine siderische Rotationszeit der Sonne = 4018:160 = 25 $+{}^{1}/_{9}$ Tage der Erde

---

Ein Sonnenjahr = ($^{149}/_{11}$ = $13^{6}/_{11}$) synodische Rotationen der Sonne in der Bahn
Ein Sonnenjahr = ($^{160}/_{11}$ = $14^{6}/_{11}$) siderische Rotationen der Sonne in der Bahn

Im Sinne dieser Gleichungen wurden die Referate in Bern 1952 über «Rotation der Sonne und Planetenläufe» und Basel 1956 über «Sonnenbahn und Sonnenkugel» aufgebaut, ebenso Erläuterungen des Referenten in seinem Hauptwerke über die verschiedenen Theorien vom Weltbau: Titel: – «Die geometrischen Vorstellungen in der Astronomie». – 5 Bd.

Zur Erkenntnis der wahren Rotationszeit der Sonnenkugel müssen vor allem Flecke in der Zone ihres Äquators beobachtet werden, welche die eigentliche Rotation der Kernkugel unter der veränderlichen Oberflächenhülle am besten zum Ausdruck bringen. Flecken zu beiden Seiten des Äquators zeigen mit wachsendem Abstand von diesem eine Umlaufszeit, die einen oder mehrere Tage länger dauert als jene der Äquatorflecke, d. h. sie rotieren langsamer, haben eine Art Trägheit.

Nun ergeben genauere Beobachtungen der Flecken am Äquator der Sonne (z. B. jene von Greenwich während der Jahre 1879–1901) eine synodische Rotationszeit von weniger als 27 Tagen und eine siderische Rotationszeit von kaum 25 Tagen : nach Maunder $25 - {}^{1}/_{10}$ Tage. Auf Grund theoretischer Erwägungen möchte sich der Referent für den Zeitwert $t = 25 - {}^{1}/_{23}$ Tage entscheiden, im Sinne folgender Gleichungen:

160 sider. Rot. Sonne $= 11 \cdot 363$ Tage $= 11 \cdot 11 \cdot 33$ Tage $= 3993$ Tage
161 sider. Rot. Sonne $= (3993 + 25) = 4018$ Sonnentage der Erde

11 siderische Sonnenjahre = 11 mal $365\,{}^{1}/_{4}$ Tage $= 4018 - {}^{1}/_{4}$ Tage
161 sider. Rotationen Sonne = 11 siderale Jahre = 150 synodische Rot.

$({}^{161}/_{11} = 14\,{}^{7}/_{11})$ *sider. Rotationen = 1 Jahr =* $({}^{150}/_{11} = 13\,{}^{7}/_{11})$ *synod. Rotationen*

Eine siderische Rotation = 4018:161 = $(25 - {}^{1}/_{23})$ Tage der Erde (Sonnenzeit)
Eine synodische Rotation = 4018:150 = $(27 - {}^{3}/_{14})$ Tage der Erde (Sonnenzeit)

Diese Ergebnisse harmonieren mit der Auffassung der *Jahresbahn unserer Sonne als einer physischen Wirklichkeit*, nicht bloß eines optischen Scheinbildes. (Vgl. Referate Basel 1956 und Neuenburg 1957.) Der Umfang der Sonnenkugel, die Zahl ihrer siderischen Rotationen pro Jahr und der Umfang der Jahresbahn selber haben folgendes Verhältnis:

Umfang der Jahresbahn $= 214\,{}^{3}/_{5}$ Umfänge der Sonnenkugel (Äq.)

*Ergebnis des Produktes:* $14\,{}^{7}/_{11}$ *mal* $14\,{}^{7}/_{11} = {}^{161}/_{11} \cdot {}^{161}/_{11} = {}^{25\,921}/_{121} = 214\,{}^{1}/_{5}$ *Umfänge*

Das heißt: Während *einer* siderischen Rotation der Sonne ist ihr Weg in der Jahresbahn eben $14\,{}^{7}/_{11}$mal länger als ihr Kugelumfang, und während der Zeit eines Jahresumlaufes erfolgen ebenso viele, d. h. $14\,{}^{7}/_{11}$ siderische Rotationen.

*Übersicht: Rotation der Sonne und Planeten*

*Die 11-Jahr-Periode hat 161 sider. Rot. d. Sonne = 7 mal 23 sider. Rotationen Sonne*
1 Rotation der Sonne, sid. = $25 - {}^{1}/_{23}$ Tage  23 Rot. = 575 —1 = 574 Tage
7 Rot. Sonne = $175 - {}^{1}/_{3}$ Tage. – Zwei Umläufe d. *Merkur* = $2 \cdot 88$ *t* = 176 Tage
9 Rot. Sonne = $225 - {}^{2}/_{5}$ Tage. – Ein sid. Umlauf der *Venus* = $225 - {}^{3}/_{10}$ Tage

—— 27 ½ Rot. Sonne = 686 ⅓ Tage. – Ein sid. Umlauf d. *Mars* = 687 Tage ——

161 sid. Rotation. d. Sonne = 11 Jahre = $11 \cdot 365^1/_4\ t$ = (4018 — ¼) Tage der Erde
$(161 + 14^7/_{11})$ Rot. = $175^7/_{11}$ Rot. = 12 Jahre = $12 \cdot 365\ ¼\ t$ = 4383 Tage der Erde
$(175^7/_{11} - 2)$ Rot. = $173^7/_{11}$ Rot. Sonne = (4383 —50) Tage = 4333 Tage der Erde
Diese $173^7/_{11}$ Rot. Sonne sind gleich der Umlaufzeit des *Jupiter* (heliozentrisch).

$29^5/_{11}$ mal $14^7/_{11}$ sid. Rot. Sonne = rund *431* Rot. Sonne = 10 756 Tage der Erde
$29^5/_{11}$ Sonnenjahre zu 365 ¼ Tage. – Umlaufszeit d. *Saturn* = 10 759 Tage der Erde

**2.** Max Bider (Basel). – *17 Jahre umfassende Messungen der Bodentemperatur in Buus (Basel-Land).*

Messungen der Bodentemperatur sind für die Lösung gewisser agrarmeteorologischer Fragen von großer Bedeutung. Aus diesem Grund mag es angebracht sein, eine der wenigen schweizerischen Meßreihen der Bodentemperatur, die eine größere Anzahl von Jahren umfaßt, kurz näher zu betrachten. Zwar ist in letzter Zeit auf gewisse Fehler hingewiesen worden, die bei Messungen mit Quecksilberthermometern auftreten können (1), doch dürften sie kaum so schwerwiegend sein, daß sie die großen Züge der Temperaturverhältnisse im Boden verfälschen dürften. Das Material der hier zusammengestellten Werte basiert auf den sorgfältigen Messungen von W. Bührer in Buus (Basel-Land) während der Jahre 1896–1912. Das wertvolle Material, das in den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt 1896–1912 veröffentlicht ist, wurde meines Wissens nie verarbeitet; W. Bührer benützte seine Messungen nur zur Behandlung eines speziellen Problems (2). Die Monats- und Jahresmittel der Temperatur in den verschiedenen Bodentiefen und die gleichzeitige Lufttemperatur sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

| | Jan. | Febr. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lufttemperatur | – 0.4 | 1.0 | 4.1 | 7.6 | 11.9 | 15.8 | 17.6 | 16.5 | 13.2 | 8.9 | 3.6 | 1.1 | 8.4 |
| Temp. in 5 cm Tiefe | 0.4 | 1.2 | 4.6 | 9.9 | 16.3 | 20.5 | 22.6 | 20.9 | 15.2 | 9.8 | 4.2 | 1.4 | 10.7 |
| Temp. in 30 cm Tiefe | 1.0 | 1.2 | 3.0 | 6.8 | 11.1 | 15.2 | 17.2 | 16.5 | 13.2 | 9.2 | 4.7 | 2.2 | 8.4 |
| Temp. in 60 cm Tiefe | 2.4 | 2.0 | 3.5 | 6.6 | 10.5 | 14.4 | 16.4 | 16.4 | 13.8 | 10.4 | 6.4 | 3.7 | 8.9 |
| Temp. in 120 cm Tiefe | 4.6 | 3.8 | 4.3 | 6.1 | 8.8 | 12.0 | 14.2 | 15.0 | 13.9 | 11.7 | 8.8 | 6.2 | 9.1 |

Die Temperaturen in 5 cm Tiefe sind im Jahresmittel um 2.3° höher als die Lufttemperatur, der Wärmeüberschuß ist in den Wintermonaten gering (in Einzelfällen ergibt es auch Defizit), in den Sommermonaten mit der längeren und wirksameren Einstrahlung sehr viel größer (im Juli 1911 betrug er sogar 10.4°, im August 1911 8.7°). Die Temperatur in 30 cm Tiefe entspricht im Jahresmittel derjenigen der Lufttemperatur und weicht auch im Jahrgang nicht sehr wesentlich davon ab. In tieferen Bodenschichten nimmt die mittlere Temperatur wieder zu und die Jahresschwankung ab. Interessant ist das Verhalten der durchschnittlichen monatlichen Abweichungen der Temperatur verschiedener Bodentiefen verglichen mit derjenigen der Lufttemperatur.

| | Jan. | Febr. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lufttemperatur ± | 1.6 | 1.8 | 1.3 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.3 |
| Temp. in 5 cm Tiefe ± | 0.9 | 1.1 | 1.5 | 1.2 | 1.5 | 1.4 | 2.0 | 1.6 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 0.9 |
| Temp. in 30 cm Tiefe | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.7 |
| Temp. in 60 cm Tiefe | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.6 |
| Temp. in 120 cm Tiefe | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.5 |

Während bekanntlich die durchschnittlichen Abweichungen der Lufttemperatur im Winter am größten sind, zeigen die Bodentemperaturen in allen untersuchten Tiefen ein Maximum im Sommer; dies ist natürlich bedingt durch den Einfluß der in den einzelnen Sommermonaten je nach der Witterung stark wechselnden Einstrahlung, während in den Wintermonaten die Schwankungen durch eine eventuell vorhandene Schneedecke stark herabgesetzt werden. Besonders deutlich zeigt sich dies bei der Bodentemperatur in 5 cm Tiefe. Eine kleine Untersuchung ergibt, daß bei Vorhandensein einer Schneedecke die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe 3.1° über der Lufttemperatur liegt, während sie im Durchschnitt aller Tage nur 0.5° höher ist. Wenn man den Jahresgang anhand von Pentadenmitteln untersucht, tritt z. B. der Einfluß der Kälterückfälle im Juni auf die Temperatur in 5 cm stärker als bei der Lufttemperatur in Erscheinung, da die Kälterückfälle mit den Boden stark abkühlenden Niederschlägen gekoppelt sind (3). Die mittleren Extremwerte der Pentaden und ihr durchschnittliches Eintrittsdatum sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

| | Luft | 5 cm | 30 cm | 60 cm | 120 cm |
|---|---|---|---|---|---|
| Mittleres Minimum | − 6.3 | − 1.7 | − 0.2 | 1.4 | 3.4 |
| Eintrittsdatum | 15. I. | 17. I. | 17. I. | 3. II. | 19. II. |
| Mittleres Maximum | 21.7 | 27.4 | 19.7 | 18.4 | 15.5 |
| Eintrittsdatum | 12. VII. | 13. VII. | 27. VII. | 30. VII. | 10. VIII. |

Um die Möglichkeit zu haben, aus den Messungen der Lufttemperatur und anderen meteorologischen Beobachtungen die Bodentemperatur abschätzen zu können, wurde noch untersucht, in welcher Weise die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe von der Sonnenscheindauer und den Niederschlagsmengen abhängt. Nach den Pentadenwerten ergab sich, daß die durchschnittliche Differenz zwischen der Bodentemperatur in 5 cm Tiefe und der Lufttemperatur im Juni und Juli in folgender Weise von der Sonnenscheindauer in einer Pentade abhängt; bei 10 Stunden Sonnenscheindauer beträgt sie 2.5°, bei 30 Stunden 4.1°, bei 50 Stunden 5.7°. Eine Untersuchung der Monatsmittel ergab folgende Korrelationskoeffizienten für Sonnenscheindauer und Niederschlagsmenge, wobei auch die Niederschlagsmengen des Vormonates untersucht wurden.

| | Mai | Juni | Juli | Aug. | Mitte |
|---|---|---|---|---|---|
| Sonnenscheindauer | 0.70 | 0.58 | 0.84 | 0.78 | 0.72 |
| Niederschlagsmenge (Monat) | − 0.06 | − 0.03 | − 0.59 | − 0.50 | − 0.30 |
| Niederschlagsmenge (Vormonat) | − 0.21 | + 0.14 | − 0.30 | − 0.60 | − 0.23 |

Die Beziehung mit der Sonnenscheindauer ist viel ausgeprägter als diejenige mit der Niederschlagsmenge, aber eine gewisse negative Beziehung zur Niederschlagsmenge des Monats selbst wie auch zu derjenigen des Vormonats scheint reell zu sein. Es scheint nicht ausgeschlossen, daß man durch weitere ähnliche Untersuchungen (Mehrfachkorrelation) besondere Beziehungen zur Abschätzung der Bodentemperaturen für eine bestimmte Bodenbeschaffenheit an einem bestimmten Ort aufstellen kann.

**Literatur**

(1) B. Primault, De la mesure des températures dans le sol, Bulletin de l'OMM 8 (2), S. 93–98, 1959.

(2) W. Bührer, Prognostische Bedeutung der Bodenwärme für den Winter. Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Basel-Land 1911/16, S. 3–17.

(3) Die Abbildung dieses Temperaturverlaufes wird erscheinen in F. Stoeckle, Die forstlichen Verhältnisse im Kanton Basel-Landschaft, im Abschnitt über die klimatischen Faktoren von M. Bider.

**3.** Hans-Ulrich Dütsch (Zürich). – *Berücksichtigung von Sekundärstreuung und Wolkeneinfluß bei der Auswertung des Umkehreffektes.*

Da sogenannte Umkehrkurven – das mit dem Dobson-Spektrographen aufgenommene logarithmische Intensitätsverhältnis zweier ultravioletter Wellenlängen im Zenithimmelslicht als Funktion des Sonnenstandes – stark vom atmosphärischen Ozongehalt und dessen vertikaler Verteilung abhängen, läßt sich letztere aus diesen Kurven berechnen. Die Abweichung der beobachteten Umkehrkurven von einer von drei auf Grund von angenommenen Standardozonverteilungen nach dem Raleighschen Streuungsgesetz berechneten Kurven kann durch Reihenentwicklung nach dem Ozongehalt von neun atmosphärischen Schichten dargestellt werden. Damit läßt sich die Berechnung der zugehörigen vertikalen Ozonverteilung auf die Lösung linearer Gleichungssysteme zurückführen, wobei noch Glieder höherer Ordnung der Entwicklung durch ein iteratives Verfahren berücksichtigt werden können.

In die Berechnung der Umkehrkurven sowie von deren ersten Ableitungen in der Reihenentwicklung wurde die Sekundärstreuung durch ein einfaches numerisches Aufsummierungsverfahren einbezogen. Gegenüber der Berücksichtigung von Einfachstreuung allein wird dadurch die aus den Beobachtungen berechnete Ozonkonzentration in 33 bis 42 km Höhe um 10 bis 20% erniedrigt und der Gehalt der Schichten unterhalb von 15 km um ähnliche Beträge erhöht.

Das mit dem Dobson-Instrument gemessene Intensitätsverhältnis das bei klarem Himmel nur von der Ozonverteilung abhängt, wird durch Bewölkung im Zenit verändert. Die Beschränkung der Messungen auf klaren Himmel schließt die Bestimmung des Ozongehaltes bei gewissen Wetterlagen fast völlig aus, so daß Untersuchungen über den Zusammenhang von Ozonverteilung und Wetterlage sehr erschwert werden und sich ein für statistische Verarbeitung sehr unerwünschtes Auswahlprinzip ergibt. Es wurde deshalb unter Einführung einer mittels Luxmetern

bestimmten Korrektur des Bewölkungseinflusses versucht, die Messungen auch auf bewölkten Himmel auszudehnen. Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß die bei leichter Bewölkung (z. B. Cirren) oder nur vorübergehender stärkerer Bedeckung des Himmels gemachten Beobachtungen noch zu brauchbaren Ergebnissen führen, wobei allerdings eine gewisse systematische Überschätzung des Ozongehalts der höheren Schichten eintritt, vermutlich weil die Wolkenkorrektur bei tiefsten Sonnenständen am schwierigsten ist, und dieser Teil der Umkehrkurve wesentlich die Resultate in bezug auf die oberen Schichten bestimmt. Bei andauernd starker Bewölkung erscheint dagegen die Zuverlässigkeit der erhaltenen Resultate zweifelhaft.

**4.** Hans-Ulrich Dütsch (Zürich). – *Jahresgang der vertikalen Ozonverteilung über Arosa aus Umkehrmessungen.*

Von rund 1200 während einer fast 3½jährigen, ununterbrochenen Meßperiode in Arosa aufgenommenen Umkehrkurven sind etwa 700 mit einer IBM 704 ausgewertet worden (6 bis 9 sek. Rechenzeit pro Einzelfall). Je nach Witterungsverhältnissen konnten pro Jahr 120 bis 150 Verteilungen durch Beobachtung auf klarem Himmel gewonnen werden, insgesamt 460, während der Rest vor allem 1958/59 auf bewölktem Himmel aufgenommen wurde. Weitere 150 bis 200 1956/57 auf bewölktem Himmel aufgenommene Kurven, deren Korrektur noch nach Messungen mit der ursprünglichen, weniger leistungsfähigen Luxmeterinstrumentation auszuführen wäre, könnten nach den gemachten Erfahrungen ebenfalls noch einer Verarbeitung zugeführt werden. Um die Homogenität des Materials zu wahren, ist die folgende vorläufige Diskussion nur auf den bei klarem Himmel gewonnenen Ergebnissen basiert.

Die stärksten jahreszeitlichen Schwankungen ergeben sich im unteren Teil der Ozonschicht (bis ca. 23 km); sie sind fast völlig durch Ozonverfrachtung durch die allgemeine Zirkulation bedingt und weisen ein Frühjahrsmaximum von mit der Höhe wechselnder Gestalt auf. Oberhalb der Schicht maximaler Ozonkonzentration sind die Schwankungen kleiner und nehmen in Übereinstimmung mit der photochemischen Theorie nach oben ab. In der Übergangshöhe von 25 km wird die photochemische Wirkung im Winter noch durch die allgemeine Zirkulation konkurrenziert. Die photochemisch bedingten Maxima in 25 bis 35 km Höhe werden mit dem Sonnenhöchststand erreicht, weiter oben verschieben sie sich wieder ins Frühjahr. Wie die beigefügte Isoplethendarstellung der Ozonkonzentration in Jahreszeit und Höhe zeigt, steigt die Höhe des Ozonmaximums von seinem niedrigsten Wert bei gleichzeitig größter Intensität im Frühjahr bis zum Spätsommer um etwa 3 km an, um dann langsamer wieder herunterzusteigen. Eine zum Vergleich herangezogene auf 10 im Belgisch-Kongo von D. Stranz aufgenommenen Umkehrkurven beruhende tropische Ozonverteilung zeigt ein höher (in 28 km) liegendes, scharf ausgeprägtes Maximum; in tieferen Schichten besteht dort gegenüber der photochemischen Theorie ein ausgeprägtes, zirkulationsbedingtes Manco.

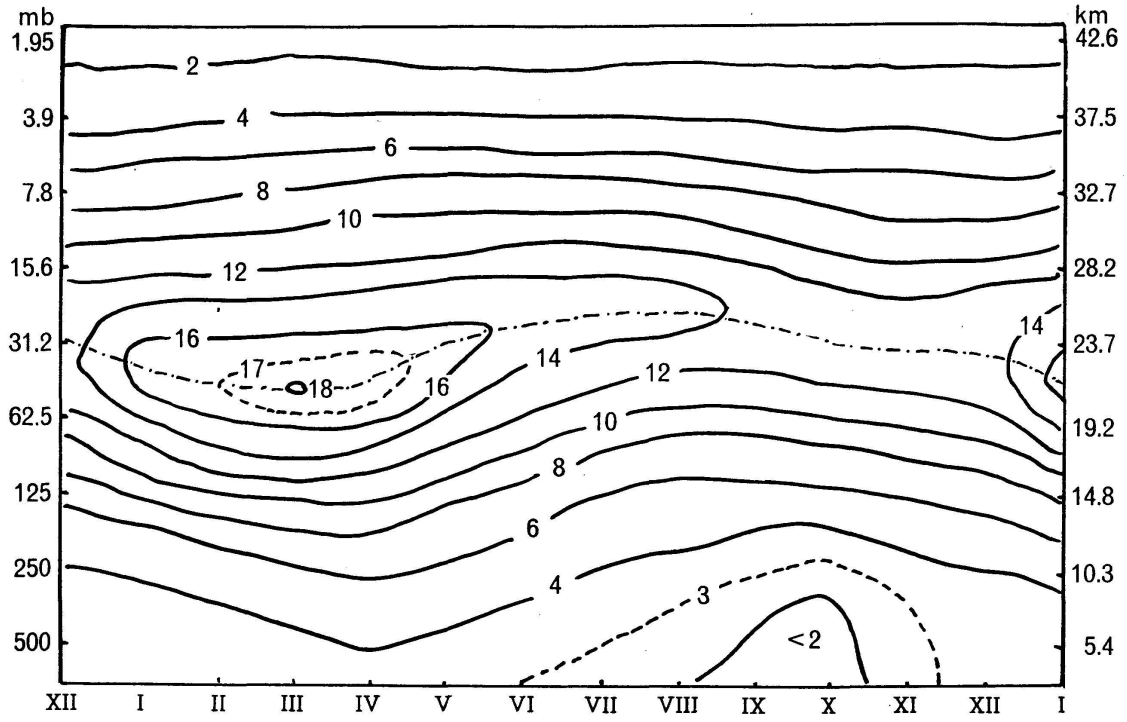



Fig. 1. Isoplethen der Ozonkonzentration. Einheiten $10^{-3}$ cm/km.
–·–·–·– Höhe des Ozonmaximums

Da der jahreszeitliche Gang des Ozons in den unteren Schichten wesentlich strömungsbedingt ist, unterliegt er im Einzelfall in beträchtlichem Maße wetterhaften Einflüssen, wobei Zufuhr polarer Luft, vor allem wenn sie vorwiegend zyklonal erfolgt, zu hoher, antizyklonaler Lagen, besonders wenn sie mit Zufuhr subtropischer Luft verknüpft sind, zu niedrigen Werten führt. Im Spätsommer ergibt sich im 2. Fall eine dem tropischen Beispiel angenäherte Verteilung, mit sehr geringem Ozongehalt der untersten Schichten. Diese Verteilung ist im Herbst vorherrschend, wobei aber das Maximum langsam tiefer rückt, sie kann mit dieser noch sich verstärkenden Modifikation tief in den Winter hinein beobachtet werden. Nur im frühen Frühling erscheint sie sehr selten oder überhaupt nicht aufzutreten. Der Einbruch polarer Kaltluft ergibt durch das ganze Jahr hindurch eine Zunahme des Ozongehalts der tiefen Schichten und ein Tiefersinken des Ozonmaximums, wobei die Unterschiede zwischen den Extremfällen im Spätsommer und Herbst relativ klein, im zweiten Teil des Winters und im Frühling aber außerordentlich groß sein können.

**5.** Jean Lugeon et Jean Rieker (Zurich). – *Les recoupements radiogoniographiques des grands foyers orageux de l'hémisphère nord depuis la base Spitzberg–Suisse (4200 km).*

Un des buts principaux de la participation suisse à l'expédition tripartite Suède–Finlande–Suisse de l'Année géophysique internationale 1957–1958 à Murchison Bay ($\alpha = 80°03'$N, $\lambda = 18°15'$E), au nord du Spitzberg, était le repérage à très grande distance des foyers de parasites

atmosphériques (sferics) solidaires des zones orageuses du globe, elles-mêmes souvent liées aux grands centres de perturbations météorologiques (1).

Dans la seconde phase de l'expédition, soit d'octobre 1958 à mai 1959, Murchison Bay a transmis journellement par TSF les azimuts des sferics dans le code SFAZU (OMM). Ces directions furent régulièrement pointées, ainsi que celles de Zurich, sur des cartes mercator à orthodromies, spécialement apprêtées à l'Institut suisse de météorologie. Aux mêmes instants, on reportait sur ces cartes les orages observés à l'œil et transmis en code international sur les lignes de télécommunications du réseau synoptique météorologique mondial, de même que les sferics triangulés par les services américains et britanniques, et ceux repérés par les radiogoniographes de Payerne et Zurich. On obtint ainsi des images indiquant la portée diurne et nocturne des ondes hertziennes émises par les orages (sferics) sur 27 kc/s, définissant le régime de ceux-ci et permettant d'estimer entre eux les taux d'exactitude des recoupements azimutaux de la base de 4200 km Murchison Bay–Zurich et ceux des quadrangles britanniques et américains.

Les coïncidences ont dépassé nos espérances. Dans les quelque 950 pointages effectués, les recoupements sferics Zurich–Murchison Bay donnent avec une étonnante précision la position des orages observés à plus de 8000 km de distance. Ils tombent parfaitement sur les sites des sferics américains, en particulier quand ceux-ci sont situés assez avant sur l'océan Atlantique, dans la direction de l'Europe, et cela, que le parcours des ondes soit plongé dans l'obscurité ou dans la lumière.

Citons au hasard le cas du 24 janvier 1958 à 1500 TMG où la plupart des trajets sont éclairés, *fig. 1:*

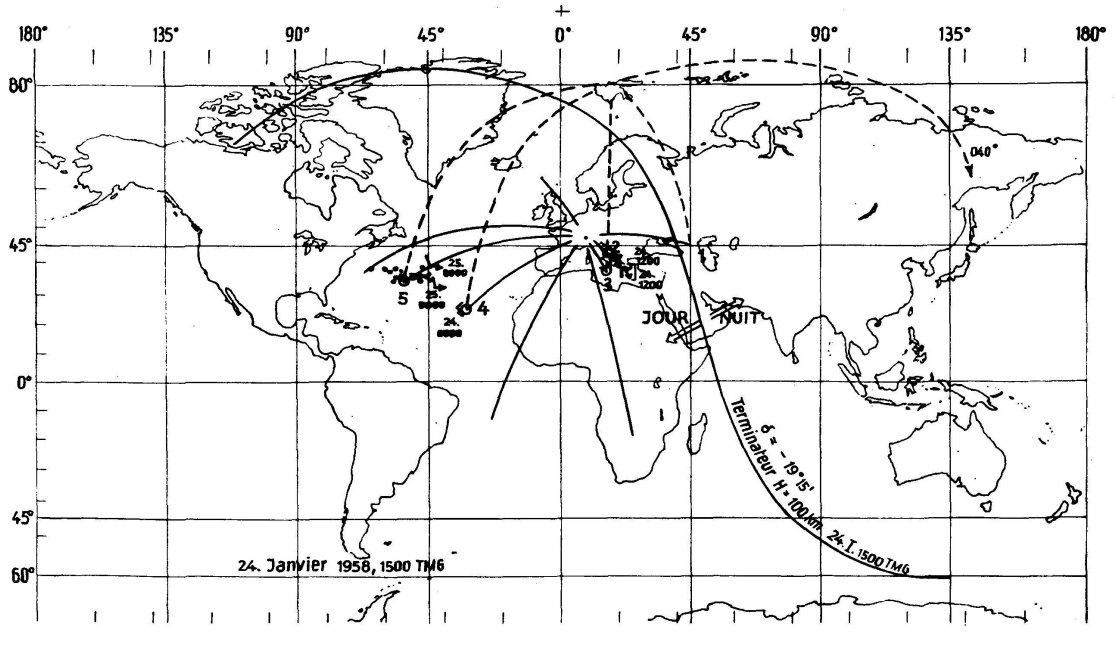



Fig. 1

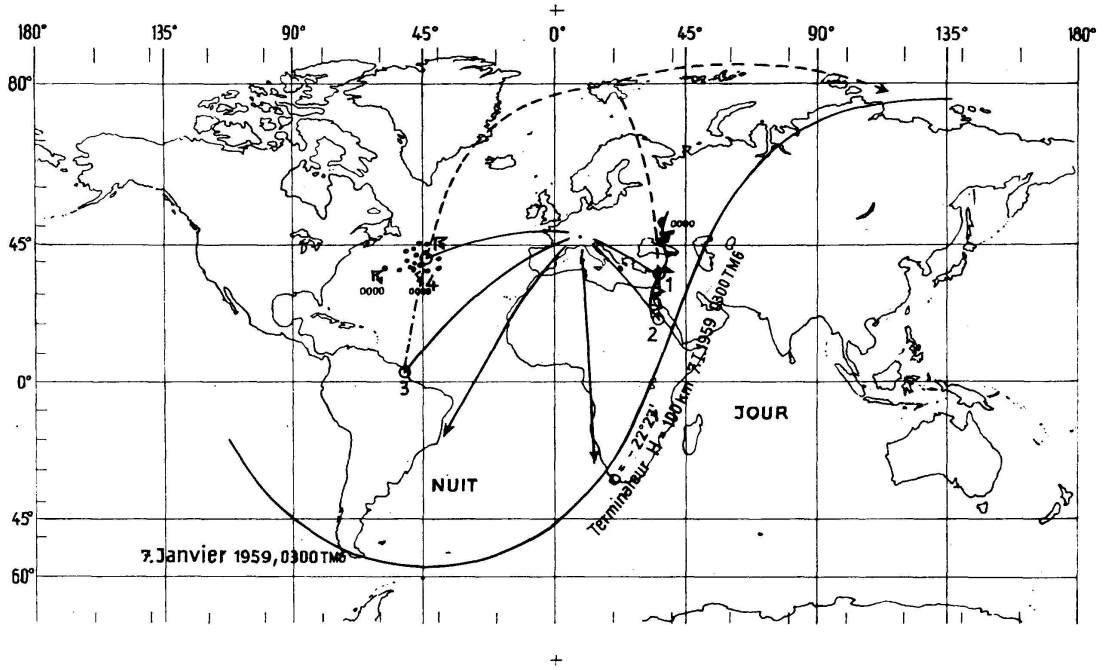



Fig. 2

Des cinq directions azimutales de Murchison Bay, quatre (148°, 182°, 235°, 260°) permettent de localiser cinq sources en recoupant les azimuts 80°, 130° et 150°, 230°, 278° de Zurich. La position 1 (Caucase) est admise comme telle, les données synoptiques faisant défaut. Les positions 2, 3 (mer Ionienne) sont parfaitement confirmées par les orages de 1200 TMG et un sferic anglais à 1500 TMG. Des orages ont été signalés dans le voisinage de 4 (ouest des Canaries) à minuit avant et après le repérage. La position 5 tombe en plein dans les localisations radiogoniométriques américaines.

Quant aux orages perçus sous les azimuts 165° et 215° à Zurich, ils ne sont pas entendus à Murchison Bay, le trajet diurne étant trop long. Réciproquement, l'orage sous 40° à Murchison Bay n'est pas perçu à Zurich, bien que le trajet soit nocturne dans sa presque totalité. Cet orage est vraisemblablement au large du Japon (distance dépassant 10 000 km). Il semble en découler que la propagation sur le continent, dans le sens est–ouest, soit moins favorable que sur les océans, fait admis ultérieurement.

Le 7 janvier 1959, à 0300 TMG, la propagation est nocturne, voir *fig. 2*. Les foyers 1 (frontière Turquie–Syrie) et 2 (nord de la mer Rouge, sont dans le voisinage d'une zone frontale. La position 3 est en Guyane française; la 4e, sur l'Atlantique, entre Terre-Neuve et les Açores, coïncide rigoureusement avec le centre du cercle enveloppant une vingtaine de localisations américaines et d'orages signalés par trois navires à minuit. Comme dans le cas précédent, les foyers sur 185° et 225° à Zurich ne sont pas perçus à Murchison Bay, malgré le trajet obscur, vu leur éloignement considérable. Même remarque pour l'azimut 42° de Murchison Bay, silencieux à Zurich.

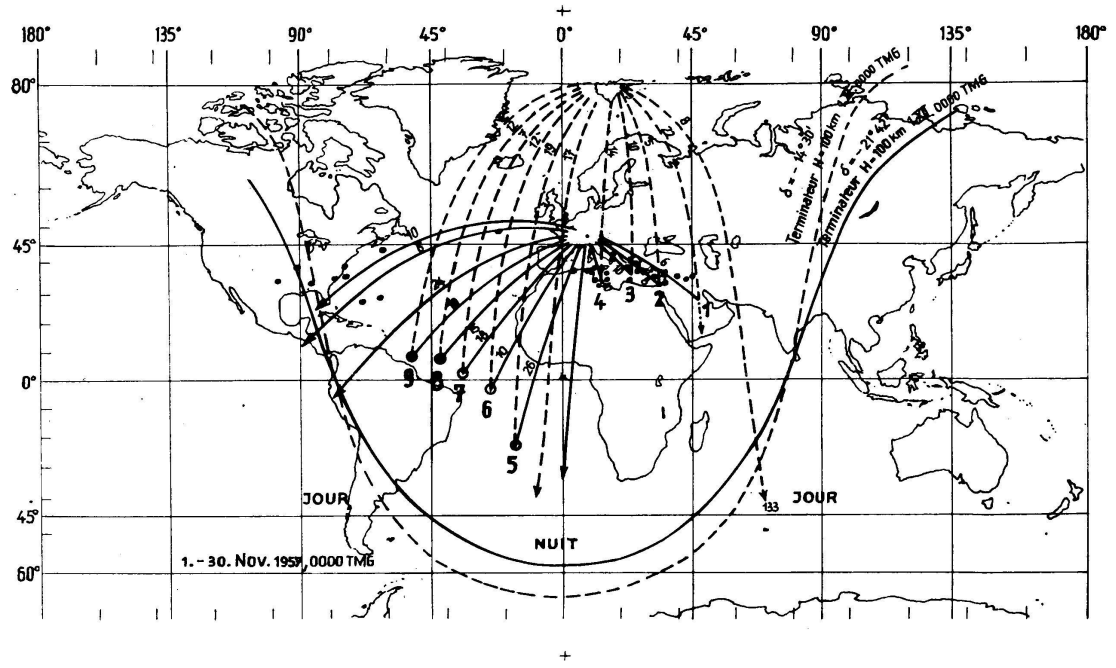



Fig. 3

Pour contribuer par les sferics à la construction de la carte mondiale des orages, particulièrement dans les régions terrestres ou maritimes où ils manquent faute d'observations, nous avons imaginé le procédé graphique statistique suivant:

Pour chaque mois, toutes les directions radiogoniographiques de l'ordre du millier sont reportées dans un système d'axes cartésiens azimut-temps. Lorsque plusieurs lignes azimutales tendent à se confondre dans un domaine angulaire de $\pm$ 5°, nous admettons qu'elles émanent d'une même source orageuse. Le nombre de ces lignes donne donc la fréquence d'apparition de la source supposée pour l'ensemble du mois et leur recoupement, la position géographique moyenne mensuelle de celle-ci.

Cette méthode d'approche semble résoudre le problème du tracé des grands centres orageux du monde, mais présente des défaillances quand les recoupements de nos deux postes se font à angle très aigu (angle mort).

Voici les recoupements moyens de novembre 1957 à 0000 TMG, voir *fig. 3.*

Les foyers 1, 2, 3 et 4 s'étalent de l'Iran par Chypre et la Grèce à la Sicile et à la Tunisie. Il est remarquable de constater que ces deux dernières régions (4) sont visées 14 fois par Murchison Bay et 10 fois par Zurich, leurs recoupements correspondant à 14 orages signalés sur les cartes synoptiques à 0000 TMG.

Les azimuts du foyer 5 situent celui-ci entre Ste-Hélène et les îles de la Trinité. Mais il convient de ne pas s'y fier trop, vu le recoupement à angle très aigu.

Les foyers 6, 7, 8 et 9 s'échelonnent dans la ceinture orageuse qui lie l'Afrique au nord de l'Amérique du Sud, le long de l'équateur. Ils sont très nets dans les deux stations.

Remarquons finalement que les orages de l'Amérique centrale, du golfe du Mexique et du Venezuela sont enregistrés avec vigueur à Zurich, mais rarement à Murchison Bay, quoique les distances ne diffèrent pas beaucoup. La cause de ce phénomène peut être recherchée dans le comportement de l'ionosphère, sur le trajet joignant Murchison Bay, qui passe près du pôle magnétique.

*Conclusion:* La présente esquisse qui, en fait, contient l'essence de 35 années d'efforts de l'un de nous (Jean Lugeon) (2), semble étayer l'idée que les orages de notre terre peuvent être poursuivis avec certitude à plus de 8000 km de distance par l'usage du radiogoniographe suisse, leur gîte à ces distances-là étant estimé avec une précision de l'ordre de grandeur de 100 km à la ronde.

La coordination et le dépouillement rationnels des quelque vingt stations radiogoniographiques des cinq continents – et cela pendant un nombre restreint d'années d'enregistrement – devrait permettre la construction d'une carte mondiale précise de l'activité orageuse tant mensuelle qu'annuelle.

**Bibliographie**

(1) Jean Lugeon: Les buts scientifiques de l'expédition radiométéorologique polaire suisse pendant l'Année géophysique internationale. La Suisse Horlogère, N° 20, La Chaux-de-Fonds 1957.

(2) Jean Lugeon: Sur la nécessité d'une station polaire permanente d'observations radiométéorologiques. – Warszawa 1935.

*

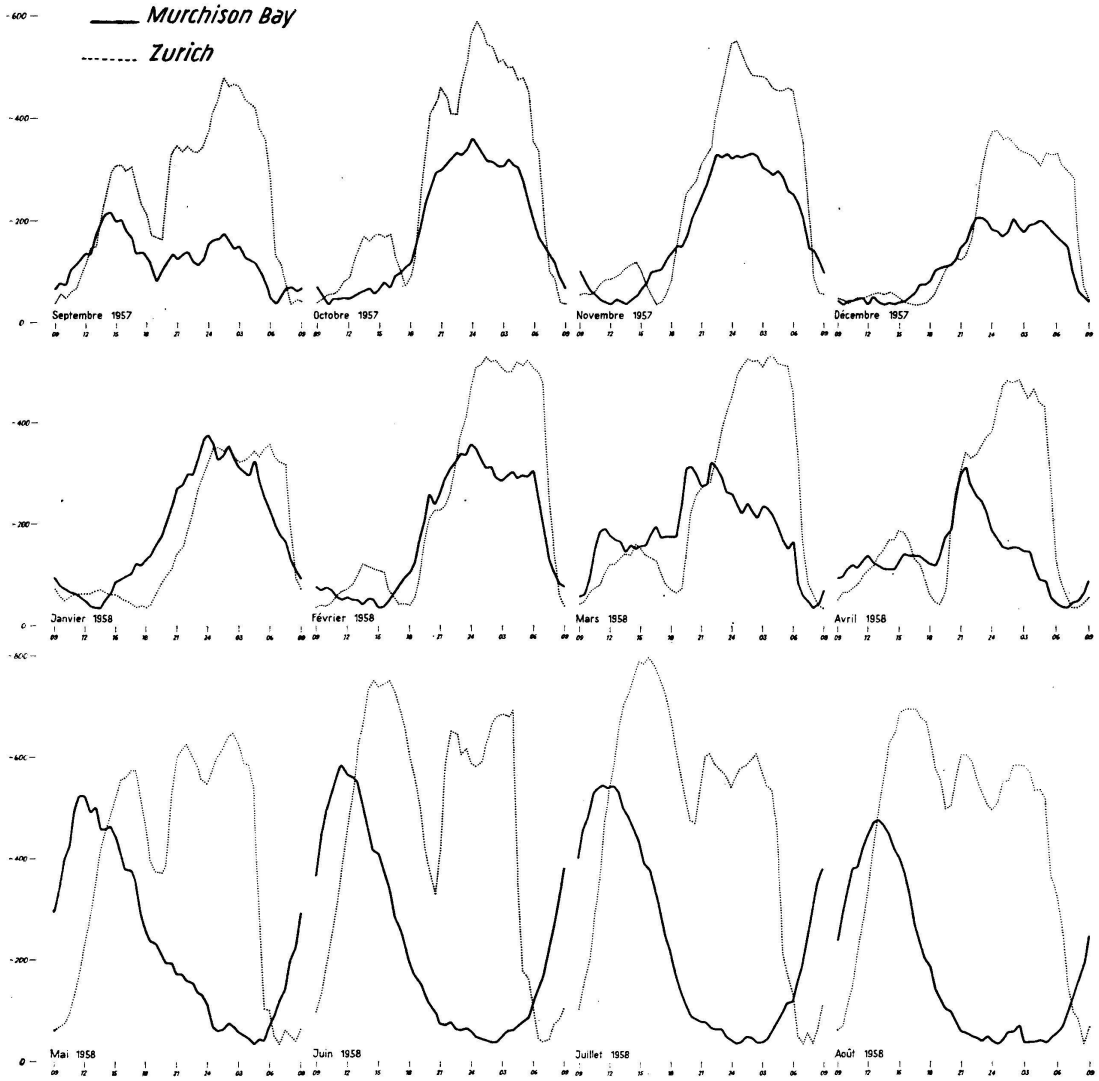
Travail subventionné par le Fonds national suisse de la recherche scientifique.

**6.** Jean Lugeon (Zurich). – *Comparaison du régime des parasites atmosphériques polaires et européens.*

La propagation des parasites atmosphériques (sferics) enregistrés à l'atmoradiographe est grande de nuit ($>$ 10 000 km) et faible de jour (quelques milliers de km). Le régime journalier est donc conditionné par le passage du crépuscule sur le trajet de l'onde de 27 kc/s utilisée entre la source et le récepteur dans la région E de l'ionosphère.

La propagation cesse brutalement à l'aube, produit un maximum l'après-midi et remonte lentement après le coucher du soleil vers le maximum nocturne. Il découle de cette loi que, dans une station réceptrice située dans le cercle polaire et plongée respectivement dans la nuit ou le jour polaire complet, ces alternances pour les trajets des ondes entièrement éclairées ou entièrement obscures doivent disparaître. Le régime polaire journalier est alors réglé par ce qui se passe dans l'ionosphère sur les trajets des ondes émanant de sources situées à des latitudes plus basses que le cercle polaire, c'est-à-dire affectées par les crépuscules. Cela est le cas pendant la plus grande partie de l'année.

Cette théorie, découlant de mes enregistrements à l'île des Ours (Année polaire 1932–1933) (1), se trouve confirmée par ceux de l'AGI à Murchison Bay–Spitzberg ($\alpha$ = 80°03'N, $\lambda$ = 18°15'E) et à Zurich, ainsi




qu'il ressort des courbes de cadence moyennes mensuelles (nombre de parasites par minute).

Considérons les mois extrêmes en ayant sous les yeux les radiogoniogrammes (azimuts de propagation correspondants). Pendant la nuit polaire (en janvier, par exemple), la courbe du Spitzberg descend lentement de 0900 jusqu'au minimum à 1400. C'est l'extinction progressive des foyers asiatiques lointains: cadrans N à E, puis E à S, entrant successivement dans la lumière. Les foyers très actifs de la Méditerranée orientale signalent leur présence pendant les 24 heures, tout en s'affaiblissant vers 14 heures. Cela forme un seuil assez régulier sur lequel s'érige la courbe composée des autres foyers. Le matin et l'après-midi, Zurich ne perçoit que les foyers du SE, restant insensible aux asiatiques, la propagation sur le continent leur étant défavorable. Dès 14 heures, la courbe de Murchison Bay s'élève régulièrement jusque vers 23 heures. C'est le cumul successif des sferics émanant des zones entrant dans l'obscurité: cadrans E, puis S, puis W. La même montée se dessine à Zurich, mais y débute

quatre heures plus tard, vers 18 heures, dès que l'obscurité ionosphérique s'étale sur le trajet des ondes venant du SE, puis du S, puis de W. Enfin, l'activité décroît lentement dès 0430 à Murchison Bay, pour rejoindre le minimum mensuel de 14 heures. Cette régression n'est donc pas due à un effet crépusculaire dans le cercle polaire, mais est le résultat de la rotation du terminateur du lever du soleil vers 75 à 100 km dans la couche E, qui éteint successivement les foyers du SE, puis du S, puis du SW, quand les chemins de leurs ondes passent de l'obscurité à la lumière. Par contre, et conformément à la loi de la propagation dans les régions soumises aux crépuscules, l'activité des sferics cesse radicalement à Zurich à 0730, au moment où les rayons rasants du soleil levant interceptent dans l'ionosphère les ondes émanant de tous les azimuts.

Remarquable est la vérification de la théorie de la propagation en juin, pendant le jour polaire. Zurich accuse les deux puissants maxima diurnes classiques (1200–1700), nocturnes (2200–0600), tandis qu'à Murchison Bay le maximum diurne, qui a commencé plus tôt, vers 0600 (orages d'Asie), commence à décroître vers 1300 déjà, par l'effet combiné de la diminution de l'activité orageuse diurne à l'est et de l'arrivée du jour sur les sources du NW (Amérique–Pacifique). Il n'y a donc bien là aucune action crépusculaire dans le cercle polaire, en l'occurrence à Murchison Bay, qui n'en reste pas moins le témoin lointain des effets ionosphériques crépusculaires des basses latitudes.

Les chutes au lever ne se retrouvent à Murchison Bay qu'autour des équinoxes (février–avril, septembre–novembre), mais elles sont très adoucies, vu la longueur du crépuscule aubal, ce qui renforce la théorie.

Chaque mois a son histoire, que contiendra l'analyse détaillée des résultats scientifiques suisses de l'expédition SFS de l'AGI 1957–1959 au Spitzberg, publiée ailleurs.

**Bibliographie**

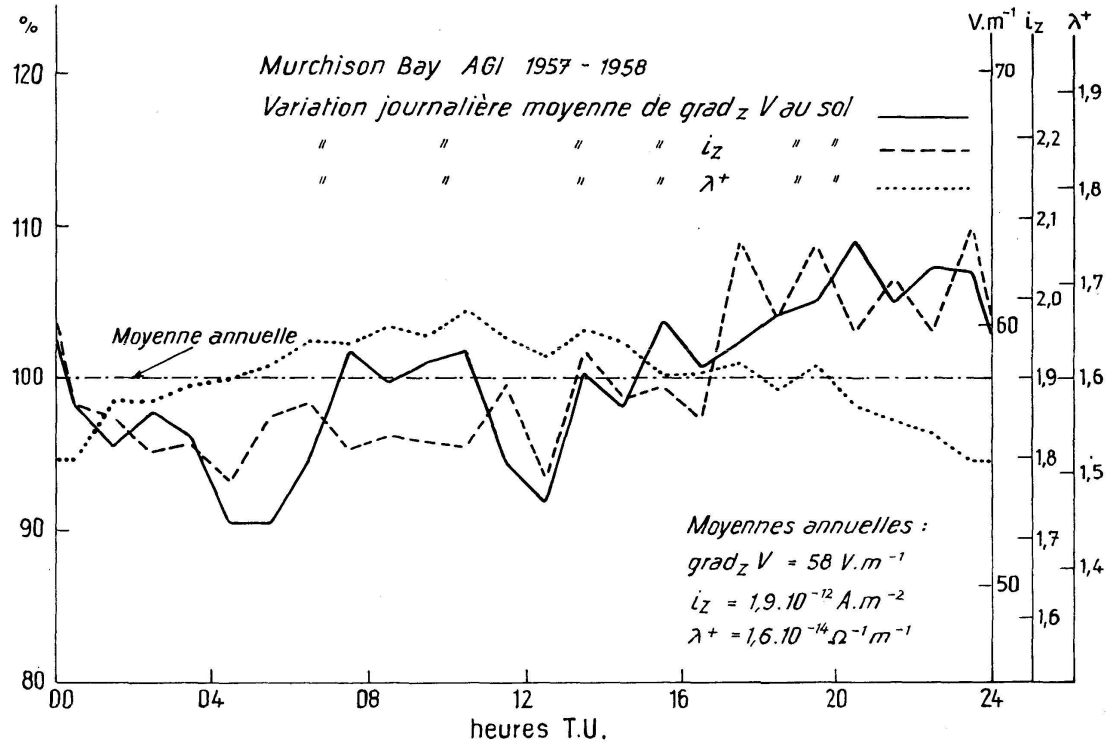
(1) Jean Lugeon. – Station polaire radiométéorologique, 95 p., P. I. M., Varsovie 1935.

Travail subventionné par le Fonds national suisse de la recherche scientifique

**7.** Jean Lugeon, André Junod et Pierre Wasserfallen (Zurich). – *Mesures de l'électricité atmosphérique et de la radioactivité de l'air à Murchison Bay, Spitzberg (80° N), pendant l'Année géophysique internationale 1957–1958.*

1. *Electricité atmosphérique au sol* (1er septembre 1957–31 août 1958). MM. Saxer et Sigrist (1), Aarau, ont mis à notre disposition leurs enregistreurs pour le gradient de potentiel ($\mathrm{grad}_z V$), la densité du courant vertical ($i_z$) et la conductibilité polaire positive ($\lambda^+$).

Les moyennes annuelles de $\mathrm{grad}_z V$ (58 V · $m^{-1}$) et de $\lambda^+$ (1,6 x $10^{-14}$ $\Omega^{-1}m^1$) sont respectivement inférieures de 30 % et 25 % aux moyennes trouvées antérieurement par d'autres auteurs en haute latitude.




La valeur moyenne mesurée de $i_z$ ($5{,}2 \cdot 10^{-12}\ A \cdot m^{-2}$) a été réduite d'après la formule approximative $i_z = 2 \cdot \lambda^+ \cdot \text{grad}_z V$, ce qui donne $i_z^* = 1{,}9 \cdot 10^{-12}\ A \cdot m^{-2}$. Les moyennes citées sont extraites, pour la période mentionnée, des valeurs enregistrées en l'absence de perturbations atmosphériques. On voit que $i_z^*$ est légèrement inférieur aux valeurs des latitudes moyennes.

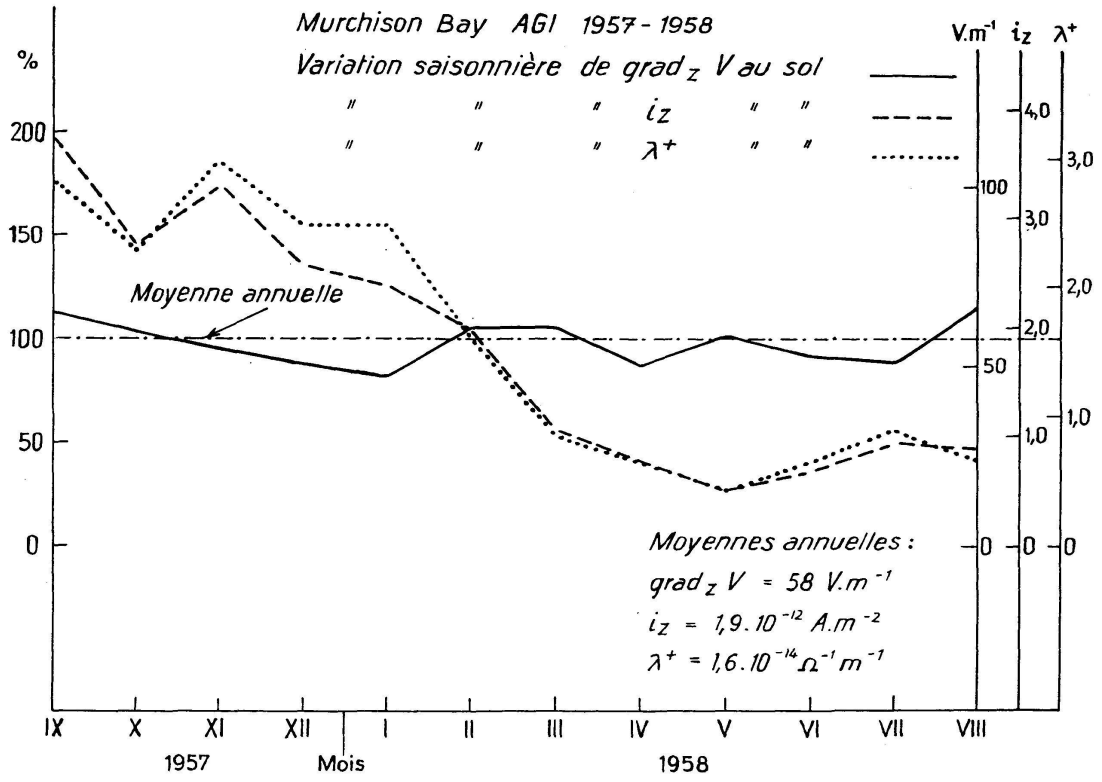
Les valeurs remarquablement faibles de $\lambda^+$ (env. 0,8 x $10^{-14}\ \Omega^{-1}m^{-1}$) pendant l'été 1958 coïncident avec une fréquence élevée des jours de brouillard, cas généralement observé ailleurs aussi.

Les variations journalières de $\text{grad}_z V$ et de $i_z$ présentent un maximum de 2000 z à 2300 z. Cet extremum correspond au maximum montré par les variations journalières de $\text{grad}_z V$ et $i_z$ au-dessus des océans qui est lié, comme on le suppose, à l'activité orageuse globale dans l'atmosphère.

Les courbes de $\text{grad}_z V$ et de $i_z$ présentent simultanément un autre maximum dans la matinée, dont l'explication pourrait être recherchée dans des influences locales, sans relation avec le rythme mondial des orages.

2. *Radiosondages du gradient de potentiel et de la conductibilité polaire positive.*

28 radiosondages de conductibilité polaire positive et 33 radiosondages de gradient de potentiel en altitude ont été effectués pendant les jours et intervalles mondiaux de l'AGI par l'équipement Lugeon-Bohnenblust (2). Nos sondes ont été attachées aux radiosondes PTU finlandaises.



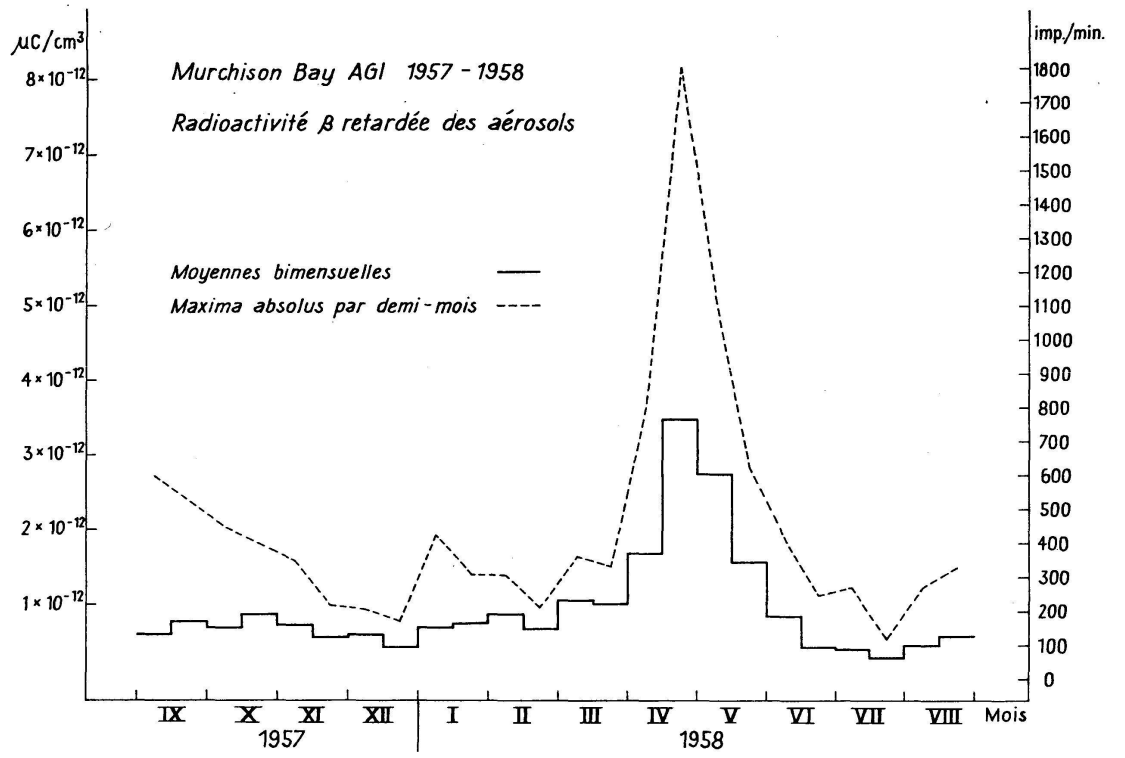

| Altitude mgp | Pression mb | Température °C | $\lambda^+$ [$\cdot 10^{-14}\ \Omega^{-1}m^{-1}$] | $grad_z V$ [$V \cdot m^{-1}$] |
|---|---|---|---|---|
| 1 000 | 890 | – 10,8 | 3,27 | 51,3 |
| 5 000 | 520 | – 29,7 | 8,44 | 13,8 |
| 10 000 | 246 | – 53,8 | 27,2 | 5,3 |
| 15 000 | 118 | – 47,9 | 68,9 | 3,0 |
| 21 000 | 56 | – 46,0 | 132,7 | 2,1 |

Les valeurs moyennes calculées pour quelques niveaux mettent en évidence la croissance régulière de $\lambda^+$ et la décroissance régulière de $grad_z V$ avec l'altitude, conformément aux prévisions théoriques de divers auteurs. L'allure générale des courbes se rapproche de celle de Payerne.

Une comparaison des radiosondages moyens «Eté» et «Hiver» ne montre pas de différence significative pour le gradient de potentiel. Par contre, les valeurs estivales de $\lambda^+$ sont systématiquement plus élevées que celles d'hiver (de 5 à 20%), cette différence persistant jusqu'à environ 15 km d'altitude.

3. *Radioactivité des poussières de l'air près du sol* (1er septembre 1957 au 31 août 1958).

L'enregistrement de la radioactivité des aérosols près du sol a été assurée par l'équipement Landis & Gyr (Zoug), fonctionnant ainsi: une pompe aspire l'air à travers une bande de papier-filtre à déroulement continu, qui retient les éléments radioactifs. L'activité $\beta$ du dépôt est




détectée après un délai d'environ deux jours pour éliminer les produits de désintégration naturels à vie courte (thoron et radon) et s'inscrit automatiquement sur un dérouleur à bande (3).

La moyenne obtenue à Murchison Bay pendant cette période s'élève à $0 \cdot 94 \cdot 10^{-12} \mu C/cm^3$ contre $2 \cdot 55 \cdot 10^{-12} \mu C/cm^3$ à Payerne. La radioactivité est donc beaucoup plus faible dans les hautes latitudes de l'Arctique qu'en Europe centrale. Relevons toutefois les valeurs relativement élevées de l'activité enregistrées en avril et mai 1958, à Murchison Bay comme à Payerne. Elles atteignent $6 \cdot 92 \cdot 10^{-12} \mu C/cm^3$ le 18 avril au Spitzberg et $8 \cdot 60 \cdot 10^{-12} \mu C/cm^3$ le 24 avril en Suisse en moyenne journalière, et sont vraisemblablement en relation avec les explosions nucléaires soviétiques en Sibérie et dans l'Arctique entre le 15 et le 21 mars, d'après les informations de presse. Le décalage d'environ 5 jours entre les maxima de Murchison Bay et de Payerne apporte une information sur l'horaire du déplacement des suspensions radioactives, ce qui est une contribution intéressante pour la météorologie dynamique.

Il est bon de noter qu'après les hautes valeurs d'avril–mai 1958, la radioactivité retombe en été 1958 à un niveau égal ou inférieur à celui de l'automne 1957 au Spitzberg. Les valeurs 1958/1959 seront publiées ultérieurement.

**Bibliographie**

(1) L. Saxer und W. Sigrist. – Ein selbstkompensierender Elektrometerröhrenverstärker zur Registrierung des luftelektrischen Potentialgefälles. – Arch. für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. A, Bd. 10, Heft 1, Wien 1957.

(2) Jean Lugeon et Max Bohnenblust. – Radiosondages du gradient de potentiel et de la conductibilité électrique de l'air. – Ann. Meteorologische Zentralanstalt, Jg. 1956, Zurich 1957.

(3) Jean Lugeon. – Météorologie synoptique et surveillance permanente de la teneur de l'air en substances radioactives à longues demi-périodes (description sommaire de l'enregistreur Landis & Gyr). – Industries Atomiques, N° 1/2, Genève 1958.

Travail subventionné par le Fonds national suisse de la recherche scientifique.

**8.** P. Kaufmann (Kloten). – *Ein lüftungstechnisches Analogon zum Talwindsystem.*

Es wird ein Berechnungsverfahren für die mittlere Geschwindigkeit und die vertikale Mächtigkeit des Talwindes beschrieben. Die Behandlung geht von einem einfachen technischen Problem, der natürlichen Belüftung eines einseitig offenen Raumes, aus. Der Übergang zum Talwindsystem erfolgt durch Einführung einer meteorologischen obern Randbedingung.

**9.** P. Kaufmann (Kloten). – *Zur groben atmosphärischen Sedimentation.*

Die Masse des Aerosols hängt hauptsächlich vom Vorkommen der Teilchen mit Radien $r>0{,}1\mu$ ab. Ein einfaches Beobachtungsverfahren für diese großen und Riesenkerne wird angeführt. Aus einer vierteljährigen Beobachtungsreihe sind folgende Ergebnisse zu entnehmen:

1) Bei der Sedimentation (trockene Ablagerung) zeigt sich ein Tagesgang: Nachts fallen viele und kleine Kerne ($r<1\mu$), tagsüber wenige und vorwiegend große Kerne aus.

2) In den Regentropfen findet man bei Warmfronten selten Riesenkerne, dagegen treten sie in Schauern und Gewitterregen häufig auf. Daraus ist ein starker Einfluß der Konvektion (Trocken- und Wolkenthermik) auf den Aerosolgehalt und auf die Ablagerung erkennbar.

3) Die kleinen Kerne ($r<0{,}5\mu$) sind größtenteils hygroskopisch.

Die statistische Auswertung einer längeren Beobachtungsreihe kann bei praktischen Fragen herbeigezogen werden, so bei der Beurteilung einzelner Staubherde. Ferner lassen sich damit außerordentliche Aerosoltransporte aus entfernten Gebieten erkennen.

**10.** Roland List (Weißfluhjoch, Davos). – *Physikalische Aspekte einer modernen Hageltheorie.*

Unter einer modernen Hageltheorie wird eine Theorie verstanden, die ihre Modellvorstellung in allen maßgebenden Teilen aus der Natur übernimmt und nicht versucht, die Natur in eine scheinbar vernünftige Gedankenkonstruktion zu zwingen (wie z. B. Ludlam F. H., The Hail Problem, Nubila 1, 1958). Wenn früher die modernen Hilfsmittel zur Untersuchung hagelbildender Wolken, wie Radar oder aviatische Messungen mit raffiniertesten Apparaturen, fehlten, so dürfte jetzt der Zeitpunkt gekommen sein, die momentanen Möglichkeiten der Lösung dieser Probleme zu überprüfen.

Eine Hageltheorie zerfällt im Prinzip in einen physikalischen und einen meteorologischen Teil. Die Physik der Hagelbildung umfasse nur einen kleinen Raum mit einer einzelnen Eisschlosse, währenddem die Aufsummierung zum Wettergeschehen als meteorologische Aufgabe bezeichnet werden soll und nicht Gegenstand dieser Betrachtung ist.

Maßgebend für die Physik der Hagelbildung ist die Wechselwirkung zwischen Hagelkorn und der direkten Umgebung, wobei sich einerseits die Charakteristik der Eisschlosse ändert, anderseits werden auch die Eigenschaften der Umgebungsluft beeinflußt.

Für einen gewissen Zeitpunkt seien die physikalischen Verhältnisse gekennzeichnet durch folgende zwei Parametergruppen:

1. *Charakteristik der Kornzwischenphase A*, gegeben durch die Geometrie des aktuellen Hagelkornes, dessen Masse und Massenverteilung inklusive Phasenangaben (Wasser oder Eis), kristallographischen Aufbau, Temperaturverteilung und Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten, elektrische Ladungen und elektrische Leitfähigkeiten, Bewegungszustand (Translation und Rotation) gegenüber der umgebenden Luft;

2. *Charakteristik der Luft.* Die zur Zeit im «physikalischen Raum» sich befindliche Luft sei bestimmt durch folgende Parameter und deren Verteilung: Druck, Temperatur, Wasserdampfgehalt, freier Feuchtegehalt in Form von Wassertropfen, Eisteilchen oder zweiphasigen Partikeln, deren Größen, Temperaturen und elektrischen Ladungen, jegliche Arten von Luftverunreinigungen und Ionen sowie deren Aufladung, Luftgeschwindigkeiten und Turbulenzgrade.

Zur Zeit $t+dt$ hat sich die Kornzwischenphase $A$ verändert zur neuen Phase $A+dA$. Die Änderung $dA$, z.B. in Form eines Ansatzes, kann wiederum durch Größen der ersten Parametergruppe charakterisiert werden, wobei festzuhalten ist, daß die Anlagerung $dA$ ihre Rückwirkung auf die meisten Größen der ursprünglichen Kornzwischenphase $A$ haben wird. Dies gilt speziell bei stets sich ändernden Verhältnissen.

Die Wechselwirkung Hagelkorn–Umgebung hat zur Folge, daß zur Zeit $t+dt$ auch die Luft neu charakterisiert werden muß.

Das hier möglichst allgemein dargestellte physikalische Problem der Hagelbildung – es enthält auch implizit die Einfangswahrscheinlichkeiten der an die Hagelkörner angeschwebten Partikeln – kann kaum je für einen allgemeinen Fall gelöst werden. Im Gegenteil muß man froh sein, wenn sich gewisse Spezialfälle für kugelige Eisschlossen zuverlässig lösen lassen.

Als Hilfsmittel werden hierfür Laboratoriumsmessungen herbeigezogen, die bei atmosphärischen Bedingungen analogen Verhältnissen das Wachstum von Probekörpern zum Gegenstand haben. Verschiedene Experimente und Beobachtungen, die auf Weißfluhjoch ausgeführt wurden, haben denn auch eine neue, momentan allerdings noch unvollständige Basis einer modernen Hageltheorie geschaffen, konnten doch interessante neue Aspekte über die Aerodynamik, das thermodynamische Verhalten und die Kristallographie von Hagelkörnern aufgedeckt werden. Insbesondere wurde der Beweis erbracht, daß atmosphärische Vereisun-

gen ganz anderen Gesetzmäßigkeiten folgen als bisher angenommen wurde; auch konnte z. B. gezeigt werden, daß bei definierten Vereisungsbedingungen Anlagerungen an ein Objekt stattfinden, die aus einem Gemisch von Wasser und Eis bestehen. (Für genauere Angaben sei auf die Spezialliteratur des Institutes für Schnee- und Lawinenforschung verwiesen.)

So dürften mit der Zeit auf Grund des Verständnisses von Aufbau und Struktur von Hagelkörnern Rückschlüsse auf die entsprechende Hagelwolke möglich sein. Zur gegenseitigen Kontrolle können gleichzeitig aufgenommene Radarbeobachtungen beigezogen werden, so daß eine Integration in den Bereich des meteorologischen Raumes als möglich erscheint.

**11.** J. O. Fleckenstein (Bâle). – *Comparaison des variations des latitudes provisoires observées dans les observatoires de Neuchâtel et Milan pendant l'Année géophysique internationale 1957-1958*[1].

**12.** P.-L. Mercanton (Lausanne). – *Treize années de contrôle du glacier du Rhône par la photogrammétrie.* – Pas reçu de manuscrit.

**13.** M. Fluckiger (Lausanne). – *Observation de l'occultation de Régulus par la planète Vénus.*

Ce phénomène rarissime a pu être observé dans de bonnes conditions à Lausanne, le 7 juillet 1959 à 15 h 21 mn HEC. Les deux instruments employés sont:

*a) un réflecteur Cassegrain de 62 cm, grossissement 400 fois.*

*b) un réflecteur Newtonien de 15 cm, grossissement 60 fois.*

Dans les deux instruments, Vénus, de magnitude −4,1, et Régulus, de magnitude +1,3, étaient parfaitement visibles et cela malgré une très légère brume qui couvrait tout le ciel. Vénus, presque à son maximum d'élongation, était visible à l'œil nu. La situation des deux astres était pour nous très favorable, à une vingtaine de minutes du méridien et à plus de 50° au-dessus de l'horizon.

L'enregistrement du moment de l'immersion et de l'émersion a été effectué au moyen de notre chronographe associé à la pendule de l'observatoire. Celle-ci fut contrôlée avant et après le phénomène au moyen des signaux horaires MSF sur 10 Mc.

A l'occasion de cette observation nous avons tenté une détermination de l'équation personnelle de l'observateur. Pour cela, nous avons réalisé une maquette du phénomène, l'étoile artificielle pouvant être éteinte en liaison avec le chronographe. Un éclairage accessoire devait provoquer une fatigue de l'œil analogue à celle résultant de l'observation réelle. La détermination de l'équation personnelle a été effectuée avant et après

[1] Sera publié in exento dans Mem. Soc. Astronom. Ital., Vol. XXX (1960)

l'observation; pour chaque opérateur elle est restée constante entre 0,18 et 0,20 s de retard. Nous avons alors adopté une correction uniforme de 0,20 s de retard pour chaque observateur. Cette correction a été apportée à nos résultats définitifs.

Notons encore que si la disparition de l'étoile se faisait par le bord sombre de la planète, la réapparition par le bord éclairé et encore en plein jour a été pratiquement impossible à mesurer. Nous donnerons quand même les résultats dans ce cas sans leur apporter aucune correction.

Résultats d'observation:

*A. Disparition de Régulus* (bord sombre)

| | | |
|---|---|---|
| 1. réfl. 62 cm Opérateur A. Riesen | $15^h\ 21^m\ 14^s,5$ | HEC |
| équation personnelle retard | 0 ,2 | |
| heure de la disparition | $15^h\ 21^m\ 14^s,3$ | HEC |
| 2. réfl. 15 cm Opérateur A. Zanoli | $15^h\ 21^m\ 14^s,0$ | HEC |
| équation personnelle retard | 0,2 | |
| heure de la disparition | $15^h\ 21^m\ 13^s,8$ | HEC |

*B. Réapparition de Régulus* (bord éclairé) obs. impossible

1. $15^h\ 33^m\ 32^s,4$
2. $15^h\ 31^m\ 48^s,1$

*C. Coordonnées provisoires géographiques des deux instruments:*

latitude 46° 32′ 00″,7 N
longitude 6° 37′ 27″,6 E
altitude 595 m

*D. Modification de l'éclat de Régulus*

Au moment de la disparition aucune variation de l'éclat de l'étoile n'a pu être observée.

## 4. Section de chimie

Séance de la Société suisse de chimie

**Samedi, le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr. TH. POSTERNAK (Genève)
*Secrétaire:* Prof. A.-J.-A. VAN DER WYK (Genève)

**1.** R. FLATT (Lausanne). – *Sur l'hydratation des ions alcalins et alcalinoterreux.*

L'étude des équilibres liquide-vapeur de systèmes ternaires composés d'un nitrate, d'acide nitrique et d'eau a montré que les divers nitrates agissent différemment sur la composition de la vapeur émise par un mélange d'eau et d'acide nitrique. Ces différences sont dues au fait que les cations des nitrates dissous sont plus ou moins fortement hydratés. Par la formation d'ions hydratés, une certaine quantité d'eau est enlevée au solvant. Il en résulte une augmentation relative de la concentration de l'acide nitrique dans la phase liquide, ce qui entraîne l'augmentation de la teneur relative de $HNO_3$ dans la vapeur. Cet effet est d'autant plus fort que le cation du nitrate dissous est fortement hydraté.

F. BENGUEREL (thèse, Lausanne 1958) a établi des diagrammes de répartition appartenant aux systèmes suivants:

$KNO_3$-$HNO_3$-$H_2O$; $NaNO_3$-$HNO_3$-$H_2O$; $LiNO_3$-$HNO_3$-$H_2O$;
$Ca(NO_3)_2$-$HNO_3$-$H_2O$; $Mg(NO_3)_2$-$HNO_3$-$H_2O$

Ces diagrammes, qui donnent le % $HNO_3$ de la vapeur en fonction de la composition du solvant (% $HNO_3$ du solvant), permettent de conclure que le degré d'hydratation des cations alcalins et alcalinoterreux (calculé pour 1 équivalent-g de cation) croît dans l'ordre suivant:

$K^+$, $Na^+$, $Ca^{++}$, $Li^+$, $Mg^{++}$

Il est possible de déduire des résultats de cette étude le degré d'hydratation de ces 5 cations. Si l'on admet que le cation $K^+$ est non-hydraté dans les solutions étudiées (en milieu nitrique à 50–60% $HNO_3$), on établit pour les autres cations, dans les mêmes conditions, les formules suivantes:

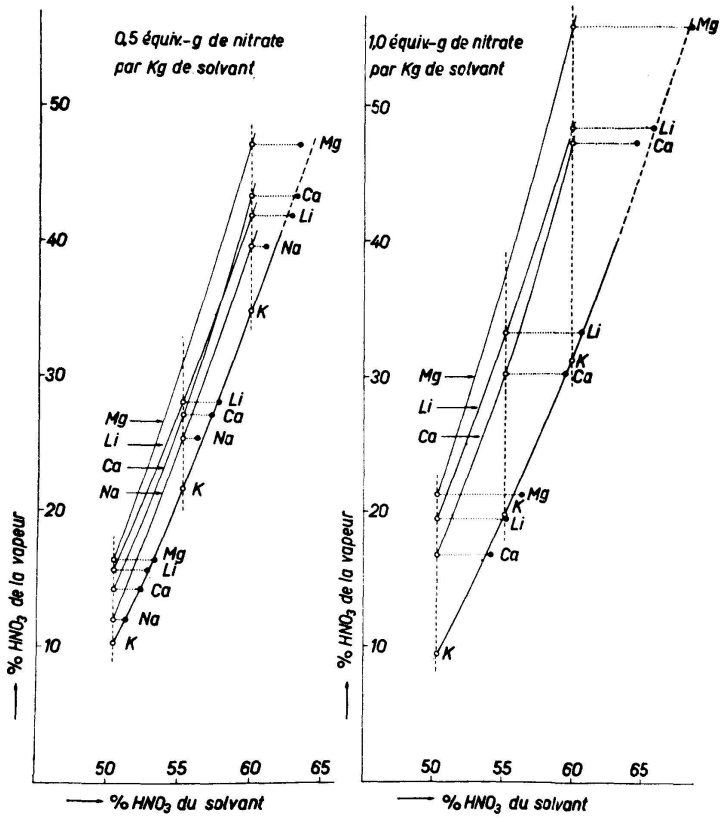
$[Na(H_2O)_2]^+$; $[Li(H_2O)_5]^+$; $[Ca(H_2O)_8]^{++}$; $[Mg(H_2O)_{12}]^{++}$

La fig. 1 montre les diagrammes de répartition établis à 25° pour les 5 systèmes ternaires étudiés. Les courbes de la fig. 1 a ont été obtenues avec des solutions contenant 0,5 équivalent-g de nitrate par kilogramme de solvant, ce dernier étant un mélange d'eau et d'acide nitrique con-

tenant de 50 à 60% $HNO_3$. La fig. 1 b correspond aux solutions de 1,0 équivalent-g de nitrate par kilogramme de solvant.

Le degré d'hydratation s'établit de la façon suivante. Si, par exemple, on admet pour le cation $Li^+$ une hydratation par 5 molécules d'eau, on doit considérer une solution de 1 mole $LiNO_3$ dans 1 kg d'acide nitrique à 50% comme une dissolution de 1 mole $[Li(H_2O)_5]NO_3$ dans l'acide nitrique à 54,9%. Dans ce cas, il y a lieu de déplacer, dans le diagramme de répartition (fig. 1 b), le point figuratif de la solution ci-dessus de l'abscisse 50,0 à l'abscisse 54,9, qui correspond à la «concentration effective» du solvant de cette solution. En procédant ainsi, on s'aperçoit que le point figuratif vient se placer sur la courbe de répartition des solutions du nitrate de potassium, ce qui justifie le choix de 5 molécules d'eau d'hydratation du cation $Li^+$. Puisque le cation $K^+$ est non-hydraté, le % $HNO_3$ du solvant employé pour dissoudre le $KNO_3$ est en même temps le % $HNO_3$ du «solvant effectif».

Le calcul du degré d'hydratation des cations ci-dessus est basé sur l'hypothèse que tous les nitrates dissous dans des mélanges d'eau et d'acide nitrique donnent des courbes de répartitions identiques, à condition de choisir comme abscisse la «composition effective» du solvant (% $HNO_3$ du solvant ayant abandonné la quantité d'eau nécessaire à l'hydratation des ions) et non pas sa «composition apparente» (c'est-




a b

Fig. 1

à-dire le % $HNO_3$ du solvant employé pour la dissolution du nitrate anhydre).

Dans la fig. 1, on a marqué par un petit cercle les points figuratifs des solutions étudiées, l'abscisse étant le % $HNO_3$ du solvant employé («composition apparente» du solvant). Les points noirs indiquent la position des diverses solutions lorsqu'on choisit comme abscisse la «composition effective» du solvant. Cette dernière a été calculée en admettant pour les ions hydratés les formules indiquées ci-dessus. On constate que tous ces points sont situés au voisinage immédiat de la courbe de répartition des solutions de $KNO_3$, ce qui indique que les degrés d'hydratation adoptés sont correctement choisis.

**2.** A.N. Roseira, O.A. Stamm und H. Zollinger (Basel). – *Über Protolysengleichgewichte von Hydroxyazoverbindungen und eine basizitätserhöhende Wirkung von azidifizierenden Substituenten.*

**3.** G. Brunisholz et J.-P. Quinche (Lausanne). – *Méthode chromatographique simple pour la détermination semi-quantitative des terres cériques.*

**4.** M. Minetti et E. Morisi (Milan). – *Préparation et analyse des sels de la phosphoglycocyamine.*

**5.** L. Dall'Asta und A.M. Spiattini (Mailand). – *Nitrobenzaldoxime: Darstellung aus diazotierten armonatischen Aminen und Untersuchung über ihre $Cu^{++}$-Komplexe.*

**6.** R. Jaunin (Lausanne). – *Action des aldéhydes formique et acétique sur les D,L- et méso-dianilino-1,2-diphényl-1,2-éthanes.*

**7.** B. Hegedus (Basel). – *Die Synthese des Argininhydrazides.*

**8.** A. Brossi und O. Schnider (Basel). – *Zum Hoffmannschen Abbau substituierter Benzo[a]chinolizinketone.*

**9.** C. v. Planta und M. Kofler (Basel). – *Protonenresonanzspektren von Vitamin-A- und Carotinoidverbindungen.*

**10.** E. Testa (Mailand). – *Synthese, physikalische und chemische Eigenschaften einer Reihe von neuen, am N-Atom unsubstituierten 2,4-Azetidindionen.*

**11.** E. Benzing (Zürich). – *Darstellung und Reaktionen neuer α, α'-disubstituierter Azoalkane.*

**12.** L. MAIER (Zürich). – *Darstellung und Reaktionen von Tetralkyldiphosphindisulfiden mit asymmetrischen Phosphoratomen.*

**13.** J. KISS, E. HARDEGGER und H. FURTER (Basel). – *Beiträge zur Stereochemie der Chitarsäure.*

**14.** R.-W. JEANLOZ et D.-A. JEANLOZ (Boston). – *Synthèse de sucres avec groupes aminés en position 3.*

**15.** J. MOURON, J. BONNET et S. NEUKOMM (Lausanne). – *Extraction du tabac par quelques solvants organiques et ses conséquences sur la composition chimique de la fumée.*

**16.** RUDOLF SIGNER und KURT BERNEIS (Bern). – *Messungen der Oberflächenspannung bei verschiedener Oberflächenbildungsgeschwindigkeit.*

In einer früheren[1] Publikation wurde ein Viskosimeter für kleine Strömungsgradienten beschrieben, bei dem die Wanderungsgeschwindigkeit einer Flüssigkeitssäule in einer gegen die Horizontalebene schwach geneigten Kapillare gemessen wird.

Die treibende Kraft der Säule setzt sich aus einem durch die Schwere bedingten und einem zweiten Anteil zusammen, der durch verschiedene Oberflächenspannungen an den beiden Säulenenden verursacht ist. Wie man mit diesem Gerät den zeitlichen Gang der Oberflächenspannung ermitteln kann, wurde in einer weiteren[2] Publikation beschrieben.

Nun wird gezeigt, daß durch systematische Variation der Säulenlänge und der Neigung der Kapillare die Variation der Oberflächenspannung mit der Bildungsgeschwindigkeit der Oberfläche sehr genau erfaßt werden kann.

Bei Toluol ist die Oberflächenspannung bei rascher Bildung etwa 0,3 % größer als bei sehr langsamer Oberflächenentstehung. Etwas größer sind die Effekte bei wasserhaltigem Äthylalkohol und noch viel ausgeprägter bei schwach wasserhaltigem Nitrobenzol. Hier ist die Oberflächenspannung bei langsamer Oberflächenbildung 3 % geringer als bei sehr rascher.

**17.** R. LUKES, J. JARY und J. NEMEC (Prag). – *Über die Konfiguration des aus Parasorbinsäure hergestellten 4,6-Didesoxyhexonsäurelaktons.*

**18.** O. CERVINKA (Prag). – *Über die asymmetrische Reduktion mittels optisch aktiven Alkoxylithiumaluminiumhydriden.*

---

[1] R. Signer und K. Berneis, «Ein Kapillarviskosimeter für kleine Strömungsgradienten.» Makromol. Chem. 8, 268 (1952)

[2] R. Signer und K. Berneis, «Zum zeitlichen Gang der Oberflächenspannung wässeriger und nichtwässeriger Systeme.» Z. f. Naturforschung 12. b, 261 (1957)

**19.** R. Lukes und A. Zobacova (Prag). – *Über Nebenprodukte der Pyrrolonsynthese.*

**20.** R. Royer et E. Bisagni (Paris). – *Sur la formation des alcéhydes aromatiques par pyrodécomposition des aryloxyacétophénones.*

**21.** P. Guyer, H. R. Friedli und A. Guyer (Zürich). – *Über die Oxoreaktion mit aliphatischen Alkoholen.*

Bei der Reaktion von Alkohol mit Kohlenoxyd/Wasserstoff in Gegenwart von Kobaltkatalysatoren können drei parallel verlaufende Teilreaktionen unterschieden werden:

1. eine Carbonylierung der Alkohole zu den nächsthöheren Säuren bzw. Säureestern mit anschließenden Folgereaktionen;
2. eine der Oxoreaktion entsprechende Bildung des nächsthöheren Aldehydes und
3. eine Reduktion zu Kohlenwasserstoffen.

Am Beispiel des Methanols wurde der Einfluß der Reaktionsvariablen auf die Reaktionsgeschwindigkeit und die Produktenverteilung untersucht und gezeigt, daß es möglich ist, die Reaktion selektiv in Richtung der Aldehydbildung zu lenken unter praktisch vollkommener Unterdrückung der Carbonylierung.

Studien über Bildung und Zerfall von Dikobaltoctacarbonyl und Kobalthydrogencarbonyl ermöglichten einen Einblick in den Reaktionsmechanismus. Kobalthydrogencarbonyl reagiert mit stöchiometrischen Mengen Methanol entsprechend wie mit Olefinen schon bei 20° C und Atmosphärendruck unter Bildung von Acetaldehyd. Während der Synthese bildet Kobalthydrogencarbonyl mit dem Alkohol einen Komplex, gleichartig wie bei der Oxosynthese mit Olefinen, so daß auf Grund der eingehaltenen Reaktionsbedingungen, der Art des Katalysators und der Produktenverteilung wirklich von einer Oxoreaktion mit Alkoholen gesprochen werden darf.

Bei Studien der Reaktionskinetik der Kohlenoxyd/Wasserstoff-Anlagerung an niedere homologe n-Alkohole wurde ein charakteristischer Einfluß der C-Zahl auf die relative Geschwindigkeitskonstante festgestellt. Es wurde hiemit eine Parallelität zur Produktenverteilung bei der Kohlenoxydhydrierung nach dem Synol-Prozeß gefunden.

**22.** A. Guyer, A. Guyer jun. und K. Köhlmoos (Zürich). – *Selektivität in der Flotation.*

Es wurde gezeigt, daß zwischen ausgeschwommenem Konzentrat und zurückbleibendem Abgang ein Zusammenhang besteht, der in der Folge mit Selektivität der Flotation bezeichnet wurde. Diese neue Charakterisierungsgröße wurde näher untersucht:

Für die Stoffpaare Kaliumchlorid-Natriumchlorid als Chemikalien und Bleiglanz-Zinkblende als Mineralgemisch wurden Selektivitätskur-

ven aufgestellt, die erkennen lassen, in welchem Maße ein Stoffteil unter gegebenen Bedingungen bei der Flotation bevorzugt wird.

Aus den Selektivitätskurven können die Austragskurven, wie sie allgemein bei Flotationsuntersuchungen Anwendung finden, theoretisch berechnet werden.

**23.** A. Guyer und G. Gut (Zürich). – *Studien zur Wirkungsweise der Peroxyde bei der katalytischen Oxydation.*

Die Oxydation von Kohlenwasserstoffen mit molekularem Sauerstoff ist ein autokatalytischer Vorgang. Katalysator ist das primär entstehende Hydroperoxyd, das Anlaß zur Bildung von Alkoxyradikalen gibt. Die Alkoxyradikale reagieren mit dem Ausgangs-Kohlenwasserstoff unter Bildung von Alkoholen und Carbonylverbindungen. Eine Reihe von Nebenprodukten konnte isoliert und deren Bildungsmechanismus klargestellt werden.

Weiterhin wird auf die Reaktion der Hydroperoxyde mit Carbonylverbindungen eingegangen und der Mechanismus der Lacton- und Ester-Bildung erörtert. Der Einfluß von Schwermetallverbindungen auf den thermischen Zerfall der Hydroperoxyde wurde untersucht und gezeigt, daß Metallkatalysatoren die Radikalbildung aus Hydroperoxyden beschleunigen, so daß die Weiterreaktion mit den im Gemisch vorhandenen sauerstoffhaltigen Verbindungen unterbunden werden kann.

**24.** A. Hubert, R. Buijle et B. Hargitay. – *Le mécanisme de la cylisation des diesters glutamiques.*

*Conférence principale*

Prof. Dr. F. Feigle (Rio de Janeiro). – *Über die Verwertung von Pyrolysenreaktionen in der organischen Tüpfelanalyse.*

## 5. Section de géologie

Séance de la Société géologique suisse

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr H. Badoux (Lausanne)

**1.** H. Mayor (Lausanne). – *Contribution à l'étude de la morphologie du Plateau vaudois*[1].

**2.** J. Kopp (Ebikon). – *Alte Talläufe der Muota und Steiner Aa zwischen Rigi und Roßberg*[1].

**3.** Léon Mornod (Bulle). – *Quelques notes d'hydrologie souterraine jurassienne.*

L'étude hydrogéologique du Jura plissé suisse fait apparaître de plus en plus la complexité des phénomènes naturels qui règlent la circulation des eaux souterraines dans les massifs calcaires.

Que l'on adopte la théorie des nappes ou celle des karsts, beaucoup de manifestations de l'hydrologie jurassienne ne peuvent encore s'expliquer d'une manière satisfaisante.

En effet, la nappe, par définition, implique des notions de continuité, d'homogénéité, d'extension, de liaison continue entre les différentes parties, autant d'aspects incompatibles avec les recherches et observations accumulées jusqu'à maintenant. Une récente thèse d'hydrogéologie le démontre manifestement[2].

La nappe classique a son gîte dans les dépôts meubles (alluvions, etc.) où elle obéit aux lois de la filtration. Ce sont les eaux de fond typiques (Grundwasser s. str.)[3].

---

[1] Paraîtront dans les «Eclogae Geol. Helv.»,Vol. 53, N° 1

[2] André Bürger (1959): Hydrogéologie du bassin de l'Areuse. Thèse Faculté des Sciences, Université de Neuchâtel. Bull. Soc. neuchâtel. Géogr., t. LII, fasc. I, 1956–1959.

[3] Léon Mornod (1952): Hydrogéologie: rôle et application dans le domaine des eaux potables. Bull. Soc. suisse Ind. Gaz et Eaux, n° 8, p. 273–278, n° 9, p. 310–319, n° 10, p. 338–346.

Dans les massifs calcaires, on peut, en suivant la théorie admise du karst, distinguer schématiquement:

*a)* *une zone supérieure:* généralement sèche, à circulation libre, verticale, voire horizontale;

*b)* *une zone moyenne:* correspondant à l'amplitude de variation du niveau piézométrique des eaux souterraines circulant dans les réseaux de chenaux et de conduits, à régime tantôt libre, tantôt forcé;

*c)* *une zone inférieure:* constamment noyée ou saturée, à circulation toujours forcée ou à stagnation.

Un tel schéma ne se trouve pas réalisé dans chaque système karstique nourrissant une émergence dite vauclusienne. L'existence même de la zone inférieure réclame une continuité des caractéristiques hydrogéologiques du massif en dessous du niveau de base donné par la source qui en découle. La circulation peut y être réduite encore par colmatage. Pratiquement, cette zone n'est pas toujours productive. Un sondage profond dans le synclinal de La Chaux-de-Fonds–Le Locle le prouve.

En plus, le karst présente divers stades d'évolution. Dans un appareil sénile, le drainage souterrain s'est unifié, le karst embrasse tout un massif, toute une unité hydrogéologique et dirige les eaux souterraines vers les points bas. Les appareils juvéniles, au contraire, se sont individualisés et même superposés dans une même unité hydrogéologique; le drainage souterrain s'effectue par secteurs alimentant des sources étagées, échelonnées et juxtaposées; des fuites et liaisons souterraines n'étant pas exclues entre les systèmes. La dégénérescence d'un karst se rencontre localement comme stade ultime d'évolution vers un régime fluvial torrentiel souterrain.

Ainsi, le même complexe stratigraphique et lithologique, le même système hydrogéologique (Crétacé-Malm, Dogger, Trias) peut présenter tous les stades d'évolution et plusieurs appareils karstiques.

En hautes eaux, des appareils karstiques fonctionnent temporairement en altitude jusque sur les flancs des anticlinaux et dans les boutonnières perchées du Dogger, plus spécialement.

L'on arrive ainsi à mettre en évidence les facteurs qui ont présidé à la formation et à l'évolution des karsts et qui sont suivant leur importance: l'intensité de la tectonique, les grandes structures, la nature lithologique, l'évolution morphologique, le module pluviométrique, l'érosion fluviale, le remblayage glaciaire, etc.

A examiner en dernière analyse la répartition des karsts et leur stade d'évolution, l'on est tenté de rechercher le rôle qu'y joue l'ancienne évolution karstique pontienne, antérieure à la dernière phase de surrection du Jura. Là, l'évolution ancienne a pu se poursuivre, là, elle a été freinée, là, elle a été rajeunie. Cette hypothèse demande à être vérifiée mais satisfait à l'explication de nombreux phénomènes hydrogéologiques actuels.

**4.** L. Bendel (Luzern) – *Die Methoden zur Untersuchung von Rutschungen.*

Nachfolgend wird eine Übersicht über die ältern und neuern Verfahren und Instrumente gegeben, die bei den Untersuchungen von Rutschungen angewendet werden.

*Übersichtstabelle* (im Sinne einer Bestimmungstabelle)

1. *Topographie.*
2. *Morphologie.*
3. *Geologie.*
4. *Hydrologie. Quellen und Grundwasser:* Beobachtungen während mindestens eines hydrologischen Jahres nach Ergiebigkeiten, physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften.
   *Seeufer*: Physikalische Eigenschaften der Delta- und Uferablagerungen; insbesondere Bestimmung des zulässigen Böschungswinkels.
5. *Klimatologie.* Niederschläge je Jahr, Abfluß, Frosttiefe, Steinschläge, Lawinen.
6. *Geschichte des Bodens.* Es sind zu berüchsichtigen: Alte, zugeschüttete Teiche, Flußläufe, Seen; Verhalten der Bauten in der Nähe (Risse, Schiefstellung), Ausbildung ihrer Fundamente.
7. *Bewegungen des Terrains.* Vertikale Bewegungen (Nivellements) und horizontale Bewegungen (Visurlinien). Meßgenauigkeit $\pm$ 1 mm.
8. *Vorsorgliche Beweisaufnahmen.* Kommen in Frage, wenn die Gefahr besteht, daß durch künstliche Eingriffe (Aushub, Rammungen) Terrainbewegungen, Rutschungen usw. hervorgerufen werden.
   Vom Zustand der Häuser sind besonders wichtig die vorhandenen Rißbreiten (Bestimmung mit transportablem Meßmikroskop von $^2/_{100}$ mm Meßgenauigkeit), Siegel aus Gips, Zement, Mörtel. Achtung auf Bewegungen der Siegel infolge Temperatureinflüsse.
9. *Bodenuntersuchungen im Felde.* Schürfen, Bohrungen, Entnahme ungestörter Bodenproben, Rammsondierungen. *Geoelektrische* (Gleichstrom, Wechselstrom mit Skin-Effekt) und *geoseismische* Untersuchungen. Bestimmung dynamischer Eigenschaften. Die Schwingungserregung kann periodisch (1 bis > 10 000 Hz) oder aperiodisch (Schläge, Impulse, Explosionen) sein. Die aperiodischen künstlichen Erregungen sind wichtiger für die Beurteilung der Rutschgefährlichkeit als die periodischen. Wichtig ist die Bestimmung der Dämpfungseigenschaften und das daraus abgeleitete Verhalten der Böden, z. T. mit Hilfe von Magnetband und Frequenzanalysator.
10. *Bodenuntersuchungen im Prüfraum.* Die wichtigsten Bodenkennziffern sind: Raumgewicht, Wassergehalt, Zusammendrückbarkeit (Setzungen), Tragfähigkeit. Alle Werte sind in Abhängigkeit vom Wassergehalt zu ermitteln. Bewährt haben sich die Bestimmungen mit Hilfe des dynamischen Triaxialgerätes.

Von den *chemischen* Kennziffern seien Kalkgehalt, Säuregehalt und Wasserstoffionenkonzentration genannt.

11. Die *Berechnung der Rutschgefährlichkeit* des Bodens ist unter der Annahme langgestreckter oder kreisförmiger oder spiralförmiger Rutschflächen durchzuführen. Die vorhandene Porenwasserdruckspannung ist zu berücksichtigen.
12. *Maßnahmen.* Als wichtigste Maßnahmen gelten: Der Zufluß von Wasser ist zu verhindern, z. B. durch Anlegen von Drainagen oberhalb und innerhalb des Rutsches. Austrocknen des Rutsches durch Belüftung des Bodens, oder durch Beheizung des Bodens. Entfernen des Wassers mit dem Wellpointverfahren.
Vor der Errichtung von Stützmauern zur Verhinderung von Rutschungen, ist der vorhandene Druck auf die Stützmauer zu berechnen, und zwar auf Grund der im Feld und Labor ermittelten physikalischen und dynamischen Bodenwerte.

**5.** B. Campana (Australie). – *Sur quelques conglomérats à uranium et cuivre des séries paléozoïques et précambriennes de l'Australie, Tasmanie et Canada*[1].

**6.** F. Hofmann (Schaffhausen). – *Sedimente einer ariden Klimaperiode zwischen Siderolithikum und Molasse in Lohn, Kanton Schaffhausen*[1].

**7.** N. Oulianoff (Lausanne). – *Problème du Flysch et géophysique*[1].

**8.** G.C. Amstutz (USA). – *Ringgänge und Polygonalstrukturen im Präkambrium und Paläozoikum von Missouri, USA*[2].

**9.** R. Herb und R. Schmidt (Zürich). – *Die Flyschfüllung der Fliegenspitzmulde bei Amden*[1].

**10.** A. Bersier (Lausanne). – *Un chenal d'érosion fossile dans l'Oligocène du pied du Jura vaudois*[1].

**11.** A. Bersier (Lausanne). – *Un mouvement tectonique synsédimentaire d'âge aquitanien*[1].

**12.** Th. Raven (Liban). – *Dérive contentale causée par courants dans le substratum*[1].

---

[1] Paraîtront dans les «Eclogae Geol. Helv.», vol. 53, nº 1. (1960)
[2] Erscheint in «Eclogae Geol. Helv.», Vol. 52, Nº 2. (1959)

## 6. Section de minéralogie et pétrographie

Séance de la Société suisse de minéralogie et de pétrographie

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr. E. WENK (Basel)
*Secrétaire:* Dr. M. WEIBEL (Zürich)

**1.** C. BURRI (Zürich). – *Über die Sarganite der Punta delle Pietre Nere*[1].

**2.** M. WEIBEL (Zürich). – *Neue Methoden der chemischen Gesteinsanalyse*[1].

**3.** H. SCHWANDER (Basel). – *Quantitative spektrochemische Bestimmung der Hauptkomponenten von Feldspäten und anderen Silikaten*[1].

**4.** EMILIE JÄGER (Bern) und H. FAUL (Washington). – *Absolute Altersbestimmungen an einigen Schweizer Gesteinen und dem Granit von Baveno*[1].

---

[1] Die Vorträge erscheinen in Band 40 der «Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen».

## 7. Section de paléontologie

Séance de la Société suisse de paléontologie

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Dr. H. Bräm (Embrach)
*Secrétaire:* Dr. F. Burri (Basel)

**1.** H. Schaefer (Basel). – *Erfahrungen mit kaltvulkanisierenden Formengußmassen*[1].

**2.** N. Pavoni (Zürich). – *Rollmarken von Fischwirbeln aus den oligozänen Flyschschiefern von Engi-Matt (Kt. Glarus)*[1].

**3.** E. Kuhn-Schnyder (Zürich). – *Hand und Fuß von Tanystropheus longobardicus (Bass.)*[1].

**4.** H. Hess (Basel). – *Über die Abgrenzung der Astropectiniden-Gattungen Pentasteria Valette und Archastropecten Heß*[1].

**5.** H. Hess (Basel). – *Pentasteria (Archastropecten) procera n. sp. (Asteroidea, Astropectinidae) aus dem Bajocien von Cheltenham, England*[1].

**6.** H. Hess (Basel). – *Neubeschreibung von Geocoma elegans (Ophiuroidea) aus dem unteren Callovien von La Voulte-sur-Rhône (Ardèche)*[1].

**7.** H. Hess (Basel). – *Ophiurenreste aus dem Malm (Oberjura) des Schweizer Juras und des Departements Haut-Rhin*[1].

**8.** F. Bachmayer (Wien). – *Eine fossile Cumaceen-Art (Crustacea Malacostraca) aus dem Callovien von La Voulte-sur-Rhône (Ardèche)*[1].

**9.** H. J. Oertli (Chambourcy, Frankreich). – *Platylophocythere, eine neue Ostrakodengattung aus dem untern Malm des Schweizer Juras*[1].

**10.** A. Schnorf (Lausanne). – *Quelques Hydrozoaires nouveaux du Sénonien de Martigues (B. du Rhône)*[1].

**11.** A. SCHNORF (Lausanne). – *Les Actinostromidae des marnes valanginiennes d'Arzier (Jura vaudois)*[1].

**12.** L. PUGIN (Fribourg). – *Les Lytoceratina du Dogger préalpin*[1].

**13.** L. HOTTINGER (Basel). – *Über paleocaene und eocaene Alveolinen*[1].

**14.** J. KLAUS (Fribourg). – *Etude biométrique et statistique de quelques espèces de Globotruncanidés*[1].

**15.** H. SCHAUB (Basel). – *Revision einiger Nummuliten- und Assilinenarten der Monographie und der Sammlung d'Archiacs*[1].

**16.** L. HOTTINGER und H. SCHAUB (Basel). – *Zur Stufeneinteilung des Paleocaens und des Eocaens: Einführung des Herdien und des Biarritzien*[1].

**17.** H. SCHAUB (Basel). – *Revision der Nummulitensammlung de la Harpe in Lausanne*[1].

Vortrag: J. HÜRZELER (Bâle). – *Signification de l'Oréopithèque dans la genèse humaine.*

Si la paléontologie représente, en elle-même, par l'importance de son apport stratigraphique, un rouage nécessaire au bon fonctionnement des sciences géologiques et justifie ainsi suffisamment l'intérêt pratique de son existence, il n'en demeure pas moins que sa portée profonde se situe bien au-delà de ce rôle. La nature de ses recherches et la grandeur des problèmes qu'elle soulève la font accéder aux plus hautes sphères de la pensée philosophique dont elle constitue une des sources positives. Elle construit ses fondements, elle alimente et oriente son courant, elle représente, en un mot, la matière première d'une pensée toujours susceptible de lui demander secours et de lui poser d'aussi graves questions que celle de notre origine. Ainsi est-il facile d'imaginer tout le poids de la *responsabilité* qui pèse sur une science à la destinée si noble.

Un des chapitres les plus passionnants de la paléontologie, pour des raisons, peut-être, quelque peu anthropocentriques, est celui de l'histoire des primates, chapitre chargé de la délicate mission de dessiner les plus hautes branches de notre arbre généalogique. En étudiant cette histoire il serait facile de constater qu'il existait une transformation de la vie inhérente au temps, due, non seulement aux migrations, mais à une réelle modification de la structure intime des êtres, quelles que soient les causes du mécanisme qui régit cette transformation. Par suite, il n'y a pas de raisons que l'espèce humaine ait échappé à cette loi fondamentale à laquelle est soumise toute création: elle aussi doit avoir une histoire

---

[1] Erscheinen im Jahresbericht der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft.

biologique. Les études d'anatomie comparée, d'embryologie et de systématique l'ont laissé pressentir depuis fort longtemps en soulignant, non sans étonnement, les nombreux points communs de l'homme et des singes anthropomorphes.

Conscient de l'existence d'une histoire de l'espèce humaine, d'une part, de l'appartenance de cette espèce au monde animal, d'autre part, sans connaître, d'ailleurs, le degré exact de parenté qui la lie à ce monde, il ne restait plus qu'à tenter de remonter le temps pour reconstruire sa genèse. C'est aux documents historiques, les fossiles, tout désignés pour fournir les matériaux d'une telle reconstitution, qu'on a, naturellement, fait appel en premier. Des fouilles, aussitôt entreprises, ont apporté des résultats fort intéressants mais dont l'âge n'était pas assez vénérable pour satisfaire à la question posée. La jeunesse des documents recueillis, tous quaternaires, fit se tourner le problème vers les sciences biologiques consacrées à la nature actuelle et, plus précisément, vers la génétique. Cette dernière fit naître beaucoup d'espoir mais faillit à son tour et la paléontologie reprit alors en main la conduite de cette recherche.

De nombreuses théories furent émises; nous n'en examinerons que deux extrêmes, mettant en présence les idées bien connues de Weinert et celles du savant américain Osborn qui ne fit, d'ailleurs, que reprendre en partie une idée promulguée par Charles Darwin en 1871. La divergence des points de vue est née du fait que Weinert a mis l'accent sur les ressemblances incontestables entre hominidés et pongidés tandis qu'Osborn le mettait sur les différences.

L'absence prétendue de découvertes antérieures au quarternaire jointe aux caractères communs des deux groupes a fait dire au premier auteur que le rameau des hominidés naissait très tard de la branche des singes anthropomorphes et n'en constituait qu'un diverticule tout à fait accessoire. La formule brute «L'homme descend du singe» traduit parfaitement le fond de cette pensée; Osborn, au contraire, n'admet la rencontre des branches hominidés et pongidés qu'en une fourche profondément enfoncée dans le temps. Pour cet auteur, chacune de ces branches, d'importance équivalente et individualisée très tôt, a vécu sa destinée propre. Et cette dernière théorie s'est vu accorder de plus en plus de crédit avec les années.

De toutes manières, les fossiles hominiens récoltés jusqu'alors s'échelonnent sur un espace de temps beaucoup trop court pour qu'on ait pu, objectivement, opter entre ces idées. La durée et, par suite, la transformation structurale qu'ils illustrent, peuvent être considérées comme pratiquement négligeables, à l'échelle géologique. Or, un être beaucoup plus ancien, l'oréopithèque, découvert depuis fort longtemps, mais reconnu récemment, vient, à notre avis, de résoudre définitivement ce dilemme, et c'est de lui que nous allons vous entretenir.

*Oreopithecus bambolii*, découvert aux environs de 1870 dans la mine de Monte Bamboli près de Massa Marittima (province de Grosseto en Toscane), fut étudié et baptisé par le paléontologiste français Paul Gervais qui avait cru voir en lui des rapports structuraux à la fois avec

le gorille et les cynomorphes. C'est sur l'initiative malheureuse de Max Schlosser, en 1887, que l'oréopithèque prend place dans la systématique parmi les singes à queue. Le célèbre paléontologiste munichois ne se doutait pas, qu'en prenant ainsi position, il allait orienter les recherches dans une fausse direction et que sa détermination erronée allait être adoptée par la plupart des ouvrages qui avaient à envisager cette forme. De nouvelles découvertes furent faites en Toscane mais elles ne donnèrent lieu qu'à de courtes notes descriptives que l'idée d'erreur systématique n'effleura même pas. En 1915 cependant, l'anthropologue Schwalbe reprit sérieusement la question: il étudia longuement les divers travaux qu'elle avait suscités, analysa soigneusement quelques mauvais moulages et parvint à la conclusion que l'oréopithèque, loin d'être un cynomorphe, devait être considéré comme un anthropomorphe typique. Enfin à la suite de Schwalbe, plusieurs auteurs, voulant clore le problème de façon trop simpliste, attribuèrent à l'oréopithèque une position intermédiaire entre les deux groupes de primates catarrhiniens.

C'est à mon tour, en 1947, dans le cadre de mes recherches sur les primates fossiles d'Europe, que je me suis trouvé, pour la première fois, en présence de cet être. L'image que j'essayais de m'en forger demeurait floue par suite de l'insuffisance des publications et de la vieillesse des moulages à ma disposition. Grâce à la grande amabilité de mon ami, le professeur Azzaroli, de Florence, je pus examiner, quelque temps plus tard, plusieurs pièces originales et prendre ainsi directement contact avec le curieux «personnage» en question.

Je me suis trouvé tout d'abord devant une véritable mosaïque, d'ailleurs confuse, de caractères dont j'ai retrouvé certains chez les anthropomorphes et d'autres chez les cynomorphes. Mais c'est en les examinant de plus près qu'il m'est apparu que les premiers étaient typiques alors que les seconds appartenaient au stock primitif. Aussi les traits que j'aurais pu qualifier de cynomorphes (et qui sont souvent appelés ainsi dans la littérature) ne représentent-ils que la partie héritée des caractères de l'oréopithèque (les «caractères proto-catarrhiniens» de Straus) tandis que les traits anthropomorphes en constituent la partie nouvellement acquise. Mais lorsque j'ai voulu préciser sa place parmi les pongidés, je me suis heurté à des difficultés telles que ma première note de 1949 s'est contentée de le considérer tout simplement comme anthropomorphe. Ce n'est qu'en 1954 que je suis parvenu à démontrer que ce primate, engagé, sur plusieurs plans, dans la voie des hominidés, devait être rangé parmi ces derniers.

Après ce court historique des travaux concernant l'oréopithèque, nous allons envisager quels sont les faits et l'argumentation qui ont orienté nos recherches sur la position systématique et nous ont obligé à le classer, de proche en proche, parmi les hominidés.

A. Suffisamment caractérisé par sa formule dentaire et son habitat européen, l'oréopithèque se range, tout d'abord, sans difficultés, dans les *primates catarrhiniens*. Il ne peut, en aucune façon, être question

d'un primate platyrhinien comme l'ont soutenu récemment certains auteurs, ne se doutant pas que la présence d'un tel représentant dans le miocène du Vieux-Monde constituerait une découverte beaucoup plus extraordinaire que l'apparition d'un hominidé.

B. La structure de ses molaires, celles de la canine supérieure mâle, son cubitus et bien d'autres traits du squelette vont nous faire pousser plus loin la recherche de sa position systématique en précisant son appartenance aux *anthropomorphes* (rappelons que ce terme pris dans son sens large, englobe, à la fois, singes anthropomorphes et hominidés)

1. Une crête bien individualisée établit, dans les molaires supérieures le contact entre les collines antéro-interne (protocône) et postéro-externe (métacône) comme elle le fait chez les anthropomorphes. Les collines linguales sont, en outre, légèrement décalées en arrière par rapport aux labiales alors qu'elles se font parfaitement vis-à-vis chez les cynomorphes. Cette alternance des éléments existe aussi aux molaires inférieures chez lesquelles la crête diagonale, très accusée ici, joint la cuspide postéro-externe (hypoconide) à la cuspide antéro-interne (métaconide). Cette crête, complètement abandonnée par les cynomorphes, est un des caractères les plus typiques du fameux «Dryopithecus-pattern».
2. Chez les cynomorphes, le sillon qui court le long de la face mésiale de la couronne de la canine supérieure mâle se prolonge sur toute la hauteur de la racine alors qu'il est limité à la couronne chez l'oréopithèque et tous les anthropomorphes fossiles et actuels.
3. Même si l'interprétation des dents s'avérait inexacte, celle du cubitus ne pourrait laisser subsister de doutes. La plus extraordinaire acrobatie ne parviendrait pas à attribuer cet os à un cynomorphe. Sa morphologie est si explicite que son examen le plus sommaire nous évite un long commentaire: olécrâne bien modeste par rapport aux fortes proportions de ceux des cynomorphes, surfaces articulaires pour l'humérus et le radius indéniablement anthropomorphes.

Cette coalition de caractères, dont on pourrait sans peine allonger la liste, tranche catégoriquement le problème en faveur de l'attribution de l'oréopithèque aux anthropomorphes typiques. Enfin il ne nous reste plus, pour connaître sa place précise, qu'à mettre le doigt sur sa position dans ce groupe. D'autres caractères, aussi nombreux, ont répondu à cette nouvelle question.

C. Ces caractères nous ont montré que l'oréopithèque, différencié des singes anthropomorphes, venait se ranger parmi les *hominidés*. Nous allons rapidement envisager les raisons les plus importantes de cette détermination:

1. Tous les catarrhiniens non hominidés ont une canine forte, une prémolaire antérieure développée et une prémolaire postérieure

beaucoup plus petite. Les hominidés par contre ont une canine plutôt faible et deux prémolaires approximativement de même taille. Il arrive même souvent que la prémolaire postérieure soit la plus longue, conservant ainsi sa supériorité primitive. C'est dans cette dernière catégorie que se place l'oréopithèque.

2. Chez l'oréopithèque, comme chez tous les hominidés, les deux prémolaires inférieures se différencient dans le même sens alors que chez les autres catarrhiniens (les catarrhiniens non hominidés) la prémolaire postérieure se molarise et l'antérieure se renforce, se caninise en quelque sorte. Dans le premier cas, les prémolaires sont dites homomorphes, dans le second, hétéromorphes.

3. L'espace existant entre canine et prémolaire inférieures ou canine et incisive supérieures, espace appelé diastème simien, ne s'observe ni chez les hominidés ni chez l'oréopithèque tandis qu'on le rencontre chez tous les catarrhiniens non hominidés. La présence ou l'absence de ce diastème a beau ne pas constituer de règle absolue, elle n'en a pas moins une valeur statistique.

4. La canine de l'oréopithèque est faible, pas aussi faible, bien sûr, que celle de l'homme, comme on peut s'y attendre chez un ancêtre pontien, mais on ne peut se tromper sur la tendance de cette dent à la réduction de taille. Elle est, en tout cas, nettement plus petite que celle de *proconsul* et de *limnopithecus*.

5. Chez tous les anthropomorphes non hominidés, une petite fossette s'étend le long du bord antérieur des molaires supérieures, transversalement à l'axe de ces molaires. Quelques plis d'émail orientés dans le sens sagittal se rencontrent à cette place chez l'homme, au moins chez les jeunes. Chez l'oréopithèque, il existe une fossette antérieure très réduite, limitée par des plis sagittaux et une crête transversale très obtuse. Si l'on supprime cette crête transversale, on obtient un dessin très voisin de celui que l'on observe chez l'homme. Il est difficile par contre de suivre le passage du dessin du dryopithèque à celui de l'homme.

6. L'orthodontie des incisives est aussi un caractère très prononcé chez l'oréopithèque.

7. Cette orthodontie est d'ailleurs en rapport avec la brièveté de la face.

8. L'examen préliminaire du squelette découvert l'an dernier nous a apporté, outre la confirmation des constatations précédentes, des faits nouveaux relatifs à l'appartenance de l'oréopithèque aux hominidés. Le trait essentiel observé est la proéminence des os nasaux qui dépassent du profil de la face contrairement à ce qui se passe chez tous les singes anthropomorphes et cynomorphes.

9. Le menton arrondi (mentionné déjà par Gervais),
10. L'absence de plaque basale (simian shelf) et
11. La position élevée du trou mentonnier complètent ce cortège de traits hominiens.

Ce n'est donc pas *un* caractère mais *tout un ensemble* de caractères qui me contraint à classer l'oréopithèque parmi les hominidés (terme qui comprend, pour nous, toute l'ascendance humaine jusqu'à sa séparation d'avec les pongidés). Il est possible, bien sûr, d'objecter que tel ou tel caractère se trouve chez un singe anthropomorphe, chez un cynomorphe, pourquoi pas chez un suidé. Il est même possible de reprocher à ce malheureux être fossile de la Toscane son état de brachiateur. Mais, si ce trait l'oriente dans une spécialisation certaine, il n'en conserve pas moins cette somme de caractères fondamentaux, cet éventail de traits primordiaux qui prennent parti d'eux-mêmes et aboutissent irrémédiablement à la conclusion exprimée. La paléontologie est riche de tels exemples de convergences et nombreuses sont les espèces qui, dans un même milieu ou pour une même fonction, réagissent de la même manière et réalisent des organes semblables.

Après tout ceci, il est facile de se rendre compte que l'oréopithèque, déjà très engagé dans la direction des hominidés, alors qu'il vient se fixer tout naturellement sur le dessin phylétique imaginé par Osborn, ne trouve pas de place, à cause de son âge, dans le schéma de Weinert pour lequel il représente une impossibilité absolue.

Quant à sa place exacte sur la branche humaine, c'est une question qui n'est pas encore décidée. S'agit-il d'un ancêtre direct de l'homme ou appartient-il à un rameau latéral éteint, né de la branche humaine ? Pour le moment nous avons plutôt l'impression qu'il se trouve engagé dans une impasse. De toute façon, il nous est déjà permis d'affirmer qu'avec lui commencent à se dessiner à travers la brume des millions d'années, les contours d'un être qui porte, à côté de particularités archaïques, des traits manifestement hominiens. Et ces traits sont déjà si accusés qu'il ne peut être question de placer l'oréopithèque à la naissance de la branche des hominidés. Ceci veut dire qu'au pontien l'hominisation en tant que somatique est déjà en pleine marche. Sur la longue ligne imaginaire s'étendant de la fourche, d'où bifurque le phylum des pongidés, à l'aube du quartenaire habitée par l'autralopithèque, nous venons de fixer un point de repère qui donne, pour la première fois, une idée de la durée de la genèse humaine, depuis l'acquisition de son autonomie. Il n'est pas encore possible d'extrapoller, avec une précision satisfaisante, pour situer dans le temps, cette fameuse scission. Mais puisqu'on peut dire que lorsqu'il existe un pongidé, il existe un hominidé contemporain et que l'on connaît deux pongidés africains authentiques dans le miocène inférieur, il faut l'envisager avant le miocène.

Les pièces de l'oréopithèque conservées dans les collections de Florence, de Pise et de Gênes ont constitué la base de mes premières re-

cherches. Je désirais évidemment accroître et compléter cette documentation beaucoup trop succincte lorsqu'en 1954, alors que je me trouvais à Florence, j'appris la mise au jour de nouveaux restes d'oréopithèque dans une mine à Baccinello près de Grosseto. Immédiatement sur les lieux, j'y rencontrai le directeur qui me fit part, à ma grande déception, de la décision de fermeture définitive de la mine. Aussi les années suivantes ne furent-elles employées, en vain d'ailleurs, qu'à rechercher des affleurements de lignites susceptibles de me procurer quelques fossiles. En 1956, les mineurs de Baccinello ayant décidé de fonder une coopérative afin de reprendre l'exploitation, ne tardèrent pas à extraire d'abondants débris fossiles et tout spécialement de l'oréopithèque. C'est à partir de ce jour que j'ai commencé à accumuler la très importante documentation dont nous disposons actuellement.

Malgré l'apport considérable de cette nouvelle exploitation et toutes les lacunes que les pièces qu'elle a permis de récolter ont déjà comblées dans notre connaissance du primate toscan, il n'en était pas moins consternant, je dirais déprimant, de voir quotidiennement des squelettes entiers d'oréopithèque disparaître sous la pioche des mineurs ou entre les mâchoires des concasseurs. Ce qu'il m'a été possible de sauver (et c'est bien le terme qu'il convient d'utiliser ici) je le dois à des subventions de la «Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research» (New York), du Muséum de Bâle et de quelques amis suisses conscients de l'intérêt primordial de cette découverte et de l'importance des résultats que son étude est susceptible de livrer. C'est aussi grâce à ces subventions que j'ai pu tenter de réaliser, l'année passée, des fouilles systématiques dans la mine de Baccinello. Après 4 à 5 mois de travail très dur, je me trouvais, une fois de plus, prêt à rentrer, sans succès, complètement découragé. Le jour même où nous nous sommes résolus à faire nos valises, le 2 août, la mise au jour d'un squelette quasi complet est venue largement récompenser notre ténacité.

Vous n'êtes pas sans savoir ce qui s'est passé ensuite. Nous avons effectué le transport au Muséum de Bâle des blocs contenant le squelette dont la préparation est en cours depuis Noël de l'année passée. Si l'état des os des membres laisse, malheureusement, à désirer, le crâne, encore inclus dans la gangue, est assez bien conservé. En position couchée sur le côté, il permet au profil de se détacher de façon particulièrement nette, ce qui laisse voir, une fois de plus, la brièveté de la face, l'orthodontie des incisives et, caractère inédit, la proéminence des nasaux. Le bassin qui vient d'être dégagé est vraiment tout à fait impressionnant. Ses proportions, qui dépassent celles des singes anthropomorphes, éliminent évidemment, de manière définitive, l'appartenance de l'oréopithèque aux cynomorphes à laquelle certains auteurs, jusqu'à ce jour, accordaient encore crédit. La brachiation, à laquelle nous avons déjà fait allusion, atténue quelque peu, il est vrai, l'image idéale que commençait à nous tracer l'ensemble des caractères hominiens de l'oréopithèque. Elle situe probablement ce dernier à l'écart de l'ascendance directe de l'homme et nous donne un nouvel exemple, selon le mot si juste du grand

paléontologiste et philosophe Pierre Teilhard de Chardin, de la «buissonnance» infinie du phyletisme animal.

Il faudra naturellement attendre quelques mois avant que ne voie le jour l'étude approfondie à laquelle le squelette donnera lieu. Nous ne pouvons que nous féliciter d'avoir agi tout de suite à Baccinello et d'avoir profité de ces dernières années pour y mener plusieurs campagnes de fouilles. Aujourd'hui, en effet, la mine qui nous a fourni, en si peu de temps, une telle panoplie de documents inestimables, vient à nouveau, de fermer ses portes.

Les nouvelles trouvailles de Baccinello et surtout le squelette, ses dimensions, son allure, les moindres détails de sa morphologie osseuse sont venus confirmer, de manière éclatante, les résultats précis auxquels nous avaient irrémédiablement conduit l'étude des quelques mauvais fragments dont nous disposions à l'origine. C'est une illustration impressionnante du principe des corrélations démontré avec tant d'éclat par le grand savant français Georges Cuvier, et trop oublié, de nos jours, par ceux qui ont besoin d'un squelette entier pour comprendre.

Le problème de l'oréopithèque entraîne tout naturellement à sa suite une série de questions ultérieures. Avant tout, c'est la question du *milieu* où cet être a vécu. Bien que les recherches dans ce domaine ne soient pas encore parvenues à leurs dernières conclusions, nous pouvons néanmoins affirmer avec certitude que ce milieu de vie devait être une forêt marécageuse, dans un climat plutôt chaud. Or, cette constatation ne concorde en aucune manière avec l'opinion courante, selon laquelle la *glaciation* aurait déclenché l'hominisation. Nous voici en face d'une autre question, celle des *causes*, du *pourquoi*. Mais il nous entraînerait trop loin de vouloir énumérer et exposer ici les différentes opinions des causes de l'hominisation, et d'une manière plus générale, de celles des transformations dans la biosphère. Nous nous contentons d'une constatation: il est certain que le processus est loin d'être aussi simple que certains savants semblent se le représenter. En tout cas, ce phénomène ne peut s'expliquer uniquement par des *mutations* et par la *sélection*. Et, c'est une grossière altération de la vérité scientifique que d'affirmer que la paléontologie ne permettrait de conclure qu'en ce sens. De telles simplifications ne sont point sans danger. Ce danger se manifeste par l'influence de ces idées biologiques sur les idéologies politiques et économiques. Après notre expérience des idéologies qui ont conduit à la deuxième guerre mondiale et aux camps d'exterminations, nous estimons par exemple extrêmement périlleux et malfaisant de promulguer dans le contexte des recherches scientifiques, qui en soi sont d'un vif intérêt et d'une grande importance, la formule suivante: «La biologie nous apprend que la vie est une lutte *où la seule morale est celle du plus fort.*» Il me paraît incompréhensible que l'on puisse, aujourd'hui de nouveau, présenter comme conclusion scientifique, cette loi du plus fort, la loi de la jungle, comme principe de solution des problèmes les plus ardus de la société humaine. Il ne me paraît pas hors de propos de rappeler qu'il y a, pour le chercheur scientifique aussi, quelque chose comme un sentiment de *responsabilité* – et il ne serait pas

sans intérêt pour la section de logique et de philosophie de la Société Helvétique des Sciences Naturelles de se pencher une fois sur l'analyse de cette notion de *responsabilité*, surtout en tant qu'elle est en rapport avec «la loi du plus fort».

## 8. Section de botanique

Séance de la Société botanique suisse

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr Cl. Favarger (Neuchâtel)

**1.** Fritz Hans Schwarzenbach (Bern). – *Botanische Beobachtungen in der Nunatakkerzone Ostgrönlands zwischen 74° und 75° n. Br. (Ergebnisse einer Helikopterreise im Sommer 1956).*

Im Sommer 1956 bot sich Gelegenheit, im Rahmen der von Dr. Lauge Koch geleiteten dänischen Ostgrönlandexpedition als Gehilfe des Basler Geologen Dr. J. Haller die Nunatakkerzone Ostgrönlands zwischen 74° und 75° N botanisch zu bearbeiten. Zu diesem Zwecke stand uns während vier Tagen ein Helikopter zur Verfügung, der uns erlaubte, an 18 Stellen in der Randzone des Inlandeises niederzugehen und bei jeweils ein- bis vierstündigen Aufenthalten geologische und botanische Beobachtungen anzustellen. Die 18 Fundstellen liegen in Höhen zwischen 400 und 1400 m und verteilen sich bei guter Streuung über einen Streifen, der sich von der Zone der innersten Fjorde an die 100 km nach Westen bis zum Inlandeis zieht. Die östlichen Standorte befinden sich im Bereich karbonatischer Sedimente präkambrischen und paläozonischen Ursprunges; die weiter westlich gelegenen Fundstellen fallen in eine Zone mit kristalliner Unterlage.

Diese Beobachtungen in der Nunatakkerzone ergänzen die Untersuchungen, die ich in den Sommern 1952 und 1956 in den unmittelbar östlich anschließenden, unvergletscherten Sedimentgebieten des Vibekes Sø und des Krumme Langsø durchführen konnte.

Das Klima des Arbeitsgebietes weist stark kontinentalen Charakter auf; die jährliche Niederschlagsmenge wird auf weniger als 100 mm geschätzt; durch föhnartige Ausgleichswinde, die während des Sommers vom Inlandeis gegen die Fjorde wehen, wird die Austrocknung verstärkt. Als Folge der ausgeprägten Trockenheit finden sich im Binnenland Böden mit einem auffällig hohen Salzgehalt.

Die geringe Niederschlagsmenge während der Vegetationsperiode begrenzt den Pflanzenwuchs auf Standorte, an denen während des Winters und während des Frühjahrs Flugschnee abgelagert wird. Im Sommer sickert an diesen Stellen das Schmelzwasser in den Boden und sammelt sich als Grundwasser auf dem in geringer Tiefe verlaufenden, wasser-

undurchlässigen Grenzhorizont zwischen dem Dauerfrostboden und der sommerlichen Auftauschicht. In den innersten Nunatakkern lagern Schneedriften auch im Hochsommer zusätzliche Schneemengen ab.

Durch die Trockenheit wird die Entwicklung von Kryptogamen mit Ausnahme der Gesteinflechten weitgehend beeinträchtigt; der Aspekt der Vegetation erscheint in einem für die Arktis ungewöhnlichen Ausmaß durch die Phanerogamen bestimmt. Als weitere Folge der starken Austrocknung ist die Ausbildung mineralreicher, meist neutraler oder leicht alkalischer Rohböden zu werten. Außerdem ist der Abbau organischer Substanz durch Mikroorganismen weitgehend gehemmt.

Im Arbeitsgebiet, in welchem die beiden Tieflandzonen um den Krumme Langsø und den Vibekes Sø eingeschlossen sind, ließen sich 129 Arten von Gefäßpflanzen nachweisen; in der Nunatakkerzone fanden sich davon 81 Arten. Rund zwei Drittel der nachgewiesenen Arten gehören folgenden Familien an: *Cyperaceae*, *Gramineae*, *Ranunculaceae*, *Cruciferae*, *Caryophyllaceae* und *Saxifragaceae*. Mit einer ganzen Reihe von Arten sind die Gattungen *Carex*, *Poa*, *Ranunculus*, *Draba*, *Braya* und *Saxifraga* vertreten.

In bezug auf die geographische Verbreitung lassen sich mehrere Gruppen von Arten unterscheiden. Einen hohen Anteil machen in der Nunatakkerflora die arktisch-alpinen Arten aus; daneben sind Spezies mit zirkumpolarer Verbreitung vertreten, während Arten mit Hauptverbreitung in der nordamerikanischen Arktis und endemische Formen an Bedeutung zurücktreten.

Die Gebirgsvegetation der Nunatakker ist im Vergleich zu der Pflanzendecke in den südlich und nördlich angrenzenden, wenig vergletscherten Gebirgsgebieten an Arten verarmt. Arten, die in ihrer Verbreitung ausschließlich auf die Nunatakkerregion beschränkt wären, wurden nicht gefunden; dagegen zeichnen sich in der Gattung *Poa*, *Potentilla*, *Draba* und *Erigeron* bestimmte Varietäten ab, die als Isolationsformen zu betrachten sind.

In der vertikalen Gliederung zeigt die Gebirgsvegetation der Nunatakker das gleiche Bild wie in den angrenzenden Gebirgsgebieten. Von oben nach unten schließt sich an eine rund 400 m mächtige Zone von Nivalpflanzen ein nur 50 bis 100 m mächtiger Gürtel an, in welchem alpine Rasengesellschaften vorherrschen. In tieferen Lagen folgt ein Zwergstrauchgürtel, der sich auf kristalliner Unterlage in drei Stufen von je 300 bis 400 m Mächtigkeit gliedern läßt. Die oberste Stufe, in der *Cassiope tetragona* dominiert, wird durch die *Vaccinium-uliginosum*-Stufe abgelöst, die ihrerseits in die *Betula-nana*-Stufe übergeht. Auf Karbonatgesteinen wird der Aspekt der Zwergstrauchtundra durch *Dryas chamissonis* und durch *Arctostaphylos alpina* bestimmt.

Die Vegetationsgrenze liegt an der Außenküste auf 800 bis 1000 m; sie steigt in den inneren Fjorden auf 1600 bis 1800 m an und sinkt vermutlich gegen das Inlandeis wieder ab.

Der Wechsel in der Unterlage prägt sich in der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften sehr stark aus; der breite, mehr oder weniger

in nord-südlicher Richtung verlaufende Keil von Karbonatgesteinen trennt als ökologische Barriere die azidiphile Vegetation der äußeren Fjorde von den Kristallinpflanzen der innersten Nunatakker.

Es wurden keine pflanzlichen Fossilien aufgefunden, die als Beweise für eine präglaziale oder interglaziale Einwanderung der Nunatakkerpflanzen gedeutet werden könnten. Verbreitungsdisjunktionen grönländischer Arten, die von früheren Autoren als Beweise für eine prä- oder interglaziale Besiedelung der Nunatakker angesehen wurden, lassen sich auf Grund der heutigen Kenntnisse als ökologisch bedingte, von der Gesteinsunterlage abhängige Disjunktionen auffassen.

Für vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Alpen ergibt sich aus den botanischen Beobachtungen in den ostgrönländischen Nunatakkern folgende Schlußfolgerung: Nunatakker weisen als Folge der geographischen Isolierung eine an Arten verarmte Gebirgsvegetation auf und fallen daher nur in beschränktem Maße als eiszeitliche Refugien für wärmeliebende Inter- oder Präglazialpflanzen in Betracht.

**2.** M. Stroun (Genève). – *Relations entre la durée de l'éclairement, la qualité du spectre lumineux et le développement des céréales.*

Des recherches effectuées avec des lampes de différentes longueurs d'ondes (blanc, rouge, vert, bleu) montrent que chez les céréales de jours longs et de jours courts les exigences des plantes envers la qualité du spectre lumineux sont différentes selon les rythmes photopériodiques journaliers et l'état de développement des primordia floraux.

Par exemple chez des plantes de millet (*Panicum* L.) pour une photopériode journalière de 10 heures, le développement sera plus rapide en lumière rouge qu'en lumière bleue alors que pour une photopériode de 24 heures le contraire est vrai.

On arrive à trouver des éclairements de telles ou telles longueurs d'ondes sous lesquelles les plantes se développent indifféremment dans diverses photopériodes extrêmes.

L'intensité de l'éclairement ne semble pas être un facteur déterminant dans ces phénomènes.

**3.** Fritz Hans Schwarzenbach (Bern). – *Ein neues Verfahren zur Isolierung und zum mikrobiologischen Nachweis saurer und basischer Spurenstoffe.*

Bei der Isolierung von Spurenstoffen sieht sich der Chemiker oft genötigt, für den Nachweis von Wirkstoffen biologische Testverfahren heranzuziehen. Biologische Nachweismethoden werden angewendet, solange die in Frage stehenden Faktoren zu wenig bekannt sind, um eine Identifizierung mit physikalischen oder chemischen Verfahren zu ermöglichen. Im weiteren erweist sich die biologische Prüfung als notwendig, wenn die Konzentration der Wirkstoffe zu gering ist, um mit den Methoden der analytischen Chemie den Stoff zu bestimmen. Schließlich kann der Fall eintreten, daß die in Frage tretenden Nachweismethoden aus

Chemie und Physik zu wenig spezifisch sind, um die aktiven Komponenten eindeutig festzustellen.

Für die besonderen Ansprüche des Biochemikers, der sich mit der Analyse von Wirkstoffen pflanzlicher und tierischer Herkunft befaßt, haben wir in den letzten Jahren ein neues Verfahren entwickelt, das mit Vorteil angewendet wird, wenn saure oder basische Spurenstoffe nachzuweisen sind. Im Prinzip gehen wir dabei so vor, daß die zu prüfenden Extrakte elektrophoretisch bei *p*H 7,0 unter Verwendung von Agar als Träger-Gel aufgetrennt werden; dabei wandern Säuren als Anionen, Basen aber als Kationen. Der Nachweis der aktiven Faktoren erfolgt mikrobiologisch, indem wir Sporen ausgewählter Testpilze auf der als Träger für die Elektrophorese verwendeten Agarschicht zur Keimung bringen.

Die Methode zur elektrophoretischen Auftrennung der Extrakte lehnt sich an das von *Scheidegger* (1) entwickelte Mikroverfahren der Agarelektrophorese an, wobei gegenüber der ursprünglichen Technik mit anderer Pufferung gearbeitet wird und die Auftragung des Extraktes in anderer Weise erfolgt.

Als Träger für die elektrophoretische Auftrennung von Extrakten wird eine dreiprozentige Lösung von Agar in Phosphatpuffer nach *Soerensen* (2) (*p*H 7,0, 0,01-m) verwendet. 3,5 ml dieser Lösung werden auf einen entfetteten Objektträger gegossen. Nach Erstarrung des Gels schneidet man mit einer Rasierklinge eine 1 bis 2 mm breite Kerbe in den Agar ein. Die Kerbe läuft im rechten Winkel zur Längskante durch die Mitte des Objektträgers; die Schnitte dürfen nicht bis auf das Glas geführt werden, da sonst bei Anlegung des elektrischen Feldes der Stromdurchfluß unterbrochen wird.

Für die elektrophoretische Auftrennung wird das «Agaphor-Gerät» (Egaton AG, Bern) verwendet.

Um die geeigneten Bedingungen für die elektrophoretische Auftrennung von Extrakten zu bestimmen, verwendeten wir stark saure und stark basische Indikatorfarbstoffe (z.B. Methylviolett) als Modellsubstanzen. Bei einer Stromstärke von 10 mA pro Objektträger und einer Spannung von 15 V zwischen den Elektroden genügen für die Auftrennung schnell wandernder Ionen Zeiten um 1 Stunde; bei langsam wandernden Ionen haben wir bei Zeiten von 3 oder 4 Stunden gute Ergebnisse erzielt. Alkali-Ionen erreichen nach unseren Beobachtungen Wanderungsgeschwindigkeiten bis zu 20 mm/h.

Die einzelnen Fraktionen heben sich bei den Modellfarbstoffen nach der Auftrennung als gleichmäßig breite Bänder von 4 bis 6 mm Weite ab.

Für den mikrobiologischen Nachweis keimungsaktiver Fraktionen wird die Agarschicht, die als Träger-Gel für die elektrophoretische Auftrennung diente, als Keimungsmedium für die Sporen der Testpilze *Helminthosporium sativum* oder *Alternaria tenuis* verwendet. Die Sporen werden in einfacher Weise auf die Agaroberfläche aufgetragen, indem wir eine dichte, wässerige Sporensuspension durch ein Papierfilter filtrieren und die Sporenschicht, die am Filterpapier haften bleibt, auf den Agar ausstreichen. Die mit Sporen beschickten Objektträger werden während

2 Stunden *(H. sativum)* oder 2½ Stunden *(A. tenuis)* in großen Feuchtschalen bei 24° im Brutschrank inkubiert. Nach Ablauf dieser Versuchsdauer sind die Kulturen sogleich auszuzählen oder dann aber kühl (+4°) zu stellen, bis die Auszählung durchgeführt werden kann.

Die Auszählung erfolgt bei Durchlicht im Mikroskop. Unter Verwendung eines Kreuztisches werden in Zonen parallel zur Kerbe bei Abständen von 3 mm Stichprobengruppen von $5 \times 50$ Sporen ausgezählt. Die Summe der gekeimten Sporen aus allen fünf Stichproben bildet die Grundlage für die statistische Beurteilung der Wirkung.

Das neue Verfahren wurde vorerst bei der Untersuchung von Neutralsalzen erprobt. Dabei zeigten die Versuche, daß sich die keimungsaktive Wirkung eines Neutralsalzes aus den Teilwirkungen des Anions und des Kations zusammensetzt. Im besonderen stellten wir fest, daß das Anion $Cl^-$ die Sporenkeimung der beiden Testpilze hemmt, die Kationen $Ca^{++}$ und $Na^+$ aber fördernd wirken.

Die Prüfung von handelsüblichen Kaffee-Extrakten ergab, daß die Braunfärbung des Kaffees durch saure Farbstoffe ohne keimungsaktive Wirkung hervorgerufen wird; ein basischer Hemmstoff, der die Sporenkeimung beider Testpilze beeinträchtigt, dürfte mit Coffein identisch sein. Außerdem tritt ein elektroneutraler Stoff auf, der die Keimrate von *Helminthosporium sativum* spezifisch erhöht, dessen chemische Konstitution jedoch noch unbekannt ist.

In menschlichem Serum finden sich saure und basische Faktoren mit keimungsaktiver Wirkung, von denen bisher auf Grund der biologischen Wirkung und der Wanderungsgeschwindigkeiten im elektrischen Feld $Ca^{++}$, $Na^+$ und $Cl^-$ identifiziert werden konnten.

An einem Beispiel aus der Praxis wird gezeigt, wie mit Hilfe des neuen Verfahrens aus einem Rohextrakt vier keimungsaktive Faktoren elektrophoretisch isoliert und mikrobiologisch nachgewiesen werden können.

**Literatur**

(1) Scheidegger, J.J., und Uriel, J.: Electrophorèse en gélose et coloration des constituants. Bulletin de la Société chimie biologique, *37*, 165 (1955).
Scheidegger, J.J.: Une micro-méthode de l'immunoélectrophorèse. Int. Archives of Allergy and Applied Immunology, *7*, 103 (1955).

(2) Documenta Geigy. Wissenschaftliche Tabellen (1955).

**4.** Pierre et M. Villaret-von Rochow (Lausanne). – *Deuxième contribution à l'étude de l'histoire de la végétation d'Anzeindas.* – Pas reçu de manuscrit.

**5.** W. Vischer (Basel). – *Reproduktion und Systematik aerophiler, pleurococcoider Luftalgen.*

Die zahlreichen Luftalgen, die bis vor kurzem unter den Namen *Pleurococcus* Naegeli, *Protococcus* Agardh usw. als Angehörige einer oder weniger Gattungen aufgeführt wurden, erweisen sich bei Untersuchung

(erste Reinkultur von *Pleurococcus Naegelii* Rob. Chodat, 1909) als Vertreter wohlcharakterisierter, verschiedener Gattungen.

*Desmococcus vulgaris* Brand (= *Pleurococcus Naegelii* Rob. Chodat), eine ans Luftleben angepaßte *Leptosiree*, mit kurzen, oder etwas verlängerten Fadenzellen, ist charakterisiert durch parietalen Chloroplasten mit oft schwer sichtbarem Pyrenoid und *Troschiscia*-artigen Aplanosporangien (mit punktiert stacheliger Oberfläche). Solche wurden 1902 von *Rob. Chodat* als zugehörig vermutet, später jedoch nicht mehr beobachtet und somit nicht mehr als zugehörig betrachtet.

Bei verschiedenen Rassen (Arten ?) konnten in den letzten Jahren in absoluten Reinkulturen ziemlich große *Troschiscia*-artige Aplanosporangien nachgewiesen werden. Die zahlreichen, stäbchenförmigen Aplanosporen entwickeln sich wieder zu *Desmococcus*. So ist diese Gattung durch den Bau ihres Chloroplasten (parietal mit Pyrenoid) und ihre Reproduktionsorgane wohlcharakterisiert und von andern verschieden.

*Apatococcus* Brand, von Rob. Chodat 1902 als *Pleurococcus lobatus* unterschieden, ohne verlängerte Fadenzellen, mit kompliziertem Chloroplasten ohne Pyrenoid, bildet schwach vergrößerte Sporangien mit glatter Oberfläche und Zoosporen.

*Coccobotrys* Rob. Chodat, später ebenfalls zu *Desmococcus* gestellt, hat etwas andere Gestalt, nicht vergrößerte Sporangien mit Zoosporen. Der einfache Chloroplast besitzt kein Pyrenoid.

*Diplosphaera* Bialosuknia, mit Chloroplast, mit oder ohne Pyrenoid, läßt ihre äußeren Zellwandschichten oft rasch verschleimen (*subgen. Gloeosphaera* Rob. Chodat) oder bildet pleurococcoide Pakete (*subgen. Diplosphaera*), z. T. ebenfalls zu *Desmococcus (Pleurococcus)* gestellt, bildet wenig vergrößerte Sporangien, die verschleimen und eine kleine Zahl von Aplanosporen freilassen.

Anschließend sind zu erwähnen:

*Cedercreutziella nov. gen.* mit kurzen Fadenstadien, Chloroplasten ohne Pyrenoid. Sporangien sind nicht beobachtet worden; die Vermehrung erfolgt durch Abstoßung vegetativer Zellen durch Verschleimung der äußern Membranschichten, Bildung von Akineten.

*Jaagiella nov. gen.* bildet solide, parenchymatische Pflänzchen. Pyrenoid = 0. Die Vermehrung erfolgt ebenfalls durch Abstoßung von Akineten.

Somit ist für *Desmococcus* das Troschisciastadium als normale Aplanosporangiumform mit Sicherheit experimentell nachgewiesen. Einige äußerlich ähnliche Rinden- und Bodenalgen sind ebenfalls durch ihren Bau und ihre Reproduktionsorgane generisch wohl charakterisiert.

**6.** Ch. Bæhni et G. Bocquet (Genève). – *Regroupement de quelques genres de Silénoïdées appartenant à la flore suisse.*

Les caractères utilisés de façon classique pour délimiter les genres *Heliosperma* Reichb., *Lychnis* Linn., *Melandrium* Roehl., *Silene* Linn. et *Viscaria* Bernh. sont les suivants:

1° Le nombre des carpelles: 3 en général dans les genres *Silene* et *Heliosperma;* 3 à 5 dans le genre *Melandrium;* 5 en général dans les genres *Lychnis* et *Viscaria.*

2° La présence ou l'absence de cloisons à la base de l'ovaire: il est cloisonné dans les genres *Silene* et *Viscaria* et parfaitement uniloculaire chez les *Heliosperma, Lychnis* et *Melandrium.*

3° L'état simple ou bifide des dents par lesquelles s'ouvre la capsule: elles sont simples dans les genres *Lychnis* et *Viscaria* et bifides dans les genres *Heliosperma, Melandrium* et *Silene.*

4° Présence ou absence d'une rangée de protubérances sur le dos des graines: seul, le genre *Heliosperma* est censé en posséder.

Les travaux de P.K. Chowdhuri (1957) dans le genre *Silene* mettent en évidence deux tendances évolutives chez les Silénoïdées: la réduction du nombre des carpelles et la régression des cloisons dans la loge ovarienne. Ces deux tendances s'expriment à des degrés divers dans tous les genres des Silénoïdées. Elles fournissent donc un critère incertain pour la délimitation de genres de cette sous-famille.

Le caractère simple ou bifide des dents de la capsule est plus constant. Il a l'avantage de permettre de séparer deux groupes dont l'habitus est bien distinct: les *Lychnis* (auxquels se joignent les *Viscaria*) d'une part et les *Silene* (augmentés du genre hétérogène *Melandrium* et du petit genre *Heliosperma*) d'autre part.

Un examen de la morphologie florale des Silénoïdées prouve qu'il n'y a pas de différence de structure entre l'ovaire entièrement uniloculaire d'un *Melandrium* et l'ovaire partiellement cloisonné d'un *Silene:* les cloisons sont simplement plus réduites chez les *Melandrium.*

Quant aux protubérances dorsales de la graine, elles ne sont nullement l'apanage des seules espèces du genre *Heliosperma:* plusieurs espèces himalayennes (*Lychnis inflata* Edgeworth, *L. undulatifolia* Duthie, *Silene helleboriflora* Exell et Bocquet, etc.) en possèdent.

Remarquons que si, dans la flore suisse, les genres *Viscaria* et *Lychnis* d'une part, les genres *Melandrium* et *Silene* d'autre part, sont bien individualisés, il n'en est pas de même en Asie. Dans la chaîne himalayenne, ces distinctions deviennent impossibles à maintenir.

Ces diverses considérations nous font adopter la classification de P.K. Chowdhuri. Suivant l'exemple des auteurs anglais (Clapham, A.R., Tutin, T.G., et Warburg, E.F., 1959) nous proposons le transfert des *Viscaria* dans le genre *Lychnis* et des *Melandrium* et *Heliosperma* dans le genre *Silene.*

La synonymie des espèces des genres *Lychnis* et *Silene* (sensu Chowdhuri) pour la flore suisse sera prochainement publiée dans «Candollea» avec une clef de détermination pour les genres et les espèces.

**Bibliographie**

Chowdhuri, P.K., 1957: Studies in the genus Silene. Notes r. bot. gard. Edinburg, *22*, 221.

Clapham, A.R., Tutin, T.G., et Warburg, E.F., 1959: Excursion Flora of the British Isles. Cambridge.

Exell, A.W., et Bocquet, G., 1959: *Silene helleboriflora* spec.nov., Candollea, *17*, 37.

**7.** M. Stroun et C. Pugnat (Genève). – *Ségrégation aberrante en seconde génération à la suite d'une fécondation pluripaternelle chez le blé dur (Tr. durum).*

Ces dernières années différents travaux ont montré que dans certains cas le gamète femelle est fécondé effectivement par plus d'un seul spermatozoïde. En effet, à la suite d'une pollinisation effectuée – plus ou moins simultanément – par deux variétés différentes on a retrouvé parfois les caractères des deux pères dans la descendance de la plante fécondée.

Nous avons fait un travail préliminaire concernant la fécondation pluripaternelle chez les blés. Dans la descendance de ces plantes nous avons observé, dans quelques cas, l'apparition des indices des deux pollinisateurs et des phénomènes aberrants dans la ségrégation des caractères dominants et récessifs (en $F_2$ apparition de caractères dominants chez des sujets issus de plantes $F_1$ autofécondées présentant des caractères récessifs).

Ces résultats nous engagent à étendre ces travaux en vue de leur assurer une signification statistique.

**8.** G. Bocquet et J.-D. Bersier (Genève). – *Les formes d'ovules chez les Légumineuses.*

La famille des Légumineuses offre un champ favorable pour l'étude de la structure de l'ovule: on y trouve toutes les formes intermédiaires entre l'anatropie simple des *Mimosoïdées* et l'amphitropie très marquée de certaines *Lotoïdées* (cf. G. H. M. Lawrence, 1951, p. 545). C'est pourquoi nous avons choisi cette famille pour appliquer la classification des ovules proposée par l'un de nous (G. Bocquet, 1958).

L'ovule chez les *Mimosoïdées* est anatrope, parfois légèrement campylotrope. Il est hémitrope ou anacampylotrope chez les *Césalpinioïdées*. Dans la ssf. des *Lotoïdées* ce dernier type se rencontre dans les tribus de caractère primitif: *Sophorées* et *Podalyriées* par exemple. Il nous paraît que ce type primitif a évolué soit vers l'amphitropie, soit vers l'hémitropie dans cette même sous-famille.

Ainsi, chez certaines *Galégées*, l'ovule est ana-amphitrope (ex. *Astragalus*, *Glycyrrhiza*); chez les *Phaséolées*, il est hémi-campylotrope; chez les *Viciées*, les *Trifoliées* et les *Genistées* l'ovule est hémi-amphitrope.

Nous avons donc retrouvé dans la série anatrope toutes les possibilités prévues dans notre nomenclature des ovules. De plus, il est vérifié que les courbures campylotrope puis amphitrope se superposent bien à la structure anatrope primitive. La campylotropie et l'amphitropie se

rencontrent dans des groupes de plus en plus restreints: on peut donc leur attribuer une valeur phylogénétique moindre.

L'utilité de la classification proposée l'année dernière se vérifie ainsi, au moins dans la série anatrope. Il est possible que les rapports entre les différentes formes de la série orthotrope soient plus difficiles à établir.

Les Légumineuses appartenant à la série anatrope, il devient possible de définir leur placentation: elle est épitrope pendante. Il est d'autre part certain que la structure de l'ovule, en liaison évidemment avec d'autres caractères, permettrait de mieux cerner les limites des tribus dans la famille des Légumineuses.

Ce travail sera ultérieurement publié en détail.

**Bibliographie**

Bocquet, G., 1958: La Structure de l'ovule campylotrope. Actes Soc. Helv. Sci. Nat., *138*, p. 135.

Bocquet, G., 1958: The Structure of the campylotropous ovule. Phytomorphology (à paraître).

Lawrence, G.H.M.: Taxonomy of vascular plants. New York, 1951.

**9.** H. Zoller (Zürich). – *Zur spätglazialen Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz.*

Wenn man die umfangreiche pollenanalytische Literatur durchgeht, so findet man zahlreiche Arbeiten, welche die Vegetationsgeschichte im ausgehenden Würmglazial zwischen Südskandinavien und dem nördlichen Alpenrand behandeln, und die von H. Groß (1958) veröffentlichte Zusammenfassung über die bisher vorliegenden Radiocarbonbestimmungen vermag beinahe den Eindruck zu erwecken, daß die Probleme der spätglazialen Rückwanderung und der letzten Gletscherschwankungen in den Hauptzügen geklärt seien. Schon immer stellten sich aber im Alpenraum und besonders in den südeuropäischen Gebirgen der Pollenanalyse spätglazialer Sedimente große Schwierigkeiten entgegen. Vor allem sind ungestörte, rein organische Ablagerungen äußerst selten, so daß bis jetzt nur sehr dürftige Angaben bekannt geworden sind, wie sich südlich der Alpen die Vegetation während des Rückzuges der würmeiszeitlichen Gletscher entwickelt hat. Da sich aber sämtliche größeren Refugialvorkommen während der Eiszeit im Umkreis des Mittelmeers befanden, so ist eine möglichst genaue Kenntnis der spätglazialen Vegetation südlich der Alpen besonders wichtig, und es gilt, die pollenanalytischen Untersuchungen in diesem Raum planmäßig vorwärtszutreiben.

Von den in der insubrischen Schweiz durchgeführten Untersuchungen, die einen ersten Anfang in dieser Richtung bilden sollen, seien einige besonders wichtige Ergebnisse mitgeteilt (Bohrpunkte: Origliosee, nördlich Lugano, 420 m; Bedrina bei Dalpe, ob Faido, 1235 m; Pian di Signano, ob Sta. Maria Calanca, 1540 m; Cadagno Fuori, im Val Piora, 1910 m).

1. Die erste klimatische Besserung im Spätglazial (Bölling-Interstadial) ist in dem Pollendiagramm vom Origliosee deutlich erkennbar, führte

aber im Südtessin wie in Mitteleuropa und im nördlichen Alpenvorland noch zu keiner dichteren Wiederbewaldung.

2. Pollendiagramme und $C_{14}$-Datierungen geben gute Anhaltspunkte, die Moränen von Origlio–Cadempino (Tessingletscher) und Melide–Lugano (Addagletscher) mit dem klassischen Rückzugsstadium von Ammersee–Stephanskirchen im bayrischen Alpenvorland zu parallelisieren.
3. Während der ersten Klimabesserung, im Bölling-Interstadial, zogen sich auf der Alpensüdseite die Gletscher bis in die oberen Talabschnitte zurück. Die ungestörte Sedimentation auf der Bedrina ob Faido beginnt mit Sicherheit spätestens in der älteren Dryaszeit. Demnach schloß sich das große Eisstromnetz auch während des scharfen Klimarückschlages der älteren Dryaszeit in den südlichen Alpentälern nicht mehr zusammen.
4. Die Wiederbewaldung mit Birke, Kiefern und Arve vollzog sich im Südtessin im Laufe der zweiten spätglazialen Klimaverbesserung am Beginn des Alleröd-Interstadials ($C_{14}$-Datierung am Origliosee = $\pm$ 10 100 v. Chr.).
5. Die Waldgrenze lag in der Optimalphase des Alleröd-Interstadials in der subalpinen Stufe, mindestens bei 1200 bis 1300 m ($C_{14}$-Datierung auf der Bedrina = $\pm$ 9000 v. Chr.).
6. Mit den obigen $C_{14}$-Datierungen konnte das Alleröd auch auf der Alpensüdseite zeitlich genau fixiert und mit Sicherheit nachgewiesen werden. M. Welten und H. Oeschger (1957) haben die durchgreifende Klimabesserungsphase des Alleröds im Murifeld bei Bern und im Chutti bei Boltigen mit einem Alter zwischen 9000 und 10000 v. Chr. bestimmt. Die Werte aus der insubrischen Schweiz stimmen überraschend genau mit diesen letzteren Daten überein. Es folgt daraus, daß sich die Wiederbewaldung am nördlichen und südlichen Alpenrand gleichzeitig eingestellt hat.
7. Während des ganzen Spätglazials weist der Pollenniederschlag auf ausgesprochen kontinentale Klimaverhältnisse hin. Ein Refugium ozeanischer Arten ist am Alpensüdrand während der ausgehenden Würmeiszeit nicht nachweisbar.
8. Während der jüngeren Dryaszeit (ca. 8800 bis 8300 v. Chr.) verschlechterte sich das Klima auf der Alpensüdseite nicht mehr tiefgreifend. In 1200 bis 1300 m herrschten während dieser Periode geschlossene Kiefernwälder. Jedenfalls steigen die NBP-Prozente auf der Bedrina nie über 7 % der totalen Pollensumme.
9. Dagegen werden kurze, aber deutliche Klimarückschläge in den subalpinen Pollendiagrammen noch bis in die mittlere Wärmezeit sichtbar
   *a)* Piottino-Schwankung
   ($C_{14}$-Datierungen auf der Bedrina = $\pm$ 7900 v. Chr. kurz nach dem Beginn und $\pm$ 7600 v. Chr. gegen Ende der Schwankung)

*b)* Misoxer Schwankungen
($C_{14}$-Datierung auf Pian di Signano = ± 5000 v. Chr.)

*c)* Piora-Schwankung
($C_{14}$-Datierung auf Cadagno Fuori = ± 3200 v. Chr.)

10. Die wärmeliebenden Holzgewächse haben die insubrische Schweiz viel früher erreicht als die Alpennordseite. Erlen, Linden, Ulmen, Eichen und die Weißtanne breiteten sich schon ca. 7500 v. Chr. aus, unmittelbar nach der Piottino-Schwankung.

**10.** O. Schüepp (Basel). – *Film über das Wachstum und die Teilung der Scheitelfläche bei Ginkgo biloba.*

Der Film zeigt an einer Querschnittserie den Aufbau der Knospe. In der Höhe des Vegetationspunktes umschließen viereckige Blattquerschnitte eine fünfeckige Scheitelfläche. Durch Verbindung der Blätter mit der Scheitelfläche entsteht eine Reihe ineinanderliegender ähnlicher Fünfecke.

Der Trickfilm zeigt ein schachbrettartiges Muster von ähnlichen Trapezen zwischen konzentrischen Kreisen und Radien. Das Muster wird im Wachsen immer wieder mit sich selber kongruent. Eine Reihe von Punkten aufeinanderfolgender Kreise in gleichen Divergenzen liegt auf einer logarithmischen Spirale. Kreistangenten an aufeinanderfolgende Punkte schließen zu einem Fünfeck zusammen; jede folgende Kreistangente schneidet ein Viereck ab und läßt ein verkleinertes ähnliches Fünfeck in gedrehter Lage zurück. Der Film zeigt weiter, wie sich der isometrisch wachsende Scheitel mit einander ähnlichen Blattanlagen in Spiralstellung umgibt.

Der Film erlaubt es, Vorgänge, die für unmittelbare Lebendbeobachtung zu schnell oder zu langsam verlaufen, durch Zeitlupe oder Zeitraffung anschaulich zu machen. Der Trickfilm eignet sich zur Darstellung verborgener Vorgänge, deren genauer Verlauf aus der Zusammenstellung fixierter Entwicklungsstadien verschiedener Individuen erschlossen werden muß. Beim Zeichnen des Films müssen die individuellen Variationen ausgeglichen werden. Im Trickfilm erproben wir unsere theoretischen Vorstellungen, da wir gezwungen sind, mehr oder weniger unbestimmte Ideen in klare, quantitativ bestimmte Vorstellungen über den Ablauf der Vorgänge zu verwandeln.

## 9. Section de zoologie

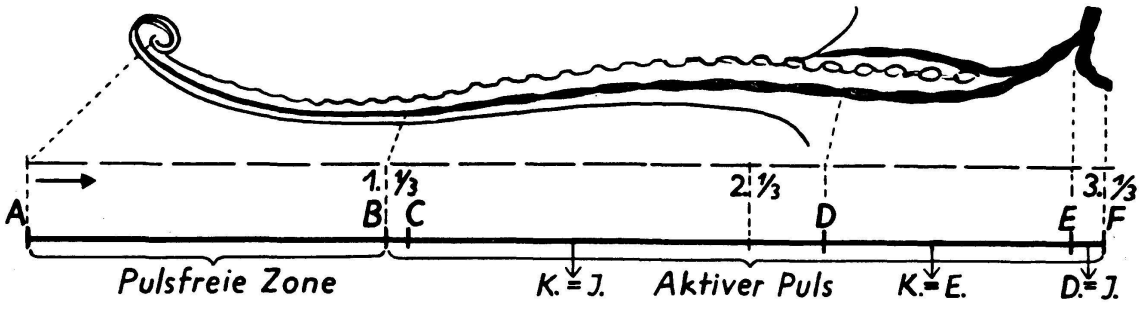
Séance de la Société zoologique suisse

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr. H. Nüesch (Basel)
*Secrétaire:* Dr. W. Stingelin (Basel)

**1.** H. Mislin (Mainz). – *Experimentelle Untersuchungen über den aktiven Gefäßpuls in der Armschirmhaut der Cephalopoden (Octopus vulgaris und Eledone cirrosa) und dessen myogen-nervöse Steuerung.*

An visceralen Octopoden gelang uns der Nachweis (1), daß der periphere Gefäßapparat, im besonderen die großen Armschirmhautgefäße, in ihrem aktiven Gefäßpuls mit den Atembewegungen koordiniert und synchronisiert sind, und zwar so, daß sie in ihrem gut sichtbaren mittleren Abschnitt mit Einsetzen der Inspiration bzw. der Erweiterung der Mantelhöhle kontrahieren. Bei Atemstillstand stehen die Gefäße schlagartig still. Das Wiedereinsetzen des aktiven Pulses erfolgt zwangsmäßig mit Beginn der Inspirationsbewegung. Ebenfalls konnte der Reflexmechanismus, der für die periphere Gefäßmotorik und ihre Koppelung mit der Atmung verantwortlich ist, prinzipiell klargelegt werden: Das Reflexzentrum liegt im Viscerallobus und ist gewissermaßen ein Doppelzentrum, zusammengesetzt aus Inspirations- und Vasomotorenzentrum. Die Afferenz umfaßt den Visceralnerv mit seinen Endigungen, während die Efferenz einerseits im Achsenstrang, andererseits in den peripheren Bahnen der Arme verläuft. Durch eine Querschnittsläsion im pedalen Gebiet, bzw. durch die Abtrennung des «Doppelzentrums» vom übrigen Unterschlundhirn, fällt der hemmende und synchronisierende Einfluß auf die peripheren Gefäße weg, und deren Pulsfrequenz steigt rasch um den zwei- bis dreifachen Betrag in die Höhe. Es kommt so zu einer Enthemmung des aktiven Gefäßpulses. Dieser aktive Gefäßpuls der großen Armgefäße wurde zuerst von L. Frédéricq (2) an *Octopus vulgaris* beobachtet. Eigene experimentelle Untersuchungen intakter und isolierter Armschirmhautgefäße verschiedener Cephalopoden ergaben, neben der nervösen Komponente, temperatur- und intravasculäre Dehnungsreize als die zur Auslösung und Aufrechterhaltung der Gefäßrhythmizität wichtigsten Faktoren (3). Da es sich bei diesem aktiven Puls um die Fortpflanzung einer peristaltischen Welle über eine große Gefäßstrecke hinweg handelt, mußte die metachrone Schlagfolge der einzelnen Gefäß-




| Region | Gefäßtätigkeit |
|---|---|
| A—B = Armspitze | (= 1/3 des Armes): keine Pulstätigkeit |
| B—C = Kurzes Zwischenstück | rasche Pulsperioden, kurz vor Inspiration |
| C—D = Armmitte | Kontraktion synchron mit Inspiration |
| D—E = Armbasis | Kontraktion synchron mit Expiration |
| E—F = Ringgefäß | Dilatation kurz vor Inspiration |

**Verteilung der funktionell verschiedenen Gefäßzonen in der Cephalopoden-Arm-Schirmhaut**

Prof. Mislin: Experimentelle Untersuchungen über den aktiven Gefäßpuls in der Armschirmhaut der Cephalopoden (Octopus vulgaris und Eledone cirrosa) und dessen myogen-nervöse Steuerung.

abschnitte in ihrer Beziehung zur Synchronie näher untersucht werden. Voraussetzung für die Durchführung dieser Untersuchungen war die Sichtbarmachung bzw. die Vitalfärbung der peripheren Gefäße in ihrer ganzen Länge. Wir benützten, wie bereits früher, bei der Herstellung eines Mikrofilms, den von der Firma J. R. Geigy, Basel, zur Verfügung gestellten Farbstoff «Geigy-Blau medicinalis». Es wurde so vorgegangen, daß jeweils 3 $cm^3$ einer 0,5%igen Farblösung in Meerwasser direkt in die Vena cephalica der Kopfregion injiziert und durch leichte Massage mit dem Finger zu rascher Verteilung gebracht wurde. Es zeigte sich dabei, daß der aktivpulsierende Gefäßapparat in der Peripherie neben der Armschirmhaut über die ganze Rückenregion, Teile der Ventralseite und besonders das Siphongebiet verbreitet ist.

Die mit Hilfe der Färbung vorgefundenen funktionellen Gefäßverhältnisse lassen sich an der Schemafigur gut veranschaulichen: Die aktive peristaltische Pulswelle läuft nicht über das gesamte Gefäß (Armspitze–Armbasis), sondern beginnt erst bei der Stelle B, so daß das erste Gefäßdrittel pulsfrei ist. Auf diese Zone (mit A–B bezeichnet) folgt ein kurzes Gefäßstück (B–C) von nur wenigen mm, mit initialen Pulsationen. In der Regel sind es zwei bis drei rasche Einzelpulse, die dem aktiven Hauptpuls der größeren Strecke C–D vorausgehen. Bei völlig

isolierten Armgefäßen finden wir dasselbe Phänomen an distal oder proximal gelegenen Gefäßabzweigungen. Dies gilt auch für die isolierte pulsfreie Gefäßstrecke A–B, an der nach Einbinden einer Kanüle bei Durchströmung aktiver Puls auszulösen, die Automatie somit latent vorhanden ist. Es ist für solche initialen Pulsgebiete (Schrittmacher) charakteristisch, daß sie in der Regel an Gefäßzonen angrenzen, die pulsfrei sind. Die potenzierte Automatie einer solchen Gefäßstelle scheint in ursächlichem Zusammenhang zu stehen mit der latenten der Nachbarzone, welche durch einen offenbar besonders steilen Automatiegradienten charakterisiert ist. Die initiativen Pulsationen der Strecke B–C beweisen, daß auch in Systemen mit ubiquitärer Automatie «Schrittmachereigenschaften» manifest werden und transitorisch lokalisiert werden können. Zu ergänzen ist, daß sich die Pulsstelle B–C sowohl nach dem Oberlauf als auch nach dem Unterlauf des Gefäßes geringfügig verschieben kann. Der Initialpuls tritt jeweils unmittelbar vor der sichtbaren Inspirationsbewegung auf, während die Gefäßkontraktionen des Gefäßabschnittes C–D, wie früher festgestellt, mit der Inspiration synchron verlaufen. Der nächstfolgende Gefäßabschnitt D–E, der, wie die Abbildung zeigt, zur Armbasis führt, kontrahiert streng synchron mit dem Beginn der Expirationsbewegung. Ob es sich bei dieser Relation wiederum um eine nervöse Koppelung mit dem Atmungszentrum (Expirationszentrum) handelt oder um eine lediglich reaktive Pulsation, ist zurzeit noch offen. Die photoelektrische Registrierung der mit der neuen Methode nachgewiesenen funktionell differenzierten Gefäßabschnitte wird zusammen mit der zentral-nervösen Analyse hierüber Aufschluß bringen.

Zum Schluß dieser Mitteilung sei noch ein Ergebnis der zentralen elektrischen Reizung summarisch angeführt: Es gelingt bei faradischer Reizung vom Achsenstrang aus den aktiven Puls anzuregen bzw. auffallend frequente Pulsationen auszulösen. Hingegen erhalten wir bei elektrischer Reizung bzw. kontinuierlicher Durchströmung des Viscerallobus (Wechselstrom von 3–5 V) stets sofortigen Pulsstillstand in Diastole. Nach Stromunterbrechung kehrt der jetzt systolisch verstärkte und beschleunigte Puls schlagartig zurück. Der viscerale Hemmungserfolg tritt auch dann ein, wenn der Achsenstrang eines oder mehrerer Arme vollständig ausgebohrt oder aber an der Armbasis unterbrochen worden ist. Wir können damit zeigen, daß hemmend-dilatatorische Bahnen in der Peripherie verlaufen. Die weitere Untersuchung wird zeigen, ob es sich dabei um die von Rossi (4) beschriebenen peripheren und parallel laufenden Armbahnen handelt. Die hier vorliegende synerge Koordination von Atembewegungen und peripherem kontraktilem Kreislaufapparat der Cephalopoden wird weiter untersucht.

Der Firma J. R. Geigy spreche ich für das freundliche Zurverfügungstellen des Farbstoffes «Geigy-Blau medicinalis» und M^lle^ Denise Pasquet für die wertvolle Mitarbeit bei den Kreislaufuntersuchungen meinen besten Dank aus.

(Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, und Zoologisches Institut der Universität Mainz.)

**Literatur:**

(1) H. Mislin, Nachweis einer reflektorischen Regulation des peripheren Kreislaufs bei den Cephalopoden. Exper. VI, p. 467 (1950).

(2) L. Frédéricq, Physiologie du poulpe commun. Arch. de Zool. expér. VII (1873).

(3) H. Mislin und M. Kauffmann, Der aktive Gefäßpuls in der Arm-Schirmhaut der Cephalopoden. Rev. Suisse Zool. 55, 267 (1948).

(4) F. Rossi, Acta Anat. 64 (1959).

**2.** W. Neuweiler, R. H. H. Richter und U. Veragut (Bern). – *Die Reaktion verschiedener Rattenstämme gegenüber Riboflavinmangel.*

Die chemische Struktur des Isoriboflavins (Isolactoflavin; 5,6-Dimethyl-9-(1'-d-ribityl)-isoalloxazin), eines potentiellen Vitamin-$B_2$-Antimetaboliten, weicht zwar nur geringfügig von derjenigen des Riboflavins ab; doch konnte eine antagonistische Wirkung gegenüber Riboflavin von Emerson und Tishler (1) an der wachsenden Ratte nachgewiesen werden. Im Zusammenhang mit unseren teratologischen Studien an der trächtigen Ratte wollten wir versuchen, mit Isoriboflavin eine akute $B_2$-Avitaminose zu induzieren und damit die foetale Entwicklung zu schädigen. Dabei fiel uns auf, daß unsere Tiere hinsichtlich des Bedarfes an Vitamin $B_2$ resp. hinsichtlich der Empfindlichkeit gegenüber einem bestimmten Vitamin-$B_2$-Mangel beträchtliche, offensichtlich genetisch bedingte Unterschiede aufwiesen.

Alle Ratten wurden während der ganzen Tragzeit mit einem Vitamin-$B_2$-Mangelfutter (2) ernährt. Ein Teil der Ratten erhielt *nur* Mangelfutter (Gruppe «m»); drei andere Gruppen erhielten gleichzeitig täglich Zusätze, und zwar entweder 5 $\gamma$ Vitamin $B_2$ («m-sb») oder 8 mg Isoriboflavin[1] («m-i») oder beides zusammen («m-i-sb»). Isoriboflavin und Vitamin $B_2$ wurden in Gummi arabicum-Suspension mit der Sonde verabreicht. Der Gehalt des Mangelfutters an Vitamin $B_2$ betrug 20 $\gamma$ pro 100 g[2], so daß die Tiere täglich 2–3 $\gamma$ Vitamin $B_2$ mit dem Futter erhielten. Der Riboflavingehalt des Isoriboflavins war kleiner als 2 mg % (3).

Zunächst benutzten wir für unsere Studien nicht erbreine Ratten (in der Folge mit «KR-A» bezeichnet), dann erbreine Wistarratten (W-I) und hierauf ein zweites Mal Wistarratten, bei welchen es sich aber offenbar um eine andere Linie gehandelt haben muß, da diese Tiere gegenüber Riboflavinmangel anders reagierten (W-II). Ernährung mit Mangelfutter allein, d. h. also tägliche Verabreichung von nur 2–3 $\gamma$ Vitamin $B_2$ pro Tag, schädigte die foetale Entwicklung der «KR-A»-Ratten sehr stark; 31 % der ursprünglichen Implantationen resultierten in resorbierten,

---

[1] Wir möchten auch an dieser Stelle den Herren Dr. A. Ronco und H. W. Roth von der F. Hoffmann-La Roche & Co. AG, Basel, für die Überlassung reichlicher Mengen Isoriboflavin bestens danken.

[2] Diese Bestimmung verdanken wir Frl. Dr. Ilse Antener, c/o Nestlé SA, Vevey.

40% in mißgebildeten Foeten (Syndactylie, verkürzte Extremitäten, verkürzte Mandibel). Indessen konnte bei den mit Mangelfutter allein ernährten «W-I»-Ratten keine Schädigung an den Foeten und keine Resorptionen beobachtet werden. Bei den «W-II»-Ratten war die Schädigung zwar wieder ausgeprägt; die Foeten waren teilweise (56%) mehr oder weniger stark resorbiert; indessen konnten nur in einem einzigen Wurf lebende *mißgebildete* Foeten beobachtet werden. Eine zusätzlich schädigende Wirkung durch Isoriboflavin konnte nur bei den «W-I»-Ratten mit Sicherheit erfaßt werden, und zwar in beiden Gruppen «m-i» und «m-i-sb». In diesen wurden durchschnittlich 35% der nachweisbaren ursprünglichen Implantationen resorbiert («m»: 0%); indessen konnten nie Mißbildungen an lebenden Foeten beobachtet werden. Auffallend war, daß bei den «KR-A»-, «W-I»- und«W-II»-Ratten in der Gruppe «m-i» gelegentlich alle Foeten eines Wurfes so vollständig resp. so frühzeitig resorbiert worden waren, daß am 21. Tag der Gestation keine Implantationsstellen mehr erkannt werden konnten. Bei diesen Tieren begannen die Resorptionen wahrscheinlich schon zwischen dem 10. und 12. Tag, was im stark blutigen Vaginalabstrich zu erkennen war.

Solche Befunde über verschiedenen Vitaminbedarf verschiedener Stämme, resp. Linien dürften mithelfen, die in der Literatur zitierten, sich widersprechenden Befunde über minimal notwendige Vitaminmengen und über die Wirkungen von Mangelkost und von Antimetaboliten auf die foetale Entwicklung zu erklären.

**Literatur**

(1) G.A. Emerson and M. Tishler: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 55, 184 (1944).
(2) W. Neuweiler und R.H.H. Richter: Helv. Phys. Pharm. Acta (1959), im Druck.
(3) W. Neuweiler, Ilse Antener und R. H. H. Richter: Verh. Schw. N. F. G. 1959, im Druck.

**3.** E. Flückiger (Basel). – *Biologische Aktivität des synthetischen -MSH (Intermedin).*

**4.** Thierry A. Freyvogel (Bâle). – *Quelques remarques au sujet de l'influence d'éléments météorologiques sur l'acte hématophage des moustiques.*

L'auteur a étudié, à Ifakara, en Afrique orientale, l'importance éventuelle de l'âge de l'homme dans l'attraction qu'il exerce sur *Aedes aegypti* et *Anopheles gambiae*. Les méthodes et les résultats de ce travail feront l'objet d'une publication ultérieure, plus détaillée.

L'interprétation des résultats obtenus au cours de ces recherches est d'autant plus difficile que l'homme et le moustique réagissent tous deux vis-à-vis d'un grand nombre de facteurs exogènes. Parmi eux figurent, entre autres, les éléments appelés climatologiques et météorologiques.

Quel est le rôle que joue la situation météorologique dans l'acte hématophage d'un moustique ? – A l'aide du schéma suivant on essaye d'énumérer les conditions qui doivent être remplies pour qu'un repas sanguin puisse avoir lieu.

| facteurs nécessaires à l'acte hématophage | effet produit sur le moustique |
|---|---|
| période d'activité<br>faim<br>situation météorologique<br>(présence d'un hôte) | moustique disposé à se gorger |
| stimulants provenant d'un hôte:<br>odeur<br>chaleur<br>humidité<br>(couleur) | déclenchement du vol nutritif, orientation à grande distance<br>orientation à faible distance (à proximité de l'hôte)<br>→ recherche de l'hôte et de l'endroit favorable à la piqûre |
| | acte hématophage:<br>piqûre<br>injection de salive<br>prise de sang |

Nous renonçons à discuter ici l'acte hématophage proprement dit, ainsi que la recherche de l'hôte par le moustique. Nous nous abstenons également d'insister sur certains détails, tel que celui que l'acte hématophage doit tomber en pleine période d'activité et d'inanition pour que le moustique devienne disposé à se gorger, ou, tel que le rôle éventuel joué par la présence d'un hôte. Nous nous bornerons à exprimer notre impression – et c'est là une hypothèse que nous voudrions formuler – qu'un moustique, même s'il se trouve en période d'activité et même s'il a faim, peut être empêché d'aller à la recherche d'un hôte si la situation météorologique est défavorable. Au contraire, on peut imaginer qu'un moustique, tout en étant mal disposé à piquer parce qu'il n'est pas affamé, serait incité à se gorger, grâce à des conditions météorologiques particulièrement favorables. On voit de là que la situation météorologique pourrait avoir une influence importante sur l'acte hématophage – elle pourrait même aller jusqu'à l'empêcher – et ceci non seulement en rendant le vol nutritif impossible par l'action du vent ou de la pluie, mais plutôt en empêchant que la disposition à prendre un repas sanguin atteigne le seuil efficace.

Quels sont les éléments importants de la situation météorologique ? – A l'occasion de nos expériences au Tanganyika nous avons mesuré et noté la température, la lumière, le vent, la pluie et les orages. Pour des raisons diverses nous ne pouvons pas nous prononcer sur l'influence de la température, de l'humidité de l'air et du vent. Quant aux changements de la pression atmosphérique, il semble qu'il n'y ait pas de relation

causale directe entre ceux-ci et la disposition à prendre un repas sanguin. Par contre, une influence des variations de la lumière fut très nette pour *Anopheles gambiae*, particulièrement lors du lever du soleil. Une influence très probable d'un temps «lourd» fut constatée pour l'*Aedes* et l'anophèle, surtout une heure avant l'orage; une pluie non orageuse avait plutôt tendance à calmer l'activité des moustiques.

Les éléments météorologiques et climatologiques ne sont, aujourd'hui, pas assez connus; les méthodes techniques pour les mesurer n'ont, en partie, pas encore été mises au point. Mais, bienqu'il ne nous soit pas possible de tirer de nos observations des conclusions définitives, nous constatons une fois de plus que les circonstances météorologiques sont d'une importance certaine dans le comportement des insectes, sinon dans la biologie en général.

**5.** H. Nüesch und M. Kalberer (Basel). – *Über die Entwicklung der Reizbarkeit der imaginalen Muskulatur bei Telea polyphemus (Lep.)*[1].

Es ist eine alte, aber noch wenig untersuchte Frage, in welchem Differenzierungsstadium ein Organ oder Gewebe zu funktionieren beginnt. Die Untersuchung der Imaginalentwicklung des Schmetterlings Telea polyphemus bot Gelegenheit, dies für die Muskulatur zu prüfen.

Die großen, längs und dorsoventral verlaufenden Flugmuskeln bestehen aus sehr zahlreichen Muskelfasern, die bei einer Dicke von im Mittel 45 $\mu$ den ganzen Strang durchlaufen. Die Muskelbündel entstehen aus dünnen Anlagen, die schon in der jungen Puppe in der definitiven Lage der Ansatzpunkte ausgespannt sind. Da der Thorax während der Metamorphose nicht größer wird, betrifft das Wachstum nur die Dicke, nicht aber die Länge des ganzen Muskels. Jede Muskelanlage besteht aus sehr zahlreichen Myoblasten, die zunächst einkernige, spindelförmige Zellen darstellen.

In den ersten Tagen der drei Wochen dauernden Imaginalentwicklung läuft eine Mitoseperiode ab, die zusammen mit der Streckung der Myoblasten zu vielkernigen, etwa zwei bis drei $\mu$ dicken Faseranlagen führt. Anschließend beginnen diese in die Dicke zu wachsen, die anfänglich zentral liegenden Kerne wandern später an die Peripherie. Im Plasma tritt bald eine Längsorientierung auf; etwa acht Tage nach Beginn der Imaginalentwicklung werden die Myofibrillen sichtbar als fadenförmige Gebilde von etwa $^3/_4$ $\mu$ Dicke, wie sie auch für die Fibrillen der imaginalen Muskeln gilt. Erst ein bis zwei Tage nach Ausbildung der Myofibrillen wird die Querstreifung deutlich. Im gefärbten Präparat ist zunächst nur die Grundmembran Z erkennbar. Schon jetzt sind aber auch I und Q im Polarisationsmikroskop durch die Isotropie von I zu unterscheiden. Die Doppelbrechung erscheint sehr schwach mit der Ausbildung der Myofi-

---

[1] Ausgeführt mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Wir danken Herrn Prof. M. Monnier, Physiologische Anstalt, Basel, für die Erlaubnis, die Versuche zunächst mit dem Oszillographen seines Instituts durchzuführen.

brillen; vor dem Auftreten der Querstreifung ist aber die ganze Faser anisotrop, der I-Streifen wird sekundär isotrop. Die weitere Differenzierung besteht vor allem in einer sehr starken Vermehrung der Myofibrillen. Das Dickenwachstum der Fasern ist erst beim Schlüpfen der Imago abgeschlossen.

Die einzelnen Stadien der Muskelentwicklung wurden mit elektrischer Stimulation auf ihre Kontraktilität untersucht, entweder durch Reizung des Ganglions oder direkt durch in den Muskel eingestochene Platinelektroden. Da die Entwicklung der motorischen Nerven noch nicht bekannt ist, besteht die Möglichkeit, daß auch diese Reize über nervöse Elemente auf den Muskel wirken. Der Reizerfolg wurde vor allem durch Beobachtung der Verkürzung festgestellt. Von den dorsoventralen und Längsmuskeln wurden außerdem mit Platin- und Mikroelektroden die Aktionspotentiale abgeleitet, so daß im Oszillographen auch kleine Zuckungen und Kontraktionen erkannt werden konnten, die zu einer Verkürzung des Muskelbündels nicht ausreichen.

Die ersten Kontraktionen konnten acht Tage nach Entwicklungsbeginn erreicht werden, also in einem Stadium, in dem die Querstreifung noch fehlt, die Myofibrillen als undeutliche Längsstruktur aber erkennbar sind und auch die Doppelbrechung in sehr geringer Stärke vorhanden ist. Die Zuckung bedarf 15 bis 30 Volt bei einer Millisekunde Impulsdauer in der Frequenz 50/sec und direkter Reizung. Die Verkürzung erfolgt sehr langsam und nur lokal an der Reizstelle. Schon einen Tag später genügen in der Frequenz 50 3 Volt für eine Zuckung, die Muskelanlage kann aber nun auch mit Einzelreizen und über das Ganglion zur Reaktion gebracht werden. Bei einer Frequenz höher als 1 in 5 sec wird nur der erste Reiz einer Serie beantwortet, nachher erschlafft der Muskel und bleibt nach Reizende für etwa 10 Sekunden unerregbar. Wieder einen Tag später wandern die Zuckungen langsam über das ganze Muskelbündel, die Reizschwelle für diese Konvulsionen liegt schon fast auf imaginaler Höhe, bei etwa 1 Volt (gegen imaginal 0,8 Volt).

Erst nach dem Auftreten der Querstreifung können mit starker Reizung Dauerkontraktionen erhalten werden. Auch für den Tetanus sinkt die Reizschwelle in einigen Tagen auf den imaginalen Wert ab. Spontane Zuckungen – sofern man bei diesen geöffneten Tieren von «spontan» sprechen kann – traten bei 12 Tage alten Stadien auf; schon vorher reagieren die Muskeln auf mechanische Reizung, wie Einstich der Elektroden, Berührung mit einer Nadel (10 bis 11 Tage), oder beim Eintauchen in Ringerlösung (9 Tage). Die für die Imago so typische Gesamtkontraktion des ganzen Längsmuskels findet sich spontan bei 15 Tage alten Tieren, erst einen Tag später wurde sie auch durch elektrische Reizung erhalten.

**6.** H. R. Haefelfinger (Villefranche-Basel). – *Beobachtungen an Polycera quadrilineata* (Moll., Opisthobranchiata)[1].

[1] Erscheint in Rev. Suisse Zool.

Gemeinsame Sitzung mit der Schweiz. Entomologischen Gesellschaft

Filmdemonstrationen
der Schweiz. Gemeinschaft für den Hochschul- und Forschungsfilm:

**7.** E. Ernst (Basel). – *Lähmung der Beute durch das Spritzsekret von Termitensoldaten.* – Kein Manuskript erhalten.

**8.** R. Geigy und A. Aeschlimann (Basel). – *Embryonalentwicklung der Zecke Ornithodorus moubata* (mit Zeitraffung). – Kein Manuskript erhalten.

**9.** H. Striebel (Basel). – *Embryonalentwicklung der Termite Kalotermes flavicollis* (mit Zeitraffung)[1].

**10.** O. Schüepp (Basel). – *Blattstellung und Teilung der Scheitelfläche* (Trickfilm).

**11.** E.M. Lang (Basel). – *Tiergartenbiologie des Panzernashorns.*

---

[1] Erscheint in Experientia.

## 10. Section d'entomologie

Séance de la Société entomologique suisse

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Dr. R. WIESMANN (Bâle)

**1.** E. GÜNTHART und R. HOLENSTEIN (Dielsdorf). – *Einfluß von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf die Vermehrung der Spinnmilben.*

**2.** H. FÆS (Lausanne). – *La luciole italienne (Luciola italica) au parc Bourget près Lausanne.*

Il y a déjà bien des années que l'entomologiste très connu, feu Ed. Bugnion, a consacré aux lucioles qu'il aimait un important travail, mais il doutait de la possibilité d'acclimater dans nos régions cet insecte provençal, parure des chaudes nuits estivales, qu'ont chanté les poètes.

Nous avons cependant réussi cette introduction. A la Société vaudoise des sciences naturelles, en 1941, à la réunion de la Société Helvétique des Sciences Naturelles à Sils en 1944, à la Société vaudoise des sciences naturelles, en 1949, nous avons fait connaître la réussite de notre introduction, avec notre collaborateur P. Bovay.

Ce fut au mois de juin 1940 que nous déposâmes dans le gazon, au bord de l'étang du parc Bourget, une vingtaine de lucioles provenant de la région de Locarno. Sitôt libérées de la boîte qui les contenait, quelques lucioles prenaient déjà leur vol dans la prairie. Dès lors, elles se sont maintenues, leur nombre augmentant rapidement de façon très considérable et le territoire occupé s'élargissant tout autour de l'étang, en particulier dans la direction du monument Davel et de la Chamberonne. Il nous a paru intéressant de suivre année après année, après leur introduction, le comportement des lucioles au parc Bourget, notant de façon aussi exacte que possible les dates du commencement et de la fin du vol.

La luciole a supporté fort bien les hivers rigoureux de 1940 à 1941, de 1941 à 1942 et surtout l'hiver de 1955 à 1956 avec son gel tout à fait extraordinaire et prolongé du mois de février. On pouvait craindre que les larves et chrysalides des lucioles aient toutes succombé dans le sol gelé très profondément. Mais, ce ne fut pas le cas, car le vol de nos insectes commença dès les premiers jours de juin. Au milieu et à la fin du mois, le vol était même splendide, les lucioles ayant traversé à l'ouest le bois qui les sépare de la Chamberonne et se rencontrant assez abondantes

dans le pré qui les sépare de la petite rivière. De 1957 à 1959, le vol fut toujours normal et abondant. En juin dernier en particulier, à la suite d'un hiver spécialement doux, les lucioles volèrent en quantité extraordinaire.

De ces observations poursuivies durant dix-huit années, on peut conclure que dans les conditions de milieu et de climat offertes par le parc Bourget, à Vidy, les lucioles commencent généralement à voler à la fin de mai, se montrent très abondantes dans le mois de juin et poursuivent leur vol plus ou moins longtemps dans le mois de juillet. Quelques modifications aux dates ci-dessus indiquées peuvent survenir si les conditions météorologiques sont quelque peu anormales.

Ayant donc survécu aux hivers rigoureux de 1940 à 1941, de 1941 à 1942 et surtout au terrible mois de février 1956, on peut affirmer que la luciole italienne est définitivement introduite et acclimatée sur territoire lausannois. C'est la première pénétration de cet insecte au nord de la chaîne des Alpes.

L'introduction si réussie de la luciole du Tessin aux environs de Lausanne et son adaptation parfaite aux conditions de ce nouveau milieu démontrent que le climat n'était pas en cause, l'insecte pénétrant du reste à 1000 mètres d'altitude dans les vallées au sud du Gothard. Il est probable que seule la haute altitude des cols alpins a rendu impossible le passage des femelles de la luciole.

La nourriture des larves de la luciole est discutée. D'aucuns, par analogie avec le genre de vie des Lampyres (vers luisants), estiment que la larve doit être carnivore. Nous sommes plutôt d'un avis contraire, considérant le nombre extraordinairement élevé des lucioles dans les régions où elles vivent. En règle générale, la nourriture étant toujours plus abondante à destination des herbivores qu'à destination des carnivores, nous croyons que les larves des lucioles pourraient bien être herbivores. Le ver luisant, carnivore, est infiniment moins répandu.

Nous serions très heureux, s'il en existe, de prendre connaissance de travaux concernant la nourriture des larves de lucioles. Jusqu'à présent, nos recherches à cet égard ont été vaines.

**3.** Prof. Dr. Ed. Handschin (Naturhistorisches Museum, Basel). – *Zur systematischen Stellung von Entanoneura und Climaciella.*

Im Laufe einer monographischen Revision der Neuropterenfamilie der Mantispiden zeigten sich namentlich bei der Differenzierung der Gattungen *Entanoneura* und *Climaciella* Enderlein 1910 Schwierigkeiten.

Bei der Fixierung dieser Gattungen hat *Enderlein* in erster Linie die Struktur des Flügelgeäders in den Vordergrund gestellt. Dabei werden aber für *Entanoneura* gleich drei verschiedene typische Merkmale kombiniert, die sich im wesentlichen auf das gegenseitige Verhältnis von Cu. und A. im Hinterflügel beziehen.

1. entweder nähert sich der Cubitus im Hinterflügel in großem Bogen der Analis und berührt sie in einem Punkte,

2. oder er verschmilzt mit ihr auf eine Strecke,

3. oder ist mit ihr nach *Enderlein* zuweilen, aber selten durch eine Querader verbunden.

Bei *Climaciella* verlaufen beide Adern fast parallel. Während diese Gattung relativ gut fundiert war, hat das dreifach verschiedene Verhalten des Flügelgeäders bei *Entanoneura* zu großen Mißverständnissen geführt. Für die beiden Gattungen *Entanoneura* und *Climaciella* wurden amerikanische Arten als Gattungstypen aufgestellt (*Entanoneura limbata* Gerst. 1884 und *Climaciella brunnea* Say 1824). Angehörige der Gattungen sollten also zum mindesten mit den Gattungstypen im wesentlichen übereinstimmen. Nun sind bei diesen relativ seltenen Formen Arten aus allen Kontinenten beschrieben worden. Bei *Entanoneura* stimmen die nearktischen und neotropischen Arten mit dem Gattungstypus überein; die asiatischen hingegen sind bei *Eumantispa* und *Euclimacia* unterzubringen; während die afrikanischen, die bald bei *Climaciella*, bald bei *Euclimacia* und gar bei *Mantispa* stehen, eine Einheit für sich darstellen, die nach Flügelgeäder, Fühlerbeschaffenheit, der Form des Prothorax und des Genitalapparates mit den afrikanischen Arten der Gattung *Climaciella* eine systematische Einheit bilden (*Pseudoclimaciella* n. g.).

Anderseits stehen unter den amerikanischen Arten der Gattung *Climaciella* Formen wie *ambusta*, welche wiederum den Charakteren 2 von *Entanoneura* entsprechen, aber sonst nach Beschaffenheit der Fühler, des Prothorax, der Genitalien wie des Flügels von *Entanoneura* getrennt werden müssen (*Neoclimaciella* n. g.). Sie bilden eine wohl geschlossene Gruppe des neotropischen Faunenelementes mit den Arten *decorata*, Er., *prolixa* Er., *wagneri* Nav. und *ambusta* Er., von denen die drei ersten noch bei *Mantispa* untergebracht sind.

Was die Stellung der asiatischen *Climaciella*-Arten im Verhältnis zu den amerikanischen anbetrifft, so kann darüber noch nichts Definitives ausgesagt werden, doch scheinen sie mir nach dem bereits eingesehenen Material ebenfalls außerordentlich heterogene Elemente zu enthalten und systematisch eine eigene Sonderstellung einzunehmen.

Die Untersuchungen konnten anhand der Typenexemplare der Arten durchgeführt werden.

**4.** M. Reif (Basel). – *Die Bedeutung der Selektionsvorgänge für die Insektizidresistenz bei Musca domestica* L. – Kein Manuskript erhalten.

**5.** Ulrich A. Corti (Zürich). – *Ein neues Tarachometer für Insekten und andere Kleintiere sowie für isolierte lebende Organe.*

Durch Kombination von Zeitlupenaufnahmen mit erschütterungsmeßtechnischen Untersuchungen haben M. Weber und U. A. Corti[1] bereits vor Jahren das Kraftvektorfeld einer dislozierenden Forelle

[1] Verh. S.N.G. 1950 (Davos), S. 189–195.

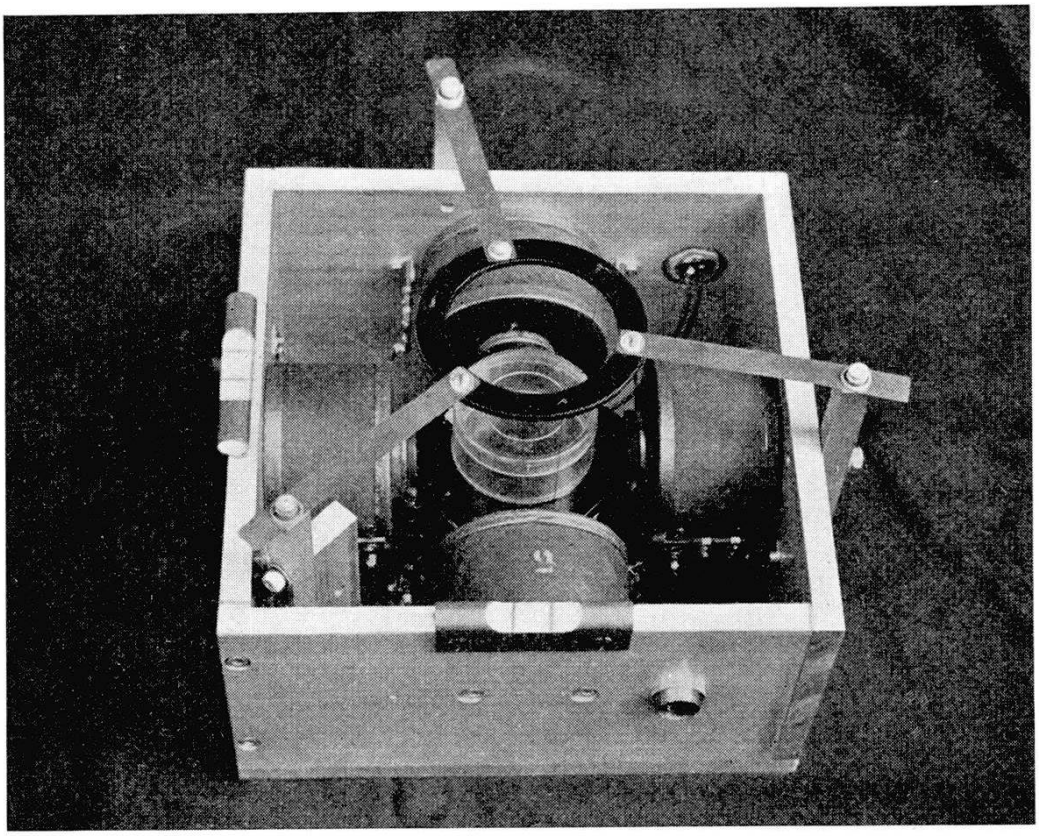


Abb. 1

ermittelt, und anläßlich der Jahresversammlung der SNG im September 1958 in Glarus wurde ein Gerät zur Messung der Motilität von Insekten vorgeführt[1]. Dasselbe beschränkt sich auf die Bestimmung der Vertikalkomponenten der Unruhe.

Inzwischen wurde ein Gerät entwickelt (Abb. 1), das entsprechende Messungen in drei zueinander senkrechten Richtungen erlaubt. Wie Abb. 1 zeigt, handelt es sich dabei um eine gemäß dem Verwendungszweck elastisch gelagerte Platte, auf welcher der Tierbehälter befestigt wird. Als mechanisch-elektrische Umformer dienen Tauchspulensysteme. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, für Insekten oder andere kleine Lebewesen, aber auch für überlebende isolierte Organe, z. B. für ein Froschherz, das Kraftvektorfeld auf rein erschütterungsmeßtechnischem Wege zu ermitteln.

Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem Tarachogramm einer Erdhummel, Bombus terrestris L., die in einen kleinen Behälter aus Plexiglas eingesperrt wurde. Registriert wurden die Geschwindigkeiten der Bewegungen des Tierbehälters bzw. der elastisch gelagerten Platte. Die obere Kurve zeigt den Verlauf der Signalspannung in der Vertikalen, die beiden anderen in den Horizontalen.

---

[1] Verh. S.N.G. 1958 (Glarus), S. 151–152.

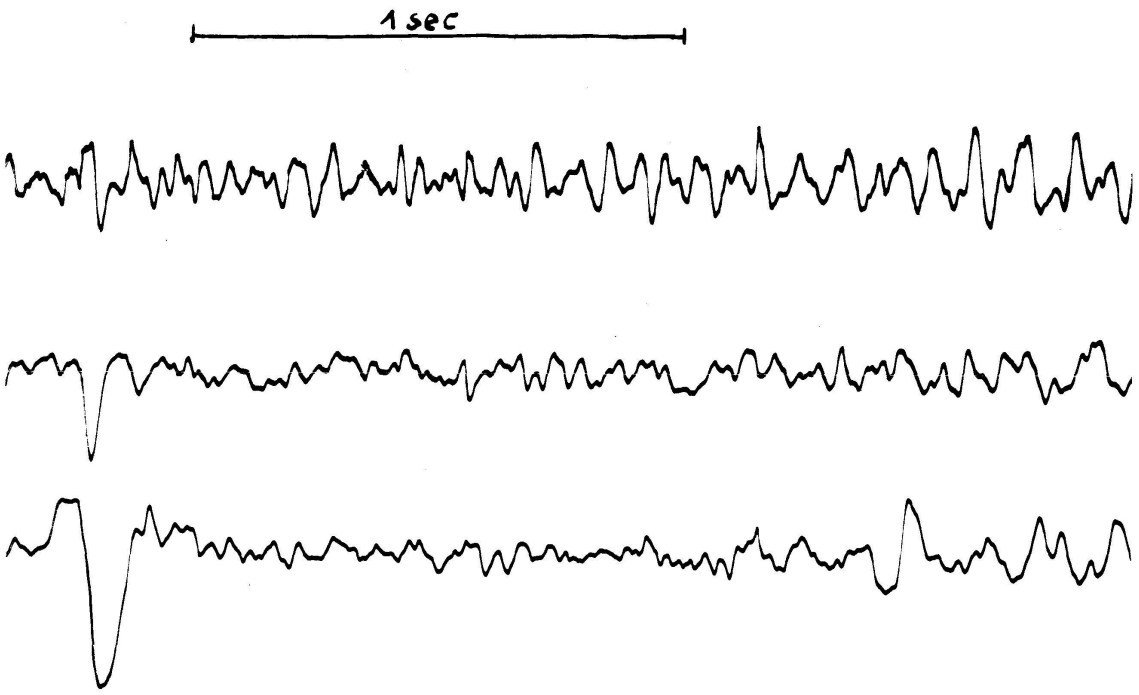



Abb. 2

Das neue Tarachometer eignet sich besonders für Konstitutions- und Bewegungsanalysen, für reizphysiologische Untersuchungen, bei welchen die Lage der Reizquelle eine Rolle spielt, und für die Festlegung zahlreicher Verhaltensweisen (Charakterisierung von Arttypen). Für reine Aktivitätsmessungen genügt in der Regel das früher beschriebene Tarachometer.

**6.** C. Auer, W. Baltensweiler et P. Bovey (Zurich). – *Observations sur la dynamique des populations de quelques insectes du mélèze dans les Alpes suisses.*

Dans le cadre des recherches que nous poursuivons dans les Alpes suisses sur la Tordeuse grise du mélèze (*Zeiraphera griseana* Hb.), nous avons procédé, chaque année au même stade de son développement larvaire, à un échantillonnage quantitatif de ses populations dans toute la Haute-Engadine, dans deux stations de Basse-Engadine et dans onze stations grisonnes situées au nord de la chaîne de l'Albula.

Commencée en 1949, cette vaste enquête statistique nous a permis d'accumuler une importante et précieuse documentation sur les mouvements de populations de l'insecte au cours de sa précédente gradation qui s'est précisément déroulée dans la région considérée durant les dix dernières années. Cette connaissance constituait la base indispensable à l'étude des mécanismes régulateurs des populations de cet important ravageur de nos forêts alpines et les résultats obtenus font l'objet de publications spéciales (1), (2).

Le mélèze héberge dans les Alpes une faune entomologique qui compte un certain nombre d'autres phyllophages dont les larves évoluent

en même temps que celles de *Zeiraphera griseana* Hb. La nécessité où nous nous trouvions de distinguer ces diverses espèces de la Tordeuse grise du mélèze nous a conduits à en enregistrer tous les individus observés dans l'espoir que ces résultats pourraient fournir des données intéressantes sur la dynamique de leurs populations et apporter une utile contribution au problème de l'indifférence chez les phytophages, ces insectes se maintenant dans la région à un niveau constamment très inférieur au seuil de tolérance de leur plante-hôte.

S'il apparaît plus urgent de connaître les causes des mouvements de populations des espèces nuisibles, il serait cependant aussi intéressant, tant du point de vue pratique que scientifique, de savoir pourquoi certaines espèces phytophages restent indifférentes.

Les espèces qui, à côté de *Zeiraphera griseana* Hb., ont ainsi retenu notre attention sont les suivantes: *Oporinia autumnata* Bkh. *(Lep. Geometridae)*, *Spilonota lariciana* Hein. *(Lep. Tortricidae)*, *Exapate duratella* Heyd. *(Lep. Tortricidae)*, *Ptycholomoides aeriferana* Hd. *(Lep. Tortricidae)*, *Teleia saltuum* Z. *(Lep. Gelechiidae)* et *Lygaenomatus laricis* Htg. *(Hym. Tenthredinidae)*.

L'évolution dynamique de la Tordeuse grise du mélèze et des six phyllophages indifférents susmentionnés, basée sur l'échantillonnage de 1005 mélèzes répartis au hasard dans l'ensemble des forêts de la Haute-Engadine, de 1952 à 1958, est résumée dans le tableau suivant[1]:

| Année | Z. griseana | O. autumnata | S. lariciana | E. duratella | P. aeriferana | T. saltuum | L. laricis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1952 | 13 036 | 722 | 78 | 44 | 2 | 748 | 454 |
| 1953 | 185 290 | 1680 | 163 | 708 | 46 | 417 | 496 |
| 1954 | 810 984 | 2498 | 314 | 2074 | 15 | 406 | 883 |
| 1955 | 317 168 | 508 | 258 | 336 | 6 | 83 | 211 |
| 1956 | 51 962 | 266 | 43 | 46 | 1 | 60 | 566 |
| 1957 | 5 494 | 338 | 22 | 6 | 0 | 105 | 2229 |
| 1958 | 213 | 908 | 64 | 11 | 0 | 45 | 6499 |

C. Auer, Rapport interne, 1958

En raison des faibles populations des espèces indifférentes observées, les données numériques n'ont pas été soumises à une analyse statistique comme celles de *Zeiraphera griseana*. Les chiffres obtenus n'en indiquent pas moins la tendance des mouvements de populations de ces phyllophages. Ils montrent que ces espèces ont présenté de 1952 à 1958 des variations numériques d'assez grande amplitude. Mais la constatation la plus frappante, c'est le parallélisme assez remarquable qui, toutes proportions gardées, s'est manifesté en Haute-Engadine entre l'évolution dynamique de *Zeiraphera griseana* et celle des quatre lépidoptères qui, comme elle, évoluent en une génération annuelle, à savoir: *O. autumnata*, *S. lariciana*, *E. duratella* et *P. aeriferana*.

[1] Les chiffres se rapportent à l'examen d'un échantillon moyen de 2,5 kg de rameaux feuillés par arbre, soit au total 2512,5 kg. La technique d'échantillonnage est exposée par C. Auer (1960).

Dans l'ensemble, nous les voyons progresser simultanément, parvenir à la culmination en 1954 et régresser ensuite jusqu'en 1957/58. Notons une tendance à l'augmentation chez *O. autumnata* un peu plus précoce que chez *Zeiraphera griseana* dont la phase de progression a débuté en 1959 dans les régions correspondant au type précoce de gradation (Sils, versant ensoleillé).

Il apparaît peu probable que ce frappant parallélisme soit le résultat d'une pure coïncidence. Toutefois, les faits enregistrés ne nous en fournissent aucune explication.

Les résultats acquis dans l'étude de *Zeiraphera griseana* montrent qu'en Haute-Engadine, qui correspond à la zone de son optimum vital, la remarquable périodicité de ses gradations résulte essentiellement du jeu de facteurs biotiques, endo- et exogènes. Ils ont permis de constater par ailleurs que les parasites et maladies des divers phyllophages observés sont, pour les plus actifs, assez remarquablement spécifiques et il ne semble pas y avoir sur ce plan de liaison entre l'évolution dynamique des cinq espèces en question. On pourrait penser que la réduction des espèces indifférentes ait été la conséquence de la destruction massive des aiguilles durant la période des dégâts de *Zeiraphera griseana* si, dans les stations d'échantillonnage au nord de l'Albula, la régression de *S. lariciana* ne s'était amorcée la même année qu'en Engadine, dans des peuplements restés jusqu'alors indemnes de dégâts.

Chez *L. laricis*, nous notons une culmination en 1954, suivie, après une brève phase de régression, d'une forte augmentation dès 1956, tandis que *T. saltuum* est en presque constante régression durant toute la période d'observation. Nous avons affaire ici à une espèce réputée bivoltine *(L. laricis)* et à une espèce à développement bisannuel *(T. saltuum)*, si bien que les chiffres obtenus, quoique fort intéressants, ne peuvent être comparés à ceux des espèces univoltines.

L'intérêt des faits mis en évidence, tant en ce qui concerne la dynamique de *Zeiraphera griseana* que celle des autres phyllophages, est tel que nous envisageons pour la prochaine gradation qui s'amorce d'étendre notre enquête à l'ensemble de la chaîne alpine avec la collaboration des services forestiers d'Autriche, d'Italie, de France et des trois cantons suisses intéressés à ce problème (Grisons, Tessin et Valais).

La présentation de ces premiers résultats n'avait d'autre but que d'attirer l'attention sur l'importance de recherches de longue haleine dans ce domaine particulier et sur l'intérêt d'études comparatives sur plusieurs phytophages, nuisibles et indifférents, de la même plante-hôte.

**Bibliographie**

(1) Bovey, P., 1958: Beobachtungen über die letzte Lärchenwicklergradation in der Schweiz. Verhandlungsber. Deutsch. Ges. angew. Ent., 14: 55–59.

(2) Auer, C., 1960: Ergebnisse zehnjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera griseana* Hb.) im Oberengadin (1949/58). (In Vorbereitung).

**7.** R. WIESMANN (Basel). – *Zum Nahrungsproblem der freilebenden Stubenfliegen, Musca domestica* L.

Zum Studium der Nahrung freilebender Stubenfliegen wurde der Kropfinhalt der an neun verschiedenen Orten in Ställen und z. T. in Bauernhäusern gefangenen Fliegen papierchromatographisch auf Zucker, Aminosäuren, Proteine und Lipoide untersucht, Stoffe die die Musca als Energiespender und zur Erreichung der Geschlechtsreife benötigt. Der Kropfinhalt der Stubenfliegen zeigte eine auffallende Gleichförmigkeit, indem bis zu 88% der Fälle Zucker, z. T. in großen Quantitäten, dann meist auch Aminosäuren und Proteine und in wenigen Fällen auch Lipoide nachgewiesen werden konnten. Wie Vergleiche ergaben, stammt die Fliegennahrung in den Ställen in der Hauptsache vom Schweinefutter und von an Kälber verfütterter oder beim Melken ausgeschütteter Milch. In Häusern werden besonders zuckerhaltige Stoffe gesucht.

Ein besonderes Augenmerk wurde auf die fast immer im Kropfinhalt als Energiequellen bedeutungsvollen Zucker gerichtet. An Zuckern wurde im Kropfinhalt nachgewiesen: Glucose, Fructose und Saccharose, dann Lactose und Galactose sowie ein noch unbekanntes Polysaccharid, durchgehends Zucker mit höchstem Nährwert.

Ein Vergleich der Zuckernahrung von Musca mit derjenigen anderer blütenbesuchender Dipteren ergab, daß die letztern enzymatisch abgebauten Nektar, nämlich Glucose und Fructose und meist noch Spuren von Saccharose im Kropfe aufwiesen, daß aber die bei Musca gefundene Lactose und Galactose hier fehlt. Als ausgesprochen synanthrope Form deckt Musca ihren Zuckerbedarf, im Gegensatz zu andern freilebenden Formen, nicht aus dem Blütennektar, sondern es wird hiezu die Nahrung des Menschen und der Haustiere aufgesucht. Musca ist auch befähigt, aus stärkehaltiger Nahrung mit Speichelfermenten Maltose und Glucose zu gewinnen.

Zuckerhaltige Nahrung findet die Stubenfliege vermittelst des chemotaktischen Sinnes der Tarsen. Die Tarsen enthalten zudem Fermente, die Saccharose, Maltose und wasserlösliche Stärke abbauen. Diese Fermente werden auch nach außen abgegeben, wodurch u. U. die große Empfindlichkeit der Tarsen für Zucker zu erklären wäre.

Fast leblose Hungerfliegen können durch Fütterung mit Saccharose, Fructose, Maltose, Lactose, Galactose und Raffinose innert kurzer Zeit wieder zum Leben erweckt werden. Der Blutzucker und der Zuckergehalt der Flugmuskeln reguliert sich dabei nach anfänglich starker Erhöhung innert weniger Stunden wieder normal auf. Die raschesten Erholungen treten bei Saccharose, Glucose und Fructose ein.

Zucker hat für die Lebensdauer der Fliegen größte Bedeutung. Nur mit Casein gefütterte Fliegen bleiben nur kurz am Leben und werden auch nicht geschlechtsreif. Wird ihnen dagegen dazu noch Saccharose verabfolgt, dann wird die Lebensdauer der Fliegenweibchen mindestens verdreifacht. Ebenfalls bei Milch- und Brotdiät mit Zucker zusammen wird die Lebensdauer der Fliegen deutlich verlängert im Vergleich zur zuckerlosen Nahrung, wobei aber in der Eiproduktion keine Unterschiede zu finden waren.

## 11. Section d'anthropologie et d'ethnologie

Séance de la Société suisse d'anthropologie et d'ethnologie

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr J. Gabus (Neuchâtel)

**1.** Ernst C. Büchi (Schaffhausen). – *Blut, Geschmack und Farbensinn bei den Kurumba (Nilgiri, Indien)*[1].

Die Kurumba leben in kleinen Gruppen zusammen an den tieferen Hängen der Blauen Berge (Nilgiri) in Südindien. Sie fristen ihr Dasein als primitive Ackerbauern und halten manchmal sogar etwas Vieh. Die meisten Forscher fassen den Stamm mit den südindischen Dschungelvölkern zu einer Einheit zusammen. Kommt man aber von den Primitivstämmen Südindiens zu den Kurumba, so hat man den Eindruck, vor progressiveren Typen zu stehen. Die Vermutung liegt nun nahe, daß diese Sonderstellung der Kurumba auf Beimischung anderen Gengutes zurückzuführen sei. Für eine solche Annahme stehen zwei Möglichkeiten im Vordergrund. Einerseits haben moderne Südinder das Stammesgebiet der Nilgiri infiltriert, andererseits beherrscht das hellhäutige, fast mediterran anmutende Volk der Toda die Nilgirihöhen.

Bei einem Besuch der Nilgiri im Auftrage der Indischen Zentralregierung untersuchte ich bei 116 Kurumba (90 Männer und 26 Frauen) die ABO-, MN- und Rh-Blutgruppen, den Ausscheiderstatus, das Vorkommen von Sichelzellen, die Geschmacksempfindlichkeit gegenüber Phenylthiocarbamid (PTC) und den Farbensinn. Vergleicht man nun die Genfrequenzen der Kurumba mit denjenigen der südindischen Dschungelstämme, der Toda und der modernen Südinder, so ordnen sich die Kurumba zwischen Toda und südindische Dschungelstämme ein. Die modernen Südinder besitzen im allgemeinen eine ähnliche Genverteilung wie die Kurumba, zeigen aber auch einige klare Abweichungen. Es darf daher der Schluß gezogen werden, daß die Kurumba der südindischen Dschungelbevölkerung entstammen, aber einen beachtlichen Genzuschuß von den Toda erhielten.

---

[1] Die vollständige Arbeit erscheint im «19. Jahresbericht der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung».

**2.** Ernst C. Büchi (Schaffhausen). – *Über Blut und Geschmack der Mala-Kuruvan (Kerala, Indien)*

Um einer Klärung des umstrittenen rassischen Aufbaus der südindischen Bevölkerung näherzukommen, habe ich vor einigen Jahren begonnen, insbesondere die Blutgenetik der südindischen Dschungelstämme zu studieren. Die vorliegende Arbeit bildet einen Beitrag zu diesem Unternehmen. Obschon die Probandenzahl klein ist (25 Männer, 11 Frauen), wird doch das genetische Bild wieder etwas umfassender.

Die untersuchten Mala-Kuruvan leben im Waldreservat bei Vadasserikara in Mittelkerala. Sie pflanzen auf einem gerodeten Dschungelplatz Tapioka und sammeln zur Ergänzung ihrer Nahrung im Dschungel wilde Wurzeln und Beeren. Physisch sind sie den benachbarten Mala-Vedan *(Büchi, 1959)* ähnlich.

*Tabelle 1. Ergebnisse der Untersuchungen bei Mala-Kuruvan*

| Merkmal | n | Phänotypenfrequenzen | Genfrequenzen |
|---|---|---|---|
| 0 | 5 | 0,1389 | 0,3457 |
| A | 16 | 0,4444 | 0,3627 |
| B | 12 | 0,3333 | 0,2917 |
| AB | 3 | 0,0834 | |
| Total | 36 | 1,0000 | 1,0001 |
| M | 11 | 0,3056 | 0,5417 |
| MN | 17 | 0,4722 | |
| N | 8 | 0,2222 | 0,4583 |
| Total | 36 | 1,0000 | 1,0000 |
| Ausscheider | 30 | 0,8333 | 0,5917 |
| Nichtausscheider | 6 | 0,1667 | 0,4083 |
| Total | 36 | 1,0000 | 1,0000 |
| Sichler | 0 | 0,0000 | 0,0000 |
| Normal | 36 | 1,0000 | 1,0000 |
| Total | 36 | 1,0000 | 1,0000 |
| Schmecker | 24 | 0,6667 | 0,4226 |
| Nichtschmecker | 12 | 0,3333 | 0,5774 |
| Total | 36 | 1,0000 | 1,0000 |

*Tabelle 2. Schwellenwerte der Geschmacksempfindlichkeit gegenüber PTC*

| Nr. der Lösung | < 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Männer | 4 | 5 | 2 | – | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 1 | – | – | 25 |
| Frauen | – | – | 1 | – | – | – | 1 | – | 2 | 1 | 3 | 3 | – | 11 |
| Total | 4 | 5 | 3 | – | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 3 | – | 36 |

Die Resultate der Mala-Kuruvan halten sich innerhalb oder nahe der Variationsbreite der an andern Stämmen Mittel-Keralas gewonnenen Ergebnisse (Tabelle 3). Die Häufigkeit des Gens B übersteigt die obere Grenze, während die Frequenzen der Gene 0 und Nichtausscheider der Mala-Kuruvan die unteren Extreme bilden. Sichler wurden, wie bei den anderen hiehergehörenden Stämmen, nicht gefunden.

*Tabelle 3. Genfrequenzen einiger Stämme Mittel-Keralas*

| | A | B | 0 | M | Nichtaussch. | Nichtschmecker |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Malapantaram (*Büchi, 1955*) ... | 32 | 12 | 56 | 38 | 77 | 69 |
| Mala-Vedan (*Büchi, 1959*) ..... | 35 | 25 | 40 | 56 | 47 | 73 |
| Mala-Kuruvan ..... | 36 | 29 | 35 | 54 | 41 | 58 |
| Ulladan (*Büchi, 1958*) ..... | 27 | 24 | 49 | 78 | 71 | 52 |
| Muthuvan (*Iyer, 1946*) ..... | 30 | 22 | 48 | — | — | — |

Da die südindischen Dschungelstämme Heiratsisolate bilden (deren Grenzen vielleicht doch nicht so rigid sind, wie man meistens annimmt), kann erwartet werden, daß ihre Genverteilung durch genetischen Drift und Selektion unterschiedlich ausfällt. Mit dem Anwachsen der Zahl von Untersuchungen kristallisiert sich aber doch langsam ein allgemein gültiges Bild für diese Stämme heraus.

Typisch für Mittel-Kerala (Tabelle 3) sind die hohen Frequenzen der Gene A und B. Gen M scheint hier doch nicht so häufig aufzutreten, wie ich früher (1959) vermutete. Seine Frequenz übertrifft diejenige des Gens N jedenfalls nicht stark.

Unklar bleibt noch die Verteilung des Nichtausscheidergens. Die Variation ist sehr breit. Weitere Untersuchungsergebnisse müssen abgewartet werden, bevor hiezu etwas ausgesagt werden kann.

In bezug auf die Geschmacksempfindlichkeit gegenüber PTC müssen die Schwierigkeiten in der Grenzziehung erwähnt werden. Die Klasse der Schmecker und diejenige der Nichtschmecker greifen meistens etwas ineinander über. Besonders bei kleinen Individuenzahlen können Unsicherheiten in der Unterscheidung auftreten und die Genfrequenzen beeinflussen. Auch der in Südindien übliche üppige Genuß scharfer Gewürze mag die Geschmacksempfindlichkeit im Sinne einer Abstumpfung korrigieren. Unter Vorbehalt dieser Fehlermöglichkeiten darf angenommen werden, daß bei den Stämmen Mittel-Keralas das Nichtschmeckergen etwa halb so oft oder sogar gut halb so oft vorkommt wie das Schmeckergen.

Mit der Verarbeitung meines übrigen Materials hoffe ich die Kenntnisse über die südindischen Dschungelstämme weiter fördern zu können.

**Literatur:**

*Büchi, E. C.*, 1955: A Genetic Survey among the Malapantaram. The Anthropologist (Univ. Delhi), 2/1.
— 1958: Blut, Ausscheiderstatus und Geschmack bei den Ulladan. Bulletin SGAE 34.
— 1959: Genfrequenzen von Mala-Vedan. Bulletin SGAE 35.
*Iyer, K. L. A.*, 1946: The Muthuvans of Travancore. Man in India 16.

**3.** Pierre-André Gloor (Lausanne). – *Modifications anthropologiques de la population du Valais.*

Les variations de l'indice céphalique en Valais présentent un intérêt particulier vu le grand nombre de crânes et de sujets vivants étudiés, ce qui permet des constatations statistiquement assez sûres. Au Moyen-Age,

la population valaisanne a subi une brachycéphalisation intense. Sauter, réunissant les données disponibles en 1952, trouve un IC de 76,4 pour 62 crânes antiques, et de 83,4 pour 1223 crânes médiévaux et modernes, soit un écart de 7 points avec une proportion de brachycéphales presque 5 fois plus forte dans la seconde série. Ce mouvement a été depuis arrêté, puis inversé comme le montrent les données suivantes (crânes et sujets masculins):

*Tableau 1*

| | N | Ind. cran. | Ind. ceph. | $\sigma$ | $\pm$ m |
|---|---|---|---|---|---|
| Ossuaires, XI$^{e}$ au XIX$^{e}$ s. (*Pittard, 1909/10*) ... | 458 | 84,46 | 84,81 | 4,16 | 0,19 |
| Conscrits, 1895 (*Bedot, 1895/98*) ..... | 1242 | — | 83,72 | — | — |
| Conscrits, Conches (*Pittard, 1898*) ..... | 115 | — | 85,70 | — | — |
| Conscrits, Valais 1930 (*Schlaginhaufen, 1946*) .. | 1371 | — | 82,26 | 4,09 | 0,11 |
| Soldats, Bas-Valais 1958 ..... | 37 | — | 80,94 | 3,59 | 0,50 |

Il est intéressant de reprendre l'étude de Pittard sur la comparaison régionale de ses résultats avec ceux de Bedot (Z. f. Rassenkunde I, 1935) en calculant l'indice céphalique à partir de l'indice cranien à l'aide de la formule: I. ceph. $= \frac{\text{I. cran.} + 8{,}6}{1{,}09721}$ établie en 1907 par Czekanowski.

*Tableau 2*

| région | Pittard | | | Bedot | | région |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N. | I. cran. | I. ceph. | N. | I. ceph. | |
| 1. Münster, Biel, Niederwald, Mörel ... | 105 | 85,02 | 85,32 | 106 | 85,31 | Zone 1 |
| Conscrits, vallée de Conches ..... | 115 | — | 85,70 | | | |
| 2. Naters, Glis, Viège, Rarogne, Niedergestelen ..... | 214 | 84,69 | 85,02 | 220 | 85,22 | Zone 2 |
| 3. Sierre ..... | 74 | 81,78 | 82,37 | 466 | 82,10 | Zone 3 |
| 4. Saxon ..... | 65 | 85,89 | 86,11 | 450 | 84,31 | Zone 4 |
| | | | | 20 | 79,40 | Saxon |

La différence de 1,46 point d'indice entre conscrits de tout le canton de 1895 et de 1930, de même que la différence de 3,37 points entre le groupe précité de soldats (20 à 30 ans, moyenne 24 ans) et la zone 4 de Bedot, sont toutes deux très significatives, si l'on admet pour la série Bedot l'écart quadratique de la série Pittard. Le phénomène de débrachycéphalisation est très net dans le Bas-Valais, mais peu marqué ou même douteux dans le Haut-Valais, région où la poussée brachycéphale semble avoir été active jusqu'en 1876, date de naissance des conscrits de Bedot. L'application rétroactive du coefficient de Schlaginhaufen, soit 0,04 point d'indice par an, nécessiterait une période de 60 ans pour retrouver la valeur de 84,81, IC probable de la principale série de Pittard; ce qui désignerait la date de 1866. Enfin, l'existence chez les conscrits valaisans d'un mini-

mum de taille en 1889 (162,2 cm) marquant le début de l'augmentation, continue jusqu'à présent, de cette dimension corporelle, montre qu'il s'est produit un phénomène particulier en 1870, date de naissance des conscrits de 1889. Sauter et Kaufmann (mélanges Pittard, 1958) ont mis en évidence ce phénomène pour les conscrits de toute la Suisse, de Genève et des Grisons; chez les délinquants vaudois, ce minimum de taille tombe sur la décennie 1861/1870, et coïncide avec le début de la baisse de l'indice céphalique, probablement aussi avec des modifications dans les proportions de la couleur des yeux.

Voici plus d'un demi-siècle, Pittard, constatant cette débrachycéphalisation, l'attribuait à ce que l'on nommerait aujourd'hui la rupture d'un isolat, et pensait au rôle possible de l'immigration italienne, comprenant des sujets de race méditerranéenne. Il est possible de vérifier en partie cette hypothèse. En 1929, Gryglaszewska étudiait, par la méthode de Czekanowski, la série principale de Pittard; nous avons eu depuis les résultats de la méthode de Czekanowski-Wanke, appliquée aux conscrits de 1930 (Czekanowski, Anthr. Anz. 1928 et Przegl. Anthr. 1954), ces travaux donnant la répartition raciale suivante:

*Tableau 3*

| | % | nord. | méditer. | armén. | lapon. | IC th. | IC | dif. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Crânes (*Pittard*) vallée du Rhône | 46,6 | 3,6 | 22,6 | 27,0 | 84,43 | 84,46 | —0,03 |
| 2. Conscrits 1930 ..... | 37,5 | 20,8 | 19,6 | 22,1 | 82,49 | 82,26 | +0,23 |
| 3. Conscrits 1930, calcul corrigé . | 35,4 | 22,9 | 19,6 | 22,1 | 82,27 | 82,26 | +0,01 |
| 4. Proportions 3/1 ..... | 77 % | 636 % | 87 % | 81 % | | | |

Les critères de vraisemblance pour le calcul de Gryglaszewska sont: la somme des 4 éléments raciaux calculés, cette somme théorique étant de 0,998, très proche de 1; la bonne concordance entre proportion réelle et calculée des métis arménoïdes et laponoïdes, l'erreur étant inférieure à 2%; enfin, les formules de contrôle mises au point postérieurement, permettant de calculer un indice cranien théorique très proche (—0,03) de l'indice trouvé. En conséquence, il semble que l'originalité de la population valaisanne d'autrefois était la rareté de l'élément méditerranéen, ce qui rend bien compte de la très faible proportion (0,7 %) des indices dolichocéphales, 71 à 75, dans la série Pittard. Cet élément paraît avoir énormément augmenté. L'immigration italienne a pu jouer un rôle, mais semble trop faible (quelques milliers de sujets établis en Valais en 1900), et surtout trop récente pour avoir pu provoquer un tel bouleversement génotypique. On peut supposer que d'autres phénomènes démographiques ont dû jouer à l'avantage de l'élément méditerranéen indigène, qui devait être autrefois assez abondant dans le Valais central, où la série cranienne de Sierre comptait 43 % de dolicho-mésocéphales.

Si l'on peut se fier à la petite série de soldats précitée, le Bas-Valais ne compterait déjà plus dans les territoires brachycéphales, territoires dont la surface semble diminuer rapidement dans toute la Suisse.

## 12. Section de biologie médicale

Séance de la Société suisse de biologie médicale

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr O. Wyss (Zurich)
*Secrétaire:* Prof. Dr K. Bernhard (Bâle)

Séance commune
avec la Société suisse de logique et de philosophie des sciences
et la Fédération des sociétés suisses de géographie

*Symposium:*
*Die kausal-genetische Analyse in den Wissenschaften*

Mitteilungen:

**1.** Jos. A. Kopp (Ebikon). – *Standortskrankheiten auf physikalisch meßbaren Bodenreizzonen*

Aus zahlreichen Beobachtungen rutenfähiger Ärzte, Tierärzte und Geologen wissen wir, daß in Ställen, wo Reizzonen unterirdischer Wasserläufe vorhanden sind, Tierkrankheiten, insbesondere Gelenkrheumatismus, besonders häufig auftreten. In der «Schweizerischen Landwirtschaftlichen Zeitschrift» sind in letzter Zeit einige Abhandlungen erschienen, die sich mit Standortskrankheiten und ihrer Verhütung befassen. *Prof. Calame* (1) und Milchinspektor *Ringger* (6) haben in zahlreichen Fällen in Ställen die Stellen bevorzugter Krankheitsanfälligkeit bezeichnen können. Die Aufstellung wirksamer physikalischer Entstörungsgeräte führte in den meisten Fällen zum Verschwinden der *Tierkrankheiten.* Es handelt sich zumeist um Geräte, die offene Schwingungskreise enthalten, die durch das pulsierende Erdfeld zu Eigenschwingungen angeregt werden, wodurch es durch Interferenz zur Abschwächung oder Aufhebung der Bodenreizwirkungen kommt.

Ich habe selbst in vielen Ställen auf Grund der Muskeltonus-Reaktion die Stellen bezeichnen können, wo sich Tiere befanden, die an Gelenkrheumatismus, Krämpfen, Euterkrankheiten, Verwerfen oder Nichtaufnehmen litten. Hierzu zwei Beispiele: Ein Bauer berichtete mir, er habe schon 5000 Fr. Schaden durch Nichtaufnehmen von Kühen erlitten. Ich fand im Stall eine zwei m breite Reizzone einer Quelle, auf

der die Tiere standen. In einem andern Stall waren es ebenfalls genau die auf Reizzonen stehenden Tiere, welche nicht aufnahmen. Neutralisationsmaßnahmen oder Verstellen der Tiere führen in der Regel zum Erfolg.

In gleicher Weise wie Haustiere zeigt sich auch der Mensch anfällig für Standortskrankheiten. Rund 500 Wohnungsuntersuchungen auf pathogene Reizzonen zeigten, daß Schmerzen im Kreuz, Reißen in den Beinen, Kribbeln, eingeschlafene Glieder, Hüftschmerzen, Nackensteifheit, geschwollene Füße, schwere Träume und Schlafstörungen sich über Reizzonen stark häufen. Polyarthritis tritt oft da auf, wo der ganze Körper auf einer Reizzone liegt. Auffallenderweise zeigten kleine Kinder oft einen deutlichen Fluchtreflex vor Reizzonen, indem sie nachts im Bett denselben ausweichen und morgens zusammengerollt oben oder unten im Bett liegen. In einem Falle schrie ein Säugling jedesmal dann auf, wenn er langsam über eine starke Reizzone gefahren wurde.

In einer Fabriksiedlung litten mehrere Ehepaare derart an Kreuzschmerzen, daß sie zeitweise in der Küche schliefen. Meine Untersuchung ergab, daß einige Häuser von einer unterirdischen Wasserströmung so betroffen waren, daß sie mitten unter den Ehebetten durchging. Ich veranlaßte Verlegung der Betten auf eine reizfreie Zone und erhielt nach einem Jahr den Bescheid, daß die Beschwerden gänzlich verschwunden seien. In etwa hundert Fällen konnten gesundheitliche Beschwerden, besonders rheumatischer Art, lediglich durch Umstellung von Schlaf- oder Arbeitsplätzen in kurzer Zeit beseitigt werden. Häufig tritt die *Ortswechselreaktion* ein, indem 1 bis 2 Tage lang nach der Umstellung die Beschwerden verstärkt auftreten, um dann plötzlich zu verschwinden.

Der Boden auf Reizzonen zeigt eine Mindertemperatur von 1 bis 2°; es bildet sich eine Luftströmung, die das Gefühl des Fröstelns hervorruft. Das durch erhöhte Luftfeuchtigkeit auf Reizzonen veränderte Geoklima nimmt der erfahrene Beobachter oft schon beim Betreten eines Raumes wahr.

Ich habe an dieser Stelle vor drei Jahren auf verschiedenartige *physikalische Anomalien* auf Reizzonen unterirdischer Wasserläufe hingewiesen. Inzwischen haben Untersuchungen der Ärzte Wüst und Hartmann (2,7) ergeben, daß die Feldstärke der von den *UKW-Sendern ausgestrahlten Wellen* auf den Bodenreizzonen eine bedeutende Verstärkung erfährt, so daß es möglich ist, mit Meßgeräten Lage und Breite der Bodenreizzonen genau zu erfassen. Eine von mir vorgenommene Ermittlung der Reizzone eines Grundwasserstromes ergab eine sehr genaue Übereinstimmung mit der vorher mit einem Feldstärkemeßgerät durchgeführten Untersuchung. Die bis heute vorliegenden Meßresultate eröffnen bedeutsame Perspektiven hinsichtlich der meßtechnischen Erfassung von pathogenen Bodenreizzonen.

Die praktischen Erfahrungen zeigen immer wieder, daß die Auswirkungen der Bodenreize in *Eisenbetonbauten* wesentlich verstärkt auftreten. Darauf macht auch Calame aufmerksam. Schutzmaßnahmen mit physikalischen Geräten versagen oft in Eisenbetonbauten. Es ist daher vom geohygienischen Standpunkte aus ganz unbegreiflich, daß das neue

*Rheumasanatorium Leukerbad* auf mehrere starke Reizzonen heißer Quellen gestellt wird. Auf Grund zahlreicher Erfahrungen ist vorauszusehen, daß auf Bodenreize anfällige Individuen unter den Kurgästen und dem Personal, welche auf Reizzonen schlafen oder arbeiten, gesundheitliche Beschwerden erleiden werden. Eine Neuüberprüfung der baulichen Gestaltung des Rheumasanatoriums Leukerbad im Sinne der Vermeidung von Reizzoneneinflüssen drängt sich aus geohygienischen Überlegungen auf.

Aus den geomedizinischen Erfahrungen über die pathogene Wirkung von Bodenreizzonen bei Tier und Mensch erhellt die Bedeutung von *Bauplatz- und Wohnungsuntersuchungen* als Maßnahme der prophylaktischen Medizin. Eine intensivere Beschäftigung mit dem Geopathieproblem von seiten der medizinischen Wissenschaft und der praktischen Ärzte läßt wertvolle Ergebnisse im Dienste einer bisher vernachlässigten Art der Krankheitsvorbeugung und -heilung erwarten.

**Literatur**

(1) Calame E., Über die sogenannten Erdstrahlen, Schw. Landw. Zeitschrift, Nr. 13, Zürich 1958.
(2) Hartmann E., Beitrag zu einer neuen Meßmethode zum Nachweis geopathischer Zonen, Erfahrungsheilkunde, Heft 5, 1951.
(3) Kopp J., Neue biologische Experimente auf Bodenreizzonen, Verh. der Schw. Nat. Ges., Basel 1956.
(4) Kopp Dr. J., Mensch und Boden in geophysikalischer Schau, Hippokrates, Heft 10, Stuttgart 1958.
(5) Kopp Dr. J., Über pathogene Bodeneinflüsse und ihre Verhütung, Sammelband der Vorträge der Weltkongresse für proph. Medizin und Sozialhygiene in Gmunden und Aussee, Wien 1960.
(6) Ringger A., Erdstrahlen und ihre Auswirkungen auf Tiere, Schw. Landw. Zeitschrift, Nr. 6, Zürich 1959.
(7) Wüst Dr. Dr. J., Rutengänger und ultrakurze Wellen, Zeitschr. für Radiästhesie Nr. 1/2, München 1959.

**2.** W. Neuweiler, Ilse Antener und R. H. H. Richter (Bern, Vevey). – *Über Isoriboflavin als Riboflavin-Antimetabolit.*

Für Isoriboflavin (Isolactoflavin; 5,6-Dimethyl-9-(1′-d-ribityl)-isoalloxazin), welches im Gegensatz zu den meisten sonst bekannten Analogen des Riboflavins (6,7-Dimethyl-9-(1′-d-ribityl)-isoalloxazin) nur eine geringe Abweichung der chemischen Struktur aufweist, konnte eine gegenüber Riboflavin antagonistische Wirkung im Sinne eines Antimetaboliten (Woolley) bisher nur von Emerson und Tishler an der wachsenden Ratte (1), nicht aber an Lactobacillus casei nachgewiesen werden. Unsere ersten Versuche an trächtigen Ratten, mit Isoriboflavin einen akuten Vitamin-$B_2$-Mangelzustand zu induzieren und dadurch die foetale Entwicklung zu schädigen, lieferten jedoch Resultate, die für Isoriboflavin eine schwache Vitaminwirkung bewiesen; denn Muttertiere, die mit Vitamin-$B_2$-freiem Futter ernährt worden waren, wiesen 71 % geschädigte Implantationen auf; solche, die zusätzlich im Futter noch 0,02 % Isoriboflavin erhielten, aber nur noch 6 %.

Es war nun aber denkbar, daß das uns zunächst zur Verfügung stehende Isoriboflavinpräparat («A») mit Riboflavin verunreinigt gewesen wäre. Dementsprechend untersuchten wir unser Präparat («A») und dazu ein später erhaltenes («D») sowie zwei Vergleichsproben, mit welchen Emerson und Tishler ihre Wachstumsversuche durchgeführt hatten, auf einen eventuellen Riboflavingehalt. Die mikrobiologische Prüfung mit Lactobacillus casei ergab, daß in je 100 g der verschiedenen Isoriboflavinpräparate folgende Mengen Riboflavin enthalten waren: Isoriboflavin «A» (F. Hoffmann-La Roche) : 1200 mg; Isoriboflavin «D» (F. Hoffmann-La Roche) : $< 2$ mg; Isoriboflavin «0–9» (Dr. Tishler): 17 mg; Isoriboflavin «0–8» (Dr. Tishler) : $< 2$ mg.

Damit waren unsere Resultate an trächtigen Ratten hinreichend erklärt; denn diejenigen Tiere, welchen zusätzlich zur Mangelfutterkost Isoriboflavin «A» verabreicht worden war, hatten damit gleichzeitig 30–35 $\gamma$ Riboflavin pro Tag erhalten, eine Menge, welche für eine normale foetale Entwicklung völlig ausreichen dürfte.

Im weiteren wollten wir die Präparate «A» und «D» auch papierchromatographisch prüfen. Riboflavin von Isoriboflavin zu trennen, gelang (nach den Angaben von Lambooy für andere Riboflavinderivate [2]) nur dann, wenn die beiden Substanzen in ungefähr gleichen Mengen im zu analysierenden Gemisch vorlagen. Die beiden Substanzen können auf dem Papier im UV sichtbar gemacht werden: Riboflavin fluoresziert gelb, Isoriboflavin orangegelb. Isoriboflavin weist einen größeren $R_f$-Wert auf als Riboflavin. Ist Isoriboflavin in großem Überschuß vorhanden, so gelingt jedoch eine Trennung nicht mehr. Deshalb wurde eigens für den vorliegenden Zweck eine Technik entwickelt, mit welcher es gelang, noch 0,05 $\gamma$ Riboflavin auf Papier nachzuweisen: Derjenige Teil des Chromatogramms, welcher das untrennbare Isoriboflavin-Riboflavin-Gemisch enthielt, wurde ausgeschnitten, sterilisiert und durch Auflegen auf eine mit Lactobacillus casei geimpfte Agarplatte bioautographiert. Hiermit konnte in 30 $\gamma$ des Präparates «A» Riboflavin noch deutlich, im Präparat «D» hingegen nicht mehr nachgewiesen werden.

Versuche mit dem reinen Isoriboflavinpräparat «D» an wachsenden Ratten unseres erbreinen Sherman-Stammes bestätigten die von Emerson und Tishler gemachten Angaben. Wurden die Tiere sechs Wochen mit Vitamin-$B_2$-freiem Futter ernährt, so nahmen sie zu; erhielten sie jedoch täglich zusätzlich mit der Sonde 2 mg Isoriboflavin «D», so verloren sie an Gewicht. Die Differenz der Durchschnittsgewichte beider Gruppen am Ende des Versuches betrug 8 g und war statistisch signifikant ($P < 0{,}001$).

Den Herren Dr. A. Ronco und H. W. Roth (F. Hoffmann-La Roche & Co.AG, Basel) sowie Herrn Dr. M. Tishler (Merck, Sharp and Dohme Research Laboratories, Rahway, N.J., USA) sei auch hier für ihre Isoriboflavinpräparate aufrichtig gedankt.

**Literatur**

(1) G.A. Emerson and M. Tishler: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. *55*, 184 (1944)
(2) J.P. Lambooy: J. Am. Chem. Soc. *80*, 110 (1958).

## 13. Section d'histoire de la médecine et des sciences naturelles

Séance de la Société suisse d'histoire de la médecine et des sciences naturelles

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr W. Schopfer (Berne)
*Secrétaire:* Prof. Dr med. H. Fischer (Zurich)

**1.** Charles Lichtenthæler (Leysin). – *Le logos mathématique de la première clinique hippocratique.*

Il suffit de songer aux fameux jours critiques pour reconnaître que les mathématiques ne sont pas absentes dans les Epidd. III et I et le Pronostic. On l'a relevé depuis longtemps et il est devenu traditionnel d'invoquer des influences pythagoriciennes.

En réalité, les mathématiques jouent un rôle fondamental, dans la première clinique hippocratique; celle-ci est tout empreinte de raisonnements mathématiques. Une centaine d'exemples l'attestent, dans ces traités pourtant si courts; ils se laissent grouper autour de trois notions: le rapport ou la proportion; la règle ou l'ordre; le problème avec ses éléments ou facteurs.

On ne s'en est pas aperçu plus tôt en raison d'une difficulté: ces mathématiques se passent de chiffres, le plus souvent, elles sont «*conceptuelles*»; il n'y a pas de calculs numériques, c'est le *raisonnement* qui est mathématique. Allons plus loin. Il y a des chiffres, dans ces traités; mais ils ne nous aident pas, en général, à apprécier la diversité et la profondeur de la pensée mathématique de l'auteur, ils nous en distraient même, jusqu'à un certain point.

D'où viennent ces raisonnements d'un type si imprévu? Il faut penser aux mathématiciens du temps, aux Pythagoriciens en particulier. A leur philosophie du nombre aussi; quand Hippocrate définit un ordre général de jours critiques, valable en principe pour toutes les affections fébriles aiguës, il montre que ce n'est pas seulement la «physis» qui a une nature mathématique, mais la maladie également. Enfin, M. Félix Heinimann m'a rendu attentif aux sophistes et à leurs efforts pour élaborer (en politique, en médecine et ailleurs) une $\tau\acute{\varepsilon}\chi\nu\eta$, c'est-à-dire le concept d'un «art», où une méthode, s'appuyant sur des critères métriques précis, visait à atteindre un but défini.

La composante mathématique du logos hippocratique est donc plus significative qu'on ne l'a cru jusqu'ici. Les mathématiques constituent une racine large et vigoureuse de la première clinique hippocratique. (5.8.1958–8.8.1959.)

**2.** N. Mani (Basel). – *Ein neues Dokument zur Vesalforschung: R. Eriksson, Andreas Vesalius' first public anatomy at Bologna 1540, an eyewitness report by Baldasar Heseler, medicinae scolaris. Uppsala 1959.*

R. Eriksson hat im 18. Bande der Lychnos-Bibliothek eine im Besitze der Königlichen Bibliothek zu Stockholm befindliche Handschrift herausgegeben, die sowohl für die Vesalforschung wie auch für die Geschichte der Anatomie und des anatomischen Unterrichtes von größter Bedeutung ist. Das von Eriksson mustergültig bearbeitete und edierte Manuskript (lat. Text mit engl. Übersetzung) stammt von Balthasar Heseler, einem schlesischen Arzte, der als Medizinstudent einen Augenzeugenbericht über eine Anatomie niederschrieb, die Vesal in der zweiten Januarhälfte des Jahres 1540 in Bologna abhielt.

Der Fund dieser Handschrift ist von Gewicht: Heseler, ein begabter Medizinstudent, verfolgt mit äußerster Gespanntheit eine von Vesal durchgeführte Anatomie an drei menschlichen Leichen und sechs Hunden. Er legt seine Eindrücke und Beobachtungen in einem 139 Seiten umfassenden Bericht nieder. Die Bedeutung dieser Edition läßt sich kurz so umschreiben:

1. Vor uns liegt der ausführliche Augenzeugenbericht über die erste zu Bologna abgehaltene Anatomie Vesals.

2. In packender, teilweise ergreifender Schilderung erleben wir mit aller Ausführlichkeit den Ablauf einer Anatomie aus dem 16. Jahrhundert. Wir erfahren Einzelheiten über den Ort der Anatomie, über das Kursgeld, über die agierenden professores, doctores, sectores und die Studenten, über die Sektionstechnik Vesals. Die Stimmung im Raume der Anatomie wird eingefangen, sie reicht von feierlicher Stille bis zum höhnischen Gelächter.

3. Wir erleben Vesal in voller Formungsperiode. Er steht im Begriffe, die moderne, objektive biologische Forschungsmethode im Gebiete der Anatomie zu begründen. Entschlossen stößt er über die galenische Tieranatomie hinaus und ist emsig daran, das Material zusammenzutragen, mit dem er sein Gebäude der spezifisch humanen Anatomie errichten wird. Unerbittliche Forscherstrenge im Sichten und Werten des anatomischen Befundes zeichnet ihn aus und strahlt auf seine aufmerksamen Zuschauer über.

4. Wir sehen Vesal als begnadeten Lehrer. Vor dem Präparieren der Muskeln demonstriert er ihre Ansätze am Skelett. Mit dem Kohlenstift zeichnet er erläuternde Skizzen auf den Sektionstisch. Er führt die Studenten in kleinen Gruppen zu wichtigen Präparaten. Er fordert die Beflissenen auf, selbst zu sezieren. Er lehrt die Studenten, den objektiven

Befund für sich – unbeschadet der traditionellen Dogmatik – zu interpretieren (tangatis vos ipsi vestris manibus, et his credite). An verschiedenen Stellen weist er auf die Wichtigkeit der Anatomie für die Klinik hin. Vesal lehrt die Anatomie in einer Sicht, die weitgehend ärztlich ausgerichtet ist.

5. Hin und wieder leuchtet aus Heselers Bericht der Charakter, das Verhalten Vesals hervor: Vesal ist selbstsicher, selbstbewußt, aber auch reizbar, feurig, seinen wissenschaftlichen Gegner mit schonungsloser Polemik anfassend, dann ist er wieder schweigsam, distanziert und ablehnend gegenüber geschwätziger Neugierde. Eine zündende Kraft strahlt von ihm aus, von der ein Abglanz in dieser vor 420 Jahren verfaßten Schrift noch immer ausgeht.

**3.** Eduard Fueter (Wädenswil). – *Beiträge zum wissenschaftlichen Werk des Mathematikers und Philosophen Jean-Pierre de Crousaz (1663–1750) von Lausanne.*

Im bemerkenswerten Senatssaal der Universität Lausanne blickt man an zentraler Stelle auf ein Bildnis, dessen Träger heute vielfach vergessen ist: Jean-Pierre de Crousaz. Die neuen Veröffentlichungen von Jacqueline-E. de la Harpe («Jean-Pierre de Crousaz et le conflit des idées au siècle des lumières», Genève 1955), von Suzanne Delorme («A propos du bi-centenaire de la mort de Jean-Pierre de Crousaz: ses relations avec l'Académie royale des sciences», Paris 1954) und Arnaldo Pizzorusso («Crousaz e una dottrina del «bello»», Torino 1954) haben zwar wertvolle geistesgeschichtliche oder biographische Bereicherung gebracht, aber die wissenschaftsgeschichtliche Bedeutung von Crousaz fast unberührt gelassen. Die Überprüfung seines «Commentaire sur l'analyse des infiniments petits», d. h. zum Hauptwerk von Marquis de l'Hôptial, ergab, daß Johann I Bernoulli auf Grund einer Teillektüre und infolge der Tatsache, daß Crousaz ihn darin nicht öffentlich als eigentlichen oder Mitverfasser der «Analyse des infiniments petits» nannte, zu hart urteilte. Die schweren mathematischen «Schnitzer», die Crousaz in der 1721 in Paris erschienenen über 300seitigen Schrift verschuldete, erzürnten Johann I Bernoulli freilich zu Recht. Sie verrieten ungenügende mathematische Schulung und mangelnde kritische Darstellung der Probleme. Zudem waren sie geeignet, dem neuen Kalkül zu schaden. Anderseits gehörte Crousaz zum damals eher kleinen Kreis an Mathematikern, welche die Differentialrechnung in Grundzügen verstanden, ohne aber einen originellen Beitrag zu leisten (nur wenige Beispiele wurden dem «Commentaire» als bescheidene mathematische Leistung beigefügt). Ein Vergleich mit den 1725 in Paris herausgegebenen, möglicherweise gegen Crousaz gerichteten «Eclaircissemens sur l'analyse des infiniments petits» von Varignon fällt immer sehr zu Gunsten Varignons aus, mit Ausnahme der Darstellung der Potenzenlehre, in welcher Crousaz tüchtig war und mit Varignon zwar nicht in der schöpferischen Kraft, aber im klaren Aufbau wetteifern konnte.

Endgültiges läßt sich freilich erst in Zusammenhang mit der von Prof. Otto Spieß vorgesehenen Edition des Briefwechsels zwischen Johann I Bernoulli und Crousaz aussagen.

Viel begabter als in der Mathematik erweist sich Crousaz in der Philosophie und vor allem Pädagogik. Hier ist er zum Teil bedeutend und originell. Sein großer Ruhm unter den Zeitgenossen ist insofern berechtigt. Man begreift einigermaßen, daß ihm sogar die Ehre widerfuhr, mittelbar Nachfolger Leibnizens als «Associé étranger» in der «Académie royale des sciences» 1725 (nicht 1735!) zu werden, so hoch gesamthaft Leibniz über ihm steht.

**4.** R.C.H. Tanner (Londres). – *La controverse sur l'origine commerciale des signes + et — en algèbre.*

*Glaisher* en 1922 (Messenger of mathematics, vol. 51) souleva la question suivante: l'emploi des signes + et — pour des problèmes de nature commerciale par *Johann Widman* en 1489 («Behède vnd hubsche Rechenung auff allen kauffmanschafft», Leipzig) indique-t-il vraiment, ainsi que le croyait *de Morgan* («On the early history of the signs + and —», Camb. Phil. Trans. vol. XI, 1871), que ces signes dérivent de la pratique commerciale ? Glaisher pensait que non, puisque Widman avait donné en 1486 un cours d'algèbre à l'Université de Leipzig dont les notes, préservées dans un Kollegienheft du Codex Lipsiensis 1470, reproduisent un traité d'algèbre en latin du Codex 80 à Dresde où les signes + et — apparaissent copieusement. On sait du reste que le signe – (sans le signe +) figure fréquemment, à la place du mot *minner* utilisé également pour indiquer une soustraction, dans un traité d'algèbre en allemand du même Codex 80, portant la date 1481. Glaisher est d'avis que les signes étaient en fin de compte indispensables à l'algèbre; d'autre part il voit avec raison en Widman essentiellement un algébriste, qui s'est servi d'exemples déjà courants dans les arithmétiques de l'époque, pour illustrer l'emploi des signes + et — dans la pratique. En effet, l'un de ses problèmes figure par exemple dans le manuscrit de Bamberg, l'arithmétique en langue allemande de Ulrich Wagner (1483), avec la simple substitution du mot *minus*, abrégé comme de coutume, au signe – de Widman.

Les historiens mathématiques allemands sont aujourd'hui du même avis que Glaisher en 1922, quoique l'opinion de *de Morgan* (déjà du reste exprimée par *Gerhardt* en 1867 (Monatsberichte der Berl. Akad., S. 53) continue à avoir cours dans les traités de langue anglaise. Cependant ni Glaisher, ni les historiens modernes qui lui donnent raison, n'ont cherché à savoir ce qui, en fait, était coutumier chez les commerçants du XV$^{e}$ siècle. Au lieu d'ouvrages scolastiques, il faut pour cela examiner des livres de comptes, lettres de charge, journaux privés de grands propriétaires tirant leur revenu de l'exportation de leur propres produits. Pour amorcer cette recherche, un photostat du bureau des Customs and Excise de Londres montre par exemple toute une série de marques prescrites par un Book of Rates de 1507 ( ?) pour indiquer l'exactitude ou

le défaut plus ou moins grand des mesures – marques sans connexions numériques apparentes. Une liste de chargement de laine à Calais en 1478, des *bills of lading* de 1519, et autres papiers publiés en partie par la Camden Society, ne reproduisent que les résultats des déductions ou additions à faire. Un vaste matériel reste à trier dans les bibliothèques qui pourrait illustrer de façon fort intéressante l'histoire des signes mathématiques.

**5.** E.H. Ackerknecht (Zürich). – *Einige weniger beachtete Aspekte Alexander von Humboldts.*

**6.** G. de Morsier et M. Cramer (Genève). – *Jean-Antoine Colladon et la découverte de la loi de l'hybridation en 1821.*

En 1956, Jean Rostand a attiré l'attention sur un Colladon, de Genève, qui a découvert la loi de l'hybridation chez les souris grises et blanches bien longtemps avant les travaux de Mendel (1865). Ces travaux ont été cités par Edwards (1829), J.-L. Prévost et J.-B. Dumas (1824), Prosper Lucas (1847) et d'autres auteurs. Darwin les connaissait et Mendel aussi, car il avait le livre de Darwin dans sa bibliothèque, mais il n'en a jamais parlé. Nous avons retrouvé un résumé du mémoire de Colladon dans les «Registres» de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève en date des 3 mai 1821 et 13 juin 1822, mais le mémoire original est perdu. Colladon a constaté qu'en accouplant des souris grises avec des blanches, il n'y a pas de métis. Les petits sont ou bien gris ou bien blancs. Les souris blanches restent de la même couleur de génération en génération.

Nous avons pu identifier ce Colladon avec la plus grande probabilité, ainsi que l'avait déjà fait, indépendamment de nous, le Dr Tecoz. Il s'agit de Jean-Antoine, 1755–1830, pharmacien, membre fondateur de la Société de physique de Genève et de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, auteur de plusieurs mémoires sur la chimie et la botanique Il ne peut s'agir de son fils Frédéric, docteur en médecine (1792–1862) comme le pense Grüneberg, professeur de génétique à Londres (1956), ni de son cousin le Dr Jean-Pierre Colladon (1769–1842) qui n'a jamais fait partie de la Société de physique. Jean-Antoine a fait d'autres expériences sur des souris avec de l'acide prussique comme le prouvent les comptes rendus de la Société de physique du 16 janvier 1823. Il ne pouvait pas comprendre l'importance considérable de sa découverte. En 1822 on ne savait rien sur le mécanisme de la fécondation et la génétique n'était pas concevable. On croyait avec Spallanzani (1785) que les spermatozoïdes étaient des sortes d'infusoires parasites qui ne jouaient aucun rôle dans la fécondation. Ce n'est que deux ans plus tard, en 1824, que J.-L. Prévost (de Genève) et J.-B. Dumas ont montré que le contact du spermatozoïde et de l'ovule est nécessaire. Et il a fallu attendre jusqu'en 1877 pour qu'un autre Genevois, Hermann Fol, montre la pénétration de la cellule mâle dans l'ovule.

Après Colladon (1821), la loi de l'hybridation est tombée dans l'oubli. Après Mendel (1865), elle a été oubliée une deuxième fois. Il a fallu attendre les travaux des botanistes de Vries, Tchermak et Correns (1900) pour qu'on en comprenne enfin l'importance, c'est-à-dire soixante-dix-neuf ans. C'est ainsi que lentement progresse la connaissance scientifique. Pour déployer ses effets, il ne suffit pas qu'une découverte soit faite, il faut encore qu'elle soit acceptée par la science officielle de son époque et c'est souvent là que réside la plus grande difficulté.

**7.** Dr. Josef Kurmann (Liebefeld-Bern). – *Zum 75. Todestag von Prof. Maximilian Perty, Bern (1804–1884). Eine allgemein-persönliche und mikrographische Würdigung.*

Joseph Anton Maximilian Perty wurde am 17. September 1804 in der bayrischen Provinz Franken geboren, wo sein Vater, aus seinem Heimatlande Ungarn übergesiedelt, die Stelle eines Rechnungsbeamten bekleidete. Perty erwarb sich den medizinischen und philosophischen Doktorgrad in Erlangen und habilitierte sich 1831 in München als Privatdozent für Zoologie und allgemeine Naturgeschichte. Hier lehrte ebenfalls der Naturphilosoph Schelling neben dem berühmten Zoologen Oken. Mit der Gründung der bernischen Hochschule im Jahre 1834 wurde Perty zum ordentlichen Professor für Zoologie und Naturgeschichte ernannt. Er bekleidete diese Professur 41 Jahre. Als Lehrer entfaltete Perty eine ungewöhnlich mannigfaltige Tätigkeit. Er lehrte Zoologie, allgemeine Naturgeschichte, Geschichte der Naturwissenschaften, Anthropologie, Entomologie, Naturphilosophie, einige Zeit auch Botanik, und in praktischen Kursen unterrichtete er seine Schüler im Gebrauche des Mikroskopes, welches er meisterhaft handhabte.

Angeregt durch die bahnbrechenden Arbeiten des dänischen Zoologen Müller (1786), des deutschen Zoologen Ehrenberg (1838) und des französischen Zoologen Dujardin (1841) über die Urtiere, untersuchte er die mikroskopischen Lebensformen seiner neuen und geliebten Heimat, der Schweiz. Die Forschungsergebnisse wurden in dem sehr beachteten Werke «Zur Kenntnis kleinster Lebensformen» (Bern 1852) niedergeschrieben. Dabei ist Perty in seiner Klassifikation der Infusorien von derjenigen seiner Vorgänger vielfach abgewichen und hat einen selbständigen Weg eingeschlagen. Er gibt eine Aufzählung von den in der Schweiz gefundenen Urtieren. Wie Dujardin in Frankreich und Werneck in Salzburg, so hat Perty in der Schweiz eine Menge Infusorien gefunden, welche vorher unbekannt waren. Perty war der erste, der für die Diagnose der Bakteriengattungen entwicklungsgeschichtliche Merkmale verwendete, ferner die Sporenbildung und die Schwefelbakterien[1] entdeckte. Er stellte drei neue Bakteriengattungen auf, die, vom systematischen Standpunkt aus gesehen, einen wirklichen Fortschritt bildeten. Perty stellt die Bakterien systematisch zu den Tierchen (Ordnung Phytozoida), läßt aber

[1] Mitteilung von Herrn Prof. Schopfer.

als erster die Möglichkeit zu, dieselben auch im Pflanzenreich unterzubringen. Neben diesen gründlichen und bedeutenden mikrographischen Untersuchungen entfaltete Perty eine reiche, vielseitige und fruchtbare literarische Tätigkeit. Er wurde in zahlreiche ausländische gelehrte Gesellschaften aufgenommen und war ein sehr eifriges Mitglied der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

Bei großem Lehreifer, bei nicht seltenen Lichtpunkten, die für ihn die besondere Strebsamkeit und Anhänglichkeit einzelner Schüler bildeten, war Perty doch viel zu sehr eine stille Gelehrtennatur, als daß er zu einer äußerlich glänzenden akademischen Wirksamkeit hätte gelangen können. Mit Pertys Veranlagung und Betätigung in der Naturwissenschaft, Geschichte, Psychologie, Philosophie und Mystik, hatte er für einen Naturforscher des 19. Jahrhunderts eine seltsame Mischung geistiger Elemente, welche mit einer wohltuenden Einheit der Persönlichkeit verbunden waren.

**8.** R. Joris (Nyon). – *Contribution à l'histoire des établissements hospitaliers de Nyon.* (Résumé)

La ville de Nyon possède depuis le Moyen Age deux établissements hospitaliers.

Le plus ancien de ces deux établissements est certainement la léproserie dont la fondation remonte au milieu du XIII^e^ siècle et peut-être plus tôt encore. En fait, aucun texte précis ne nous donne la date de fondation, mais certains documents nous permettent de situer avec une suffisante approximation ce moment de fondation, vers l'an 1244 (cf. E. Olivier). Il n'y eut jamais beaucoup de lépreux à Nyon et la maladière en hébergeait tout au plus une quarantaine pendant deux siècles. La maison fut détruite au milieu du XVI^e^ siècle et reconstruite, car elle avait certainement gardé une utilité que les lépreux ne justifiaient plus. La maladière subsista avec des fortunes diverses jusqu'à la fin du XVII^e^ siècle.

L'hôpital de Nyon existait en 1356, car nous savons que la ville de Nyon faisait alors des transactions immobilières au profit de l'hôpital, non pour le loger mais pour lui assurer quelques revenus. Ces revenus qui semblent avoir été assez confortables au début baissent à la fin du XV^e^ siècle au point que le recteur de l'hôpital se voit obligé de recourir à des manœuvres qui pour être ingénieuses et originales n'en sont pas moins fort peu honnêtes, comme celle qui consistait à s'emparer des ressources de quelques confréries laïques nyonnaises. Une bulle du pape avait même sanctionné la fusion de ces confréries avec l'hôpital quand la ville de Nyon s'aperçut de la chose. Elle recourut et obtint la révocation de la bulle et les confréries obtinrent la restitution de leurs biens.

L'hôpital occupa divers bâtiments au cours des siècles. Au commencement il était dans la partie haute de la ville, puis au début du XVII^e^ siècle il est déplacé à Rive. Il y restera jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle, c'est-à-dire jusqu'au moment où l'établissement va changer sa destination. En effet

jusque-là c'était un «hospital» qui comme la plupart de ceux du Moyen Age n'était pas destiné à soigner des malades, mais bien à héberger des passants, pèlerins, réfugiés, etc. En 1874 l'hôpital devient donc une infirmerie.

## 14. Section de géographie et cartographie

Séance de la Fédération des sociétés suisses de géographie

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Dr E. Schwabe (Berne)

**1.** W. Kündig-Steiner (Zürich). – *Die Industrialisierung Indonesiens, mit besonderer Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung seit 1930.*

Indonesien ist ein typisches Land aus der Gruppe der sogenannten unterentwickelten Länder, jener Länder also, die nach dem zweiten Weltkrieg ziemlich unvorbereitet aus einem Kolonialstadium zur politischen Unabhängigkeit hinübergewechselt haben. Das neu erwachte Nationalbewußtsein war die Haupttriebfeder für Industrialisierungspläne, die man vorwiegend nach westlichem Muster zusammenstellte. Ohne eine eigene Industrie, insbesondere ohne eigene Schwerindustrie, die auch Atomkraftanlagen einschließt, glaubt man keine würdige Nation zu sein. So ergab auch im Falle Indonesiens, daß sich die landwirtschaftliche Produktion in der Nachkriegszeit nicht mehr speziell entwickelte, sondern daß sie aus Opposition zu den die Großplantagenwirtschaft fördernden ehemaligen Kolonialherren regional vernachlässigt wurde.

Obgleich in Indonesien der Industrialisierungsgedanke immer mehr an Boden gewinnt, wird dieses Land noch während einiger Jahrzehnte ein typisches Agrarland der äquatorialen Tropenzone bleiben. Der natürliche Reichtum liegt nach wie vor in den land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen. Nach den Berechnungen des UNO-Zweigbüros in Bangkok tragen die Landwirtschaft zu 60 %, Handwerk und Industrie zusammen zu 8–9 % und der Bergbau zu 2 % zum Nationaleinkommen bei.

Die Haupthindernisse, die bislang das Tempo der Industrialisierung verlangsamten, sind folgende: 1. Die ideelle Abneigung gegen Anlagen ausländischer Industriekapitalien. (Die entschädigungslose Nationalisierung von vielen hundert holländischen Unternehmungen hat seit Ende 1957 die Investitionsfreudigkeit westlicher Industrieller stark gedämpft). 2. Hemmungen innenpolitischer Art. Man bedenke, daß sich die Stimmbürger bis vor kurzem in 25 bis 30 verschiedenartige, vor allem wirtschaftspolitisch z. T. sehr gegensätzlich gerichtete Parteien aufspalteten. 3. Das Bandenunwesen. 4. Arbeiterstreiks.

Bis in die dreißiger Jahre war für eine systematische Industrialisierung Indonesiens seitens der holländischen Kolonialverwaltung kein

großes Interesse vorhanden. In der Tat schien es allzu verlockend, den Schiffsraum zwischen Kolonie und Mutterland doppelt auszunützen: einmal mit tropischen Agrarprodukten, wie auch mit Erzen, anderseits mit Industrieerzeugnissen aus Europa. Dieser für Holland ideale Güteraustausch dauerte über ein Jahrhundert, bis zum zweiten Weltkrieg. Alle industriellen Vorkriegsunternehmungen standen direkt oder indirekt mit den Großplantagen in Zusammenhang. Sie erschöpften sich meist in der Veredelung und Verpackung der Landesrohprodukte.

Eine Verbrauchsgüterindustrie konnte erst in den letzten Jahren Fuß fassen. Hauptfortschritte wurden in der Textil-, der Leder-, der Gummi- und der Fettindustrie erzielt. Die landeseigene Textilindustrie vermag heute etwa einen Viertel des Eigenbedarfes zu decken. Anderseits möchte man um die Landeshauptstadt Djakarta eine Metall- und Eisenindustrie entwickeln, sodann eine chemische Industrie um Bandung, wo sich seit drei Jahrzehnten eine Technische Hochschule befindet. Auch ist der Bau einer großen Düngemittelfabrik geplant, den man als wohl am vordringlichsten bezeichnen darf.

Allein schon die Einführung einer etwas verfeinerten Metallindustrie bringt weniger Kapitalbeschaffungs- als Schulungsprobleme. Man verlegt sich daher mit Vorteil auf den Aufbau von sogenannten Pionier-Industriezweigen, für die angelernte Arbeitskräfte genügen. Zu dieser industriellen Vorstufe dürfen wir alle kürzlich betriebsbereit gewordenen Fabriken für Soda und Chlor, für Flaschenglas, für Druckerfarben, für Zement, usw. zählen. Hiezu gehören auch die für ein Tropenland charakteristischen neuen Anlagen für Papier aus Zuckerrohr oder aus Reisstroh, oder etwa die Hartplattenfabrik in Banjuwangi (Ostjava), die als Rohstoff Kokosfasern verarbeitet. Dasselbe gilt für zwei neue Papiersackfabriken, einer Fabrik für Asbestverarbeitung, einer Terpentinfabrik usw.

Trotz diesen Anzeichen einer strukturell und auch regional noch sehr unterschiedlich einsetzenden Industrialisierung ist ein Vergleich auch mit den allerschwächst industrialisierten Ländern des Westens ausgeschlossen. Aus allen tabellarischen Zusammenstellungen geht hervor, daß Gegenüberstellungen nur innerhalb Asiens bzw. Süd- und Südostasiens sinnvoll sind.

Die Konzentration der indonesischen industriellen Unternehmungen auf die Hauptinsel Java ist wesentlich stärker als deren Bevölkerungsanteil. Die Einwohnerzahl Javas umfaßt 65% der Gesamtbevölkerung Indonesiens, die Zahl der Betriebe aber 82%, die Zahl der handwerklich-industriell Beschäftigten sogar 87%. Immerhin läßt sich in den letzten Jahren eine auffällige Tendenz zur Abschwächung dieser klaren Vorrangposition beobachten. Es zeigt sich, daß die Industrialisierung Javas im Hinblick auf das rapide Wachstum seiner Bevölkerung doch weniger stark vortreibt als jene der bislang viel geringer industrialisierten Außeninseln. Dies aber bedeutet, daß sich das wichtigste javanische Gegenwartsproblem, – die chronische Unterbeschäftigung der bäuerlichen Bevölkerung – in den letzten Jahren trotz Einführung verschiedener neuer Beschäftigungsmöglichkeiten vergrößerte.

In diesem Zusammenhang sei auf einen Engpaß für eine Industrialisierung auf breiterer Basis hingewiesen: Es fehlt auf allen Inseln an genügender Energieversorgung. In dem nun von 5 auf 7 Jahre verlängerten Wirtschaftsplan 1956–62 sollen 60% der Energie aus Wasserkraft, 30% aus Diesel- und 10% aus Dampfkraft gewonnen werden. Es mag interessieren, daß heute ein staatliches Kraftwerk bei Djatiluhur (Westjava) von 100 000 kW vor der Inbetriebsetzung steht. Ein Riesenkraftwerk von 800 000 kw soll ferner in Asahan (Nordsumatra) in Angriff genommen worden sein.

**2.** Georges Lobsiger (Genève). – *Alexandre de Humboldt, topographe.*

L'activité d'Alexandre de Humboldt (1769–1859) est si prodigieuse que la seule étude de ses travaux topographiques mériterait un ouvrage spécial. Lors de son «Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent» suivant le titre des 10 gros volumes publiés à Paris en 1810, il effectua un grand nombre de levers topographiques qu'il aligna sur 1500 points fixes qu'il avait déterminés personnellement, aidé par un matériel ultra-moderne et par sa forte préparation scientifique.

L'importance des cartes et des plans levés par Humboldt, ainsi que les profils andins où le nivellement barométrique permet la classification géobotanique, résulte du fait qu'il est un expérimentateur et non un théoricien. Il monte à 6000 mètres au Chimborazo, mesure, analyse le sol, récolte des plantes, procède à des recherches physiques, qu'il décrira plus tard dans un style parfait, qui font de lui un écrivain français appréciable. Sans doute ses vues du Chimborazo et du Cotopaxi pèchent par l'exagération des pentes. Mais ces vues devenues classiques répondent sans aucun doute aux conventions de son époque qui voulaient des montagnes abruptes et des précipices tragiques. Il avait écrit: «J'ai envie d'offrir aux géographes un grand nombre de résultats propres à rectifier la carte générale de l'Amérique.»

Son atlas géographique et physique, paru en 1814 à Paris, contient de nombreuses cartes et des plans, tels ceux du massif du Pichincha (Equateur), de l'Antisana (Equateur), de Guaxanato (Mexique), de l'Apure et du Meta, ainsi que de l'Orénoque (Venezuela). Il dessine aussi des panoramas, dont quelques-uns, en couleur, sont devenus célèbres, comme le Chimborazo et le Cajambé. Il revisa les cartes de la Nouvelle-Grenade (Venezuela) supprimant des chaînes de montagnes dessinées par des cartographes en chambres pour séparer artificiellement des bassins fluviaux; son lever du Rio Magdalena (Colombie) de l'embouchure jusqu'à Honda, peut sans déméríter être mis en présence de levers actuels. Il remonta aussi le Cassiquiaré, du Rio Negro à l'Orénoque et faillit découvrir l'explication de cette légende géographique, démythifiée en 1952 seulement par J. Grelier. Mais son explication théorique sur l'élévation alluvionale du lit de l'Orénoque est précieuse par sa faculté de raisonnement.

Alexandre de Humboldt, chercheur encyclopédique, amateur en de nombreux sujets, sut reconnaître la valeur future de divers chapitres

encore peu appréciés de son temps. Il publia, le premier, et avec quel luxe, des fragments de codex mexicains et mayas dont les couleurs illuminent l'un de ses atlas. Cet aristocrate libéral sut se libérer des préjugés de sa classe et de son époque. Ses définitions de la géographie physique et humaine, ses hautes conceptions de la dignité humaine de l'Indien font de ce savant un homme d'aujourd'hui.

**3.** Georges Lobsiger (Genève). – *A l'occasion du centenaire de la mort de Karl Ritter (1779–1859).*

Né à Quedlinburg (Prusse) le 7 août 1779, mort à Berlin le 28 septembre 1859, quelques mois après son ami A. de Humboldt, Karl Ritter a laissé une trace profonde dans la naissance de la géographie moderne. En réaction contre la géographie énumérative, Ritter donna corps à sa *géographie comparée*, basée sur la présentation d'un petit nombre de faits essentiels destinés à décrire chaque partie de la terre, à l'exclusion de la citation de tous les détails obscurcissant la vision générale. Ses thèses sont exposées dans sa monumentale «Géographie générale comparée ou étude de la Terre dans ses rapports avec la Nature et l'histoire de l'homme», parue à Berlin en 1817–1818, rééditée en 20 tomes de 1822 à 1858. Ses voyages ne le conduisirent pas en dehors de l'Europe centrale; mais ses relations scientifiques, sa prodigieuse érudition et son esprit critique lui permirent de donner corps à ses conceptions novatrices. On peut le considérer comme le chef de l'école géographique allemande. Il donna une impulsion vigoureuse à la géographie humaine et insista sur les influences et contre-influences du milieu sur l'homme et de l'homme sur le milieu. Ses considérations sont valables, pour une grande part, aujourd'hui encore.

Pour rédiger ses pages essentielles, il ne veut tenir compte que de l'enseignement donné par la Nature, à l'exclusion des théories préétablies. Pour lui, la géographie est une science expérimentale, une physiologie de la terre, et il considère ses enquêtes comme une anatomie du monde. Il exige l'impartialité dans l'observation et la déduction. Il accorde une très grande importance au baromètre, et à son utilisation méthodique et raisonnée. Pour cette raison, les savants genevois, tels de Saussure, de Luc, Bonnet et Pictet, sont tellement appréciés par Ritter, car ce sont des physiciens expérimentateurs; pour lui, le baromètre libère la géographie et permet la mesure des hauteurs, même si la météorologie ne peut avancer aussi vite qu'il le désirerait. Il tient compte de toutes les ressources d'une science encore non nommée, la géobotanique, dans laquelle un autre Genevois, de Candolle, se distingue. Il réclame des cartes précises, rectifie des erreurs traditionnelles et émet des théories encore valables, par exemple en ce qui concerne l'érosion régressive.

Même si quelques-unes de ses vues sont périmées, ou doit rendre cette justice à Ritter qu'il a bouleversé la vieille conception de la géographie; il l'a fait entrer, suivant son expression, dans le domaine des sciences expérimentales; il a transformé la monotone énumération en une

synthèse vivante des types fondamentaux des formes essentielles de la Nature. Il limite le déterminisme géographique en ce qui concerne l'homme, car il attribue une valeur personnelle importante à cet homme. On peut, à l'ocasion du centenaire de sa mort, rendre un hommage mérité à ce grand savant, qui avec A. de Humboldt, fonda la Société de géographie de Berlin et enseigna pendant 40 ans à l'Université de cette ville.

**4.** HANS BOESCH (Zürich). – *Der 32. Deutsche Geographentag in Berlin (20.–24. Mai 1959).*

Dem 32. Deutschen Geographentag, der dem Gedächtnis der beiden großen, vor 100 Jahren verstorbenen Geographen Alexander von Humboldt und Carl Ritter gewidmet war, ging eine von Teilnehmern aus zahlreichen Ländern besuchte Alexander-von-Humboldt-Feier voraus. Bei der Kranzniederlegung am Grabe des Gelehrten (18. Mai) sprach u. a. der Präsident der Internationalen Geographen-Union (IGU), H. W: son Ahlmann.

Im Rahmen einer Carl-Ritter-Gedächtnisstunde, die am Vormittag des 20. Mai durchgeführt wurde, hielten E. Plewe und G. Pfeifer Vorträge über Ritters und Humboldts Stellung in der Geographie. Der Nachmittag stand unter dem Thema «Feldforschung auf den Spuren Alexander von Humboldts»; es sprachen A. Defant, H. Flohn, C. Troll und W. Lauer.

Am 21. Mai wurden vier Referate zu dem Problemkreis «Deutsche Landeskunde/Stadtgeographie» gehalten, in denen u.a. über interessante neue methodische Wege (G. Niemeier) berichtet wurde. Im Anschluß daran folgten vier Vorträge über geomorphologische Fragen, deren Inhalt überwiegend auf Ergebnissen von Forschungsreisen in Afrika, Asien und Kleinasien basierte. Die Ausführungen von H. Poser zur Frage der Schichtstufenlandschaft hatten eine sehr ausgedehnte, fruchtbare Diskussion zur Folge.

An der Stadtexkursion durch Berlin (22. Mai) sowie an den restlichen Vorträgen («Junge eustatische Hebungen», «Kulturgeographie und Länderkunde») konnte der Referent nicht mehr teilnehmen. Auch auf die in der Zeit vom 25. bis 27. Mai in Westdeutschland durchgeführten Exkursionen (im Bereich von Braunschweig, Göttingen und der Porta Westfalica) mußte er verzichten.

Während der gesamten Tagung fand sich reichlich Gelegenheit, mit dem Präsidenten der IGU, H. W :son Ahlmann, sowie anderen Mitgliedern des Exekutivkomitees Besprechungen zu führen. Außerdem ergab sich die Möglichkeit zu Unterredungen mit Geographen aus Deutschland und andern Ländern.

Ergänzend sei noch mitgeteilt, daß bei den im Zusammenhang mit der Humboldt-Feier vorgenommenen Ehrungen H. Lautensach und C. O. Sauer die goldene Humboldt-Medaille, H. W :son Ahlmann und C. Troll die goldene Ritter-Medaille und J. Büdel, Sh. Kiuchi, R. Maack sowie E. Otremba die silberne Ritter-Medaille erhielten.

**5.** Alfred Bögli (Hitzkirch). – *Der II. Internationale Speleologenkongreß in Bari (5.–12. Oktober 1958).*

Eine große Zahl von Speleologen aus aller Welt versammelte sich anfangs Oktober 1958 in Bari, um ihre Probleme zu besprechen. Nach der Begrüssung durch den Präsidenten, Prof. Gortani, wurde im Castell Svevo, dem Schwabenkastell, eine ausgezeichnet dotierte Ausstellung von Höhlenphotos eröffnet. Nachmittags besichtigten die Kongreßteilnehmer die prachtvolle Grotte von Castellana in der unmittelbaren Nachbarsschaft der Trullilandschaft. Dies war eine eindrückliche Einleitung für die Arbeit des Kongresses.

An der Vollsitzung vom Montagmorgen wurden mehrere Vorträge gehalten, von denen jenen von Gortani über die Klassifikation der Karsthöhlen, von H. Lehmann, Präsident der internationalen Karstkommission, über tropische Karstformen, von Gèze über Grundformen von Karstgerinnen und von Bögli über Kalklösung und Karrenbildung allgemeine Bedeutung zukam. Am Nachmittag und am Dienstag folgten die Sektionssitzungen, die gleichzeitig abgehalten wurden, so daß der Besuch von vier Fünfteln der Vorträge verunmöglicht war.

Aus der Schweiz berichteten Audétat über Karstformen im Waadtländer Jura und über Verteilung, Art und Bedeutung der Höhlen der französischen Schweiz, Cotti über Karstphänomene im Lukmaniergebiet und über das Verhalten von Atracosoma gibbosum V., Ferrini über Farbphotographie in der Höhlenforschung, Aellen und Strinati über die Höhlenfauna der Region von Taza, und Bögli über das Hölloch. Die 94 Vorträge erwiesen sich besonders angesichts der Tatsache, daß die meisten Referenten wissenschaftliche Laien sind, als hochstehend. Es soll hier besonders festgehalten werden, daß in keiner Wissenschaft dem Laien eine so wichtige, ja tragende Rolle zukommt wie in der Speleologie. Neben ihnen ist die Zahl der Wissenschafter sehr klein; viele wichtige Einsichten in den Karst und sein Verhalten lassen sich aber nur mit Hilfe der Speleologie gewinnen, so daß hier der wissenschaftliche Laie sich als unentbehrlicher Helfer erweist.

Ausgezeichnete Farbfilme über Höhlen schlossen sich an den Abenden an und boten Entspannung.

Am Mittwoch begannen die ganztägigen Exkursionen mit einer Fahrt über die Karstplatte Apuliens, durch die Region der Trullis nach Lecce. Leider blieb den Exkursionsteilnehmern, soweit sie im Car fuhren, viel zu wenig Zeit, sich mit einzelnen Fragen zu befassen. Der zweite Tag war dem Besuche von drei Grotten im Kliff südlich des Cap Otranto gewidmet, wo in der Grotta Zinzulusa zahlreiche Troglobionten die Biologen fesselten. Die von Prof. Blanc bearbeitete Grotta Romanelli ist durch ihre prähistorische Fauna berühmt geworden, vor allem auch durch das Zusammentreffen von Artefakten mit Knochenfunden von Rhinozeros Mercki, Elephas antiquus und Hippopotamus amphibius. Am Freitag fuhr der ganze Kongreß quer durch Süditalien nach Salerno, wo am 11. Oktober die Schlußsitzung stattfand. Dem Präsidenten Prof. Gortani

und seinem Generalsekretär Prof. Anelli wurde von den Teilnehmern für ihre große, im Dienste der Speleologie geleistete Arbeit herzlich gedankt.

**6.** Maurice-Ed. Perret (Avenches). – *Les foires et marchés agricoles en Suisse.*

Il peut sembler qu'à l'heure actuelle les foires et les marchés n'ont plus d'importance et ne représentent plus qu'une tradition périmée. Il n'en est rien: il y a aujourd'hui plus de foires et de marchés qu'il n'y en avait autrefois.

On peut faire la distinction entre les marchés et les foires. Les premiers se tiennent actuellement dans cent quinze localités du pays, soit la plupart des villes et même dans certains villages. C'est là que les paysans de la région viennent vendre les produits de leurs jardins et de leurs vergers; il se joint souvent à eux des commerçants locaux ou forains qui offrent toutes sortes de victuailles: viande, poisson, produits laitiers, boulangerie, fruits et légumes étrangers, et des camelots qui débitent des colifichets et des objets divers. Certains marchés ont aussi de la volaille vivante, des veaux, des cochons, des moutons et même dans quelques villes, du gros bétail. Les marchés ont lieu une ou plusieurs fois par semaine. Toutes proportions gardées, ils ont un peu moins d'importance qu'autrefois, car aujourd'hui il existe dans toutes les grandes localités des magasins qui vendent des fruits et légumes frais, alors que jadis le marché était le seul lieu d'approvisionnement pour ces denrées. En outre, maintenant, beaucoup de femmes travaillent dans des bureaux ou des usines et n'ont pas le temps d'aller au marché.

Les foires se tiennent une ou plusieurs fois par année. Elles ont un intérêt pour une région plus ou moins étendue. Certaines foires n'ont qu'une espèce de bétail: porcs, bovins, veaux, chevaux, mais la plupart réunissent plusieurs espèces de bestiaux ainsi que de la marchandise. Il y a actuellement des foires aux bestiaux dans quatre cents localités environ. Quelques-unes n'ont qu'une foire par année, d'autres plusieurs, certaines même jusqu'à huit ou dix par mois; cela fait un total d'environ deux mille cinq cents foires par an, en Suisse. Elles se répartissent sur tous les mois, mais ce sont septembre et octobre qui en ont le plus, car c'est à cette époque que le bétail qui vient de redescendre des pâturages du Jura et des Alpes se présente dans les conditions les meilleures. Il y a peu de foires en juin, juillet et août, l'époque des foins et des moissons, où par ailleurs une partie du bétail est à la montagne. La répartition géographique des localités ayant des foires est irrégulière: on en trouve certes dans toutes les régions, mais alors que dans certains cantons (en particulier Neuchâtel et Appenzell), elles sont très nombreuses, dans d'autres (en particulier Vaud, Fribourg, Berne, Zurich, Argovie), il n'y a de foires que dans les villes et quelques gros bourgs. Certaines localités situées à l'écart des grandes voies de communication ont des foires, tandis que d'autres, à des carrefours ou des nœuds ferroviaires n'en ont pas. Il faut avoir recours à l'histoire pour avoir l'explication de ces faits. L'insti-

tution des foires remonte très haut: elles virent le jour au lendemain des invasions barbares, dès que les conditions de vie se furent stabilisées et que les marchands purent commencer à circuler en sécurité. L'on sait en particulier que la foire de Saint-Denis près de Paris fut établie par le roi Dagobert en 629. Ce sont les seigneurs qui accordaient aux localités le droit d'avoir des foires: toutes les villes en ont obtenues, de même que tous les bourgs où se dressaient des châteaux seigneuriaux. Ce droit s'est préservé jalousement. Dans un «Almanach pour l'an 1573» publié à Genève, on trouve la mention de quarante foires en Suisse, dans vingt-quatre localités, et parmi celles-ci dix-huit ont encore aujourd'hui des foires et, chose plus curieuse encore, les foires actuelles se tiennent à peu près aux mêmes dates que les foires du XVI$^{e}$ siècle. Genève qui avait six foires, Zurich qui en avait deux, Neuchâtel qui en avait deux également, n'en ont plus aujourd'hui, car ces villes ont coupé les liens avec la campagne. Dès 1706, l'almanach du Messager Boiteux permet de suivre année après année la liste des foires du pays. Depuis le début du XVIII$^{e}$ siècle jusqu'à nos jours, les changements sont minimes: presque toutes les localités qui avaient des foires alors, en ont encore en 1960. Les guerres du XVIII$^{e}$ siècle, la Révolution française, l'invasion de la Suisse, la République helvétique, le Congrès de Vienne, les révolutions de 1848, la guerre de 1870, les deux guerres mondiales, les changements de gouvernement, les variations de frontières, l'avènement du chemin de fer, de l'automobile, de l'avion n'ont guère eu d'influence sur la localisation des foires. Toutefois, comme aujourd'hui c'est le bétail qui est l'élément essentiel des foires, il s'en est créé un certain nombre de nouvelles, surtout dans les vallées des Alpes (Valais, Berne, Suisse centrale, Grisons); par contre quelques localités, notamment dans les régions essentiellement viticoles (bords du lac Léman et du lac de Neuchâtel), et quelques petites villes ou bourgs déchus ont cessé d'avoir des foires.

Si les foires et marchés continuent à garder leur importance, c'est qu'ils présentent aux acheteurs la marchandise et les bestiaux sous une forme concrète. Comme on peut comparer les prix et les qualités, les vendeurs sont obligés de tenir compte de la concurrence pour fixer les prix. Foires et marchés jouent donc un rôle régulateur dans l'économie; c'est pourquoi ils continueront à prospérer tant que l'on jouira de la liberté du commerce.

**7.** Erich Schwabe (Bern). – *Ste-Croix. Vom Aufschwung eines Waadtländer Industriedorfes.*

Das Referat gilt einer kurzen Skizzierung der Juragemeinde Sainte-Croix, in welcher tags zuvor die beiden ersten Hauptvorträge der Tagung der SNG abgehalten wurden. – Bei einem Besuch des Dorfes, das sich in eine durch die Covatannaz-Schlucht nach Süden, zum Schweizer Mittelland hin geöffnete Hochmulde schmiegt, fallen die große Zahl von Neubauten und die Bildung weitgedehnter Wohnquartiere auf. Sie sind Zeichen einer überaus rapiden, durch die Hochkonjunktur bedingten

Entwicklung, die sich auch in den Bevölkerungs- und Verkehrsziffern offenbart und im Ausbau der industriellen Anlagen zur Geltung gelangt. Zwei während des letzten Krieges erschienene Ortsmonographien von E.-L. Paillard schaffen gute Vergleichsgrundlagen zwischen dem Siedlungs- und Landschaftsbild vor rund 20 Jahren und dem heutigen Zustand (Ernest-Louis Paillard: «Ste-Croix», in «Das Schweizer Dorf», herausgegeben von E. Winkler, 1941, und «Sainte-Croix», étude de géographie, Neuchâtel 1943).

Der erwähnte Aufschwung setzte kurz nach dem Kriege ein und hatte seine stärksten Auswirkungen nach außen in den Jahren um und nach 1950. Zwar ist er der Entwicklung während des 19. Jahrhunderts kaum gleichzusetzen. Damals, von 1803 bis 1888, nahm die Bevölkerung um mehr als das Doppelte zu; sie vermehrte sich von 2455 auf 6009 Personen. 1930 zählte man ihrer nicht viel mehr, nämlich 6340, 1957 dagegen 7700, Ende Juli 1959 wieder bloß 7082 Einwohner. Bei näherer Untersuchung lassen sich ein Rückgang zu Beginn unseres Jahrhunderts – parallel zu einer Krisenzeit –, dann, nach 1920, ein kontinuierlicher Aufstieg feststellen, der von der Krise der 1930er Jahre kaum betroffen wurde, da die Industrie von Ste-Croix just damals den Markt mit neuen begehrten Produkten – Radioapparaten, modernen Schreibmaschinen usw. – zu beliefern verstand. Die Aufwärtsentwicklung hielt seit dem Kriege bis in die jüngste Zeit an; weitere feinmechanische Neukonstruktionen machten von sich reden. Wenn in den beiden letzten Jahren die Bevölkerung zurückging, so darf daraus nicht auf ein Stagnieren der Industrie geschlossen werden; denn einmal kommen dank den verbesserten Verkehrsverhältnissen gegenüber früher ungleich mehr auswärts Wohnende täglich zur Arbeit in die Fabriken von Ste-Croix – gegenwärtig sind es ihrer über 600, davon ca. 100, vor allem Frauen, aus dem benachbarten französischen Grenzgebiet; andererseits sind gewisse Produktionsabteilungen hinunter an den Jurafuß, nach Yverdon und Orbe verlegt worden.

Das Dorf Ste-Croix als Zentrum der ausgedehnten Gemeinde hat sich, ganz im Gegensatz zu deren übrigen Siedlungen, mächtig vergrößert und hat auch in seinem alten Kern zum Teil ein neues Gesicht angenommen. Der Bestand an Bauten hat sich seit 1940 nahezu verdoppelt. Neuanlagen der Industrie, Wohnblöcke, Einkaufszentren, neue Schul- und Spitalgebäude bestimmen heute das Bild der Ortschaft wesentlich mit – so gut wie die Wohnviertel von Industrieangehörigen, die sich an den Berghängen hinanziehen.

## 15. Section de génétique

Séance de la Société suisse de génétique

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr H.R. Schinz (Zurich)

en commun avec les Sociétés suisses de botanique et de zoologie:

Prof. Dr G. Montalenti (Naples). – *Polymorphisme et gènes létaux et sublétaux chez l'homme.* – Erscheint in extenso im 19. Jahresbericht der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung (SSG) 1959, im Archiv der Julius-Klaus-Stiftung Bd. XXXIV, 1959, Heft 3/4.

## 16. Section de logique et de philosophie des sciences

Séance de la Société suisse de logique et de philosophie des sciences

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr E. Walter (Zurich)
*Secrétaire:* H. Iklé (Stäfa)

*Symposium*
gemeinsam mit der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft
und dem Verband schweizerischer geographischer Gesellschaften
über

*Die kausalgenetische Analyse in den Wissenschaften*

**1.** Prof. Dr. Emil Walter (Zürich). – *Einführung.*

Die Schweizerische Gesellschaft zur Förderung der Logik und der Philosophie der Wissenschaften ist Mitglied der IUHPS, der internationalen Unesco-Organisation für Logik, Methodologie, Philosophie und Geschichte der Wissenschaften. Unsere Gesellschaft darf dank der Initiative unseres verehrten Ehrenpräsidenten, Prof. Gonseth, auf eine Reihe bedeutsamer Leistungen zurückblicken. Nicht nur ist nach dem Zweiten Weltkrieg von unserer Organisation die Anregung zur Gründung anderer nationaler Organisationen sowie der heutigen internationalen Unesco-Organisation ausgegangen, es wurden auch in Zürich an der ETH mehrere internationale Kongresse für die Philosophie der Wissenschaft zunächst als «Entretiens de Zurich» abgehalten. Der letzte dieser Kongresse vom Jahre 1954 war der offizielle Kongreß der bereits erwähnten internationalen Unescoorganisation, der Union International de Philosophie des Sciences. Der nächste, der dritte Kongreß wird Ende August 1960 in Kalifornien, an der Stanford-Universität, abgehalten werden.

Die Tätigkeit unserer relativ kleinen Gesellschaft beschränkt sich gewöhnlich auf zwei Aufgaben. An unseren Jahresversammlungen werden neben der Behandlung der üblichen Vereinsgeschäfte Spezialfragen aus den Gebieten der Logik und Philosophie der Wissenschaften besprochen. Auch die Zusammenarbeit mit der Schweiz. Phil. Gesell-

schaft ist recht rege; vor allem sind viele unserer Mitglieder zugleich Mitglieder der Schweiz. Phil. Gesellschaft.

Den zweiten wichtigen Aspekt unserer Tätigkeit bildet seit einigen Jahren die Organisation von Aussprachen und Symposien an der Jahresversammlung der S.N.G. Als Sektion der S.N.G. versuchen wir die geistige Zusammenarbeit und Aussprache zwischen den verschiedenen Naturwissenschaften anzuregen, wobei der Kreis der behandelten Themen sich nicht auf die Naturwissenschaften im engeren Sinne beschränken, sondern alle Realwissenschaften, die «Sciences» im allgemeinen von der Physik bis zu der Psychologie und den Gesellschaftswissenschaften, umspannen soll. Von der Überzeugung getragen, daß die führenden physikalischen Theoretiker unserer Zeit, ein Albert Einstein, ein Niels Bohr und ein Werner Heisenberg, nicht nur als große Physiker, sondern auch als die bedeutendsten Naturphilosophen des 20. Jahrhunderts angesprochen werden dürfen, wollen wir versuchen, an den Jahresversammlungen der S.N.G. das methodische Gespräch zwischen den Einzelwissenschaften anzuregen. Wenn auch die einzelnen Realwissenschaften sich durch die von ihnen bearbeiteten Gegenstandsbereiche, ihre «Objekte» respektive Sachverhalte unterscheiden, so einigt die wissenschaftlichen Einzeldisziplinen doch weitgehend der methodische Aspekt. Grundsätzlich gibt es nur wenige wissenschaftliche Denkmethoden, nach Bochenski vier, nämlich die phänomenologische, die semiotische, die axiomatische und die reduktive Methode, nach unserer Meinung praktisch nur drei, da die phänomenologische Denkmethode nicht als «Denkmethode» bezeichnet werden kann. Ebenso gibt es nur eine relativ kleine Zahl von wissenschaftlichen Forschungsmethoden, da z. B. die Mathematisierung einer Wissenschaft in erster Linie als adäquate Strukturierung der empirisch erfaßbaren Sachverhalte aufzufassen ist. Je nach den Gegenständen einer Wissenschaft werden verschiedene Methoden anwendbar, bestimmte experimentelle Methoden in der Physik, andere in Chemie und Biologie, statistische Methoden in Ökologie, Vererbungslehre und Soziologie, Methoden der beschreibenden induktiven Beobachtung z. B. in Geographie, Geologie, Astronomie, Meteorologie, Gesellschaftswissenschaften. Unsere Aufzählung kann und will nicht vollständig und erschöpfend sein. Sie möge bloß als Anregung betrachtet werden.

Unsere gegenwärtige Tagung hat sich eine ganz bestimmte Aufgabe gestellt. Sie behandelt die Methoden der kausalgenetischen Analyse an Hand konkreter Beispiele. Erfreulicherweise haben die Sektion für medizinische Biologie und die geographische Sektion der S.N.G. sich bereit erklärt, dieses Symposium gemeinsam mit unserer Sektion durchzuführen. Die Leitung der Diskussion hat freundlicherweise Prof. Dr. O. Wyß übernommen. Erlauben Sie mir abschließend einige wenige Bemerkungen über die Methode der kausalgenetischen Analyse selbst. Diese Methode wird in allererster Linie überall dort angewendet, wo es sich um die Erforschung individuell abgrenzbarer Einheiten handelt. Die Untersuchungen über die Entwicklung eines Embryos, einer bestimmten

Kulturlandschaft, eines tropischen Wirbelsturmes oder einer Zyklone, die Ausbildung einer bestimmten Mineralgruppe oder spezifischer Gesteine, die Entstehung des menschlichen Charakters oder die Entwicklung von sozialen Gruppen bedienen sich der kausalgenetischen Analyse. Mit der genetischen Analyse wird der Werdegang, die Evolution des betreffenden Individuums untersucht, als kausale Analyse wird das dieser Evolution zugrunde liegende strukturell gegliederte Feld der zeitlichen Implikationen studiert. Kausale Analyse heißt nicht Studium eindimensionaler Ursache-Wirkungs-Beziehnungen resp. linearer zeitlicher Implikationen, sondern Untersuchung der zeitlichen Abfolge von allgemeinen und speziellen Bedingungsstrukturen. Ein allgemein verbreitetes philosophisches Vorurteil verwechselt den kausalen Determinismus oft mit dem Konditionalismus. Sobald es unmöglich wird, einen bestimmten Vorgang aus der Gesamtheit der Naturerscheinungen praktisch auszusondern, muß die lineare Ursache-Wirkung bzw. die naive Kausalbeziehung versagen.

Es gibt kein allgemeines Kausalgesetz, es gibt nur spezielle Kausalgesetze, wie Ludwig Frank besonders eindrücklich in seinem hervorragenden Werke «Das Kausalgesetz und seine Grenzen» schon vor dem Zweiten Weltkrieg ausgeführt hat. Jeder unserer Referenten wird versuchen, die spezifischen Aufgaben und Probleme der kausalgenetischen Analyse in seinem Fachgebiet nachzuzeichnen. Aufgabe der Schlußdiskussion wird es sein, aus diesen Teilaspekten eine Synthese zu erarbeiten, die gemeinsamen Züge der kausalgenetischen Analyse in den Realwissenschaften zu umreißen.

**2.** G. Anders (Zürich). – *Kausale Zusammenhänge in der Genetik*[1].

Vor etwa hundert Jahren gelang es *Mendel* als erstem, zu zeigen, daß sich bei Erbsen gewisse Merkmale nach bestimmten klaren Regeln über aufeinanderfolgende Generationen verteilen. So wertvoll diese Beobachtungen auch waren, *Mendels* Genetik war eine reine Merkmalsgenetik. Er konnte für seine Beobachtungen keine befriedigende Deutung finden, und auch die damalige Biologie konnte ihm keinerlei Rahmenbeziehungen für seine Befunde liefern.

Im Laufe der nächsten Jahrzehnte zeigten immer mehr Forscher, wie *Flemming*, *van Beneden*, *Waldeyer*, *Hertwig*, daß der Zellkern mit seinen Chromosomen die Kontinuität von Generation zu Generation gewährleistet *(W. Waldeyer* 1888*)*.

Als um die Jahrhundertwende *de Vries*, *Correns* und *Tschermak* die Mendelschen Gesetzmäßigkeiten der Merkmalsvererbung erneut beobachteten, konnte sofort aus der Fülle der nunmehr bekannten Tatsachen ein Gesamtbild der Erbvorgänge aufgebaut werden.

Der Zellkern mit seinen von Generation zu Generation übertragenen Chromosomen und die genau so regelmäßig übertragenen äußeren Merkmale des Organismus wurden zueinander in Beziehung gesetzt *(Boveri*

---

[1] Aus dem Zool. Vgl.-Anat. Institut der Universität Zürich, Dir. Prof. Dr. E. Hadorn.

1907, *Baltzer* 1910) und die beiden Bereiche als Genotypus und Phänotypus gegeneinander abgegrenzt (*Johannsen* 1910). Als 1915 *Morgan, Sturtevant, Muller* und *Bridges* «The mechanism of Mendelian heredity» veröffentlichten, konnten sie bereits die damals kühne Hypothese formulieren, daß jedes klar erfaßbare Erbmerkmal von der Aktivität eines in einem Chromosom abgrenzbaren Erbfaktors, nach *Johannsen* Gen genannt, bedingt werde:

"In this sense we may say that a particular factor *(p)* is the cause of *pink* (eine Augenfarbenmutante von *Drosophila)* for we use cause here in the sense in which science always uses this expression, namely, to mean that a particular system differs from another system only in one special factor."

Zehn Jahre später, als *Morgan* (1925) seine «Theory of the gene» veröffentlichte, war diese enge Wirkbeziehung zwischen Erbfaktor und Merkmal und ihre dominierende Bedeutung für die Entwicklung der Organismen so widerspruchslos anerkannt, daß sie sich bald, besonders in menschlichen Belangen, in übersteigerter Anwendung zu einem genetischen Determinismus entwickeln konnte.

Wie stellt sich die heutige Genetik zu dieser Auffassung? Um diese Frage zu beantworten, wollen wir die beiden Pole der Kausalbeziehung getrennt betrachten: zuerst den Genotypus, dann den Phänotypus. Das Gen von *Morgan* war als letzte korpuskuläre, funktionelle und durch Mutation veränderliche Erbeinheit gedacht, durch deren Wirkung die Realisation der Merkmalsbildung gesteuert wurde. Nach *Morgans* Vorstellung sind die Gene perlschnurartig längs des Chromosoms aufgereiht. Durch Crossing over können Gene von einem Chromosom ins andere überwechseln. Es gehört zur *Morganschen* Gendefinition, daß zwischen identischen, locusgleichen Genen kein Crossing over stattfinden kann.

Ein vielzitiertes und bereits von *Morgan* beschriebenes Beispiel einer Erbeinheit ist die rezessive Mutante *white* von *Drosophila melanogaster*. Sie ist sowohl genetisch als zytologisch im X-Chromosom genau lokalisiert worden und bedingt den Ausfall der Augenpigmentbildung. Seit der Entdeckung dieser Mutante wurden außer ihr zahlreiche am gleichen Ort unabhängig aufgetretene Mutationen, Allele, verschiedenster Expressivität bekannt.

1952 stellte nun *Lewis* überraschenderweise durch Crossing over fest, daß die beiden Allele *white* und *white-apricot* nicht, wie bisher angenommen, am gleichen, sondern an zwei verschiedenen, allerdings sehr nahe aneinander liegenden Orten im X-Chromosom lokalisiert sind. Weitere Untersuchungen von *Mackendrick* (1953) und *Judd* (1957) zeigten, daß sich die Gruppe der *white*-Allele in mehrere Untergruppen von Mutanten aufteilen läßt, deren jede sich von der anderen durch Crossing over trennen läßt und die auch funktionelle Verschiedenheiten zeigen. Eine bedeutende Anzahl von anderen Allelgruppen von *Drosophila*, *Neurospora*, *Saccharomyces pombe* und anderen Organismen. (Zusammenstellung bei *Pontecorvo* 1959) zeigten bei näherer Untersuchung entsprechende Befunde. Obschon solche enggruppierte Erbeinheiten nicht locusgleich sind, realisieren sie, wenn sie in homologen Chromosomen einander (in sogenannter

«trans» Position) gegenüberliegen, den Phänotypus der betreffenden Mutantengruppe. Sind sie jedoch im gleichen Chromosom vereinigt (in «cis» Position), vermögen sie sich nicht gegen die Wildallele im homologen Chromosom durchzusetzen. Solche Gruppen von funktionell verwandten und auf mehrere Loci verteilten Erbfaktoren wurden Cistron genannt *(Benzer* 1957*)*. Die einzelnen Faktoren innerhalb des Cistrons nennt *Pontecorvo* Sites (1952). Das Cistron löste das *Morgansche* Gen ab.

Aber auch das Cistron kann nicht mehr in allen Fällen als kohärente funktionelle Einheit aufgefaßt werden. *Caleff* (1957) und *Martin-Smith* (1958) zeigen, daß in der $ad_9$-Mutantengruppe von *Aspergillus*, deren Glieder auf engstem Raum nebeneinander ein Cistron bilden und dessen einzelne Sites den Phänotypus *adeninless* bedingen, ein bestimmtes Glied mit einem Teil der Partner kombiniert den Phänotypus *adeninless*, in Kombination mit den übrigen jedoch den Wildtypus realisiert. Ebenso ist die ortsspezifische Abgrenzung der Mutantengruppen nicht mehr überall leicht: es gibt bei *Neurospora* eine Mutante *yellow*. In ihrer Nachbarschaft befindet sich die Mutante $adeninless_{16}$, die zu einem Cistron mit mehreren *adeninless*-Sites gehört. Beide Mutanten, *y* und *ad*, haben funktionell nichts miteinander zu tun. Nun konnte *Pritchard* (1955, 1958) zeigen, daß *y* und $ad_{16}$ auf dem Chromosom näher zueinanderstehen als die einzelnen Sites des Cistrons *ad*. Hier lassen sich die räumliche und die funktionelle Auffassung des Erbfaktors nicht mehr in gleicher Dimension auf einzelne Erbeinheiten anwenden.

Erhebt man diese Unbestimmtheit der Faktorenabgrenzung zum Grundsatz, kommt man zu *Goldschmidts* Auffassung der Erbsubstanz: er verwirft das korpuskuläre Gen von *Morgan*, welcher Größenordnung es auch sei, und faßt die Erbfaktoren als chromosomale Funktionsfelder verschiedener Ausdehnung und Wertigkeit auf, die ohne scharfe Begrenzung ineinander übergehen *(Goldschmidt* 1955*)*. Weitere Befunde werden die korpuskuläre oder die funktionelle Auffassung der Erbeinheit noch bestätigen müssen.

Ungeachtet aller Besonderheiten ihrer Lokalisation und Wirkungsweise, sind die bisher besprochenen Erbfaktoren immerhin mehr oder weniger einzeln erfaßbar. Daneben konnte jedoch noch eine erhebliche Anzahl von chromosomalen Erbfaktoren, die sich nicht genau lokalisieren lassen, nachgewiesen werden; ihre Zahl läßt sich nicht annähernd feststellen, geschweige denn, daß sich die Funktion des einzelnen erfassen ließe. Die verschiedenen Formen dieser «Polygene» *(Mather* 1941*)*, die wichtige Merkmale, wie die Körpergröße, bestimmen oder Penetranz und Expressivität einzelner Erbfaktoren beeinflussen, lassen sich durch planmäßige Zucht und Kreuzung im Genotypus anreichern oder mindern. Dabei können im Gegensatz zu einzeln erfaßbaren Mutanten nur globale Zusammenhänge zwischen Genotypus und Phänotypus im Rahmen von statistisch bestimmbaren Variabilitätsgrenzen dargestellt werden.

Gleichzeitig mit den Ergebnissen der Rekombinations- und Mutationsforschung wurden auch entscheidende Fortschritte hinsichtlich der Strukturerkenntnis der Erbsubstanz gemacht. Wir wissen nun, daß die

Chromosomen aus feinen Doppelspiralen aufgebaut sind, die aus Ketten von aneinandergereihten Nukleinsäuren bestehen. Die Ketten haften über Querverbindungen aneinander.

Einander gegenüber stehen immer zwei komplementäre Nukleinsäuren. Spaltet sich der Faden, wie das bei der Teilung des Chromosoms geschieht, so wird das Chromosom automatisch in seiner Integrität dadurch wieder hergestellt werden, daß – aus der Umgebung – wieder die passenden komplementären Bausteine an die entsprechenden Stellen angelagert werden. Damit haben wir zum erstenmal eine gutfundierte Erklärung für die fehlerfreie Reduplikation der Erbsubstanz über viele Generationen und zugleich mit der Verteilung der zahlreichen Nukleinsäurebausteine eine hinreichende Grundlage für die Vielfalt der Erbsubstanz *(J. D. Watson und F. H. C. Crick* 1953*)*. Die Gesamtheit dieser physikalisch-chemischen Befunde, die an totem, nicht funktionierendem Material gewonnen wurde, informiert uns augenblicklich jedoch nur über die Struktur der Erbsubstanz als Ganzes. Man muß sich nun fragen, ob sich der einzelne, lediglich durch seine Funktion im lebenden Organismus erkennbare Erbfaktor auf diese Art überhaupt erfassen läßt. Vorläufig besteht hier eine unüberbrückte, vielleicht unüberwindliche Kluft zwischen zwei Forschungsrichtungen.

Parallel zur Erforschung der Erbsubstanz hat sich entsprechend auch der andere Pol der genetischen Kausalkette, die Phänogenetik, entwickelt, und zwar gleichzeitig auf verschiedenen Ebenen.

Die Genetik der Mikroorganismen zeigt, und der Befund konnte an höheren Organismen vielfältig bestätigt werden, daß das Endergebnis einer Genwirkung sehr häufig, wenn nicht sogar immer über den Ausfall oder die Umwandlung einer Fermentwirkung zustande kommt. «One gene, one enzyme» ist die Formulierung, die *Beadle* (1945) hierfür geprägt hat. Er wollte damit gleichzeitig bedeuten, daß von jedem Erbfaktor nur eine einzige Primärwirkung ausgehe. Diese Ansicht ist nicht unbestritten. Auf alle Fälle zeigen zahlreiche Untersuchungen, daß einzelne Erbfaktoren wenigstens auf sekundären Wirkungsstufen in vielfältiger Weise in die Entwicklung der Organismen eingreifen und damit pleiotrope Wirkungsmuster mit zahlreichen Merkmalen, «Phänen», bedingen *(Hadorn* 1945*)*. *Grüneberg* (1938) beschrieb bei der Ratte ein eindrückliches Beispiel des pleiotropen Wirkungsmusters eines Gens. Hier bewirkt ein rezessiver Faktor eine Fehlentwicklung des Knorpelgewebes. Diese wichtige Mißbildung zeitigt zahlreiche Folgeerscheinungen, die alle letzten Endes zum Tod des Trägers führen. So führt zum Beispiel die Verdickung der Rippen zur Fixierung des Thorax in Inspirationsstellung und darauf zu Lungenemphysem und Bronchektasien. Damit wird der Widerstand im Lungenkreislauf erhöht, und der Tod kann sowohl an Herzinsuffizienz als nach Kapillarblutungen in den Lungen erfolgen (nach *Hadorn* 1955). So greift die Mutante schrittweise in die Entwicklung und die Funktionen des Organismus ein. Jede Störung bedingt eine weitere Störung. Es öffnen sich auch Zweigwege, wobei es von äußeren oder inneren Milieufaktoren abhängt, welcher Weg gerade beschritten wird.

Anderseits zeigt sich, daß zum Aufbau einzelner Organe oder Funktionen meist die Mitwirkung zahlreicher Gene erforderlich ist. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Synthese des braunen Augenpigmentes bei *Drosophila melanogaster*. Ein einfaches und wichtiges Glied in der Synthesekette, die zum fertigen Pigment führt, ist die Aminosäure Tryptophan; ein Gen des ersten Chromosoms, *vermilion*, sorgt dafür, daß Tryptophan zu Kynurenin verwandelt wird. Ein anderes, im zweiten Chromosom gelegenes Gen, *cinnabar*, sorgt für einen weiteren Schritt von Kynurenin zu Oxykynurenin. Und so schaltet sich Gen um Gen zu seiner Zeit in die Synthesekette ein, die schließlich zum hochkomplizierten fertigen Augenpigment führt.

Das Hauptproblem der Merkmalsanalyse bleibt die Abgrenzung der vom einzelnen Erbfaktor bedingten einzelnen Phäne, denn nur vom klar erfaßten einzelnen Phän her läßt sich ein Rückschluß auf die Aktivität des Erbfaktors ziehen. Dem stehen zwei große Schwierigkeiten entgegen. Zuerst läßt sich die Wirkung einer Mutation in den allermeisten Fällen nur als Differenzmuster (*Hadorn* 1945) im Vergleich zu einem konventionellen Normaltyp erfassen.Damit liefert die Phänanalyse von vorneherein nur einen Teilaspekt der Genwirkung. Dazu kommt als zweites, daß häufig ein mutiertes Gen eine Kaskade von Wirkungen auslöst, wobei einzelne so bedeutend sein können, daß sie andere maskieren oder durch Phäninterferenz (*Anders* 1955) deren Realisation entscheidend beeinflussen. So kann im äußersten Fall ein schwerwiegender, mutationsbedingter Defekt auf einem frühen Entwicklungsstadium den Tod einer *Drosophila*larve zu einer Zeit herbeiführen, da einzelne Organe wie die Gonaden von der Wirkung des betreffenden Faktors noch nicht voll erfaßt wurden (*Hadorn* 1955). Solche komplexe Wirkungen lassen sich oft nur durch experimentelle Methoden, wie die Transplantation oder die Mosaikbildung, angehen, die ihrerseits wieder die Einheit des Manifestationsmusters sprengen.

Wir stehen also an beiden Polen der Genetik, beim Genotypus und beim Phänotypus, vor der praktischen Unmöglichkeit, in jedem Erbsyndrom Einheiten abzugrenzen: Wirkeinheiten einerseits und ihnen gegenüber Erfolgseinheiten. Dazu hat die immer tiefer dringende Analyse die Erbforschung in einzelne Bereiche geteilt, die zum Teil methodisch voneinander verschieden, im äußersten Fall sogar durch kaum zu überbrückende Gegensätze getrennt sind. Im Gegensatz zu *Morgans* «Theory of the Gene» liefert uns die heutige Genetik ein buntes Bild von Teilaspekten des Erbvorganges. Diese Situation braucht keineswegs zum Pessimismus zu führen. Auf jedem Einzelgebiet eröffnen sich uns gute Teileinblicke in die Kausalkette, die Genotypus und Phänotypus verbindet. Das *Morgansche* Genkonzept, das ja aus dem Experiment abgeleitet wurde, bewährt sich außerdem noch immer ausgezeichnet in der genetischen Praxis: im Laboratorium, in der Medizin, in der Tier- und Pflanzenzucht. Die Genauigkeit und Eindeutigkeit der Ergebnisse, die auf dieser Grundlage gewonnen werden, sind derart, wie sie nur in wenigen Gebieten der Biologie erreicht werden. Wir müssen uns dabei nur

darüber klar sein, daß das *Morgansche* Gen keine Realität, sondern nur ein Symbol ist. Vorläufig besteht in der Genetik die gleiche Dualität, wie sie seit Jahrzehnten auf physikalischem Gebiet zwischen theoretischer und experimenteller Physik besteht. Erst die Zukunft wird zeigen, welche von den neuen Auffassungen in der Genetik zu einer Synthese vereinigt werden können.

**Literaturverzeichnis**


*Anders, G.*, 1955. Untersuchungen über das pleiotrope Manifestationsmuster der Mutante *lozenge-clawless* (lz cl) von *Drosophila melanogaster*. Z. Vererb. 87, 113–186.

*Baltzer, F.*, 1908. Über mehrpolige Mitosen bei Seeigeleiern. Verh. Phys.-Med. Ges. (Würzburg) 39, 291.

*Beadle, G.W.*, 1945. Biochemical genetics. Chem. Rev. 37, 15.

*Benzer, S.*, 1957. The elementary units of heredity, in *Mc Elroy, W.D., u. B. Glass:* «The chemical basis of heredity». Baltimore, John Hopkins Press 70.

*Boveri, Th.*, 1907. Zellenstudien. VI. Die Entwicklung dispermer Seeigeleier. Ein Beitrag zur Befruchtungslehre und zur Theorie des Kerns. Jenaische Ztschr. f. Mediz. u. Naturwiss. 43,1.

*Calef, E.*, 1957. Effect on linkage maps of selection of cross-overs between closely linked markers. Heredity 11, 265–279.

*Goldschmidt, R.B.*, 1955. Theoretical genetics. – University of California press, Berkeley and Los Angeles.

*Grüneberg, H.* 1938. An analysis of the pleiotropic effects of a new lethal mutation in the rat *(Mus norwegicus)*. Proc. Roy. Soc. London, B., 125, 123–144.

*Hadorn, E.*, 1945. Zur Pleiotropie der Genwirkung. Arch. Jul.-Klaus-Stiftg., Ergänzungsabend zu Band 20, 82–95.

— 1955. Letalfaktoren in ihrer Bedeutung für Erbpathologie und Genphysiologie der Entwicklung. G. Thieme, Stuttgart.

*Johannsen, W.* 1909. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena, Fischer.

*Judd, B.H.*, 1957. Complex pseudoallelism at the *white* locus in *Drosophila melanogaster*. Rec. Genet. Soc. Amer. 26, 379–389.

*Lewis, E.B.*, 1952. The pseudoallelism of *white* and *apricot* in *Drosophila melanogaster*. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 38, 953–956.

*Mackendrick, M.E.* 1953. Further examples of crossing over between alleles of the *w* series. *Drosophila* Information Service 27, 10.

*Martin-Smith, C.A.* 1958. The $ad^9$ series in *Aspergillus nidulans*. Microbial Genetics Bull. 15:20–21.

*Mather, K.* 1941. Variation and selection of polygenic characters. J. Genet. 41, 159.

*Morgan, T.H.*, 1925. The Theory of the Gene. New Haven, YaCe University Press.

*Morgan, T.H., A.H. Sturtevant, H.J. Muller, C.B. Bridges*, 1915. The mechanism of mendelian heredity. New York, H. Holt & Co.

*Pontecorvo, G.*, 1952. The genetic formulation of gene structure and action. Advances in Enzymology, 13, 121–149.

— 1959. Trends in Genetic analysis. New York, Columbia University Press.

*Pritchard, R.H.*, 1955. The linear arrangement of a series of alleles in *Aspergillus nidulans*. Heredity 9, 343–371.

— 1958. Localised negative interference in *Aspergillus nidulans*. Microbial Genetics Bull. 15, 22–24.

*Waldeyer, W.*, 1888. Über Karyokinese und ihre Beziehung zu den Befruchtungsvorgängen. Arch. f. mikroskop. Anat. 32,1.

*Watson, J.D., and F.H.C. Crick*, 1953. Genetical implications of the structure of deoxyribose nucleic acid. Nature, London, 171, 964.

**3.** Georges Grosjean (Bern). – *Zur Genesis der Kulturlandschaft.*

Die Aufgabe des Geographen ist heute eine zweifache: Er hat einerseits als synthetischer Wissenschafter die Ergebnisse aller Spezialwissenschaften, die sich mit der Erdoberfläche befassen, zueinander in Beziehung zu setzen, um eine Landschaft als Ganzheit erfassen zu können. Anderseits obliegt ihm die analytische Erforschung einer ganzen Reihe von einzelnen Landschaftselementen, die noch nicht Gegenstand spezieller Wissenschaften geworden sind. Analytische Landschaftsbetrachtung erfordert eingehende Spezialkenntnisse, was zur Folge hat, daß ein einzelner Geograph nicht auf allen Teilgebieten arbeiten kann. Die Analyse der Naturlandschaft arbeitet weitgehend mit den Mitteln und Methoden der Naturwissenschaften, die Analyse der Kulturlandschaft erfordert vermehrt die Arbeitsweise der sprachlich-historischen oder der juristisch-wirtschaftswissenschaftlichen Disziplinen. Eine Trennung des gesamten Komplexes der Geographie in «Naturgeographie» und «Kulturgeographie ist daher für die analytische Arbeit zweckmäßig.

Die wissenschaftliche Erfassung der Kulturlandschaft erfolgt nach zwei Richtungen; diese sind: 1. die deskriptiv-systematisierende Erfassung der aktuellen Kultur- und Wirtschaftslandschaft nach formalen und funktionalen Gesichtspunkten; 2. die historisch-genetische Betrachtung.

Dient die erste Betrachtungsweise zum Teil unmittelbar praktischen Bedürfnissen, indem sie zum Beispiel die unentbehrlichen Unterlagen zur Wirtschafts- und Landesplanung liefert, so hat die zweite Betrachtungsweise mehr den Charakter reiner Erkenntniswissenschaft, indem sie zum tiefern Verständnis vom Wesen der Kulturlandschaft und ihrer Wandelbarkeit vorstoßen will. Letztes Ziel ist, das Verhältnis des Menschen zur Landschaft, die Wechselbeziehung von Mensch und Landschaft und damit überhaupt ein wichtiges Stück vom Wesen des Menschen zu erfassen.

Die Kulturlandschaft als Gegenstand unserer Forschung manifestiert sich heute in zwei Grundformen: In der *ländlichen Flur*, mit ihren Dörfern und Höfen, und in der *Stadt*. Historische Flurgeographie und historische Stadtgeographie müssen daher in gleicher Weise gepflegt werden. Allein aus Gründen des knapp bemessenen Rahmens ist im folgenden nur die historische Flurgeographie als Beispiel berücksichtigt.

Die kausalgenetische Untersuchung *junger Kulturlandschaften*, wie etwa derjenigen der Neuen Welt, ist zwar sehr wichtig und äußerst interessant, bietet aber methodisch, außer den Problemen der Kartierung und der Darstellung, keine besondern Schwierigkeiten. Das erforderliche Material liegt in Form von Karten, Plänen, Grundbüchern, statistischen Bestandesaufnahmen, Gesetzen und Akten aller Art in überreicher Fülle in den Archiven bereit. Es wird deshalb hier auf diesen Zweig der genetischen Kulturlandschaftsforschung nicht weiter eingegangen.

Ganz anders stellt sich die Aufgabe bei den *alten Kulturlandschaften Europas*, deren Anfänge sich im Dunkel früher Zeiten verlieren, so sehr, daß man bis in jüngste Zeit hinein deren Aufhellung überhaupt nicht zum Gegenstand wissenschaftlicher Forschung machte. Man begnügte

sich mit vagen Vorstellungen, die sich allein auf die Interpretation der Orts- und Flurnamen stützten.

Entscheidend für die Entwicklung einer brauchbaren Methode zur Erforschung der frühen europäischen (zum Teil auch der frühen asiatischen) Kulturlandschaft ist die Erkenntnis, daß in den scheinbar zufällig angelegten Fluren und in den scheinbar zufällig hingestreuten Siedlungen viel häufiger als angenommen *bewußte Strukturen* verborgen sind, die es herauszuschälen gilt.

Die wichtigste historische Strukturform für die süd- und westeuropäische Kulturlandschaft ist die *römische Limitation*, das heißt die bei Koloniegründungen vorgenommene und später anscheinend auf weite Landstrecken ausgedehnte systematische Landaufteilung anhand eines rechtwinkligen Koordinatensystems. Die Aufdeckung der römischen Limitationsstrukturen, deren allfällige Anlehnung an vorrömische Objekte, deren lokales Fehlen, deren Erhaltungs- oder Zerfallsgrad und deren Überlagerung durch andere Strukturen, all dies läßt eine ganze Reihe von Schlüssen über die Geschichte einer Landschaft zu. Verschiedenaltrige Siedlungszonen lassen sich so zuverlässiger ausscheiden als anhand der Ortsnamen.

Durch die *Luftphotographie* sind in den letzten Jahren römische Limitationen als Grundstrukturen des heutigen Kulturlandschaftsbildes in Italien, Dalmatien und Nordafrika in geradezu erstaunlicher Weise nachgewiesen worden. Leider versagt diese Methode aus vielerlei Gründen in unsern Verhältnissen weitgehend. Dagegen führte die Arbeit mit *politischen und juristischen Grenzen aller Art*, wie Gemeindegrenzen, Zehntgrenzen, Grundherrschaftsgrenzen, zu guten Ergebnissen. Bloße Konstruktion auf der modernen Karte führt in der Regel zu Irrtümern. Zu einer gründlichen Untersuchung müssen folgende Operationen vorgenommen werden: 1. Eingehende Einsichtnahme in das Gelände, Kartierung der Physiotope, Kartierung nichtnatürlicher Kleinformen; 2. möglichst weit zurückreichende Rekonstruktion und Kartierung der Güterstreuung, der Parzellierung, der Grundherrschafts- und Zehntverhältnisse, anhand deren sich in der Regel heterogene Bestandteile der Flur ausscheiden lassen; 3. Zusammenstellung und Interpretation der Nomenklatur, wiederum mit dem Ziel des Ausscheidens heterogener Elemente; 4. metrologische Untersuchung der Äcker und Flureinheiten, zur Ausscheidung ungleichaltriger Bestandteile; 5. auf Grund allfällig gefundener Gesetzmäßigkeiten in den Maßen Entwurf hypothetischer Strukturnetze zur Beurteilung, wieweit die gefundenen Gegebenheiten darauf ansprechen; 6. Konfrontation der gefundenen Strukturen mit dem archäologischen Bodenbefund zur Beurteilung römischer oder allenfalls nichtrömischer Herkunft der Strukturen; 7. eventuell chemische Bodenuntersuchung (Phosphatanalyse) zur Ermittlung von Wüstungen.

Aus der Untersuchung eines einzelnen Dorfes lassen sich kaum sensationelle Schlüsse ableiten. Erst das geduldige Zusammenfügen kleiner und kleinster Bausteine über größere Räume hinweg läßt die

Zusammenhänge klarer erkennen. Noch sind wir erst am Anfang unserer Arbeit. Es wird noch Jahrzehnte dauern, bis nur ein kleines Gebiet, wie etwa das schweizerische Mittelland, so weit durchgearbeitet ist, daß eindeutige Aussagen gemacht und eine einigermaßen zuverlässige Chronologie der verschiedenen Flur- und Siedlungsstrukturen aufgestellt werden kann. Wir sind aber überzeugt, daß sich dann ein ganz neues und reiches Bild vom Ursprung und der frühern Entwicklung unserer Kulturlandschaft abzeichnen wird, das den Aufwand an mühsamer Kleinarbeit lohnen wird. Und wir sind auch überzeugt, daß das schweizerische Mittelland, im Grenzgebiet abendländischer Kulturräume, sich in ganz hervorragendem Maße zu einer erstmaligen systematischen Durcharbeitung dieser Art eignet.

**4.** Dr. W. Brunner-Hagger (Kloten). – *Die kausalgenetische Methode in der Meteorologie.*

Um von einer beobachtbaren Ausgangslage einen zukünftigen Zustand sicher voraussagen zu können, benützen die exakten Naturwissenschaften die Kausalkette, die durch logische Kombination von Naturgesetzen Glied an Glied reiht. Das klassische Beispiel dafür ist die astronomische Vorausberechnung von Planetenörtern durch Joh. Kepler nach Beobachtungen von Tycho de Brahe. Ein Triumph der Newtonschen Gravitationstheorie war die von Leverrier und Adams aus den Störungen der bekannten Planeten vorausberechnete Position eines unbekannten Planeten und dessen Entdeckung von Galle nahe am berechneten Orte.

Diese Erfolge der kausalen Methode, die mit mathematischer Sicherheit auch andere astronomische Ereignisse, wie zum Beispiel Finsternisse, exakt vorausberechnen kann, hat den Glauben an einen mechanistisch-mathematisch beschreibbaren Weltmechanismus so gestärkt, daß ein Gebiet nach dem andern der reinen Kausalmethode unterworfen wurde. Erst in jüngster Zeit wurden in der Meteorologie umfangreiche Berechnungen möglich, weil vorher ein riesiges Beobachtungsmaterial aus verschiedenen Höhenschichten und allen Erdgegenden zusammengetragen werden mußte. Das Geophysikalische Jahr hat hiezu einen wesentlichen neuen Beitrag geleistet. Die elektronischen Rechenmaschinen gestatten erst, das umfangreiche Zahlenmaterial auszuwerten. In bezug auf die großräumige globale Luftzirkulation scheinen langfristigere Aussagen möglich zu werden, als das bis jetzt der Fall war. Sie haben aber nur extrapolatorischen Charakter, da gerade aktive äußere und innere Steuerungen mit Ausnahme der regelmäßigen Sonnenstandsänderung nicht berücksichtigt werden.

Woran liegt es, daß sich der Wetterablauf im einzelnen jedes Jahr anders gestaltet? Wäre die Erde ohne Wasser und Staub, so würde sich der Wind- und Temperaturverlauf regelmäßig tages- und jahreszeitlich wiederholen. Durch das *Wasser* entsteht erst das eigentliche Wetter. Die wenigen Promille Wasserdampf in der Luft und die Wolkendecken erzeugen eine Treibhauswirkung, die das Strahlungsklima voll-

ständig verändert. Es geht deshalb nur ca. $^1/_{15}$ der Wärmestrahlung von der Erdoberfläche direkt in den Weltraum weg. Der größte Teil der Energie wird für den Wärmehaushalt der Troposphäre und ihres Wasserkreislaufs mit seinem Dunst, Nebel, seinen Wolken und Gewitterbildungen verwendet. In Form von Eis schafft sich der Wasserkreislauf Reserven, die über Jahrtausende dauern können.

Obschon auch hier physikalische Gesetze wirken, müssen zusätzlich Phänomene berücksichtigt werden, die, ihrer Struktur und ihrem Entwicklungsablauf nach, Analoges nur in der Welt der Lebewesen haben. Die Erscheinungsformen folgen *genetischen* Gesetzen.

Sie werden geboren, wachsen und entwickeln sich, machen Metamorphosen durch, erreichen einen Höhepunkt, erschöpfen sich und sterben.

Der wissenschaftlichen Meteorologie stehen für die Beobachtung physikalische Instrumente zur Verfügung, wie Thermometer, Barometer, Anemometer, Hygrometer, Pluviographen, Verdunstungswaagen, Sicht- und Wolkenhöhemesser, Sonnenscheinautographen und viele Strahlungsmeßgeräte. Für die Wolkenart und -entwicklungsbestimmung dient aber immer noch eine Wolkenklassifikation, die auf genetischer Betrachtungsweise beruht. Diese stammt vom Engländer Howard, der die lateinischen Namen Stratus, Stratocumulus, Cumulus, Cirrus und Nimbus für die Wolken einführte, die heute noch im internationalen Wettercode gebraucht werden. Auf Grund eines Briefwechsels mit Goethe von 1820 wurde die Howardsche Beschreibung der Wolkengestalten in Deutschland allgemeiner bekannt.

Betrachten wir die Struktureigenschaften der Wolken und vergleichen sie mit den Lebewesen, so ergeben sich folgende Analogien: Den *Zellen* entsprechen die frei in der Luft schwebenden *Wasserkügelchen* von $^1/_{1000}$ bis $^1/_{100}$ mm Durchmesser oder die Eisnadeln, die als Kern einen Kondensationskeim von $^1/_{1\,000\,000}$ bis $^1/_{10\,000}$ mm Durchmesser enthalten. Dem *Zellgewebe* entspricht die *Wolke*, die gleichmäßig mit Nebeltröpfchen, ca. 30 bis 300 pro Kubikzentimeter, erfüllt ist, die sich an der Wolkenoberfläche dauernd auflösen und durch Regeneration neu bilden.

Ein Gebilde höherer Ordnung ist das *Wolkenfeld*, ungegliedert als Boden- oder Hochnebel (Stratus) sich ausbreitend, durch Wind- und Druckrhythmus wird es in Walzen, Ballen oder Flocken aufgegliedert. Es entstehen Stratocumuli oder Altocumuli, die eine regelmäßige Anordnung zeigen. Die einzelnen Wolkenindividuen sind hier zu einer Population vereinigt. Durch die Wolken wird eigentlich die Struktur des Feuchtegehaltes, der Temperaturschichtung und des Windrhythmus in der Luft sichtbar. Türmen sich die Wolkenballen durch thermischen Auftrieb übereinander, so entsteht ein Cumulus-congestus, der sich in der Weiterentwicklung zu einer Gewitterwolke (Cumulonimbus) auswachsen kann. Bei rein thermischen Gewittern, die bei schwachen Höhenwinden auftreten, kann sich diese individuelle Entwicklung anderntags am gleichen Ort in ähnlicher Art wiederholen. Als eigentliche *Wetterorgane* haben wir großräumigere Wolkenansammlungen, die eine längere Lebensdauer von mehreren Tagen bis Wochen haben und meist an Luft-

massengrenzen auftreten. Es sind dies die *Wetterfronten*, deren Energiereserven durch Konfluenz kalter und warmer Luftmassen längere Zeit genährt werden. Man wird diesem Wetterfrontbegriff nur gerecht, wenn man sich in Analogie die Vielgestaltigkeit der Frontabgrenzungen, wie wir sie im letzten Weltkrieg erlebten, vor Augen hält. Oft können vorderste Vorposten die «Front» nur noch in Igelstellungen halten, die wir meteorologisch als Kaltlufttropfen bezeichnen. Höhenkaltluftvorstöße, die vor die Bodenfront vorstoßen und plötzlich wetterwirksam werden, sind Fallschirmtruppen vergleichbar, die sich zu einer Bodenfront verfestigen oder wenigstens das Vordringen der Bodenfront erleichtern. Der Meteorologe ist oft in der Lage eines Kriegsberichterstatters, der aus der Frontlage, der Truppenstärke, der Geländebeschaffenheit und den Nachschubmöglichkeiten die Weiterentwicklung und Vorverschiebung der Front beurteilen soll. Die Klippen für die Prognose liegen da, wo eine individuelle Akkumulierung ermöglicht oder verhindert wird, die notwendig ist, um einen Schwellenwert oder Engpaß der Weiterentwicklung zu überwinden. Aus der Biologie ist bekannt, daß das Wachstum durch vermehrtes Angebot von Nährstoffen nicht immer gefördert wird, wenn an einem einzigen Nährstoff Mangel herrscht. Das Analogon im Meteorologischen ist das Ausbleiben eines notwendigen Gliedes für das Zustandekommen zum Beispiel eines Frontgewitters. Es kann instabile bodennahe Luft durch das Relief aufgehalten sein, das wetterwirksame System verliert ein Glied und damit die gesamte Aktivität, anderseits kann durch Konfluenz ein fehlendes Glied ersetzt werden, und schon kommt eine wetterinaktive «Front» wieder zur vollen Wirksamkeit. Außerhalb der Frontsysteme treten isolierte Aktivitätszentren auf, wie die tropischen Wirbelstürme, die Hurrikane und Taifune, die ausgesprochen Individualitätscharakter zeigen.

Betrachten wir die Erde als Ganzes, so hat auch sie, wie dies Kepler in seinem metaphysischen Buche der *Harmonices Mundi* darlegt, die Eigenschaften eines Lebewesens. Die kosmischen Umweltseinflüsse werden nicht nur mechanisch, passiv registriert, sondern die Atmosphäre reagiert auch in selbständiger Weise und prägt ihren Eigenrhythmus den Luftmassen ein.

Ein Beispiel dafür ist die auf der ganzen Erde auftretende *Doppelperiode der Barometerschwankung* im Tageslauf. Die Minima treten nachmittags um 3 Uhr und morgens um 3 Uhr auf. Das nachmittägliche Minimum ist thermisch verständlich; es wäre aber entsprechend in der Morgenfrühe eher ein Maximum zu erwarten. Für diese nächtlichen Minimuma habe ich folgende einfache Erklärung gefunden:

Die Luftdruckwellen breiten sich mit Schallgeschwindigkeit, ca. 1 km in 3 Sekunden oder 14 400 km in 12 Stunden, aus. Der halbe Erdumfang beträgt 20 000 km am Äquator, in mittleren Breiten das ca. 0,7fache = 14 000 km. Die von einem Meridian nach beiden Seiten sich ausbreitenden Druckwellen erreichen durchschnittlich nach 12 Stunden den Gegenmeridian. Die Elastizität der Luft ist «zufällig» so abgestimmt, daß dieses Phänomen auftreten kann.

Als weiteres Beispiel möchte ich anführen, wie die globale atmosphärische Zirkulation auf starke Sonnenaktivität reagiert. Als ungestörten Normalfall haben wir auf der Höhenwetterkarte (500 mb) eine zonale Westströmung von durchschnittlich 20 bis 25 Knoten. Es braucht somit ca. 31 bis 25 Tage, bis sich die Atmosphäre einmal um die Erdoberfläche gewälzt hat. Die Übereinstimmung dieser Umlaufzeit mit der Sonnenrotation, die für die verschiedenen solaren Erscheinungen auch zwischen 26 und 31 Tagen liegt, und dem Mondumlauf von 27,3 und 29,5 Tagen läßt in der allgemeinen Luftzirkulation monatliche Resonanzerscheinungen erwarten. Bewirkt die Sonne durch zusätzliche elektrische Strahlung eine Verstärkung des terrestrischen Magnetfeldes, so erfolgt die globale Zirkulation der Atmosphäre um den Magnetpol anstatt um den geographischen Pol. Im Sommer 1959 war dies häufig der Fall. Die Folge davon war ein dauerndes Vorstoßen des Hochdruckkeils von den Azoren nach England und Skandinavien, statt dessen Normallagerung in den Roßbreiten (Azoren–Sahara). Westeuropa war deshalb vermehrt unter Bisen- statt Westwindwettereinfluß. – Doppelperiodische Tages- und Monatsrhythmen sind auch in der Biologie bekannt[1].

Des weitern reagieren speziell die Extremniederschläge auf Wasserstoffwolken- (Protonen-) Einbrüche von der Sonne und auf interplanetare Meteorstaubfälle[2]. Je nach der Lage des Erdorts sind die Korrelationen zur Sonnenaktivität positiv oder negativ. Dazwischen liegen neutrale Gebiete, die keine Abhängigkeit zeigen.

Mannigfach sind im einzelnen die Wechselbeziehungen der Atmosphäre zum Meer und Land, zur Bewachsung und Besiedelung. Das Wettergeschehen hat durchaus organischen Charakter; seine Erforschung nach genetischen Gesichtspunkten wird uns über die rein mathematische Methode hinausführen.

**5.** Benjamin Matalon (Genève). – *La méthode génétique en psychologie et sa valeur explicative.*

Plutôt que de définir d'emblée la méthode génétique en psychologie, je commencerai par la situer par rapport à deux domaines de cette science, la psychologie de l'enfant et la psychologie du développement. Nous verrons ensuite deux applications parmi les plus importantes, la psychologie de l'intelligence de J. Piaget, et la psychanalyse.

La psychologie de l'enfant a pour objet la description des différents aspects du comportement enfantin. Le genre de problèmes qu'elle se pose, c'est: à quel âge un enfant est-il capable de résoudre un certain problème ? quels sont, à un âge donné, les rapports d'un enfant avec ses parents ? Dans un domaine plus pratique, à quel âge est-il possible d'enseigner une notion déterminée ?, etc. Dans cette perspective, le pro-

---

[1] Vgl. G. Wachsmuth: Erde und Mensch.

[2] Verhandl. d. Schweiz. Nat. Ges., St. Gallen 1948, S. 123, Luzern 1951, S. 118. Verhandl. d. Schweiz. Nat. Ges., Pruntrut 1955, S. 112. Ref. von W. Brunner-Hagger, Kloten.

blème du développement, pris en lui-même, n'est pas posé. Cette omission peut être justifiée pour des raisons pratiques, parce que le problème qu'on se pose est suffisamment spécifique pour ne pas nécessiter l'étude de l'évolution du comportement, ou pour des raisons théoriques plus fondamentales. C'est le cas, par exemple, de certains théoriciens de l'apprentissage, pour qui le développement n'est qu'un cas particulier de lois très générales, qui régissent l'acquisition de nouvelles conduites aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte ou l'animal; dans cette perspective, il n'y a évidemment aucune raison d'étudier le développement comme un phénomène spécifique distinct.

La psychologie du développement, au contraire met l'accent sur le processus lui-même de la transformation. Elle essaie de mettre en évidence les facteurs qui affectent cette évolution particulière. Par là, elle ajoute à la psychologie de l'enfant une dimension supplémentaire, la dimension temporelle.

La méthode génétique n'a pas pour objet spécifique l'étude de l'enfant ou de son développement; les connaissances fournies par une telle étude sont pour elle un instrument, en vue de la résolution de problèmes posés par la psychologie générale, en particulier par la psychologie de l'adulte. Pour donner une formulation un peu générale, on peut dire qu'on a recours à la méthode génétique lorsque, pour certaines raisons, on estime qu'on aura mieux compris un phénomène si on connaît sa genèse ou son origine. Dans cette perspective, la méthode génétique apparaît comme un cas particulier de la méthode comparative; mais c'est un cas particulier privilégié, car on est assuré de la continuité des phénomènes dont on étudie l'évolution, mieux que si on compare différentes espèces animales.

Lorsqu'on cherche à étudier la structure de l'intelligence adulte, on se trouve devant une difficulté méthodologique fondamentale: l'instrument et l'objet de la connaissance sont confondus. Le recours à la méthode génétique permet de se situer en dehors du processus, de prendre le recul qui est nécessaire. C'est ce qu'a fait Piaget dans l'ensemble de son œuvre. La méthode génétique, telle qu'il la considère, permet de rendre compte à la fois de la continuité du développement et des différentes étapes, ou stades, qu'il est possible d'y distinguer. Par comparaison avec ces stades antérieurs, et grâce à la connaissance des mécanismes du développement, et de son orientation, on peut arriver à comprendre l'état final, l'aboutissement de cette évolution, qui est l'intelligence adulte.

Par exemple, la notion d'invariance au cours d'une transformation semble être un aspect fondamental de la pensée (cf. Meyerson, «Identité et réalité»). L'étude de l'enfant avant 7 ans nous montre que ce n'est pas le cas, et que, par exemple la notion «évidente» de la conservation de la longueur d'une tige rigide au cours d'un déplacement n'apparaît que vers 7 ans. Or, à cet âge apparaissent de nombreuses autres conduites (autres conservations, classifications, etc.) La conservation de la longueur n'est donc pas une caractéristique générale et innée de la pensée, mais le produit d'une évolution. Elle est liée à d'autres conduites, et il a été possible

à Piaget de montrer qu'elle est solidaire d'une structure assez générale, bien que ne représentant pas encore la pensée adulte.

Une autre application très importante de la méthode génétique, c'est la psychanalyse. Celle-ci admet qu'il est impossible de comprendre un symptôme, et par là agir sur lui, si on ne peut pas le relier à des événements antérieurs. En général, il s'agit d'un traumatisme infantile, qui est à l'origine du symptôme, et qu'il faut déterminer. Mais, selon certaines conceptions, le traumatisme initial n'est que l'événement déclenchant, et il faut aussi connaître toute l'évolution de l'individu depuis cet instant.

Chez Piaget, nous avons vu que le recours à la méthode génétique était une nécessité méthodologique fondamentale. Il ne semble pas qu'il soit possible de traiter les mêmes problèmes par d'autres méthodes, à moins de les transformer profondément. Dans la psychanalyse en revanche, la nécessité d'une explication génétique est une conclusion à laquelle les analystes sont arrivés empiriquement. Il existe d'ailleurs des écoles psychanalytiques qui mettent l'accent sur les conflits actuels du patient, sans beaucoup se préocuper de connaître l'origine des symptômes observés.

Une autre critique de la conception génétique a été faite par les partisans de la théorie de Lewin, qui substitue à la génétique la «dynamique du champ actuel». Selon ce point de vue, les éléments du passé n'interviennent que dans la mesure où il en existe des traces actuelles. Il suffit donc de connaître le «champ» décrivant la situation d'un individu à un moment donné, et les lois de la dynamique de ce champ, pour prévoir son évolution.

Cette critique apparaît comme fondamentale, dans la mesure où elle met en évidence une caractéristique importante de telles applications de la méthode génétique: l'étude de l'histoire d'un phénomène se substitue à la connaissance complète du phénomène achevé, qui est souvent impossible, ou du moins difficile.

**6.** R. Kuhn (Münsterlingen). – *Zum Problem der Psychogenese.*

«La cause la plus ordinaire de la fièvre lente est la tristesse, et l'opiniâtreté de la fortune à persécuter votre maison vous donne continuellement des sujets de fâcherie, qui sont si publics et si éclatants qu'il n'est pas besoin d'user beaucoup de conjectures, ni être fort dans ces affaires pour juger que c'est en cela que consiste la principale cause de votre indisposition. Et il est à craindre que vous n'en puissiez être du tout délivrée, si ce n'est que, par la force de votre vertue, vous rendiez votre âme contente, malgré les disgrâces de la fortune.» Diese Sätze nehmen unser höchstes Interesse in Anspruch, zunächst weil sie nicht von einem psychosomatisch eingestellten Arzt unserer Zeit stammen, der sie, mit geringfügigen inhaltlichen Modifikationen, hätte schreiben können, sondern über 300 Jahre alt sind und auf einfachste Weise ein Problem umschreiben, von dem man sich wohl fragen kann, ob es seither grundsätzlich wesentlich gefördert worden ist. Ferner beeindrucken uns diese

Sätze wegen der Person des Verfassers. Sie stammen von Descartes, in dessen Methode und Werk die neuzeitlichen Probleme des kausalen Erklärens, die uns so sehr beschäftigen, eine ihrer wesentlichen Wurzeln haben, über den aber auch so viel gesprochen und geurteilt wird, ohne daß man ihn selbst zum Wort kommen läßt, weshalb sein Bild in der Gegenwart durch viele Mißverständnisse entstellt ist. Wir finden in den soeben angeführten Worten von Descartes das Problem der Psychogenese körperlicher Störungen und Krankheiten, wie wir es heute sehen und benennen, ausgesprochen, müssen uns jedoch wohl hüten, diese Worte für sich allein zu betrachten, sondern wir sollten sie in dem Zusammenhang belassen, in welchen sie eingefügt sind. Damit aber zeigt sich sogleich ein weiterer Gesichtspunkt, der gerade unsere ärztliche Aufmerksamkeit erregt, handelt es sich doch nicht um irgendeine lehrhafte, theoretische Äußerung, sondern um Worte, welche an einen andern Menschen gerichtet sind! Sie stammen aus den Briefen an Elisabeth und sie sind in der Absicht teilnehmender Fürsorge, die wir heute als «psychotherapeutisch» bezeichnen würden, verfaßt worden. Wir nehmen in den Briefen von Descartes an Elisabeth an einem Zwiegespräch teil, das durch die Frage der Prinzessin, wie eine denkende Substanz den Körper bewegen könne, entstanden ist. Descartes hat in diesen Briefen seine Auffassungen zum Problem von Leib und Seele nicht nur geschildert, sondern in mancher Hinsicht erst entwickelt. Es wäre reizvoll, zu untersuchen, wie in den Fragen und Einwänden von Elisabeth sich Wesenszüge der weiblichen Seele enthüllen und inwiefern die Briefe Descartes' durch die Beziehungen des Mannes zur Frau geprägt erscheinen. Offensichtlich sind die Erläuterungen Descartes' zur Psychogenese der Erkrankung Elisabeths und seine psychotherapeutischen Bemühungen eine sehr eigenartige Fortsetzung seiner theoretischen Ausführungen über Leib und Seele, mögen sie von ihm selbst auch nicht so gemeint gewesen sein. Er demonstriert seine Anschauungen an der lebendigen Partnerin seines Gespräches, und so wird das ursprünglich wissenschaftlich-erkenntnistheoretische Problem zu einem menschlich-existentiellen.

Nun hat die fortschreitende Entwicklung der Medizin und der Psychiatrie den Bereich der vermutlich psychogen entstehenden Krankheiten in mancher Beziehung mehr und mehr eingeengt. Wir erkennen heute die Ursache von schleichendem Fieber meist in einer chronischen Infektionskrankheit, wie der Tuberkulose. Gewisse Formen von Anfällen mit Bewußtseinsstörung und motorischen Phänomenen, die noch vor wenigen Jahren als typisch für Hysterie und damit für psychogenen Ursprung angesehen wurden, haben sich durch die Elektroenzephalographie als solche organischer Natur erwiesen, indem sie zu den sogenannten psychomotorischen Phänomenen der Temporallappenepilepsie gehören. Andere nicht weniger erstaunliche Überraschungen brachten die neuen, auf rein empirischer, um nicht zu sagen, zufälliger Art gefundenen Medikamente. Man vermutete schon lange, daß viele als Neurosen oder Psychogenien beschriebene Zustände eigentlich auf Verstimmungen der vitalen Sphäre beruhen, vor allem auf Depressionen. Nun stellt sich

aber in einem früher nicht erwarteten Ausmaß heraus, daß Krankheitsbilder, die bisher als psychogen betrachtet wurden und die nur einer langdauernden und schwierigen Psychotherapie zugänglich erschienen, oft in wenigen Tagen durch die medikamentöse Behandlung der zugrunde liegenden vitalen Depression verschwinden. Es versteht sich, daß solche Beobachtungen auch unsere Vorstellungen von den Ursachen der Krankheiten wesentlich verändern müssen.

Wenn wir erwähnten, die Sätze von Descartes könnten mit wenigen inhaltlichen Modifikationen auch von einem Arzt der Gegenwart geschrieben sein, so deshalb, weil ungeachtet dieser Einschränkung die Rolle der Psychogenese für die Psychiatrie gerade der letzten Jahre sich aber auch erweitert hat. Man sah immer wieder, wie anscheinend sehr ähnliche organische Störungen bei verschiedenen Menschen sehr verschiedene Symptome erzeugen, die Leistungsfähigkeit bei weitem nicht immer gleich stark einschränken und auch nicht immer zu ebenso großem Leiden Anlaß gaben. Es ist zum Beispiel sehr schwierig zu sagen, was organische Läsionen des Gehirns für unmittelbare Folgen haben, da die Symptome, welche bei gehirngeschädigten Menschen auftreten, oft nur durch Reaktionen, und nicht zuletzt auch durch solche psychogener Art, bedingt sind. Noch schwieriger wird es bei den sogenannten endogenen Psychosen, bei denen keine Gehirnläsionen bekannt sind, reaktive und psychogene von den eigentlich endogenen Symptomen zu unterscheiden.

So fruchtbar sich solche Beobachtungen auch auswirken können, wir erinnern etwa an die Arbeiten von Kurt Goldstein zur Wiederherstellung der Arbeits- und Lebensfähigkeit Gehirngeschädigter, und so interessant die Beobachtungen sind, welche in den letzten Jahren bei der Psychotherapie endogener Psychosen gesammelt wurden, so gefährlich kann es umgekehrt sein, wenn ein bloßer Folgezusammenhang oder die Beobachtung einer Koexistenz in ein Kausalverhältnis umgedeutet wird. So entsteht nur allzu leicht die Neigung, die Ursache für Beschwerden des Kranken, die durch objektiv faßbare organische Veränderungen oder funktionelle Störungen nicht hinreichend erklärt erscheinen, auf einen dunklen «psychischen Faktor» zurückzuführen. Dieser wird meist eher postuliert als gefunden, und der Arzt übersieht nicht selten über dem sich scheinbar lückenlos schließenden Kreis von Ursachen und Wirkungen die eigentlichen Grundlagen der Krankheit. Umgekehrt aber hält er oft auch nachweisbare körperliche Veränderungen schon deshalb für die Ursache von Beschwerden, weil sie Normabweichungen darstellen, und es entgehen ihm andere, vielleicht endogen psychotische oder sonstige psychische Faktoren, deren Kenntnis eine viel einfachere, rationellere und wirksamere Behandlung ermöglichen würde.

Es handelt sich hier um schwierige Probleme, weil die organisch-körperlichen Ursachen vieler Krankheiten trotz den großen Fortschritten der neuzeitlichen Medizin noch erst mangelhaft bekannt sind und dann die Vorstellung von einer «Psychogenese» gerne in die Lücken springt. Zudem leben sehr viele Menschen fast ständig in psychischen Spannun-

gen, haben ihre unerfüllten Wünsche, übermäßigen Erwartungen und enttäuschten Hoffnungen, leiden unter Triebkonflikten, Mißverhältnissen zwischen Wollen und Können und andern Störungen des seelischen Gleichgewichts. So kann eigentlich immer und überall ein psychischer Faktor gefunden werden, der das Bedürfnis nach kausaler Erklärung befriedigt, wenn auch oft auf eine Art, die nur als phantastisch bezeichnet werden kann.

Wohl haben die Psychiater in jahrzehntelanger, eifriger Arbeit das Problem der Psychogenese nach verschiedenen Richtungen eingehend untersucht und manches daran nach und nach in ein bestimmtes und deutliches Licht gerückt. Es wurde gezeigt, was für Erlebnisse es sind, die für die Psychogenese einer körperlichen Krankheit in Frage kommen, was für Symptome und welche Verlaufsformen dabei beobachtet werden. So hat sich ergeben, daß die Psychogenese körperlicher Krankheiten nur ein Aspekt eines viel umfassenderen Phänomens ist, das auch die psychische Genese psychischer Erkrankungen umfaßt. Ja man kann die krankhaften psychogenen Phänomene nur verstehen, wenn man sie mit den normalen und gesunden Psychoreaktionen in Zusammenhang bringt, obschon es unerläßlich ist, hier wie andernorts das Krankhafte vom Gesunden klar zu unterscheiden.

Die psychologischen und psychiatrischen Beobachtungen und Untersuchungen haben zu einem Resultat geführt, das vielleicht am bekanntesten geworden ist in der Gegenüberstellung von Karl Jaspers' kausalen und verständlichen Zusammenhängen, das heißt, es wird unterschieden zwischen einer Betrachtung des Psychischen als Natur, die mit naturwissenschaftlicher Methode untersucht wird und zu kausalen Zusammenhängen führt, und einer methodologisch völlig andern Betrachtungsweise, die dem Wesen des Psychischen als solchem folgt und dabei findet, daß hier nicht kausale Faktoren, sondern verständliche Motivierungen entscheidend sind[1].

Jaspers' Gegenüberstellung, in welcher diejenige Descartes' von *res extensa* und *res cogitans* weiterwirkt, hat mannigfachen kritischen Einwänden gerufen. Binswanger hat schon vor Jahrzehnten geschrieben, «daß wir uns weder mit dem Begriff des kausalen Zusammenhanges auf der einen noch mit dem verständlichen auf der andern Seite beruhigen dürfen», «der Begriff der physikalischen Kausalität, der Begriff von Ursache und Wirkung (hat) schon hinsichtlich des Verhältnisses von Reiz und Reaktion und damit auch innerhalb des rein biologischen Geschehens

---

[1] Verständlichkeit, oder, wie man auch sagt, Sinnhaftigkeit, gilt dabei nur für den Menschen, dessen psychische Zusammenhänge untersucht werden. Es geht nicht um denjenigen «Sinn», welchen der Wissenschaftler oder Praktiker in die Naturvorgänge hineinlegt, in der Art teleologischer Betrachtung etwa. Die Verwechslung und Vermischung des vom Arzt durch biologisch-naturwissenschaftliche Methode gemessenen «Blutdruckes» eines Patienten mit irgendwelchem «psychischen Druck», über den er klagt, wie man es etwa in der sogenannten «psychosomatischen Medizin» hört, läßt elementarste Unterscheidungen unbeachtet, wie sie schon seit Kants «Kritik der Urteilskraft» geklärt sind.

keine Stätte», «auf der andern Seite ist der Begriff des verständlichen Zusammenhanges bei Jaspers ein abstrakter, psychologiefremder, methodologischer Hilfsbegriff, dem (wir können hinzufügen, als einem idealtypischen) das Wesentliche fehlt..., der Rückgang auf die zu verstehende individuelle geistige Person.» (Bd. I S. 56.)

Worauf stützt sich diese Kritik an Jaspers ? Wir betrachten zunächst den biologischen Aspekt. Tatsächlich beruht hier die Annahme einer physikalischen Kausalität auf dem Zusammenhang von Reiz und Reaktion. In Johannes Müllers Auffassung von den «spezifischen Sinnesenergien», im Weber-Fechnerschen Gesetz und ähnlichen Aussagen sowie im Begriff des Reflexes, der seinerseits im wesentlichen interessanterweise auch auf Descartes zurückgeht, liegen die methodologischen Grundlagen für eine solche Betrachtungsweise vor. In der Lehre von den bedingten Reflexen von Pawlow werden Wege gesucht, sogar verständlichsinnvolle Phänomene rein physikalisch-mechanistisch zu erklären. Alle diese Bestrebungen übersehen, daß in der Biologie, im Gegensatz zur unbelebten Natur, nur dann der Kausalzusammenhang ein eindeutiger und notwendiger und damit ein im eigentlichen Sinne gesetzmäßiger ist, der die Folgen bestimmter Ursachen klar und sicher voraussagen läßt, wenn aus einem biologischen Ganzen ein Teil, und zwar ein kleiner Teil, herausgenommen und für sich betrachtet wird, was etwa in der Form chemischer oder physikalischer (zum Beispiel elektrischer) Vorgänge geschehen kann. Je mehr aber die Untersuchung ganzheitliche Strukturen berücksichtigt, desto ferner rückt das Ziel einer physikalisch-kausalen und eindeutig notwendigen Erklärung, desto vieldeutiger werden die zu beobachtenden Erscheinungen, und desto weniger streng ist die Abhängigkeit der Reaktion vom Reiz.

Damit wird ersichtlich, daß ganzheitliche Betrachtung in der Biologie nur möglich ist auf Kosten der physikalisch-chemischen Gesetzlichkeit, und umgekehrt. Sie führt auch zu einer Kritik des Reflexbegriffes, und zwar derart, daß dieser zwar nicht als falsch oder unzweckmäßig erscheint, sondern einen bestimmten Gültigkeitsbereich zugewiesen erhält, in welchem seine Grenzen abgesteckt werden. Die beiden bedeutendsten Forscher, welche diese Kritik geleistet haben, sind wahrscheinlich Kurt Goldstein und Erwin Straus.

Ähnliches, nur in viel ausgesprochenerem Maße, finden wir im Bereiche der verständlichen Zusammenhänge. Wir können einen Satz von Hegel anführen, der die Verhältnisse in kurzer und prägnanter Weise darstellt und der bis heute nichts an seiner Bedeutung eingebüßt hat: «Die psychologische Notwendigkeit (wird) ein so leeres Wort, daß von dem, was diesen Einfluß soll gehabt haben, die absolute Möglichkeit vorhanden ist, daß es ihn auch hätte nicht haben können». (S. 226.) Während in der Biologie immerhin noch viele Regelmäßigkeiten gefunden werden, steht in der Psychologie die Individualität im Vordergrund. Diese aber ist es, welche den Zusammenhängen jede Notwendigkeit und Eindeutigkeit raubt, indem die ganze Lebensgeschichte in ihrer je eigenen Art mitbedingend in die Abläufe jedes Geschehens eintritt. So

kann leicht die gleiche Ursache, die bei einem Menschen diese Reaktion auslöst, bei einem andern gerade die gegenteilige Folge haben; derselbe Vortrag etwa in einer wissenschaftlichen Versammlung findet bei einem Hörer hochgespanntes Interesse, während ein anderer darüber einschläft, was von so vielen vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Bedingungen abhängt, daß kaum jemand voraussagen kann, wer sich wie verhalten wird[1].

All das will natürlich nicht sagen, daß sich die Biologie der Vorgänge im Organismus und die Psychologie der sinnvollen Zusammenhänge nicht je in sich selbst und in ihrer gegenseitigen Wechselwirkung auf kausale Zusammenhänge hin untersuchen lassen. In der Geschichte der Psychologie und Psychiatrie hat das eine Sukzession zwischen Reiz und Reaktion annehmende Kausalitätsverhältnis in bezug auf das Leib-Seele-Problem eine große Rolle gespielt, besonders im Gegensatz zu den Annahmen einer Koexistenztheorie, wie derjenigen der «prästabilisierten Harmonie», des «psychophysischen Parallelismus» oder der Lehren von einer «Identität schlechtweg». Wir können auf diese Aspekte nicht eingehen, müssen uns aber klar werden über die Tatsache, welche Husserl in folgendem Satz ausspricht: «In weiterer Folge hat aber auch – wenn wir uns an die ursprünglich Seinssinn begründende Lebenswelt halten – die Kausalität einen prinzipiell ganz andern Sinn, ob von Naturkausalität die Rede ist oder von Kausalität zwischen Seelischem und Seelischem und Körperlichem und Seelischem.» (Bd. VI, S. 221.)

Husserl hat ferner in einem andern Werk die «Motivation als Grundgesetzlichkeit des geistigen Lebens» (Bd. IV, S. 220 ff.) eingehend untersucht, die verschiedenen Formen der Motivation herausgearbeitet und unter anderem ihre Beziehung zur «Assoziation» und zur «Naturkausalität» geklärt. Er analysiert dann weiter die «Beziehungen zwischen Subjekten und Dingen unter dem Gesichtspunkte von Kausalität und Motivation» und zeigt, wie es verschiedene «Einstellungen» des untersuchenden und denkenden Menschen sind, die Kausalität oder Motivation hervortreten lassen (S. 234–238).

Husserl behandelt all diese Probleme mit einer in der Psychiatrie und Psychologie nicht üblichen Klarheit und Eindringlichkeit, die dann auch zu entscheidenden Formulierungen führt. So untersucht er etwa die Möglichkeiten, welche zur Beantwortung der Frage nach der Beziehung zwischen Gehirnzuständen und Bewußtsein bestehen, und zeigt, daß im Bewußtsein «Wesensgesetze» liegen, die einer «universellen funktionellen Regelung» widersprechen. Es kann aber nur empirisch ausgemacht werden, wieweit die unzweifelhaft bestehende Abhängigkeit des Bewußtseins von der Gehirn funktion reicht (S. 290–295). Diese «Grenze

---

[1] Es ist vor allem die als Aktpsychologie bezeichnete Richtung, die mit Forschern wie Dilthey, Brentano, Husserl, Natorp, Hönigswald verbunden ist, welche die individualisierende Methode in der Psychologie am weitesten entwickelt hat und in den «existentiellen» und «daseinsanalytischen» Untersuchungen ihre neueste Entfaltung gefunden hat.

möglicher Naturalisation» des Geistes (S. 297) ist aber heute noch viel zu wenig erforscht, und damit hängt das Problem der Psychogenese, so wie wir es heute sehen, und damit dasjenige der sogenannten «psychosomatischen Medizin» eigentlich in der Luft!

Von dieser Einsicht muß der Psychiater heute ausgehen, wenn er die Probleme des kausalen Erklärens in seiner Wissenschaft und Praxis verfolgt. Dabei stößt er auf zwei Aufgaben. Einmal muß er die Grenze des kausal Erklärbaren immer mehr erweitern, was ihm mit Hilfe der gerade an der Philosophie besonders von Descartes und Husserl geschulten Methode auch immer besser gelingen mag[1]. Zum andern aber muß er sich darauf besinnen, was Kausalität als bestimmte Einstellung des Menschen bedeutet. Eine solche Einstellung des Menschen ist aber immer ein ganzheitliches Phänomen, und so gesehen, tritt stets nicht nur die Beziehung zur Sache, sondern ebenso diejenige zum Mitmenschen ins Spiel, das heißt, jede Einstellung auf kausales Erklären ist auch ein menschlich-existentielles Phänomen. Das läßt sich, wie wir gesehen haben, bereits bei Descartes zeigen.

**Literaturverzeichnis**

*Descartes, René:* Oeuvres et lettres. Bibliothèque de la Pléiade, Paris, Gallimand, 1952.

*Goldstein Kurt:* Die Behandlung, Fürsorge und Begutachtung der Hirnverletzten. Leipzig, Vogel, 1919.

*Jaspers Karl:* Allgemeine Psychopathologie. Berlin und Heidelberg, Springer, 1946, 4. Aufl.

*Binswanger, Ludwig:* Vorträge und Aufsätze. Bern, Francke, Bd. I, 1947, und Bd. II, 1955.

*Hegel, Georg-Wilhelm:* Phänomenologie des Geistes. Ausgabe Lasson, Leipzig, Meinert, 1928.

*Goldstein, Kurt:* Der Aufbau des Organismus. Den Haag, Nijhoff, 1934.

*Straus, Erwin:* Vom Sinn der Sinne. Berlin, Göttingen, Heidelberg, Springer 1956, II. Aufl.

*Husserl, Edmund:* Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendentale Phänomenologie. Husserliana, Bd. VI, Den Haag, Nijhoff, 1954.

— Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Husserliana, Bd. IV, Den Haag, Nijhoff, 1952.

*Merleau-Ponty, M.:* Phénoménologie de la perception. Paris, Galimare, 1945.

---

[1] In einer Kritik der Gegenüberstellung kausaler und verständlicher Zusammenhänge von Jaspers sagt Merleau-Ponty: «Pour le philosophe comme pour le psychologue il y a donc toujours un problème de la genèse et la seule méthode possible est de suivre, dans son développement scientifique, l'explication causale pour en préciser le sens et la matière à sa vraie place dans l'ensemble de la vérité.» (S. 13.) Tatsächlich kommt alles darauf an, den Sinn des kausalen Erklärens zu erfassen.

## 17. Section de pharmacie

Séance de la Société suisse de pharmacie

**Samedi le 12 septembre 1959**

*Président:* Prof. Dr L. Fauconnet (Lausanne)
*Secrétaire:* J.-C. Etter (Lausanne)

**1.** R. Schib und H. Flück (Zürich). – *Schwankungen im Alkaloidgehalt und in der Alkaloidzusammensetzung in den oberirdischen Teilen von Veratrum album L.*

Wir können die folgenden Typen von Schwankungen im Alkaloidgehalt und in der Alkaloidzusammensetzung unterscheiden:

1. genetisch bedingte Schwankungen,
2. ontogenetisch bedingte Schwankungen,
3. Schwankungen, die durch verschiedene Insertionshöhe der Blätter am Stengel bedingt sind,
4. Schwankungen in den verschiedenen oberirdischen Pflanzenorganen,
5. durch Umweltseinflüsse bedingte Schwankungen.

Wir haben die letzten vier Typen von Schwankungen untersucht und fanden dabei die folgenden Resultate:

Die ontogenetisch bedingten Schwankungen sind sehr groß. Die Abnahme im Alkaloidgehalt vom jüngsten bis zum ältesten untersuchten Entwicklungsstadium des Laubblattes betrug für zwei Fundorte 82% bzw. 77%, bezogen auf den höchsten Gehalt.

Die Schwankungen, die durch verschiedene Insertionshöhe der Blätter am Stengel bedingt sind, sind gering. Nur die obersten zwei Blätter sind signifikant gehaltreicher als die anderen.

Die Gehaltsschwankungen zwischen den verschiedenen oberirdischen Organen sind beträchtlich. Die gehaltreichsten der untersuchten Organe (Blätter der sterilen Triebe, Blätter der blühenden Pflanze, Scheinstengel, Blüten, Blütenstiele) stellen die Blätter der sterilen Triebe dar.

Von den Umweltseinflüssen untersuchten wir im wesentlichen jene der Höhenlage, indem wir 35 verschiedene Proben analysierten. Der

Alkaloidgehalt der Blätter von Veratrum album ist in höheren Lagen im allgemeinen geringer als in tieferen Lagen bei gleichen Vegetationsstadien. Bei den zwei jüngeren der untersuchten Entwicklungsstadien beträgt der durchschnittliche Gehalt für Pflanzen, die unter 1200 m wachsen, doppelt soviel wie derjenige für Pflanzen, die über 1200 m wachsen.

Außer den erwähnten Schwankungen im Alkaloidgehalt fanden wir auch Schwankungen in der Alkaloidzusammensetzung. Die Alkaloideta wurden mittels Säulen- und Papierchromatographie aufgetrennt und differenziert. Das einzige Alkaloid, das in fast allen Alkaloideta nachgewiesen werden konnte, ist das Germin. Geralbin, Neogermbudin, Veratroylzygadenin und Protoveratrin A und B konnten jeweils nur in ein bis zwei Mustern nachgewiesen werden. Außer dem schon von HEGI gefundenen Esteralkaloid X konnten wir in allen Alkaloideta der verschiedenen Entwicklungsstadien und Fundorte ein neues Esteralkaloid, Alkaloid Y, nachweisen.

Die Alkaloidzusammensetzung kann wechseln

1. mit wechselndem Fundort,
2. mit wechselndem Erntejahr an ein und demselben Fundort und
3. in ein und demselben Jahr innerhalb der verschiedenen Entwicklungsstadien an ein und demselben Fundort (in extenso in «Pharm. Acta Helv.»).

**2.** P. BAUDET et E. CHERBULIEZ (Genève). – *Observations sur une interaction acide folique-strépogénine dans leurs effets sur la croissance du Lactobacillus casei*[1].

**3.** M. MESSMER (Zürich). – *Tinospora tuberculata* (LAMK) BEUMEE, *eine indonesische Fieberdroge*[1].

**4.** F. LÜDY-TENGER (Burgdorf). – *Kaliumfällungsmittel als Alkaloidreagentien (II)*[1].

**5.** LOUIS FAUCONNET et ANNAMARIA GIUFFRIDA (Lausanne). – *Le sort des hétérosides digitaliques dans le sang.*

L'analyse chromatographique sur papier nous permet de déceler dans 10 g de matériel animal moins de 1 $\mu$g d'hétérosides cardénolides injectés à dose sublétale à un animal ou mélangés à du sang. Nous pouvons ainsi apporter des faits expérimentaux nouveaux au problème

---

[1] Voir Pharm. Acta Helv.

controversé de la fixation des hétérosides cardénolides aux protéines du sang. Les hétérosides que nous retrouvons sont identiques à ceux que nous avons administrés: nous n'avons observé aucune transformation biologique. Quantitativement, les proportions d'hétérosides retrouvées (1 à 30%) varient beaucoup d'un organe à l'autre ou d'une fraction de sang à l'autre, mais aussi suivant les doses et les conditions de l'administration ou du mélange. D'après les bilans que nous avons pu établir, la majeure partie de l'hétéroside (70 à 99%) semble être fixée par les protéines du sérum sanguin de façon assez stable pour que les solvants organiques ne les détachent pas des micelles macromoléculaires. Des séries d'analyses quantitatives, faites sur des mélanges de diverses doses de lanatosides A, B, et C à des quantités croissantes de sérum diluées toujours au volume de 10 ml, nous ont fait constater que la fixation des lanatosides par les constituants du sérum n'obéit pas à une loi de proportionalité; il semble plutôt que la loi soit exponentielle: quantité de lanatoside fixé $= k \log$ (quantité de sérum). Un sérum privé des lipides extractibles par agitation avec de l'éther de pétrole retient moins d'hétérosides digitaliques que le même sérum non délipidé.

Les affinités des protéines sériques pour les hétérosides cardénolides des digitales sont différentes d'une espèce animale à l'autre et croissent dans la série: grenouille, lapin, cobaye, chat, porc, bœuf, cheval, homme. Les quantités de lanatosides fixées dépendent du *p*H du sérum: elles sont moindres à *p*H 8,6 (auquel on pratique la séparation par électrophorèse) qu'au *p*H physiologique de 6,9. Elles varient beaucoup suivant la durée du contact des hétérosides avec le sérum: 1, 2 et même 4 heures après leur mélange avec le sérum, le rendement de l'extraction ou de l'élution d'un mélange d'hétérosides avec du sérum est presque quantitatif, tandis qu'il diminue à mesure que le temps de contact augmente, pour atteindre son minimum au bout de 20 heures environ; après 70 heures, le rendement est le même qu'après 20 heures. Aucun auteur, à notre connaissance, n'a signalé ce facteur important et n'en a tenu compte.

Des trois lanatosides principaux, le A est le plus abondamment fixé (50 à 70%) par les protéines sériques, le C l'est un peu moins (30 à 40%) et le B moins encore (20% environ). Il n'y a pas de compétition entre les lanatosides A, B et C aux concentrations étudiées.

Les albumines sériques fixent énergiquement les lanatosides, comme d'autres cardénolides. Les globulines sériques entraînent aussi les lanatosides, mais elles les fixent moins énergiquement. Une suspension d'érythrocytes ne fixe pratiquement pas de lanatoside, tandis que l'hémoglobine libre, en solution à 10% dans de la solution de NaCl à 0,9%, fixe autant de lanatoside que les protéines du sérum. Cette fixation est toutefois sans importance pratique dans les conditions physiologiques. Le sérum et le plasma hépariné fixent des quantités égales de lanatosides; le fibrinogène n'a donc pas d'affinité appréciable pour les lanatosides (*Rothlin* l'avait déjà montré par d'autres expériences).

Des expériences de dialyse réalisées dans des conditions très proches des conditions physiologiques ont montré qu'en aucun cas la fixation des

lanatosides aux protéines n'implique une altération de la structure chimique des hétérosides: par dialyse prolongée à *p*H 6,9 avec renouvellement répété du liquide externe, comme par électrophorèse à *p*H 8,6, il est possible de détacher entièrement les lanatosides A et C des protéines auxquelles ils étaient fixés. L'eau est le meilleur agent capable de libérer un lanatoside de la protéine à laquelle il était fixé. A *p*H 8,6 et en présence de véronal, la fixation aux albumines est pratiquement nulle; si le lanatoside A (éventuellement aussi les lanatosides B et C) migre avec les $\gamma$-globulines, c'est l'indice soit d'une liaison labile, car elle est rompue par un solvant organique tel que l'alcool ou un mélange de dichlorométhane et de méthanol, soit d'une liaison qui se rompt si les globulines sont dénaturées, et elles le sont au contact des solvants que nous utilisons pour extraire les lanatosides.

Travail réalisé avec l'appui du Fonds national suisse de la recherche scientifique, requête N° 843.
(Laboratoire de pharmacognosie, Université de Lausanne.)

**6.** JEAN-CLAUDE ETTER et LOUIS FAUCONNET (Lausanne). – *L'affinité de quelques hétérosides cardénolides de la digitale pour le cœur.*

Si la constitution chimique des principaux hétérosides cardénolides de la digitale est actuellement connue, leur sort dans l'organisme animal et le mécanisme de leur action ont été et sont l'objet de recherches nombreuses, dont les conclusions sont parfois contradictoires.

Les résultats de la recherche indirecte de ces substances, par voie biologique, ont fait admettre que les hétérosides digitaliques se répartissent inégalement dans l'organisme, qu'ils se fixent surtout dans le cœur pour lequel ils auraient une affinité spécifique. Récemment, les résultats obtenus par l'emploi de substances marquées font mettre en doute cette répartition biochimique des hétérosides; il n'y aurait pas d'affinité, telle qu'elle a été définie, mais une sensibilité particulière du cœur à l'égard de ces substances. Certains auteurs ont comparé la dose qui provoque l'arrêt du cœur *in situ*, au cours du dosage biologique (Gesamtaufbrauchdosis), à celle qui est nécessaire pour arrêter les battements du cœur isolé (Aufbrauchdosis); cette dernière est déterminée par la méthode dite de passage, pratiquée sur le cœur isolé ou sur la préparation cœur-poumons. Certes, Gesamtaufbrauchdosis et Aufbrauchdosis varient parfois du simple au double, selon l'espèce animale, la nature chimique de l'hétéroside employé et les conditions d'administration. Toutefois, en comparant ces deux quantités, on est porté à admettre que les hétérosides ont une affinité spécifique pour le cœur, qui en retient davantage par unité de poids que chacun des autres organes.

Nous avons repris l'étude de ce problème en utilisant la technique de chromatographie sur papier, telle qu'elle est pratiquée depuis plu-

sieurs années dans notre laboratoire. Nous déterminons la quantité d'hétéroside nécessaire pour arrêter les battements d'un cœur isolé de cobaye, ou Auf brauchdosis, sans recourir à un critère biologique.

Afin d'éliminer le facteur sang et tout le problème de la fixation des digitaliques aux protéines sériques (cf. communication précédente de L. Fauconnet et A. Giuffrida), nous perfusons les cœurs par une solution physiologique qui ne contient pas de protéines et à laquelle nous ajoutons des quantités connues de différents hétérosides (lanatosides A, B, C ou digitoxine).

Si nous perfusons un cœur isolé par un cardénolide digitalique, nous ne retrouvons que partiellement cet hétéroside dans le liquide de perfusion usagé, après son passage dans les vaisseaux coronaires. Ce que nous retrouvons est intact; les lanatosides ne sont ni désacétylés, ni scindés en hétérosides secondaires ou en génines. Pour une même concentration en cardénolide du liquide de perfusion (par exemple 1 $\mu$g/ml), la quantité de lanatoside A, B, C ou de digitoxine, qui disparaît du début de la perfusion jusqu'à l'arrêt du cœur, est relativement constante et ne dépend que dans une mesure assez faible de la nature chimique de l'hétéroside employé.

En revanche, cette quantité de cardénolide qui disparaît varie surtout en fonction de la concentration de l'hétéroside dans le liquide de perfusion:

plusieurs dizaines de $\mu$g/g de cœur aux concentrations $> 10^{-6}$
quelques $\mu$g/g de cœur aux concentrations $< 10^{-6}$

Nous avons aussi repris la méthode de passage en y apportant quelques modifications; nous prélevons, pour l'analyse chromatographique, quelques ml de la solution physiologique après son passage à travers un premier cœur, mais avant qu'elle perfuse le cœur suivant, et ainsi de suite. Nous perfusons les cœurs par une solution qui contient, au début de l'expérience, 2 $\mu$g de lan. A par ml. Nous confirmons les résultats précédents: la quantité d'hétéroside utilisée par chacun des cœurs pour s'arrêter de battre n'est pas du tout constante, bien que les temps d'arrêt des cœurs perfusés successivement soient presque égaux.

L'analyse par chromatographie sur papier a l'avantage de déterminer directement l'Auf brauchdosis, sans recourir à un critère biologique tel que l'arrêt d'un cœur isolé; dans nos expériences, le cœur fait disparaître du cardiotonique, il ne sert pas de test biologique. La variation de l'Auf brauchdosis est telle qu'il n'est pas justifié d'utiliser cette quantité pour mesurer l'affinité des hétérosides cardénolides de la digitale pour le cœur.

Dans d'autres expériences, effectuées sur le cœur isolé de cobaye, nous observons le fait suivant, relatif à la fixation des cardénolides au myocarde: si nous perfusons des cœurs par une quantité déterminée (50 $\mu$g, à raison de 2 $\mu$g/ml) d'un cardénolide, les uns par du lan. A, les autres par du lan. C, et si, après l'administration du cardiotonique nous

perfusons ces cœurs par une solution dépourvue de cardénolide (lavage), nous retrouvons plus de lan. A que de lan. C dans le liquide de lavage. Pourtant, d'après la littérature, le lan. C serait moins fortement fixé au cœur que le lan. A et nous devrions en retrouver davantage. Cette observation nous conduit à émettre l'hypothèse, que le lan. C ne serait pas moins fortement fixé à la fibre cardiaque que le lan. A, mais qu'il serait plus rapidement transformé.

L'affinité des digitaliques pour le cœur est une notion qu'il est impossible de préciser et même de maintenir. Il convient de parler plutôt d'une sensibilité du cœur à l'égard des hétérosides cardénolides de la digitale.

(Laboratoire de pharmacognosie, Université de Lausanne)

**7.** W. Walter und K. Steiger-Trippi (Zürich). – *Untersuchungen über die Turboextraktion der Chinarinde*

Die Extraktion von Chinarinde, von der Korngröße Sieb IV nach Ph. Helv. V, wurde mit verschiedenen Verfahren, nämlich der Mazeration, Perkolation, Turboextraktion sowie der Returboextraktion, untersucht. Als Menstruum diente einheitlich das Lösungsmittelgemisch, welches die Ph. Helv. V für Extr. Cinchonae vorschreibt. In allen Mazeraten, Teilperkolaten und Turboextrakten wurden folgende Meßgrößen festgehalten: spezifisches Gewicht, Viskosität, Alkaloid-, Gerbstoff- und Totalextraktivstoffgehalt.

Für die Mazerate und Turboextrakte wurden jeweils 50 g Chinarinde mit 500 g Menstruum Ph. Helv. V angesetzt. Die Mazerationsdauer betrug 4, 8 und 16 Tage. Bei der Perkolation, angesetzt mit 500 g Chinarinde, wurden 6 Teilperkolate aufgefangen.

Bei der *Turboextraktion* wurden die Einflüsse von 1000, 5000 und 10000 Touren pro Minute bei 5 und 60 Minuten Extraktionszeit untersucht. Die Trennung von Droge und Extraktlösung erfolgte durch Zentrifugieren (35 Minuten bei 2500 U/min). Die Extrakte mit 5 Minuten bei 1000 U/min sowie 1 Stunde bei 10000 U/min wurden auch noch bei 40° C hergestellt.

Die einzelnen Wirkstoffgehalte sind in Prozenten der entsprechenden, in der Droge bestimmten und als 100 % angenommenen Wirkstoffgehalte angegeben.

Die *Alkaloidbestimmung* erfolgte analog der Methode für Cortex Cinchonae nach Ph. Helv. V, leicht abgeändert für Extr. Cinchonae. Die *Gerbstoffe* wurden nach einer kolorimetrischen Hautpulvermethode bestimmt, der Trockenrückstand durch Eindampfen von 50 ml Extraktlösung mit anschließender Trocknung bei 103°–105° C bis zur Gewichtskonstanz.

*Resultate der Untersuchungen*

Eine Mazerationszeit von 4 Tagen erwies sich als ausreichend.

*Die Extraktausbeuten und Wirkstoffgehalte der nach verschiedenen Methoden hergestellten Drogenauszüge*

| | Methode: Mazeration 4 Tage | Perkolation 4 TP | Perkolation 6 TP | Turboextraktion 1 Stunde bei $10^4$ U/min 20° C | Returboextraktion 2x5 Minuten bei 5000 U/min 20° C |
|---|---|---|---|---|---|
| Verwendete Menge Menstruum[1] | 500,0 | 4690,0 | 5690,0 | 500,0 | 855,2 |
| Gewonnene Menge Extrakt | 376,0 | 2000,0 | 3000,0 | 367,0 | 683,0 |
| Trennverfahren | Filtr. | | | Zentrifugierung | |
| Wirkstoffausbeuten: | | | | | |
| Alkaloide[2] | 54,1 | 72,2 | 81,1 | 63,9 | 74,6 |
| Gerbstoffe[3] | 111,1 | 146,9 | 155,5 | 114,9 | 142,5 |
| Totalextraktivstoffe[4] | 56,7 | 79,8 | 84,9 | 58,8 | 75,9 |
| Wirkstoffgehalt: | | | | | |
| Alkaloide[5] | 0,839 | 2,102 | 1,574 | 1,023 | 0,636 |
| Gerbstoffe[6] | 1,086 | 2,697 | 1,903 | 1,165 | 0,766 |
| Totalextraktivstoffe[7] | 3,847 | 10,176 | 7,218 | 4,126 | 2,834 |

[1] Aufsog bei der Perkolation (inkl. Vorfeuchtung) 1310 g. 1380 g Menstruum lagen noch über der Drogensäule bis zum Abflußrohr der automatischen Nachfüllvorrichtung.

[2] % Alkaloidausbeute
[3] % Gerbstoffausbeute
[4] % Totalextraktivstoffausbeute
} in der gewonnenen Extraktmenge, ausgedrückt in Prozenten der betreffenden, in der Droge bestimmten und als 100 % angenommenen Wirkstoffmenge

[5] % Alkaloidgehalt
[6] % Gerbstoffgehalt
[7] % Totalextraktivstoffgehalt
} in der gewonnenen Extraktmenge (Extraktmenge = 100 %)

Mittels mehrstufiger Turboextraktion ist es möglich, aus relativ grob zerkleinertem Drogenmaterial innert 1–2 Stunden Auszüge herzustellen, deren Gehalt zwischen demjenigen eines nach 4 Tagen aufgearbeiteten Mazerates und dem Wirkstoffgehalt in 4–6 Teilperkolaten liegt.

Das Verfahren ist daher besonders für den Kleinbetrieb empfehlenswert.

**8.** X. Perlia et J. Büchi (Zurich). – *Diffusion et perméation d'anesthésiques locaux.*

Au cours de nos recherches sur les relations entre les propriétés physico-chimiques et l'activité anesthésique locale nous avons étudié le pouvoir de diffusion et de perméation des homologues de la cinchocaïne, de la procaïne, de la monocaïne [R], de la larocaïne [R], de la panthésine [R], de la butacaïne, de la tétracaïne, de la cocaïne et de l'unacaïne [R]. Pourqu'un anesthésique local puisse exercer son effet au lieu d'action il faut qu'il se propage du lieu d'application et parvienne à l'élément nerveux qu'il est chargé d'atteindre. D'après cette supposition l'effet anesthésique dépend

de facteurs physico-chimiques qui influencent la propagation respectivement la répartition dans les liquides extra- et intracellulaires et dans l'organisme. Celle-ci a lieu en partie comme diffusion libre dans les liquides tissulaires et en partie comme perméation à travers des membranes.

Les valeurs relatives de diffusion (quotient de la quantité diffusée et de la quantité initiale) pour les homologues de la cinchocaïne et les dérivés aminoalcooliques de l'acide *p*-aminobenzoïque (procaïne, monocaïne[R], larocaïne [R], panthésine [R] et butacaïne) diminuent, si le poids moléculaire augmente. Les résultats de ces deux séries concordent avec les hypothèses d'*Øholm* (1) et de *Polson et van der Reyden* (2), d'après lesquelles, la vitesse de diffusion d'une substance dissoute est inversement proportionnelle à la racine carrée du poids moléculaire respectivement fonction du rayon, de la surface et du volume de la molécule en question. Dès que nous considérons des substances de composition chimique différente nous ne retrouvons plus cette relation, comme le montrent les résultats obtenus avec la cinchocaïne, les dérivés aminoalcooliques de l'acide *p*-aminobenzoïque, la cocaïne, la tétracaïne et l'unacaïne [R]. Nous n'avons pu observer aucune relation entre la vitesse de diffusion et l'activité anesthésique locale; pour la série homologue de la cinchocaïne, la première décroît progressivement, tandis que la seconde augmente jusqu'au dérivé butoxy pour diminuer ensuite.

Nous avons étudié le pouvoir de perméation des anesthésiques locaux à travers un filtre en verre fritté Iéna G3 et la muqueuse de la vessie du porc. La vitesse de perméation de solutions aqueuses des homologues de la cinchocaïne et des dérivés aminoalcooliques de l'acide *p*-aminobenzoïque à travers le filtre en verre diminue, si le poids moléculaire augmente, une concordance qui n'existe plus chez les autres anesthésiques étudiés. Ici non plus nous n'avons trouvé une relation entre la perméation et l'activité pharmacodynamique. Tandis que la vitesse de perméation de solutions aqueuses et de solutions tamponnées à *p*H 7,4 des homologues de la cinchocaïne diminue, si le poids moléculaire augmente, cette relation ne se trouve ni chez les dérivés aminoalcooliques de l'acide *p*-aminobenzoïque ni chez les anesthésiques locaux de composition chimique différente. Les résultats obtenus ne montrent non plus des relations entre le pouvoir de perméation et l'activité anesthésique locale.

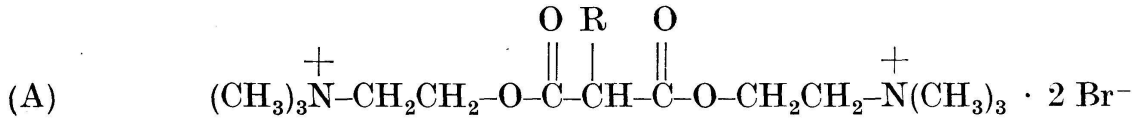
Il ne faut quand même pas oublier que les conditions dans des membranes vivantes diffèrent beaucoup de celles dans les membranes mortes et artificielles et qu'il y a là encore d'autres facteurs qui jouent un rôle important. Il nous paraît plus qu'improbable qu'un seul des facteurs qui détermine la répartition puisse avoir une telle influence qu'il en résulterait un parallélisme entre celui-ci et l'activité anesthésique locale.

**Bibliographie**

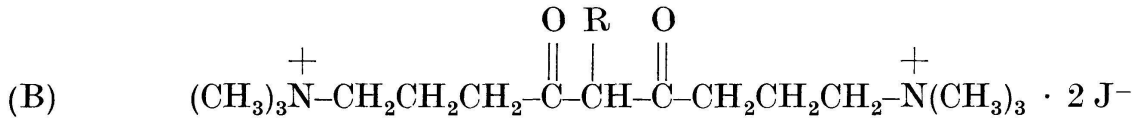
(1) *L.W. Øholm*, Z. physik. Chem. *70*, 378 (1910)
(2) *A. Polson et D.van der Reyden*, Biochim. biophys. Acta *5*, 358 (1950)

**9.** J. Büchi, Ko Ko Gyi und P. Waser (Zürich). – *Die Synthese und Wirkung einiger curareartiger Bis-Ammonium-Derivate mit Ester-, Keton- und Alkoholfunktionen.*

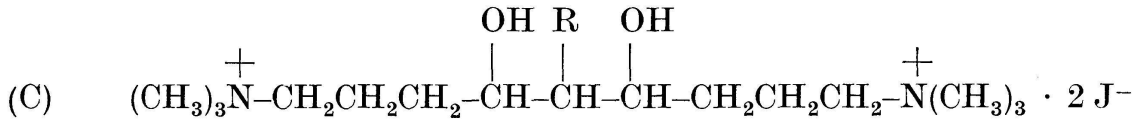
Das Studium der Zusammenhänge zwischen der chemischen Konstitution und der curareartigen Wirkung ergab als wichtiges Resultat, daß als strukturelle Voraussetzung die Anwesenheit von zwei quartären Ammoniumgruppen, welche durch eine Kette von 9 bis 12 Atomen verbunden sind, erfüllt sein muß. Die günstigste räumliche Distanz zwischen den beiden funktionellen Gruppen kann zwischen 12,5 Å (beim d-Tubocurarin) und 15 Å (beim Decamethonium) betragen. Von dieser Strukturregel sind nur wenige Ausnahmen bekannt. Die Zwischenkette, welche die beiden quartären Gruppen verbindet, wurde mit Erfolg in mannigfaltiger Weise variiert, indem in die Decamethylenkette alizyklische und aromatische Reste sowie sauerstoff-, stickstoff- und schwefelhaltige Funktionen eingeführt wurden. Wir beschäftigten uns mit sauerstoffhaltigen Derivaten und synthetisierten Verbindungen, welche Ester- (A), Keton- (B) und Alkohol- (C) Funktionen enthalten:



(A) $(CH_3)_3\overset{+}{N}-CH_2CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{R}{\overset{|}{C}}H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3 \cdot 2\,Br^-$



(B) $(CH_3)_3\overset{+}{N}-CH_2CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{R}{\overset{|}{C}}H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2CH_2CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3 \cdot 2\,J^-$



(C) $(CH_3)_3\overset{+}{N}-CH_2CH_2CH_2-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-\overset{R}{\overset{|}{C}}H-\overset{OH}{\overset{|}{C}}H-CH_2CH_2CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3 \cdot 2\,J^-$

R = H, $-CH_3$, $-C_2H_5$, $-C_3H_7$ usw. bis $-C_6H_{13}$

Die neuen Stoffreihen wurden pharmakologisch überprüft. Keine der untersuchten Verbindungen erreicht die Wirkungsstärke von Succinylcholin. Sie zeigen Zusammenhänge zwischen der chemischen Konstitution und der curareartigen Wirkung, indem die höhern Homologen im allgemeinen eine schwächere Wirkung besitzen als die niedrigen. Die Erhöhung der Lipoidlöslichkeit führt in der Regel zu einer Wirkungseinbuße.

**10.** L. Pennati e K. Steiger-Trippi (Zurigo). – *L'influsso della solubilità dei farmaci e degli eccipienti per supposte sull'assorbimento rettale.*

In questi ultimi decenni la somministrazione dei medicamenti per via rettale ha assunto vastissime proporzioni e in molti casi è da preferire a quella orale e parenterale. I più svariati farmaci vengono oggidì applicati rettalmente incorporati in supposte.

Molte nuove masse sintetiche e semisintetiche hanno sostituito il vecchio e noto eccipiente: burro di cacao.

È stato provato che la massa glicero-gelatinosa possiede ottime qualità usata come veicolo nella somministrazione rettale dei farmaci.

La massa glicero-gelatinosa del primo supplemento della Farmacopea elvetica quinta (supposte di glicerina) possiede un'azione lassativa (65% di glicerina concentrata). Tali supposte sono troppo molli per essere introdotte nel retto.

Per questi motivi abbiamo elaborato una nuova massa glicero-gelatinosa con l'intenzione di ottenere migliori proprietà fisiche e nello stesso tempo un veicolo adatto alla medicazione rettale.

Abbiamo sperimentato se l'aggiunta di varie sostanze come i polietilenglicoli, le mucillaggini, gli alcooli polivalenti a una soluzione base di gelatina avesse ad aumentare la viscosità e la consistenza di questa ultima.

L'influsso di queste sostanze sulla viscosità veniva determinato con il viscosimetro di rotazione di Brookfield, mentre per la consistenza abbiamo usato il penetrometro USP XIV cui venne modificato il cono di penetrazione.

I migliori risultati venivano ottenuti con il polietilenglicolo 400.

La formula finale era così composta:

| | |
|---|---|
| Gelatina animale polvere | 25,0 |
| Polietilenglicolo 400 | 18,0 |
| Acqua | 37,0 |
| Glicerina concentrata | 20,0 |

Negli esperimenti in vivo, effettuati su conigli, abbiamo determinato l'assorbimento di sostanze farmacoattive nel sangue, incorporate in diversi eccipienti: idro- e liposolubili.

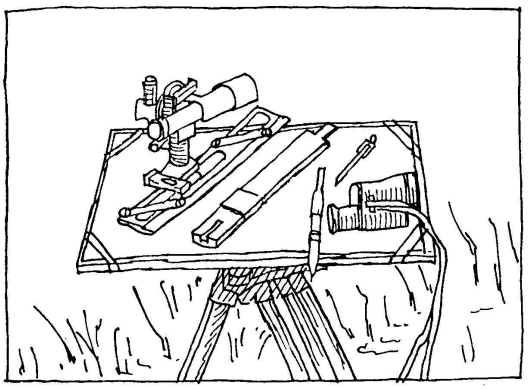
Per le masse idrosolubili, abbiamo usato la massa da noi formulata e inoltre una massa composta da due polietilenglicoli; per gli eccipienti liposolubili l'Oleum Cacao e il prodotto Massuppol®. Quali farmaci abbiamo preso in considerazione i sulfamidici, sostanze non tossiche, applicabili pure in homo, facilmente rintracciabili nel sangue e che si presentano sotto forma solubile ed insolubile in acqua. La nuova massa glicero-gelatino-polietilenglicolica, esperimentata come eccipiente su animali da laboratorio, ha dato buoni risultati.

Senza voler emettere un giudizio generale sui risultati dei nostri esperimenti, possiamo dedurre:

- per ottenere velocemente alti tassi ematici si devono scegliere:
  a) farmaci solubili in acqua,
  b) eccipienti liposolubili contenenti un emulgatore;
- per ottenere un'azione del farmaco di lunga durata si devono prendere in considerazione masse liposolubili con un punto di fusione relativamente alto.

L'intenzione terapeutica che il medico ha quando ricetta può essere validamente appoggiata dal farmacista per quanto riguarda la scelta della massa per supposte più adatta e le condizioni di solubilità del farmaco da incorporare.

**Ausstellung über topographisches Terrainmalen**



An der 139. Jahresversammlung vom 11. bis 13. September 1959 war in Lausanne im Gebäude der Universität eine Sammlung von zirka 200 topographischen Skizzen, meistens im Format DIN A4, zu sehen, die von der Hand des Topographen Dipl.-Ing. W. Kreisel, Hünibach-Thun, gemalt waren. Die Ausstellung trug den Untertitel:

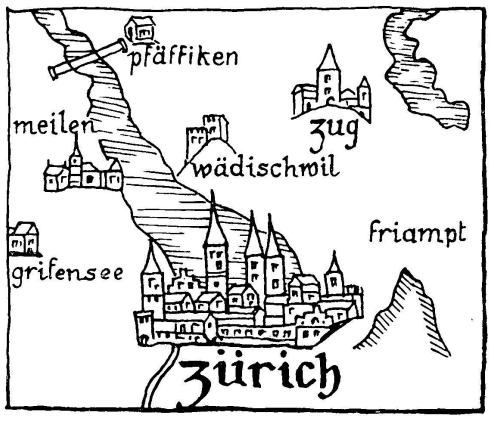
Experimentelle Entwicklung von «Verfahren für Wissenschaft und Planungen aller Art, ausgeführt am Formtyp Kar und karähnlichen Formen, mit besonderer Berücksichtigung des Übersichtsplanes 1 : 10000.»

Die Ausstellung war ferner unterteilt in folgende Abteilungen:

I. Schiefe Beleuchtung II. Gradation der Neigung. III. Höhenschichten. IV. Reliefkarten. V. Geologisches Kolorit. VI. Morphologisches Kolorit. VII. Kulturenkolorit. VIII. Beschaffung der Unterlagen.

In den Skizzen wurden jeweils die Grundlagen eines Abschnittes behandelt, dann deren wesentliche Durchführung und meistens anschließend noch die wirksamsten Doppelbearbeitungen vor allem in Verbindung mit der schiefen Beleuchtung als Hilfsbeleuchtung.

In Abschnitt II nahm die Entwicklung von Verfahren betreffs Verwendung der senkrechten Beleuchtung im Hochgebirge einen beträchtlichen Raum ein. Man erkannte deutlich, daß das Problem auch für moderne Ansprüche befriedigend gelöst werden kann.




Abschnitt VII zeigte bedeutsame Handzeichnungen zum Thema Felszeichnen mit Felslinien und Felskurven, und die Großzahl der Skizzen weisen auf das Bedürfnis einer solchen Felsdarstellung hin (siehe auch W. Kreisel: Photogrammetrisches Felszeichnen, Geographica Helvetica, 1958, 182–202).

In einer letzten, IX. Abteilung, zeigte Kreisel seinen ungefähr 200 Blatt im Format DIN A5 umfassenden Karatlas in Form von Ausschnitten aus bestehenden Kartenwerken. Dazu war auch eine Übersichtskarte 1 : 300 000 mit Eintragung der wichtigsten Vorkommnisse zu sehen.

# Alphabetisches Namenregister der Autoren
# Liste alphabétique des auteurs
# Indice alfabetico degli autori


| | Seite |
|---|---|
| Ackerknecht, E. H. | 192 |
| Aeschlimann, A. | 170 |
| Ammann, A. | 107 |
| Amstutz, G. C. | 139 |
| Anders, G. | 208 |
| Andres, K. | 108 |
| Antener, Ilse | 186 |
| Ascher, E. | 108 |
| Auer, C. | 175 |
| Bachmayer, F. | 141 |
| Baehni, Ch. | 156 |
| Baldinger, E. | 109 |
| Baltensweiler, W. | 175 |
| Baudet, P. | 229 |
| Bendel, L. | 138 |
| Benzing, E. | 132 |
| Berneis, Kurt | 133 |
| Bersier, A. | 139 |
| Bersier, J.-D. | 158 |
| Bider, Max | 112 |
| Bisagni, E. | 134 |
| Blanc, Ch. | 107 |
| Bocquet, G. | 156, 158 |
| Boesch, Hans | 200 |
| Bögli, Alfred | 201 |
| Bonnet, J. | 133 |
| Borel, J.-P. | 108 |
| Bovet, Cl. | 109 |
| Bovey, P. | 175 |
| Brossi, A. | 132 |
| Brunisholz, G. | 132 |
| Brunner-Hagger, W. | 216 |
| Büchi, Ernst C. | 179, 180 |
| Büchi, J. | 234, 236 |
| Buijle, R. | 135 |
| Burri, C. | 140 |
| Busch, G. | 108 |
| Campana, B. | 139 |
| Cervinka, O. | 133 |
| Chauvy, D. | 109 |
| Cherbuliez, E. | 229 |
| Chollet, L. | 109 |
| Comment, P. | 107 |
| Cornaz, P. | 108 |
| Corti, Ulrich A. | 173 |
| Cramer, M. | 192 |
| Dall'Asta, L. | 132 |
| Dentan, J.-P. | 109 |
| Dessoulavy, R. | 109 |
| Dorst, Jean | 98 |
| Dütsch, Hans-Ulrich | 114, 115 |
| Ernst, E. | 170 |
| Etter, Jean-Claude | 231 |
| Faes, H. | 171 |
| Fauconnet, Louis | 229, 231 |
| Faul, H. | 140 |
| Favre, R. | 109 |
| Feigle, F. | 135 |
| Flatt, R. | 130 |
| Fleckenstein, J. O. | 128 |
| Flück, H. | 228 |
| Fluckiger, M. | 128 |
| Flückiger, E. | 166 |
| Freyvogel, Thierry A. | 166 |
| Friedli, H. R. | 134 |
| Fueter, Eduard | 190 |
| Furter, H. | 133 |
| Geigy, R. | 170 |
| Girardet, André | 11 |
| Giuffrida, Annamaria | 229 |
| Gloor, Pierre-André | 181 |
| Gränischer, H. | 108 |
| Grosjean, Georges | 214 |
| Günthart, E. | 171 |
| Gut, G. | 135 |
| Guyer, A. | 134, 135 |

| | Seite |
|---|---|
| Guyer, A., jun. | 134 |
| Guyer, P. | 134 |
| Gyi, Ko Ko | 236 |
| Haefelfinger, H. R. | 169 |
| Handschin, Ed. | 172 |
| Hardegger, E. | 133 |
| Hargitay, B. | 135 |
| Hegedus, B. | 132 |
| Helg, U. | 108 |
| Herb, R. | 139 |
| Herlbach, F. | 108 |
| Hersch, J. | 107 |
| Heß, H. | 141 |
| Hofmann, F. | 139 |
| Holenstein, R. | 171 |
| Hottinger, L. | 142 |
| Huber, P. | 37 |
| Hubert, A. | 135 |
| Hürzeler, J. | 142 |
| Itschner, D. | 108 |
| Jäger, Emilie | 140 |
| Jaggi, R. | 109 |
| Jan, J.-P. | 109 |
| Jarczyk, L. | 109 |
| Jary, J. | 133 |
| Jaunin, R. | 132 |
| Jeanloz, D.-A. | 133 |
| Jeanloz, R.-W. | 133 |
| Joris, R. | 194 |
| Junod, André | 122 |
| Kaiser, Wilhelm | 110 |
| Kalberer, M. | 168 |
| Kaudewitz, F. | 75 |
| Kaufmann, P. | 126 |
| Kiss, J. | 133 |
| Klaus, J. | 142 |
| Knoepfel, H. | 109 |
| Kofler, M. | 132 |
| Köhlmoos, K. | 134 |
| Kopp, J. | 136 |
| Kopp, Jos. A. | 184 |
| Kuhn, R. | 221 |
| Kuhn-Schnyder, E. | 141 |
| Kündig-Steiner, W. | 196 |
| Kurmann, Josef | 193 |
| Lang, E. M. | 170 |
| Lang, J. | 109 |
| Lichtenthaeler, Charles | 188 |
| List, Roland | 126 |
| Lobsiger, Georges | 198, 199 |
| Lüdy-Tenger, F. | 229 |
| Lugeon, Jean | 116, 120, 122 |
| Lukes, R. | 133, 134 |
| Lüthi, B. | 108 |
| Maier, A. | 109 |
| Maier, L. | 133 |
| Mani, N. | 189 |
| Matalon, Benjamin | 219 |
| Mayor, H. | 136 |
| Mercanton, P.-L. | 128 |
| Messmer, M. | 229 |
| Morisi, E. | 132 |
| Mornod, Léon | 136 |
| Moron, J. | 133 |
| Morsier, G. de | 192 |
| Minetti, M. | 132 |
| Mislin, H. | 162 |
| Montalenti, G. | 205 |
| Muller, P. | 55 |
| Müller, H. R. | 109 |
| Muralt, Alexandre de | 27 |
| Nemec, J. | 133 |
| Neukomm, S. | 133 |
| Neuweiler, W. | 165, 186 |
| Nüesch, H. | 168 |
| Oertli, H. J. | 141 |
| Oguey, H.-J. | 109 |
| Oulianoff, N. | 139 |
| Pavoni, N. | 141 |
| Pennati, L. | 236 |
| Perlia, X. | 234 |
| Perret, Maurice-Ed. | 202 |
| Perrier, A.-L. | 108 |
| Piccard, S. | 107 |
| Planta, C. v. | 132 |
| Pugin, L. | 142 |
| Pugnat, C. | 158 |
| Quinche, J.-P. | 132 |
| Raven, Th. | 139 |
| Reif, M. | 173 |
| Richter, R. H. H. | 165, 186 |
| Riecker, Jean | 116 |
| Rivier, Dominique | 61, 108 |
| Roseira, A. N. | 132 |
| Rossel, J. | 109 |
| Royer, R. | 134 |
| Schaefer, H. | 141 |
| Schär, R. | 108 |
| Schaub, H. | 142 |
| Schib, R. | 228 |
| Schmidt, R. | 139 |
| Schnider, O. | 132 |

| | Seite |
|---|---|
| Schnorf, A. | 141, 142 |
| Schüepp, O. | 161, 170 |
| Schüler, C. | 109 |
| Schwabe, Erich | 203 |
| Schwander, H. | 140 |
| Schwarzenbach, Fritz Hans | 151, 153 |
| Secrétan, B. | 109 |
| Signer, Rudolf | 133 |
| Spiattini, A. M. | 132 |
| Stamm, O. A. | 132 |
| Steiger-Trippi, K. | 233 236 |
| Steigmeier, E. | 108 |
| Striebel, H. | 170 |
| Stroun, M. | 153, 158 |
| Tanner, R.-C.-H. | 107, 191 |
| Testa, E. | 132 |
| Venugopalan, M. | 109 |
| Veragut, U. | 165 |
| Villaret-von Rochow, Pierre et M. | 155 |
| Vischer, W. | 155 |
| Walter, Emil | 206 |
| Walter, W. | 233 |
| Waser, P. | 236 |
| Wasserfallen, Pierre | 122 |
| Weibel, M. | 140 |
| Wettstein, E. | 108 |
| Wiesmann, R. | 178 |
| Wölfli, W. | 109 |
| Yuan, S. | 108 |
| Zobacova, A. | 134 |
| Zoller, H. | 159 |
| Zollinger, H. | 132 |