Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 154 (1974)

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: 11.03.2026

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

Leere Seite
Blank page
Page vide

3. Die Bauprinzipien zellulärer Strukturen

Kurt Mühlethaler (Institut für Zellbiologie der ETH, Zürich)

Anlässlich des Besuchs des J.-J. Rousseau-Hauses in Môtiers sprach zum Thema

Jean-Jacques Rousseau, botaniste

Adolphe Ischer
(Vgl. A. Ischer, Rousseau et les lettres sur la botanique, in: Bulletin des Amis des manuscrits de Rousseau, 1966).

Leere Seite
Blank page
Page vide

Geschenke und Tauschsendungen

für die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft
sind zu adressieren:

An die Bibliothek der
Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Stadt- und Universitätsbibliothek Bern
(Schweiz)

Les dons et échanges

destinés à la Société helvétique des sciences naturelles
doivent être adressés:

A la Bibliothèque de la
Société helvétique des sciences naturelles
Bibliothèque de la ville de Berne
(Suisse)

Doni e cambi

destinati alla Società elvetica di scienze naturali
vanno indirizzati:

Alla Biblioteca della
Società elvetica di scienze naturali
Biblioteca municipale di Berna
(Svizzera)

Leere Seite
Blank page
Page vide

Schenk & E. Landolt

ETH ZÜRICH
GEOBOTANISCHES INSTITUT
STIFTUNG RÜBEL
Lauf Nr. .....
Standort .....

L

A 17

Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

WISSENSCHAFTLICHER TEIL

An der Jahresversammlung gehaltene Vorträge

Actes de la Société helvétique des sciences naturelles

PARTIE SCIENTIFIQUE

Communications présentées à l'Assemblée générale annuelle

Atti della Società elvetica di scienze naturali

PARTE SCIENTIFICA

Comunicazioni presentate all'Assemblea generale annuale

Gegründet / Fondée en / Fondata nel 1815

154. Jahresversammlung in Neuenburg 1974
154e Assemblée annuelle à Neuchâtel 1974
154a Assemblea annuale a Neuchâtel 1974

Birkhäuser Verlag, CH-4010 Basel

Leere Seite
Blank page
Page vide

Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Wissenschaftlicher Teil

154. Jahresversammlung
vom 11.–13. Oktober 1974
in Neuenburg

Birkhäuser Verlag, CH-4010 Basel
(Für Mitglieder beim Generalsekretariat,
Laupenstrasse 10, 3001 Bern)

Actes de la Société helvétique des sciences naturelles

Partie scientifique

154e Assemblée annuelle
du 11 au 13 octobre 1974
à Neuchâtel

Birkhäuser Verlag, CH-4010 Bâle
(Les membres s'adresseront au Secrétariat général,
10, Laupenstrasse, 3001 Berne)

Inhaltsverzeichnis / Table des matières

A. Eröffnungsvortrag / Discours d'ouverture
par Raphaël Tabacchi, président annuel (Institut de chimie, Université de Neuchâtel) 7

B. Hauptvorträge / Conférences générales
Thema «Der Strukturbegriff»
Denis M. Shaw (Department of Geology, McMaster University, Hamilton, Canada): Structure et relativisme dans la science: ou l'observateur, le monde, Héraclite et Brassens 13

M. Fétizon (Laboratoire de stéréochimie, Paris-Orsay): Le problème de la structure en chimie organique 22

Kurt Mühlethaler (Botanisches Institut der ETH, Zürich): Die Bauprinzipien zellulärer Strukturen 29

C. Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen / Conférences des Sections
1. Sektion für Anthropologie 31
2. Sektion für Astrophysik und Astronomie 56
3. Sektion für Botanik 85
4. Sektion für Chemie 104
5. Sektion für Entomologie 110
6. Sektion für Genetik 111
7. Sektion für Geographie und Kartographie 112
8. Sektion für Geologie 129
9. Sektion für Geophysik 130
10. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften 160
11. Sektion für Kristallographie 170
12. Sektion für Kristallwachstum der SGK 177
13. Sektion für Mathematik 184
14. Sektion für Mineralogie und Petrographie 193
15. Sektion für Paläontologie 195
16. Sektion für Pflanzenphysiologie 196
17. Sektion für Physik 208
18. Sektion für Umweltforschung 216
19. Sektion für Zoologie 217

D. Alphabetisches Namenregister der Autoren / Liste alphabétique des auteurs 227

E. Nekrologe für verstorbene Mitglieder der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft / Nécrologies de membres de la Société helvétique des sciences naturelles 233

Bianchi, Angelo	C. Burri	233
Bloch, Hubert		237
da Cunha, Dom José	E. Jeangros	238
Greinacher, Heinrich	H. Balmer	239
Gschwind, Max (1973)		252
Jung, Albert (1972)	A. Böni	255
Kuhn, Werner	E. Schwabe	255
Mollet, Hans (1972)	R. Mollet-Marx	256
Rouiller, Charles		258
Werthemann, Andreas	G. A. Wanner	258

A. Eröffnungsvortrag / Discours d'ouverture

Discours d'ouverture du président annuel,
le Professeur Raphaël Tabacchi (Institut de chimie, Université de Neuchâtel)

Mesdames, Messieurs,

Pour la huitième fois, dans l'espace d'environ un siècle et demi, le canton de Neuchâtel, et pour la sixième fois notre ville, ont l'honneur et le privilège de recevoir la Société helvétique des sciences naturelles.

Au nom de la Société neuchâteloise des sciences naturelles et du Comité annuel, j'ai le grand plaisir de vous saluer, de vous souhaiter la plus cordiale bienvenue dans notre ville et de vous remercier d'avoir répondu avec enthousiasme à notre invitation. Il m'est agréable d'évoquer en cette occasion quelques souvenirs des autres réunions neuchâteloises de la Société helvétique des sciences naturelles, réunions qui ont marqué non seulement l'histoire de notre société locale, mais qui, par la personnalité des hommes qui nous ont précédés dans cette charge, resteront inscrites pour toujours dans l'histoire des sciences.

C'est à l'occasion de la première réunion en juillet 1837 que le jeune président Louis Agassiz, savant déjà célèbre pour ses études sur les poissons fossiles, exposa sa théorie glaciaire, théorie révolutionnaire pour l'époque qui souleva l'indignation des vieux géologues présents, Léopold von Buch en tête. Cette première réunion amena à Neuchâtel environ 150 savants suisses et étrangers, chiffre considérable si l'on pense aux possibilités de transport et de logement de ces temps. Parallèlement à une partie scientifique très riche en communications et très animée lors des discussions, surtout en géologie où la théorie d'Agassiz fut véhémentement contestée, les réceptions, les banquets et les excursions n'en furent pas négligés. Rappelons simplement la mémorable excursion au Rocher-du-Moron et au Saut-du-Doubs avec vingt-deux voitures, gros chariots de poste et omnibus, dont deux culbutèrent en descendant la Vue-des-Alpes.

«Les temps ont bien changé pour notre petit canton et notre ville», affirmait Louis Coulon en 1866 en ouvrant la 2e réunion de la Société helvétique à Neuchâtel et continuait: «après avoir brillé quelque temps avec un certain éclat dans le monde scientifique, Neuchâtel a subi les vicissitudes des choses humaines; d'autres préoccupations ont pris le premier rang, plusieurs des hommes éminents dont s'honorait notre ville,

sont allés porter au loin leurs lumières, et si ces dernières années le zèle scientifique paraît se ranimer parmi nous, ce n'est encore qu'une aurore à laquelle la création de l'Académie qui vient d'être décidée donnera de jour en jour une importance plus grande. »

En effet, l'Académie fondée en 1840, et dont Agassiz fut recteur de 42 à 43 et enseignant d'histoire naturelle jusqu'à son départ pour les Etats-Unis, avait été supprimée par décret du Grand Conseil à la suite des événements politiques de 1848. La disparition de la première Académie entraîna fatalement le départ de plusieurs personnalités et freina fortement le développement des sciences. La Société des sciences naturelles survécut surtout grâce aux efforts de Louis Coulon, fils de l'un des fondateurs et qui en fut le président infatiguable pendant 53 ans. En 1846 une section s'était constituée à La Chaux-de-Fonds, mais en 48 elle fut aussi dissoute après s'être préoccupée de problèmes importants tel celui des ravages dans la santé des ouvriers par la dorure au feu des pièces de montres.

Grâce à ses nombreux contacts avec les neuchâtelois établis dans différentes parties du monde, Louis Coulon réunit de nombreuses collections, zoologiques surtout, au musée d'histoire naturelle. En 1852, Edouard Desor qui, lui aussi, avait rejoint Agassiz en Amérique, rentra au pays et contribua à donner à la vie scientifique neuchâteloise une nouvelle jeunesse. Les efforts de Desor et Coulon furent couronnés de succès en 1866, quand à la veille de la réouverture de l'Académie, eut lieu à Neuchâtel la deuxième réunion de la Société helvétique.

Dans son discours d'ouverture, Louis Coulon parla surtout du musée d'histoire naturelle fondé par son père, et dont il était le directeur, du rôle joué par les neuchâtelois dans le développement de la géologie et enfin de l'observatoire et des stations lacustres. Le discours de Coulon fut suivi par trois conférences, la première du Dr Lombard de Genève qui discuta des influences atmosphériques pour diminuer ou augmenter la mortalité, la deuxième de Carl Vogt qui exposa les résultats de ses recherches sur la microcéphalie. En dernier, Alphonse Favre lança un vibrant appel en faveur de la conservation des «malheureux réfugiés, qui occupaient jadis des positions élevées, qui sont descendus et sont attaqués et détruits maintenant par tous les moyens»: les blocs erratiques.

Les séances des sections de chimie, physique, géologie, botanique, zoologie et médecine occupèrent les matinées du 2e et du dernier jour de la réunion. Plusieurs neuchâtelois, Ladame, Ritter, Desor, Vouga et Cornaz, présentèrent les derniers résultats de leurs recherches respectives. Les après-midi furent consacrés à des excursions. Les nombreux savants de ces heureux temps passés – ils étaient plus de 200 – ayant bonne tête et bon estomac, subirent sans dommage les nombreuses visites et collations, notamment le pèlerinage de la Pierre-à-Bot, la montée aux Œillons et à la Fontaine-Froide, où l'absinthe clandestine fit son apparition, la descente dans les réservoirs souterrains de Maujobia, éclairés par des feux de bengale, où s'exécutaient sous la direction de Guillaume Ritter les travaux pour alimenter la ville avec l'eau du Seyon. Relevons encore qu'à l'occa-

sion de l'assemblée de 1866, eut lieu à Neuchâtel, sous la présidence de Desor, le premier congrès international d'archéologie et préhistoire. Un grand nombre de travaux originaux furent présentés et les congressistes, toujours guidés par Desor, dont le centre d'intérêt était justement les antiquités lacustres, se rendirent sur place à la baie d'Auvernier où, depuis des bateaux de pêcheurs, chacun put, à l'aide d'une simple drague à main, recueillir les meilleurs souvenirs du congrès: des débris de poterie et autres objets de l'âge du bronze.

33 ans plus tard, sous la présidence d'honneur de Louis Favre et Paul Godet et sous la présidence effective de Maurice de Tribolet, la Société helvétique se réunit pour la 3e fois dans nos murs. Le président annuel, savant géologue et homme passionné d'histoire, fit le bilan du développement des sciences à Neuchâtel. Son discours d'ouverture «Le mouvement scientifique à Neuchâtel au XIXe siècle» est un document de valeur, précis et complet, dans lequel il retrace l'évolution des sciences exactes en fonction des besoins de l'industrie du pays, l'horlogerie et celui des sciences de la terre et des sciences naturelles dicté et favorisé par la configuration morphologique riche et variée du pays de Neuchâtel avec ses montagnes, ses vallées, ses cours d'eau et ses lacs.

Dans les autres conférences principales, Charles-Edouard Guillaume, physicien, parla de la «Vie de la matière» et le professeur Roux de Lausanne précisa avec un esprit assez polémique son opinion sur un chapitre de chirurgie abdominale à propos de l'appendicite. Enfin le docteur Wehrli de Zurich termina la partie scientifique avec une conférence sur «Le lac Lacor dans les Andes sud-américaines».

Une réception grandiose, chez Madame Léon du Pasquier à la fin de la première journée et deux autres au Château de Gorgier et en ville le jour suivant, une seconde séance scientifique, une excursion aux gorges de l'Areuse avec banquet et visite des usines hydroélectriques mirent une fin brillante à la dernière réunion de la Société helvétique du siècle passé.

En 1920 à l'occasion de la 4e réunion dans notre ville, un autre grand géologue neuchâtelois, Emile Argand, ouvrit la partie scientifique de l'assemblée en prononçant une conférence magistrale dans laquelle il traita des problèmes des plissements précurseurs des grandes mouvements orogéniques du Tertiaire.

A cette même assemblée, Charles-Edouard Guillaume, prix Nobel de physique de la même année, exposa les résultats de ses travaux sur les aciers au nickel et des applications révolutionnaires mais capitales que pouvait en faire l'horlogerie. On entendit ensuite le Professeur Brokmann-Jerosch de Zurich qui traita de la «Végétation du diluvium en Suisse» et le dernier jour différents sujets tels que le problème du goître, les fouilles de Cotencher, et les associations de roches et leur formation furent présentés par les professeurs Hedinger, Dubois et Niggli.

En 1931, La Société helvétique revint dans le canton mais à la Chaux-de-Fonds où, en 1855, elle avait déjà tenu réunion. Charles Borel, président, évoqua la personnalité et l'œuvre de deux personnages des montagnes neuchâteloises: Pierre-Louis Guinard, l'opticien des Brenets et le

pasteur Reynier, deux hommes qui consacrèrent leur vie entière à la science.

Plusieurs d'entre vous se souviennent sûrement encore de la dernière réunion, la 5e de la Société helvétique, dans notre ville. C'est pour nous un plaisir particulier de pouvoir saluer parmi nos hôtes d'honneur dans cette salle le Professeur Jean Baer qui, il y a 17 ans, en septembre 1957, ouvrit l'assemblée annuelle avec une brillante conférence intitulée: «Fantômes et fossiles vivants», dans laquelle il exposa sous un jour nouveaux le problème de l'origine de la faune phréatique.

De ce glorieux passé que je viens d'évoquer, dont Neuchâtel et sa Société des sciences naturelles ne peuvent être que fiers, nous arrivons au présent. Le thème de cette 6e réunion neuchâteloise «La notion de structure» dans les différentes sciences, sera traité tout à l'heure et demain par nos éminents conférenciers qui, beaucoup mieux que moi, sauront faire le point sur ce problème fondamental grâce à leur expérience scientifique et à leur savoir.

En tant que chimiste et enseignant de chimie structurale, je me permets pour terminer, en guise d'introduction à ce thème, de rappeler un événement qui, il y a cent ans, bouleversa la chimie: la découverte du carbone asymétrique. C'est en effet en automne 1874 qu'un chimiste hollandais âgé de 22 ans, Jacobus Henricus van t'Hoff, qui fut plus tard le premier lauréat Nobel de chimie, et un chimiste français à peine plus âgé, Joseph Achille Le Bel, publiaient leurs travaux: «Sur les formules des structures dans l'espace» et «Sur les relations qui existent entre les formules atomiques des corps organiques et le pouvoir rotatoire de leurs dissolutions». Qu'est-ce qu'un carbone asymétrique? Il ne s'agit en fait que d'un nouveau mode de représentation. Jusqu'en 1874, l'atome de carbone était représentée par la lettre X, dont les quatre bras correspondaient aux quatre liaisons entre l'atome central et les atomes des substituants. La découverte de van t'Hoff et Le Bel est aussi simple qu'ingénieuse: deux des quatre bras du X sont tournés de manière qu'ils se placent dans un plan perpendiculaire à celui qui contient des deux autres. Il suffit que les quatre substituants aux extrémités soient différents pour obtenir une molécule asymétrique, c'est-à-dire non superposable à son image spéculaire.

Ce petit changement de notation marque le passage historique de la chimie à la stéréochimie. En fait, ce nouveau concept avait déjà été soupçonné par d'autres savants; Pasteur par exemple, qui en 1860 se posait les questions suivantes à propos des atomes de l'acide tartrique: «Sont-ils groupés suivant une hélice dextrorsum ou placés au sommet d'un tétraèdre irrégulier ou disposés suivant un tel ou tel assemblage dissymétrique?» Pasteur n'a pas de réponse univoque, mais il affirme cependant qu'il existe un groupement des atomes suivant un ordre dissymétrique à image non superposable.

Le grand mérite de van t'Hoff et Le Bel est d'avoir osé formuler leur théorie d'une manière extrêmement claire, dans un langage précis qui ne laisse subsister aucun doute. Ecoutons van t'Hoff: «Dans le cas où les 4

affinités d'un atome de carbone sont saturées par quatre groupes univalents différents entre eux, on peut obtenir deux et seulement deux, tétraèdres différents, lesquels sont l'image spéculaire l'un de l'autre et ne peuvent jamais se recouvrir par la pensée, c'est-à-dire qu'on a deux formules isomères dans l'espace. »

Depuis un siècle donc, grâce à la découverte de van t'Hoff et Le Bel, les molécules occupent de l'espace dans l'espace.

Il ne s'agit pas uniquement d'un changement de notation, c'est la notion même de structure qui a changé: de chimique elle est devenue stéréochimique.

En cent ans, seuls quelques mots ont changé; on parle en effet aujourd'hui de chiralité et d'enanthiomères quand deux molécules sont telles que l'une est superposable à l'image spéculaire de l'autre. Si une molécule n'admet comme éléments de symétrie que des axes de rotation, elle est chirale.

La symétrie des molécules, la théorie des orbitales moléculaires, la théorie du champs cristallin et celle du champs des coordinats, théories élaborées sur les bases mathématiques de la théorie des groupes, sont les pièces maîtresses de la chimie moderne pour la construction de la notion de structure dont van t'Hoff et Le Bel ont posé la première pierre.

Mesdames, Messieurs, en formulant les meilleurs vœux pour une totale réussite des travaux de ce congrès, je déclare ouverte la 154e Session annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles.

B. Hauptvorträge / Conférences générales

Thema «Der Strukturbegriff» / thème «La notion de structure»

1. Structure et relativisme dans la science: ou l'observateur, le monde, Héraclite et Brassens

Denis M. Shaw (Department of Geology, McMaster University, Hamilton, Canada)

Le thème choisi pour la 154e réunion de la Société helvétique des sciences naturelles est la notion de *structure* dans les sciences: ce choix est particulièrement heureux, car ce mot correspond à un aspect essentiel de chacune des sciences. Je dirai même plus, c'est un sujet qui nous oblige à contempler une fois de plus une notion qui ne devrait jamais être loin de la pensée de chaque savant – la nature et l'envergure des sciences elles-mêmes. Nous constatons aujourd'hui que le mot *science* est utilisé pour toutes sortes de domaines d'étude: mais, pour qu'il retienne sa valeur, un mot doit avoir un sens assez bien défini. Puisque certains de mes collègues ont jugé bon de parler de «Ph.D. in Religious Sciences» pour un nouveau programme d'étude, je n'hésite pas à vous entraîner une fois de plus sur ce chemin traître, bien que je sache pleinement que: «It is a pernicious error of our times to give undue weight to the opinions of scientific men outside their own sciences» (Ardley, 1950, p. 57).

Quand on recherche une définition de la science, soit en anglais, soit en français, on en trouve de nombreuses, et dans chacune le mot-clef paraît être *connaissance* – conséquence évidente de la racine latine *scientia*. Cette signification est néanmoins regrettable puisque chaque génération de savants doit faire face au paradoxe que science n'est nullement connaissance: pour insister plus fortement sur ce point je dirai même qu'il y a de nombreuses personnes qui font des mesures ou observent des phénomènes, qui sont subventionnées par des fonds scientifiques et qui publieront leurs résultats dans des revues scientifiques, et qui cependant sont très loin de faire de la science. Chacun d'entre nous, en lisant une thèse ou un article dans une revue, se rendra facilement compte que l'auteur a accu-

mulé des observations et des mesures, il se demandera cependant, s'il n'y a rien de plus dans l'ouvrage, «mais où donc est la science[1]»?

En revanche, et à l'autre bout de l'échelle, l'article qui ne présente aucune nouvelle observation et qui ne se penche pas sur l'interprétation quantitative des données déjà connues, donnera lieu à une critique tout aussi vive, nous dirons qu'il n'est que théorique; et que ce n'est pas de la science.

Il est évident que la plupart d'entre nous exigent que notre science comporte un mélange de connaissance et de raisonnement; nous sommes donc confrontés à une situation qui peut être décrite comme la manière dont les parties d'un tout sont arrangées entre elles, ce qui est une des définitions du mot *structure* donné par le Petit Larousse (1960). Je voudrais donc explorer quelque peu l'énoncé suivant:

la science est la recherche de structures dans le monde perceptuel.

1. Connaissances scientifiques

Commençons donc par ce monde perceptuel, qui est formé non seulement des phénomènes et observations constituant la matière brute de la science (*the configurational* dans le sens de G.G. Simpson, 1963), mais aussi les expériences de la vie quotidienne. Par chacun de mes cinq sens, mais surtout par la vue et le toucher, arrivent sans arrêt à mon système nerveux central des sensations ou perceptions. Tout à la base est mon état conscient, qui me dit que je suis, même si je reste isolé de toute possibilité de communication sensorielle. D'être conscient d'exister constitue une information particulière et limitée à moi seul, et donc incapable de preuve: elle est peut-être la seule connaissance absolue que je possède. Cependant le fait que j'utilise les pronoms *nous* et *vous* indique clairement que je suis convaincu que chacun d'entre vous existe aussi: d'ailleurs comment aurais-je pu inventer M. Tabacchi?

Ces problèmes existentiels ont été abordés par chaque génération de philosophes et nous nous contentons ici de suivre le modeste chemin des empiristes.

La perception tactile est peut-être le sens le plus fondamental, et il est à noter qu'on peut établir entre les animaux supérieurs et inférieurs une distinction importante basée sur le toucher réflexif, c.-à-d. la capacité de se toucher soi-même qui est limitée à ceux qui possèdent des membres articulés ou flexibles. Le cerveau ou le système nerveux de tels animaux peut distinguer entre les stimuli qui sont vraiment d'origine externe et ceux qui proviennent de l'animal lui-même: ces organismes ont une plus grande capacité d'adaptation au monde externe, ils possèdent un système de «*feedback*» *physiologique:* p.ex. le poisson ne peut rien faire pour soigner une blessure, le chat peut la lécher, l'homme peut appliquer un médicament antibiotique.

[1] Ceci n'empêche évidemment pas que la publication d'une nouvelle mesure d'un paramètre important (p.e. vitesse de propagation de la lumière; constantes de désintégration des isotopes de l'uranium) peut entraîner des conséquences très importantes sur un plan théorique.

Mais revenons à l'analyse de nos perceptions du monde externe.

La mémoire, le plus mystérieux de tous les processus cérébraux, nous instruit par la répétition apparente de séries de sensations identiques ou semblables, qu'il existe dans le monde externe des identités: cela nous donne le pouvoir de reconnaître, et par ailleurs de nous convaincre de l'existence d'autrui. Même dès l'aurore de notre vie, la mémoire intègre nos perceptions (sensations) répétées au niveau conceptuel d'objet (téton, mère, jouet, chat): c'est-à-dire qu'en entrant chacun dans ce monde nous sommes déjà des taxonomistes en herbe, prêts à distinguer et plus tard à nommer. Vraisemblablement nous reconnaissons d'abord chaque objet en soi – le grand chat gris, le petit chaton orange qui miaule: cependant cette manière de parler est fallacieuse, car il est ainsi impossible de nommer un objet individuel sans se servir de mots et de phrases descriptifs ou adjectifs qui désignent des caractères généraux. Il en découle un principe de très grande importance:

> il est impossible de décrire entièrement un objet individuel, – on ne peut que le reconnaître.

Voici donc une deuxième sorte de connaissance, la reconnaissance d'objets individuels, dont les perceptions successives se gravent dans la mémoire. Je vais tenter de préciser ma pensée: supposons que je désire vous parler d'une belle personne de sexe féminin qui m'a beaucoup impressionné. Je pourrais vous décrire de mon mieux tous les traits de son visage, son corps, ses cheveux, sa peau, sa voix, etc., en utilisant des mesures de taille, de couleur, de poids. Si je suis suffisamment habile et enthousiaste, mes données scientifiques vous permettront, avec un haut niveau de probabilité, de la reconnaître si vous la rencontrez dans la rue. Mais il y aura toujours des détails qui vous manqueront, des détails connus de moi seul mais que je ne puis vous transmettre, parce que la vie est trop courte pour le faire. Et dans tout cela je néglige les aspects qui relèvent de la personnalité, et ne m'occupe que des perceptions sensorielles.

Etant parfaitement sensible au fait que personne parmi vous ne désire écouter *ad infinitum* ma chronique de la bien-aimée, je dois abréger mon récit en utilisant des phrases comme: – voix douce, cheveux châtains, yeux gris-vert, nez retroussé, etc. Je suis donc contraint de me servir d'adjectifs qui, tout en permettant une grande économie de mots, dépouillent néanmoins l'objet de son individualité. Il en va tout à fait de même si j'essaie de vous décrire un phénomène naturel que ce soit l'observation d'un état ou celle d'un événement au lieu de mes préoccupations amoureuses. On arrive en effet à la conclusion paradoxale que le langage empêche la communication, surtout en ce qui concerne les expériences individuelles.

C'est seulement du fait de l'utilisation de ces catégories adjectivales qu'il est possible de parler de classes ou d'ensembles d'observations. La taxonomie du nouveau-né est basée seulement sur le principe binaire d'identité ou de non-identité, tandis que nos taxonomies de grande personne dépendent de ces catégories adjectivales. Sans elles, la science n'existerait pas, car chaque caillou du Jura est singulier et différent de tous

les autres, chaque observation de particule nucléaire se fait une fois et une fois seulement: selon les mots d'Héraclite «on ne peut pas se tremper le pied deux fois dans la même rivière». Mais le langage nous contraint à généraliser, et par conséquent nous arrivons à substituer un mot comme *calcaire* à un grand nombre de descriptions de morceaux de roche plus ou moins semblables, et nous pouvons aussi concevoir l'idée de *population statistique* avec sa moyenne, son écart-type, etc. En effet, la science ne s'occupe que des moyennes et «le savant devant le singulier devient désespéré» (L.-M. Régis, 1974).

Entre parenthèses, il est à noter que le principe d'Heisenberg (qui semble s'appliquer au comportement des objets individuels) n'a rien introduit de nouveau dans le monde des physiciens. C'est J. Bronowsky qui a indiqué (1974) qu'il n'est qu'une extension de la loi empirique que l'observateur et l'observé réagissent entre eux, principe déjà énoncé d'une façon rigoureuse par Gauss, il y a plus d'un siècle.

Nous pouvons rendre ces considérations plus claires en disant que la perception nous fournit les données de base parmi lesquelles nous allons trier les idées de structure (science), en gardant à l'esprit que nous sommes soumis à certaines limitations du fait que nos observations sont

a) restreintes à une connaissance ambivalente et partielle du monde réel, c'est-à-dire que nous connaissons des objets et des événements individuels,
b) déjà synthésisées par catégories adjectivales en abstractions et idées généralisées (calcaire, chat, électron),
c) quantifiées seulement en tant qu'étant des valeurs moyennes, chacune avec sa mesure d'erreur aléatoire,
d) incapables d'être vérifiées par des mesures répétées, sauf dans les limites imposées par les contraintes que nous venons de mentionner sous a, b, c.

Je devrais ajouter que les outils de base du géologue, c'est-à-dire la trinité de Kübler (leçon inaugurale faite en 1969 dans cette Université) soit le marteau, la loupe et la boussole, ne suffisent pas aux autres savants et même à l'heure actuelle, à la plupart des géologues. Comme Eddington l'a fait remarquer il y a déjà longtemps, dans la plupart des domaines scientifiques, presque toutes les mesures sont instrumentales et s'expriment par la lecture de la position d'une aiguille ou par celle d'une longueur (même en optique et en acoustique): aussi pouvons-nous ajouter une cinquième limitation.

e) Nos observations sont limitées (en tant qu'étant quantitatives) aux mesures faites sur une échelle linéaire (y compris les transformations mathématiques de cette dernière).

Nous avons donc un résumé des caractères des briques qui vont servir aux synthèses architecturales; – briques qui ne sont pas très robustes et dont

les arêtes sont mal définies et même émoussées; briques connues par ailleurs sous le nom de *connaissance scientifique:* briques probablement inacceptables pour Héraclite, mais briques dont les grandes lignes sont pourtant quasiment objectives et ne dépendent nullement de la foi, des opinions politiques, de la moralité ou de la philosophie du savant.

2. Raisonnement scientifique

Il n'y aurait aucune raison de justifier les rapprochements philosophiques contenus dans le chapitre précédent, si l'homme occidental n'était pas au fond convaincu de deux faits: d'abord qu'il existe des structures régulières dans l'univers, puis que ces structures sont au moins partiellement accessibles au cerveau humain.

Certes les manipulations physiques de la science mèneront toujours à bonne fin, p.ex. l'extraction du cuivre d'un minérai, l'utilisation d'un calendrier basé sur le mouvement des corps célestes, la distillation des vins, la culture des plantes médicinales. Mais une civilisation artisanale n'aura pas besoin d'une métaphysique jusqu'au moment où elle doit commencer à raisonner en termes abstraits. Néanmoins c'est exactement ce qui s'est produit, et, petit à petit, le mineur, le navigateur, l'alchimiste, l'herboriste, sont devenus métallurgiste, astronome, chimiste, pharmacologue, etc., et maintenant nous constatons que nous évoluons vers le niveau le plus élevé de la science – le savant devient administrateur.

Que l'on identifie ou non la métaphysique du savant avec le monisme platonique décrit par G.S. Stent, pour lequel il n'y a qu'un seul principe qui «not only regulates the course of the sun and the stars but also prescribes to all creatures their proper behaviour» (1974, p. 779), il n'en reste pas moins vrai que «in the scientific domain the notion of Natural Law has evidently been gloriously successful» (ibid., p. 780), cette notion, on doit l'accepter ou la refuser. Cependant, il nous faut examiner deux opinions opposées sur ce monisme.

La première peut s'appeler le principe du lit de Procruste (de G. Ardley); cet hôte étirait les voyageurs ou leur coupait les pieds afin que leur taille convienne à la longueur de son lit de fer.

C'est l'attitude du physicien, qui, placé en face de la complexité du monde perceptuel, essaie de codifier ses mesures en lois qui «are not something discovered in Nature, but something imposed on Nature» (Ardley, 1950, p. 21) et que «it is not Nature which is pleased with simplicity, but the physicist» (ibid., p. 21). Ardley défend avec zèle la *philosophia perennis* thomiste avec son équivalence de *physis* et *réalité*, contre les menaces (soit réelles ou imaginées) des savants, qui ne s'occupent que du *nomos* ou de l'interprétation humaine («modern physics... is an autonomous creation with a pragmatic sanction»; ibid., p. 47). Pourtant la métaphysique scolastique paraît maintenant à beaucoup être tout autant un système humain imposé à Dieu que les lois du physicien sont imposées à la nature. Il semble qu'Ardley a tort, en n'admettant pas que celui qui étudie les arbres pourra cependant arriver à comprendre la raison d'être de la forêt.

Une seconde opposition majeure à admettre pour la science une base métaphysique provient de l'accentuation mise par les positivistes sur les données tirées de l'observation, qui seraient selon eux les seules vérités. Mais bien que des invariants scientifiques puissent se dégager parfois d'observations empiriques et sans hypothèse préalable (p.ex. par l'analyse factorielle multivariée ou par la cartographie géologique), cela exige un effort de raisonnement de l'action cérébrale et j'ai du mal à comprendre les gens qui raisonnent sans croire que cela en vaille la peine. Vis-à-vis du thomiste, le positiviste semble se situer tout à l'autre bout de l'échelle métaphysique, en prenant trop au pied de la lettre la proposition que la science ressemble à la respiration, qui devient impossible si on y réfléchit.

Nous ne voyons donc nulle nécessité d'abandonner l'article de foi commun à tous les savants, qui dit que l'univers est rationnel, au moins dans une partie de ses aspects. Il s'en suit que la hiérarchie épistémologique de la logique, des principes rationnels, et des principes scientifiques, figurera parmi les outils utilisables par l'observateur pour façonner les briques de l'information et pour bâtir ensuite de beaux édifices. L'anatomie de cette hiérarchie a été bien exposée par Mme A. Virieux-Reymond (1966). A la base repose les trois principes de la logique (identité, contradiction, tiers exclu) qui permettent l'exercice de la pensée rationnelle. Dans l'étude de n'importe quoi, il faut se servir en outre de plusieurs autres principes qui permettront un développement régulier de notre connaissance. Mme Virieux-Reymond nous en mentionne quatre (ibid., p. 64 et séq.): le principe de raison suffisante, celui de causalité (y compris les quatre types de cause d'Aristote), celui de finalité, et celui de substance.

La logique et les principes rationnels sont essentiels à tout argument, à toute discussion, à toute enquête intellectuelle, y compris la science. Mais la science a ses principes propres, qui constituent un troisième niveau dans la hiérarchie. Il n'est peut-être pas nécessaire de discuter si chacun des huit principes que Mme Virieux-Reymond analyse est acceptable (p.ex. celui de conservation), ou s'il mérite l'appellation de *principe* (p.ex. celui de négligeabilité), mais il n'en reste pas moins vrai que chacun joue un rôle dans la plupart des recherches. Ces principes s'intitulent conservation, négligeabilité, concentration, simplification, identification, universalisation, économie ainsi que le principe du plus ample informé. Pour une discussion approfondie le lecteur est renvoyé au livre de Mme Virieux-Reymond (ibid., p. 74, et seq.).

3. La recherche des structures

L'ensemble des propositions précédentes définit les outils du raisonnement tempéré et des enquêtes rationnelles. Ces outils sont utilisés constamment par des savants et d'autres intellectuels, et, pour la plupart d'entre nous, ils sont tellement ancrés au fond de nos esprits que nous n'avons conscience ni de leur nom ni de leur origine, métaphysique ou empirique: en se servant encore de la même image que tout à l'heure ils constituent les muscles qui nous permettent de respirer, sans en être conscient.

L'interaction entre logique et observation, ou entre enquête rationnelle et connaissance synthétique, nous amène aux tentatives d'identification de structure dans le monde extérieur: nous approchons de très près la nature essentielle de la science. Il n'y a aucune restriction concernant le sujet des observations, pour autant qu'existent les possibilités de confirmation et de répétition requises par les principes énoncés précédemment; que cela reste vrai pour les sciences dites sociales ou humaines est une question passionnante qui demanderait trop de temps pour que je puisse la traiter aujourd'hui; aussi devons-nous la laisser tomber.

Mais notre système reste inachevé: le raisonnement tempéré n'est nullement le point d'appui de la méthode dite scientifique. De nombreuses personnes ont écrit dans le but de démentir la philosophie de K. Pearson et d'autres, qui prétendaient, en effet, que des lois de la nature, des invariants, jailliraient des données soumises à un raisonnement inductif, comme Vénus Aphrodite de l'écume des vagues. P. M. Medawar a lutté à maintes reprises contre l'opinion que cette induction baconienne, «the painstaking assembly and classification of natural and elicited (experimental) facts» (1969, p. 154), constitue un élément important du raisonnement scientifique. Il prétend même que «it is indeed a myth to suppose that scientists actually carry out inductions» (ibid., p. 150).

Quel est alors l'ingrédient qui nous manque dans notre pâté maison scientifique? Nous avons fourni nos observations comme viandes et épices; nous les avons mélangées en suivant une recette logique. Il n'y a qu'une chose qui manque, c'est la qualité qui permet de distinguer un bon d'un médiocre pâté – le talent du chef de cuisine. Cette qualité de talent ou de génie consiste en la conjecture inspirée, l'intuition, la vision créatrice. «Science is above all else an imaginative and exploratory activity» dit Medawar (ibid., p. 130) et «having ideas is the scientist's highest accomplishment.» C'est une qualité dont il n'est que rarement question dans les analyses épistémologiques et les discours sur ce fantôme qu'est «la méthode scientifique», c'est la qualité la moins bien comprise par ceux qui ne font pas la science, et c'est aussi la qualité la moins bien comprise par les savants eux-mêmes. Le modèle proposé par Watson et Crick pour la structure de DNA a démontré pour E. Chargaff (1974, pp. 777, 778) une «unimpeded boldness» et lui a inspiré ce paradoxe que «science is not science, it is an art». S. Toulmin a écrit à propos du génie de Newton, qui saisit qu'il est plus fructueux d'accepter que le mouvement continue indéfiniment à moins qu'il ne soit influencé par une force, que l'idée plus ancienne et plus «sensée» que tout mouvement requiert une force: de tels sauts de l'esprit vers de nouveaux paradigmes peuvent très souvent modifier le développement d'une discipline scientifique – un thème amplement étudié par T.S.Kuhn (1970).

Le rôle de la conjecture inspirée est difficile à saisir par les profanes, précisément parce qu'elle est hors de portée de tous ceux qui ne sont pas depuis longtemps trempés dans la pratique d'une science: c'est d'ailleurs pour la même raison que les pâtés les meilleurs ne sont pas l'œuvre des cordonniers. L'invention scientifique ressemble à la vision du poète;

toutes deux disent une chose nouvelle, une manière nouvelle. Le mystère infus de son talent rend chacun suspect à autrui: c'est à cause de cela que G. Ardley assimile le physicien à Procruste, et que, pour lui, «a law of physics is not something discovered in Nature, but something imposed on Nature» (idem, p. 21).

En admettant que la science consiste en la recherche de structures dans le monde perceptuel, nous trouvons donc que le facteur critique est l'état d'esprit du chercheur. Une vision, une conjecture, une hypothèse, un modèle, une carte ou une métaphore (voir A. Porter, 1973) doivent être déjà conçus, afin qu'une structure puisse se manifester. Ce n'est qu'ensuite qu'apparaît une caractéristique unique, très curieuse, de l'activité du savant (c'est ici que réside la grande différence avec le poète), il doit maintenant abandonner complètement son esprit visionnaire et entreprendre une enquête minutieuse, objective, expérimentale et fastidieuse. L'hypothèse de A. Wegener, par exemple, à savoir la dérive des continents à la surface du globe terrestre, fut considérée ou comme une intuition profonde et créatrice ou comme une fantaisie bizarre, suivant les opinions de l'individu au début du XX^{e} siècle: Ce n'est que cinquante ans plus tard qu'il fut possible d'éprouver ce concept et de faire les mesures critiques, géophysiques et géochimiques, qui permettent de l'accepter et de l'intégrer sous une forme partiellement modifiée parmi les dogmes de la tectonique des plaques, peut-être en fut-il de même pour le christianisme, qui eut besoin d'un Paul pour le rendre acceptable aux êtres humains.

Ici nous constatons le curieux dualisme de la science, cette opposition du côté visionnaire et du côté rationaliste, du poète et de l'avocat: je cite encore Medawar qui dit «it is not the origin but the acceptance of hypotheses that depends on the authoritiy of logic» (ibid., p. 133). Peu d'autres activités humaines sont pareilles, car le processus entier est dirigé vers l'extérieur, vers le monde alentour, à la recherche de structures dans la nature. Le savant doit donc posséder une multiplicité d'attributs peu habituelle. Il doit être visionnaire, inventif, poète; mais ses caprices ou fantaisies doivent être maîtrisés par le passage au crible fastidieux, objectif, pénible et souvent ennuyeux des détails. Espérant avoir réussi, il doit ensuite écrire ses conclusions, en laissant de côté la poésie, les conjectures, les erreurs et les accidents, en construisant une symphonie bien orchestrée où la coda finale se voit clairement dès le début, et où la séquence et le développement des thèmes sont logiques, harmonieux et présentés avec économie bien maîtrisée. Et même après tout cela, il doit avoir l'humilité de reconnaître qu'il n'a nullement conçu une œuvre d'art, une symphonie qui durera: il n'a écrit qu'un rapport intérimaire, selon les mots d'A. Toynbee, parce que la structure qu'il a mis au jour dépend de notre connaissance actuelle, et changera au fur et à mesure qu'on s'approche de plus près de la réalité. En outre, il doit avouer ses antécédents dans une bibliographie complète et volumineuse, ce qui, pour autant que j'en sache, n'a que rarement été l'habitude de Mozart ou de Fauré.

Voilà donc le savant, un esthète aux mains calleuses, qui associe l'intégrité morale d'un Calvin à l'humilité d'un St-François d'Assise,

poussé par l'ambition d'un Napoléon dans sa soif de découvrir les structures de l'univers. D'où viennent de tels individus? Mais cela c'est une autre histoire, et tout que je peux en dire, avec Brassens est

«Certes, on ne se fait pas putain
Comme on s'fait nonne
C'est du moins c'qu'on prêche en latin
A la Sorbonne».

Bibliographie

Ardley, G., 1950. Aquinas and Kant. Longman, Green & Co., pp.256.

Bronowski, J., 1974. The principles of tolerance. Ann.Mtg., Royal Soc. Canada.

Chargaff, E., 1974. Building the tower of babble. Nature, 248, 776–779.

Kübler, B., 1969. Géologie et humanisme. Ann.Guebhard Neuchâtel, 45, 247–257.

Kuhn, T.S., 1970. The structure of scientific revolutions. Univ.Chicago Press.

Medawar, P.M., 1969. The art of the soluble. Penguin Books, pp. 176.

Petit Larousse, 1960. 3e tirage. Librairie Larousse, Paris.

Porter, A., 1973. The expansion of transdisciplinary studies. Royal Soc.Canada, Trans. XI, 11–20.

Regis, L.-M., 1974. Anthropogenèse scientifique versus anthropologie philosophique. Ann.Mtg., Roy.Soc.Canada.

Simpson, G.G., 1963. The theory of geology. In Fabric of Geology (ed. C.C.Albritton), Addison Wesley, 372 p.

Stent, G.S., 1974. Molecular biology and metaphysics. Nature, 248, 779–781.

Virieux-Reymond, A., 1966. L'épistémologie. Presses universitaires de France, 144 pp.

2. Le problème de la structure en chimie organique

M. Fétizon (Université de Paris-Sud, 91405 Orsay, France)

Les humoristes, qui dessinent un chimiste au travail, n'ont garde d'oublier la cornue, et, sur le tableau noir, quelques formules ésotériques, comme H_2O, H_2SO_4: ces deux traits suffisent, semble-t-il, à caractériser ce genre de chercheur.

Bien sûr, la cornue n'est qu'un symbole: elle est devenue méconnaissable, et son lointain modèle classique ne se trouve plus guère que chez certains antiquaires. Par contre, l'idée de structure moléculaire est si fondamentale que le caricaturiste, par souci de simplification, la retient seule. Elle est à la base de la Chimie moderne: c'est elle qui permet de classer les innombrables substances organiques[1] et d'étudier les mécanismes des réactions. C'est la connaissance de la structure qui a fait de la Chimie une science, pourvue de lois générales, capable d'expliquer et de prévoir. Tout ceci paraît aujourd'hui bien naturel: ces idées n'ont pourtant été acceptées que bien tardivement, et avec beaucoup de réticences.

Pendant longtemps, la Chimie, ou pour mieux dire, l'Alchimie, était une science de mage: personne, sauf les initiés, n'en pouvait pénétrer le langage, qui, à défaut d'être précis, ne manquait pas d'une certaine poésie. La liqueur fumante de Libavius sonne tout de même mieux à l'oreille que sa traduction moderne tétrachlorure d'étain. C'était, en somme, le parler des sorcières de Macbeth, occupées à composer quelque drogue curative...

D'ailleurs, à l'époque de Shakespeare, Bacon ne prenait pas les chimistes très au sérieux: «Chymicorum autem genus, ex paucis experimentis fornacis philosophiam constituerunt phantasticam et ad pauca spectantem[2]» [1].

Une «force vitale», assurait-on, est nécessaire à l'élaboration des substances chimiques par les êtres vivants. Cette opinion a prévalu jusqu'au milieu du XIX^{e} siècle. La synthèse de l'urée par Wöhler en 1828,

---

[1] On appellait autrefois «Chimie organique» l'étude des propriétés des corps élaborés par les organismes vivants. Avec les progrès de la synthèse, ce vaste domaine s'est considérablement étendu, et la Chimie organique est maintenant la chimie des dérivés du carbone, naturels ou non. Les frontières avec la Chimie biorganique ou la Biochimie sont purement artificielles, et, d'ailleurs, bien difficiles à définir.

[2] Quant à la race des chimistes, à partir de quelques expériences avec des fourneaux, elle a fondé une philosophie imaginaire, qui ne s'applique à rien.

puis celle de l'acide acétique par Kolbe en 1845, à partir de composés typiquement minéraux, ne l'ont pas sérieusement entamée. Cette attitude a eu comme principal résultat une croyance dans le caractère particulier de la Chimie organique, qui ne pouvait être de même nature que la Chimie minérale ou biorganique, croyance qui a laissé des traces visibles aujourd'hui encore dans la division classique de l'enseignement. De plus, l'analyse seule était légitime, comme en témoigne cette profession de foi de Laurent en 1836: «Les chimistes font converger les composés hydrocarbonés vers des combinaisons de plus en plus simples, en suivant une marche inverse de celle de la nature végétale.»

Vers 1850, deux courants de pensée se manifestaient: celui des grands prêtres de la force vitale, que Berzelius commençait à tempérer[3], et celui des jeunes – car il y eut des jeunes à toutes les époques – matérialistes pour la plupart, pour lesquels une conception aussi résolument métaphysique était inacceptable. Il y eut des escarmouches, puis de violents combats, d'où les imprécations homériques n'étaient pas exclues: on en trouve des échos dans la littérature chimique de l'époque. L'ange exterminateur a été ici Berthelot: pour prouver l'inanité du concept de force vitale, il a préparé, à partir de 1853, par voie uniquement synthétique, de nombreux produits organiques, comme le méthanol, l'acétylène ou le benzène.

La portée de ces travaux a été immense: une chimie rationnelle, basée sur la synthèse, était dès lors possible.

Et la notion de structure dans tout cela? Elle était passée provisoirement au second plan des préoccupations. Dumas avait perfectionné les méthodes d'analyse, et on se bornait à caractériser chaque nouveau composé par sa formule brute, qui reflètait sa composition centésimale.

Cependant, pour Berzelius, auteur de la théorie dualistique, les substances organiques ou minérales étaient constituées de «radicaux», supposés isolables au moins dans certains cas, et liés par des forces de nature électrique. C'était en somme une généralisation des idées de Faraday, dont les travaux sur l'électrolyse étaient bien connus, et une première tentative d'unification: les lois de la Chimie seraient les mêmes, quelle que soit l'origine des substances étudiées.

Cette hypothèse a été à l'origine de nombreuses recherches, qui n'avaient plus pour seul but l'analyse des substances organiques, c'est-à-dire leur destruction à peine contrôlée, mais déjà leur transformation.

Une moisson d'observations nouvelles en a résulté: l'un des mémoires les plus importants à cet égard a été celui de Liebig et Wöhler, en 1832 [3], qui ont pu transformer l'essence d'amandes amères (benzaldéhyde) en chlorure de benzoyle par action du chlore, et remplacer le chlore par divers groupes, par des réactions qui étaient déjà connues en Chimie minérale.

---

[3] Si l'on entend par là (la force vitale) une force chimique particulière, inhérente à la nature vivante, on commet une erreur: on substitue, comme dans tant d'autres cas, un mot à une idée, et on s'en contente sans essayer de rien approfondir [2].

Très rapidement, on s'est aperçu que les propriétés de certaines substances avaient un air de parenté plus ou moins net. On le savait depuis longtemps pour les acides dont les molécules étaient réputées pointues[4] d'après Lemery, et qui avaient donné lieu à diverses remarques intéressantes. Ainsi les acides changent la coloration de nombreux «principes» naturels, comme la teinture de tournesol ou le sirop de violette, et réagissent avec effervescence sur la craie.

De cette manière, des substances d'aspect très différent, comme l'acide du vinaigre (Essigsäure, ou acide acétique) et celui du benjoin (acide benzoïque) pouvaient être rangées dans la même catégorie.

Ces observations ne sont pas restées longtemps isolées. Ainsi, l'esprit de vin est connu depuis la plus haute Antiquité: la Bible relate l'un de ses premiers méfaits, mais il n'est pas sûr que Noé ait été un novateur.

On savait depuis longtemps (XIII^{e} siècle) que l'esprit de vin, traité par l'acide sulfurique, conduit à un produit très volatil, ou éther. En essayant de remplacer l'acide sulfurique par d'autres acides, on avait préparé, un peu au hasard des circonstances, différents «éthers». Par exemple, avec l'acide chlorhydrique, Basile Valentin, au XV^{e} siècle, avait obtenu le «spiritus salis et vini», retrouvé plus tard de manière indépendante (Glauber, 1648; Gay Lussac, 1810) sous le nom d'éther chlorhydrique. Avec l'acide acétique, le Comte de Louraguais préparait l'«éther acétique» en 1759, et notait qu'à la différence de l'éther sulfurique, l'éther acétique chauffé avec la soude diluée redonne l'acide acétique et l'esprit de vin.

En 1818, Chevreul observe que le «blanc de baleine», traité par la soude diluée, conduit également à un acide nouveau, qu'il appelle margarique et à un corps neutre, l'éthal. Dans les mêmes conditions, de nombreux corps gras fournissent des acides et un corps neutre, la glycérine, ainsi appelée à cause de son goût sucré[5]. Chevreul souligne immédiatement cette parenté, et suggère que la glycérine, l'éthal et l'esprit de vin pourraient bien avoir en commun quelque chose de très profond. Ce n'est pourtant qu'un peu plus tard que Dumas, dans son «Traité de Chimie appliquée aux arts» (1847), montre que l'esprit de vin ou alcool[6] est le prototype d'une famille de substances caractérisées par ce que Berthelot appelle bientôt la fonction alcool [5].

Il est remarquable que cette classification des produits organiques d'après leur fonction n'a été reconnue clairement que d'une manière assez tardive. La plupart des ouvrages de l'époque retiennent bien la fonction acide ou la fonction basique (les principaux représentants étant les alcaloïdes), mais ne s'aventurent guère plus loin. Il a fallu attendre 1880 environ pour que cette idée si féconde soit admise par tous!

---

[4] «... L'acidité d'une liqueur consiste dans des particules de sel pointues, lesquels (sic) sont en agitation; et je ne crois pas qu'on me conteste que l'acide n'ait des pointes, puisque toutes les expériences le montrent: il ne faut que le goûter pour tomber dans mon sentiment...» [4].

[5] de *γλυκυς*, doux.

[6] De l'arabe al quochl, le ténu, le subtil.

Restait à caractériser cette notion de fonction par un arrangement particulier d'atomes au sein de la molécule.

Là encore, que de difficultés!

Certes, depuis longtemps – les débuts strictement analytiques de la Chimie organique avaient encouragé cette tendance – on caractérisait une substance par sa formule brute. Mais de là à considérer la plus petite quantité concevable d'un composé défini (molécule) comme formée de «grains» de carbone, d'hydrogène, d'oxygène ou d'azote, la distance paraissait infranchissable. En 1854 encore Regnault confond atome et molécule et ne ménage pas ses sarcasmes aux tenants de la toute nouvelle théorie atomique. Pourtant, selon Dumas [6], les idées d'Ampère à ce sujet ont une allure étonnamment moderne: «Pour lui, dit-il en 1836, les molécules des corps auraient une électricité constante dont elles ne pourraient se séparer, et autour de chacune d'elles se formerait une enveloppe d'électricité contraire, neutralisée à distance par celle de la molécule. Chaque molécule d'hydrogène, par exemple, renfermerait une certaine quantité d'électricité positive, qui lui serait propre, et elle serait entourée d'une espèce d'atmosphère d'électricité négative.»

Quel chemin parcouru depuis l'interprétation ingénue de Chaptal [7]: «Il a suffi à l'Etre Suprême de donner aux molécules de la matière une force d'attraction réciproque pour nécessiter l'arrangement que nous présentent les corps de cet Univers[7].»

L'expression de «structure moléculaire» a été introduite en 1861 par Butlerov [8], mais qui, particulièrement en France, pensait que cette expression désignait autre chose qu'un artifice?

Certainement pas Dumas, qui, dans ses leçons de Philosophie Chimique, déconseillait formellement la théorie atomique aux nouveaux chercheurs. «C'est avec regret, dit-il, que je vois de jeunes chimistes, si capables de faire un usage précieux de tous leurs moments, en consacrer, même une petite partie, à combiner vaguement des formules d'une manière plus ou moins probable, plus ou moins possible.»

Certainement pas Berthelot non plus, qui, au faîte de sa puissance, en 1876, écrivait dans la «Synthèse Chimique» que la théorie atomique n'était qu'un «système ingénieux et contesté», et que «ce serait méconnaître étrangement la philosophie des sciences naturelles et expérimentales que d'attribuer à de semblables mécanismes une portée fondamentale».

Heureusement, telle n'était pas l'opinion des jeunes chercheurs en général, ni de quelques anciens. Ainsi, le petit ouvrage de Würtz, leçons élémentaires de Chimie moderne (1871) destiné à l'enseignement, est-il écrit en notation atomique. Les concepts d'atome et de molécule sont clairement distingués. On y lit que le carbone est tétravalent, et on y trouve des formules développées, représentant l'enchaînement des atomes dans la molécule, pour un certain nombre de corps organiques.

L'un des premiers succès de la théorie atomique a été l'explication

---

[7] On sent ici l'influence de la «Mécanique Céleste» de Laplace, sorte de couronnement de la théorie de l'attraction universelle de Newton.

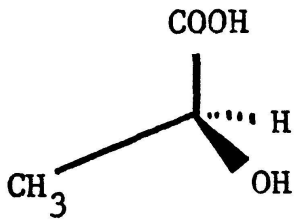
du phénomène d'isomérie, et la détermination du nombre d'isomères d'un corps donné. On appelle isomères deux substances distinctes qui ont la même composition centésimale et la même masse moléculaire. Ainsi, le propanol de Chancel (1853) et l'isopropanol de Friedel (1862) sont isomères, car on peut écrire deux structures différentes correspondant à la formule brute C_3H_8O (en notation moderne) et comportant le groupe fonctionnel $-O-H$, tenu pour responsable des propriétés de la fonction alcool.

$CH_3-CH_2-CH_2OH$ Propanol

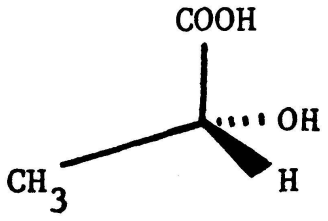
$CH_3-CH(OH)-CH_3$ Isopropanol

Une fois reconnue la possibilité d'écrire la structure d'une molécule à l'aide d'une formule développée, il était tout naturel de penser que cette architecture moléculaire n'était pas un pur symbole à deux dimensions, mais devait pourvoir se représenter dans l'espace. A peu près simultanément, Le Bel et van't Hoff en 1874 ont montré comment on pouvait retrouver aisément toutes les isoméries connues à l'époque à l'aide de règles simples, y compris une isomérie d'un type plus subtil que celle existant, par exemple, entre le propanol et l'isopropanol, et qui est l'isomérie optique.

Certaines substances d'origine naturelle ont, en solution, la curieuse propriété de faire tourner le plan de polarisation d'une lumière monochromatique. Ce phénomène était connu de Biot et de Fresnel dès 1816, mais c'est Pasteur qui, à partir de 1848, a relié, par une intuition géniale, l'activité optique et la dissymétrie moléculaire. Cette hypothèse s'interprète immédiatement dans la théorie de Le Bel et van't Hoff: pour qu'une substance soit active sur la lumière polarisée, elle doit être représentable par une structure moléculaire spatiale qui ne comporte ni plan, ni centre de symétrie. C'est le cas, par exemple, pour l'acide tartrique naturel. L'isomère à centre de symétrie, ou acide mésotartrique, est inactif. En particulier, une substance comportant un carbone substitué par quatre groupements différents possède ce que Le Bel et van't Hoff appellent un carbone asymétrique. Ainsi, l'acide lactique peut s'écrire à l'aide de deux structures, A et B, symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan.



A



B

Si l'on a que des molécules du type A (ou du type B), on dispose d'un échantillon d'acide lactique optiquement actif. Au contraire, si on a autant de molécules A que de molécules B, l'échantillon est inactif par compensation: c'est, comme on dit, un racémique.

Les théories de Le Bel et van't Hoff, dont on vient de commémorer le centenaire, ont eu un retentissement considérable: il était juste qu'elles fussent combattues avec une âpreté et, parfois, une mauvaise foi confondantes.

Berthelot, novateur dans sa jeunesse, ennemi de la théorie atomique, leur oppose des arguments sans grande valeur, et Kolbe, autre pourfendeur de force vitale, tente de les ridiculiser, d'ailleurs sans succès. Malgré tout, cette théorie, ou stéréochimie, était encore considérée par quelques uns comme une «métaphysique illusoire» en 1901 [9].

Il est vrai qu'un problème demeurait, qui n'a été résolu que bien plus tard, en 1951. Doit-on, par exemple, attribuer la structure A ou B à l'acide lactique qui tourne le plan de polarisation de la lumière vers la droite?

Répondre à cette question pour n'importe quelle molécule optiquement active, ou, comme on dit maintenant, chirale[8], c'est lui attribuer une configuration absolue.

Ce problème est maintenant résolu, après un demi-siècle de recherches difficiles, qu'E. Fischer, pour ne citer que les disparus, a initialement orientées et marquées de l'empreinte de son génie.

Peut-être n'est-il pas inutile d'illustrer cette rapide description de l'évolution des idées sur la structure en Chimie organique par un exemple. Dès le XVIII^{e} siècle, on avait isolé des calculs biliaires une substance solide, blanche, la cholestérine. Chevreul en 1815, au cours de ses investigations sur les corps gras, retrouve la cholestérine, la purifie, la caractérise par son point de fusion et sa composition centésimale, ce qui conduit à la formule brute $C_{27}H_{46}O$. Berthelot, en 1858, montre que la cholestérine donne un acétate et un benzoate, comme l'alcool ordinaire. De plus, le traitement par PCl_5 conduit à un «éther chlorhydrique» $C_{27}H_{45}Cl$, ce qui dénote un comportement analogue à celui de l'éthanol. La cholestérine est donc un alcool. Pour rappeler cette particularité, on va changer son nom en cholestérol.

En 1866, Wislicenius trouve que le cholestérol additionne une molécule de brome, comme l'éthylène: c'est donc aussi un dérivé éthylénique.

A partir de 1903, Diels et Windaus en Allemagne ont commencé une série de travaux qui devait aboutir, près de 30 ans plus tard, à l'élucidation de la structure du cholestérol, non sans qu'une formule partielle et fausse ait été proposée en 1928 par Windaus et Wieland. C'est seulement en 1932 que la structure correcte a été établie, puis entre 1932 et 1937 la stéréochimie relative des divers carbones asymétriques (il y en a 8 et, par conséquent, $2^7 = 128$ paires d'antipodes optiques possibles) et, enfin en 1951, la configuration absolue.

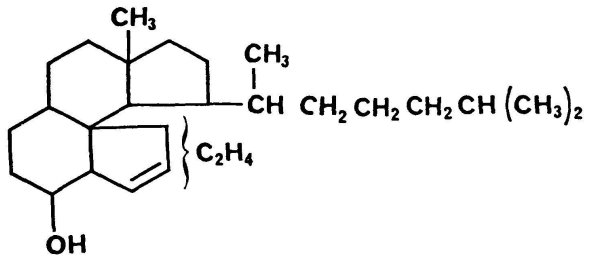
---

[8] du grec *χείρ*, main.

La synthèse totale a été magistralement réalisée par Woodward en 1952. On s'est posé enfin, et on a résolu la question de la formation du cholestérol dans les cellules vivantes, c'est-à-dire de sa biosynthèse. Mais c'est là le début d'une autre bien longue histoire...

Heureusement, la détermination de la structure de molécules, même beaucoup plus complexes que le cholestérol, ne prend plus un siècle et demi actuellement. L'introduction des méthodes physiques modernes, telles que la diffraction des rayons X, la résonance magnétique nucléaire, la spectrométrie de masse a transformé l'antique épopée en une affaire qui, le plus souvent, est de la pure routine.

Cholesterol
Structure
Wieland (1928) Windau (1928)



Structure révisée
Diels (1932) Wieland (1932)

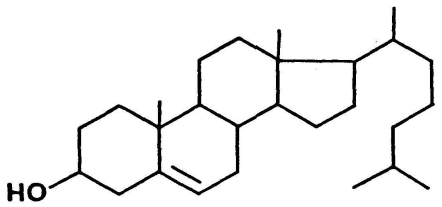


Fig. 1

Cholesterol
Configuration absolue 1951

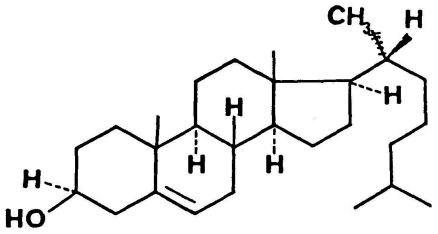


Fig. 2

Bibliographie

1. F. Bacon, Novum Organum 1, 54 (1620).
2. J. Berzelius, Traité de Chimie, Paris 1849.
3. J. Liebig et L. Wöhler, Liebig's Annalen, 1832, 3, 249.
4. N. Lemery, Cours de Chymie, XII[e] édition, Lyon 1724, p. 22.
5. M. Berthelot, Ann. Chimie et Phys., 1856, 47, 351.
6. J. B. Dumas, Leçons de Philosophie Chimique, texte édition 1878 d'une Conférence du 11 juin 1836, p. 450.
7. C. Chaptal, Elements de Chimie, Paris 1803.
8. A. Butlerov, Zeitschrift für Chem. und Pharm., 1861, 553.
9. G. Wyrouboff, Bull.Soc.Franc.Minéral., 1901, 24, 77.

C. Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen
Conférences des Sections

1. Sektion für Anthropologie

Schweizerische Gesellschaft für Anthropologie
Société Suisse d'Anthropologie
Società Svizzera di Antropologia

Président: Prof. J. Wartenweiler, Schiedhaldensteig 10, 8700 Küsnacht (ZH)
Secrétaire: M. Francis Forest, Altstetterstrasse 109, 8048 Zurich

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi, 12 octobre

P.-A. Gloor (Lausanne): Evolution de la pigmentation de l'iris à Paris depuis le milieu du XVIII^{e} siècle.

Les variations diachroniques de la pigmentation de l'iris posent le problème des comparaisons entre séries d'auteurs différents, qui comportent des difficultés bien connues et font encore l'objet de critiques [1]. Il faudra multiplier les essais pour perfectionner la méthode, avec éventuellement l'établissement de corrections systématiques de divers auteurs qui ont usé de procédés particuliers [3].

Le tableau I résume les résultats de 14 séries parisiennes, que l'on peut considérer:

1. Sous l'angle de la provenance des sujets: les militaires (Houdaille, Chamla, Schmidt-Kehl et Keiter); les délinquants ou suspects (Bertillon, Marie et MacAuliffe); des adultes divers. Seuls les sujets militaires ne posent pas de problème particulier quant à l'âge et aux facteurs d'éventuels éclaircissements, actifs après 40 ans.

Tab. 1 14 séries parisiennes (hommes). Couleur des yeux en %: 20 469 sujets

	Houdaille 1751	Houdaille 1751	Houdaille 1810	Beddoe 1885	Topinard 1889	Bertillon 1887	Chamla 1880	Houdaille 1900–1906	Marie et MacAuliffe 1914–1920	Chamla 1940	Schmidt-Kehl et Keiter 1943	Leschi 1943	Tisserand 1951	Chabeuf 1973
Nombre de sujets	628	322	2 062	100	8 070	3 708	246	527	1 509	162	138	767	2 000	230
	A. Classement en 5 catégories:													
1. Bleus	14,5	14,9	25,2	–	21,3	15,8	19,9	21,0	20,0	25,9	27,0	–	23,7	–
2. Gris-bleus	10,2	11,6	0,8	–	–	–	0,4	3,6	–	8,1	–	–	–	–
3. Gris	45,0	51,9	37,1	–	10,1	40,5	25,2	10,0	–	8,6	14,0	–	9,4	–
4. Intermédiaires	7,0	5,8	12,0	–	37,9	20,3	26,0	43,1	–	6,1	28,0	–	23,7	–
5. Bruns et noirs	23,3	15,8	24,9	–	30,7	23,4	28,5	22,3	–	51,3	31,0	–	43,2	–
	B. Classement en 3 catégories													
Clairs: 1+2	24,7	26,5	26,0	–	21,3	15,8	20,3	24,6	20,0	34,0	27,0	–	23,7	–
	±1,7	±2,4	±0,9	–	±0,15	±0,6	±2,4	±1,8	±1,0	±3,7	±3,8	–	±0,3	–
Interméd.: 3+4	52,0	57,7	49,1	–	48,0	60,8	51,2	53,1	58,0	14,7	42,0	–	33,1	–
Foncés: 5	23,3	15,8	24,9	–	30,7	23,4	28,5	22,3	22,0	51,3	31,0	–	43,2	–
	C. Classement en 2 catégories													
Clairs: 1+2+3	69,7	78,4	63,1	41,0	31,4	56,3	45,5	34,6	–	42,6	41,0	40,3	33,1	42,6
Foncés: 4+5	30,3	21,6	36,9	59,0	68,6	43,7	54,5	65,4	–	57,4	59,0	59,7	66,9	57,4
	±1,8	±2,3	±1,0	±4,9	±0,5	±0,8	±3,2	±2,5	–	±3,8	±4,2	±1,7	±1,0	±2,5
Moyennes de coloration	47 milice	52 milice	45 conscr.	(31) ouvr.	26 18–60 a.	36 18–44 a.	33 conscr.	30 conscr.	– «ouvr.»	41 conscr.	34 sold.	(30) étud.	28	(32) 18–20 a.
Provenance des sujets	(natifs)	(immigr.)												

Ce tableau doit être joint au travail: Evolution de la pigmentation de l'iris à Paris depuis le milieu du XVIII[e] siècle.

2. Sous l'angle des méthodes d'examen: le système d'identification policière (Bertillon, MacAuliffe et Marie); l'emploi d'échelles de coloration: de Topinard, de Tisserand (dont use aussi Chabeuf), de Martin Schultz (Schmidt-Kehl et Keiter); enfin les estimations d'enquêteurs militaires, avec fautes nombreuses mais annulation statistique probable de ces erreurs.

L'emploi d'une moyenne de coloration pour la présentation globale des résultats d'une série est un problème non résolu; ici, le procédé suivant a été employé:

$$\frac{(\%\text{ des yeux bleus} \times 2) + (\%\text{ des yeux gris})}{2}$$

Ces deux catégories de coloration sont probablement les mieux décrites par les enquêteurs non professionnels; les chiffres obtenus vont de 100 (population uniformément claire) à 0 (population foncée).

Les résultats confirment l'étude de Houdaille [4]:

1. Stabilité générale des yeux clairs, avec léger fléchissement des années 1880–1906 et augmentation dès 1940.
2. Forte diminution des yeux intermédiaires («gris» + intermédiaires foncés[1]) après 1920.
3. Augmentation de la proportion des yeux foncés dès 1880[2].
4. Les moyennes de coloration désignent trois périodes: population autrefois plus claire jusqu'en 1810, ayant foncé (1880–1906), puis légèrement clairci dès 1940 (l'évolution de la couleur des cheveux est parallèle [4]).

Ces phénomènes dépendent de facteurs multiples:

1. Modifications démographiques: l'agglomération parisienne, depuis la Révolution, s'est essentiellement accrue par immigration; celle-ci, à la fin du XVIII^{e} siècle, venait avant tout du nord de la France; au cours du XIX^{e} siècle, intervention de populations du sud plus foncées, et même plus tard d'Africains.
2. Phénomènes de sélection urbaine: Paris semble entrer dans la règle qui veut qu'une ville soit plus foncée que la zone avoisinante. Pourtant Marie et MacAuliffe constatent une dépigmentation plus forte chez les Parisiens nés de Parisiens.
3. Modifications de pigmentation à l'échelle de la France; un foncement à la fin du XIX^{e} siècle, en même temps que l'on constatait un maximum de brachycéphalie, qui a touché aussi Paris de façon modérée.

---

[1] Vocabulaire descriptif très varié: jaune, orange, roux, châtain, olivâtre, vert.

[2] On peut établir des différences statistiquement très significatives entre les résultats de 1810, pour les foncés (4 + 5), et ceux de 1880 et 1940.

Il est souhaitable de disposer de nouvelles données, à rechercher dans la documentation policière, ainsi que dans les archives militaires françaises (couleur des yeux notée de 1720 à 1940).

Bibliographie

1. Billy, G.: Nouvelles données sur l'évolution contemporaine des paramètres raciaux. La pigmentation de l'iris. L'Anthropologie 4, 5–6, 1970.
2. Chabeuf, M.: Nouvelles données sur des provinces françaises. L'Anthropologie 77, 3–4, 1973.
3. Gloor, P.-A.: L'anthropométrie policière et le problème de sa correction systématique en vue de son utilisation en anthropologie. Documents inédits d'Alphonse Bertillon. Arch.S.Anthr.Gen.XXXVII, 1973.
4. Houdaille, J.: Evolution de la couleur des yeux et des cheveux des parisiens depuis le début du XIX^{e} siècle. Population 25, 6, INED, Paris 1970. Notes inédites.
5. Leschi, J.: Groupes sanguins et pigmentation chez les Parisiens. C.R.Soc.Biol. p. 1009–1010, 1943.
6. Marie, A. et MacAuliffe, L.: Influence du milieu parisien sur la race. C.R.Acad.Sc. 1920.
7. Schmidt-Kehl, L. et Keiter, F.: Rassenkundliche Untersuchungen an französischen Kriegsgefangenen. Z.f.Rassenk. XIV, 1943.
8. Schwidetzky, I.: Der Städtertypus. Z.f.Rassenk. XIV, 2, 1944.

P.-A. Gloor (Lausanne): A propos de la méthode de Bertillon: la longueur nasion-opisthocranion de 43 crânes de Çatal Hüyük

L'utilisation en anthropologie de données d'anthropométrie policière suppose une méthode de correction systématique applicable à la couleur des yeux et à la longueur de la tête. Il n'est pas sans intérêt de disposer de données provenant d'une double mensuration de crânes. Mlle D. Ferembach[1] a bien voulu nous communiquer des résultats obtenus par elle sur 83 crânes exhumés de la «cité» néolithique de Çatal Hüyük en Anatolie; environ la moitié d'entre eux fournit à la fois la longueur glabelle–opisthocranion (DAP), nasion–opisthocranion, la largeur et l'indice cranien. Ces crânes vieux de huit millénaires sont de forme variable (indice de 64 à 84, peut-être 87) et la diagnose raciale de la série montre une structure déjà «moderne» (54,2% d'Atlanto-méditerranéens, 16,9% d'Ibéro-insulaires, 6% de Méditerranéens divers, enfin 22,9% d'Alpins). Le nasion, point singulier, peut correspondre exactement à l'ensellure nasale osseuse, mais occupe habituellement une position un peu plus élevée que cette concavité[2]; la longueur nasion–opisthocranion est probablement un peu plus grande que celle prise de l'ensellure.

Tab. I longueurs et indices craniens: 24 femmes (f), 14 hommes (h), 5 enfants (e)

DAP		nasion–opisthocranion	dif.	IC	DAP		nasion–opisthocranion	dif.	IC
mm		mm	mm		mm		mm	mm	
158	e	157	1	79,1	182	f	178	4	75,3
161	f	160	1	78,6	182	h	180	2	76,2
167	f	165	2	80,2	182	f	181	1	71,4
168	f	167	1	–	184	f	183	1	71,7
169	e	167	2	79,3	185	f	184	1	76,2
170	f	168	2	82,9	186	f	185	1	80,1
170	e	169	1	77,1	186	f	183	3	68,8 ?
170?	e	170?	0	74,7?	186	h	184	2	68,8
173	f	170	3	–	186	f	186	0	73,4
174	f	173	1	75,3	186,5	h	186	0,5	70,8
174	f	174	0	–	189	h	187	2	77,8
175	f	173	2	77,7	190?	h	186	4	77,9 ?
175,5	f	174,3	1	79,8	191	h	189	2	72,3
176	f	175	1	79,5	192	h	191	1	72,4
176	f	175	1	73,9	192	h	192	0	76,6
177	f	175	2	78,0	192,5	f	192	0,5	71,2
177,5	f	174,5	3	72,2	193	h	192	1	69,4
177	h	175	2	84,2	195	h	194	1	–
177	e	176	1	74,9	199	h	197	2	70,4
178	f	176	2	76,4	208	h	205	3	67,8
178	f	177	1	79,8	210	h	209	1	64,3
181	f	179	2	76,8					

D'où les conclusions suivantes:

1. La différence des deux longueurs est en moyenne de 2 mm $\pm$ 0,15, un peu inférieure aux valeurs trouvées sur deux séries sur le vivant: 2,47 $\pm$ 0,09 mm. Les écarts individuels vont de 4 mm à 0, sur le vivant 7 mm à —1 mm; si sur cette série de crânes on ne trouve pas de valeurs négatives, il y a pourtant quatre cas où la différence est nulle, ce qui suppose qu'à la glabelle et au nasion correspondant deux positions distinctes de l'opisthocranion dans ces cas. Les différences de valeur moyenne et d'écarts dépendent probablement des parties molles.
2. Cette différence est un peu plus accusée chez les crânes de forte longueur, comme sur le vivant (4), mais de façon non-significative.
3. Elle dépend de l'âge et du sexe: 5 enfants et adolescents 1,10 mm, 24 femmes 2,02 mm, 14 hommes 2,23 mm ce qui correspond mieux aux séries (masculines) sur le vivant.
4. Elle dépend aussi de l'indice céphalique: 22 dolichocéphales (IC 64 à 74) 1,79 mm, 18 mésocéphales (IC 75–79) 2,16 mm, 4 brachycéphales (80–84) 2,25 mm, les deux derniers groupes étant plus près des séries de comparaison, soit des Suisses occidentaux.

[1] à qui vont nos remerciements

[2] dans 12 cas sur 14 pour des crânes de Taforalt (bibliographie)

5. L'indice cranien des femmes, 76,15, devient alors 77,02, soit 0,87 point de plus, pour l'indice «naso-céphalique» (Topinard) calculé d'après la longueur nasion–opisthocranion. Pour 13 hommes, on aurait 73,14 pour le 1er indice, et 74,03 pour le second, soit 0,89 point de plus.
6. En conséquence, si sur le vivant on trouve, comme différence entre l'indice céphalique de Bertillon et l'indice classique une différence de 1,04 point à l'avantage du premier (sur 297 Suisses de 15 à 55 ans), et de 1,1 point pour un sous-groupe de 64 jeunes Genevois de15–20 ans, cette constatation n'est pas infirmée par les données précédentes sur les crânes de Çatal Hüyük.
7. L'auteur se permet de recommander la mensuration sur le vivant, en plus du DAP classique, de la longueur ensellure nasale–opisthocranion, en vue de nouvelles vérifications.

Bibliograpie

1. Ferembach, D.: Diagrammes craniens sagittaux et mensurations individuelles des squelettes ibéromaurusiens de Taforalt (Maroc oriental). Trav.centre rech.anthrop. préhist.ethn.Alger, Paris 1965.
2. Ferembach, D.: Les Hommes du gisement néolithique de Çatal Hüyük. VII. Turk Tarih Kongresi, Ankara 1970–1972.
3. Ferembach, D.: Notes inédites.
4. Gloor, P.-A.: L'anthropométrie policière et le problème de sa correction systématique en vue de son utilisation en anthropologie. Documents inédits d'Alphonse Bertillon. Arch.S.Anthr.Gen. XXXVII, 1–60, 1973.

Kolloquium:
«Der fossile Mensch im schweizerischen Paläolithikum»

gemeinsam veranstaltet mit
Amt für Archäologie und Bodenforschung
und Naturhistorisches Museum, Basel
Anthropologisches Institut der Universität Zürich

1. Einleitung

J. Wartenweiler (Zürich), Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie

Die SGA befasste sich an der diesjährigen Sitzung mit einem Thema von allgemeinerem Interesse: Der fossile Mensch im schweizerischen Paläolithikum. Erstmals wurde dabei die Form eines Kolloquiums gewählt, bei dem sieben Referenten aus Basel, Neuenburg und Zürich die Teile zu einer Übersicht der von 1833 bis heute in der Schweiz gefundenen fossilen Zeugnisse von Altsteinzeitmenschen und ihrer Umwelt vorstellten. Zahlreiche Originalfundstücke und naturgetreue Abgüsse dokumentierten die Referate. Den Rahmen setzten drei Hauptvorträge: Der Initiant und Moderator des Kolloquiums, Dr. H. U. Etter (Anthropologisches Institut der Universität Zürich), erläuterte die wichtigsten Stationen der menschlichen Stammesgeschichte, besonders aber die neueste Fundsituation in Europa. Dr. B. Kaufmann (Naturhistorisches Museum Basel) gab einen Überblick über Klima, Flora und Fauna des Paläolithikums unserer Region, und Dr. R. d'Aujourd'hui (Amt für Archäologie und Bodenforschung Basel) stellte im dritten Referat die Kulturen des Paläolithikums vor. Dabei zeigte und besprach er erstmals vor einem grösseren Fachgremium den 1974 bei Pratteln gefundenen Acheuléen-Faustkeil, der das älteste Steinwerkzeug der Schweiz und somit den ältesten Zeugen der Besiedlung der Schweiz durch den Menschen darstellt. Die nachfolgenden fünf Referate befassten sich mit dem anthropologischen Fundmaterial der Schweiz aus dieser Zeit; Dr. Moll (Neuenburg) stellte dabei zum erstenmal das 1964 in Cotencher gehobene Oberkieferfragment im Original öffentlich vor und diskutierte eingehend die Fundsituation.

Dieses gelungene Kolloquium stiess besonders auch bei Vertretern anderer Fachgesellschaften auf ein breites Interesse und stärkt damit die Hoffnung auf eine vermehrte interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

2. Hu. F. Etter (Anthropologisches Institut, Universität Zürich): Überblick über die anthropologischen Funde im Paläolithikum

Heute ist die Ansicht weitgehend akzeptiert, wonach sich der moderne Mensch aus einer Gruppe von miozänen Primaten – den Dryopithecinae – herausdifferenziert hat, die er als Vorfahren mit den afrikanischen Menschenaffen teilt, und dass sein Eigenweg im Verlaufe der letzten etwa 20×10^6 Jahren über verschiedene Entwicklungsstufen zu seinem heutigen Erscheinungsbild geführt hat. Ein wesentlicher Zeitabschnitt der Menschwerdung fällt dabei in das Paläolithikum, das vom Beginn des nachweisbaren kulturellen Schaffens – in Form von Waffen und Werkzeugen aus Steinknollen – bis zum Ende der jüngsten Eiszeit gerechnet wird.

In diese Phase fallen mehrere morphologisch, geographisch und zeitlich mehr oder weniger deutlich unterscheidbare, biologische Entwicklungsstufen der Menschwerdung:

1. *Australopithecinae.* Diese frühesten Vertreter der Hominiden beschränken sich nach der Ansicht der meisten Autoren auf Afrika. Sie führen mit Funden aus Lothagam, Ostafrika ($5–6 \times 10^6$ J.) und Baringo (Ngorora), Ostafrika (9×10^6 J.) weit ins Pliozän zurück. Alle die für den aufrechten, zweibeinigen Gang typischen Merkmale sind – soweit bekannt – bereits mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Ihr Schädel zeigt aber noch urtümliche Gestalt mit kleinem Hirnraum (∅ 500 cm^3). Die jüngsten Funde liegen im oberen Villafranchium und sind etwa $1–2 \times 10^6$ Jahre alt. Je nach Autor werden die Australopithecinen in mehrere Arten oder gar Gattungen aufgetrennt. Welche Vertreter dieser australopithecinen Phase in das Fortpflanzungskontinuum zum modernen Menschen gehört, wird zur Zeit noch diskutiert.

2. *Homo erectus.* Sowohl die ältesten (Java, über 10^6 J.) als auch die jüngsten (China, $3–4 \times 10^5$ J.) Vertreter dieser Entwicklungsphase sind in Asien gefunden worden. Daneben liegen weitere Funde aus Asien, Afrika und Europa vor. Im Vergleich mit dem modernen Menschen zeigt ihr postkraniales Skelett keine wesentlichen Unterschiede, wogegen ihr Schädel – obgleich höher entwickelt als bei den Australopithecinen – noch urtümlich erscheint (Schädelvolumen 750–1200 cm^3), mit prognatem Kieferapparat und niedererem Hirnschädel. Funde aus Europa sind selten:

- Mauer (BRD): vollständiger Unterkiefer, Günz/Mindel-Interglazial (?)
- Verteszölles (Ungarn): Zähne, Hinterhaupt, Mindel (?)

Zeitlich folgen einige europäische Funde mit unsicherer systematischer Stellung aus dem Mittel-Oberpleistozän (z. T. als Praesapiens bezeichnet):

- Swanscombe (Grossbritannien): Hinterhaupt, Mindel/Riss-Interglazial
- Steinheim (BRD): Schädel, Mindel/Riss-Interglazial
- Montmaurin (Frankreich): Unterkiefer, Mindel/Riss-Interglazial

- Bilzlingsleben (DDR): Hinterhaupt, Mindel/Riss-Interglazial (?)
- Arago (Frankreich): Schädeldach, Zähne, Riss-Glazial

Diese Fundgruppe besitzt ein chronologisches Alter von $2–4 \times 10^5$ Jahren. An den wenigen Fundstücken ist eine Tendenz zur Höherentwicklung abzulesen.

3. *Homo sapiens.* Im Oberpleistozän in Europa beginnen die fossilen Quellen zuerst nur spärlich, dann aber immer reichlicher zu fliessen. Die ältesten Homo-sapiens-Funde sind etwa 100000 Jahre alt.

- Fontéchevade (Frankreich): Schädeldach, Riss/Würm-Interglazial
- Quinzano (Italien): Hinterhaupt, Riss/Würm-Interglazial
- Weimar-Ehringsdorf (DDR): Schädelfragment, Unterkiefer, Zähne u.a.m., Riss/Würm-Interglazial
- Taubach (BRD): Zähne, Riss/Würm-Interglazial u.a.m.

Auf Grund der morphologischen Merkmale werden diese Funde, je nach Autor, entweder als Vorläufer des modernen Menschen oder der klassischen Neanderthaler betrachtet. Im Verlaufe der Würm-Eiszeit und besonders nach der Würm-Eiszeit ist eine zunehmende Verdichtung der europäischen Funde zu beobachten. An über 30 Fundstellen sind Reste von klassischen Neanderthalern (Homo s. neanderthalensis) gehoben worden. Gegen das Ende der Würm-Eiszeit löste der moderne Mensch (Homo s. sapiens) die Neanderthaler in Europa ab und drang rasch bis an die Eisgrenzen vor, was durch unzählige Fundstellen belegt ist.

3. B. Kaufmann (Naturhistorisches Museum, Basel): Überblick über Klima, Fauna und Flora im Paläolithikum

Klima

Das Quartär in Nord- und Mitteleuropa ist charakterisiert durch die Eiszeiten. Die sechs bis heute bekannten Vorstösse der Festlandgletscher sind nach Flüssen im süddeutschen Raum benannt. Es sind dies:

1. Die Biber-Eiszeit
2. Die Donau-Eiszeit

An diese beiden frühesten Eiszeiten, die ins Ältest-Pleistozän eingeordnet werden und deren Spuren in unserem Land weitgehend ausgelöscht worden sind, schliessen sich die vier «klassischen» Eiszeiten an:

3. Die Günz-Eiszeit im Altpleistozän (630000–540000 Jahre)
4. Die Mindel-Eiszeit im Mittelpleistozän (480000–390000 Jahre)
5. Die Riss-Eiszeit im Mittelpleistozän (230000–180000 Jahre)
6. Die Würm-Eiszeit im Jung-Pleistozän (70000–8000 Jahre)

Zwischen den einzelnen Eiszeiten liegen Warmzeiten, die sogenannten Zwischeneiszeiten oder Interglaziale. Sie heissen jeweils nach den beiden Eiszeiten, zwischen denen sie gelegen sind (z. B. Biber-Donau-Zwischeneiszeit). Einzelne, grössere Klimaverschiebungen innerhalb der Eiszeiten heissen dagegen Interstadiale.

Besser bekannt sind nur die beiden letzten Eiszeiten, die Riss-Eiszeit, welche die Maximalvergletscherung darstellt und die in zwei Hauptphasen (Hoch- und Spätriss) gegliedert ist. Damals ermöglichten nur wenige stets eisfreie Räume (Umgebung von Basel, Berner Jura und Hotzenwald) eine Besiedelung durch den Menschen.

Weit besser sind wir über die letzte Eiszeit, die Würm-Eiszeit, orientiert. Ihre einzelnen Interstadiale sind mit Hilfe der Moränen, besonders aber dank den Pollenanalysen sehr genau datierbar. Mit ihrem Ende vor 8000 Jahren ging auch das Paläolithikum zu Ende.

Fauna

Herrschte im Miozän (vor rund 10 Millionen Jahren) in unserer Gegend noch ein subtropisches Klima, so trat im Verlauf des Pliozäns, das in unserer Gegend stratigraphisch nicht fassbar ist, eine Klimaverschlechterung ein. Noch immer finden wir aber zu Beginn des Quartärs eine stark wärmeliebende Fauna, die sich in einigen Vertretern bis ins Mittelpleistozän halten kann. Über die Faunenänderung im Pleistozän orientiert folgende Übersicht:

Ältest-Pleistozän
- Neue Formen: Pferd, Südelefant, echtes Rind
- Abwandernd oder aussterbend: Tapir, Hipparion, Mastodon

Alt- und Mittelpleistozän
- Neu auftretend: Riesenhirsch, Ur, Eisfuchs, Ren, Moschusochse, Mammut und wollhaariges Nashorn
- Dominierende Formen: Vielfrass, Bär, Waldnashorn, Pferd, Schwein, Hirsch, Elch und Elefant
- Abwandernd oder aussterbend: Affen, Gepard, Säbelzahnkatze, Flusspferd und Wasserbüffel

Jungpleistozän
- Zuwanderer: Saiga-Antilope, Steppen-Iltis
- Dominierend: Moschusochse, Ren, wollhaariges Nashorn, Mammut und Vielfrass
- Abwandernd oder aussterbend: Waldelefant, Waldnashorn, Damhirsch

Mit dem Ende der Würm-Eiszeit tritt ein grosses Tiersterben auf, dem ein Grossteil der kälteliebenden Fauna zum Opfer fällt: Mammut, wollhaariges Nashorn, Höhlenbär, -löwe, -panther, -hyäne, Steppenwisent u.a.m. – In historischer Zeit wurden durch den Menschen ausgerottet: Elch, Wisent, Ur, Braunbär, Luchs und Biber.

Flora

Die meisten Erkenntnisse über die Veränderungen in der pleistozänen Flora verdanken wir Rückschlüssen, die anhand von Pollenuntersuchungen in Nordeuropa möglich wurden. Über die Entwicklung der Flora in unserem Land sind wir erst seit dem Jungpleistozän genauer unterrichtet.

Von der (subtropischen) tertiären Vegetation verschwanden in der ersten Eiszeit (Biber) nur die empfindlichsten Elemente (z. B. Mammutbaum und Sumpfzypresse). Auch die Temperaturverschlechterungen der beiden nachfolgenden Eiszeiten (Donau und Günz) reichten noch nicht aus, um die tertiäre Reliktflora ganz auszulöschen. In Holland konnte der Magnolienbaum z. B. bis in die Günz-Mindel-Zwischeneiszeit nachgewiesen werden; die Flügelnuss hielt sich sogar bis in die Mindel-Riss-Zwischeneiszeit.

Während in den Eiszeiten die ganze Flora (vielleicht abgesehen von einigen Pionierpflanzen) verschwand, herrschten in den Warmzeiten des Mittelpleistozäns allgemein Erle und Föhre vor; Eichenmischwald, Hasel und Hagebuchen sind dagegen nur schwach vertreten. Letztere breiten sich dagegen im Riss-Würm-Interglazial stark aus. Ihre Reste bilden die interglazialen Schieferkohlenlager, die auch in der Schweiz gefunden werden. Zu Beginn der Würm-Eiszeit macht er einem lockeren Kiefer- und Birkenwald Platz. In den beiden Würm-Interstadialen kommt es wieder zu dichtem Wald mit Erlen und Fichtenbeständen; beim erneuten Gletschervorstoss verschwindet der Baumbestand vollständig. Über die Veränderungen der Flora im Spätglazial (14000–8000 v. jetzt) liegen erstmals in der Schweiz genauere Kenntnisse vor:

14000		
–11300	Ia	Älteste Dryaszeit: Keine Bäume; Pioniervegetation
–10400	Ib	Bölling-Interstadial: Wacholder, Sanddorn, Birke
–10000	Ic	Ältere Dryaszeit: Klimarückschlag. Flora wie Ia
– 8000	II	Allerod-Interstadial: Flora wie Ib und Föhre; Waldgrenze bei 1600 m
– 8300	III	Jüngere Dryaszeit: Klimarückschlag. Waldgrenze bei 1200 m

Eine Dauerbesiedlung der Schweiz ist vom Bölling-Interstadial an möglich.

4. R. d'Aujourd'hui (Amt für Archäologie und Bodenforschung, Basel): Überblick über die Kulturen des Paläolithikums

Das Paläolithikum wird in drei bis vier Abschnitte unterteilt: In das Früh-, Alt-, (Mittel-) und Jungpaläolithikum[1].

Diese Gliederung basiert vorwiegend auf typologisch-technologischen Unterschieden im lithischen Material. Die Einlagerungsbedingungen der Funde gestatten Rückschlüsse auf die Umwelt des Menschen und damit

eine chronologische Fixierung der Kulturgüter im Rahmen einer Geschichte der Natur des Pleistozäns.

Obwohl das Paläolithikum der Schweiz erst im spätesten Pleistozän gut belegt ist, sei hier ein kurzer allgemeiner Überblick über das ganze Pleistozän vorangestellt[2].

Frühpaläolithikum:

Ältest- (bzw. Früh-) und Altpleistozän. Dauer bis Ende Günz-Mindel- (bzw. Cromer-) Warmzeit

- Fauna: Villafranchien und Mosbachien.
- Menschenreste: Mauer, *Homo heidelbergensis.*
- Artefakte: Geröll- und einfache Abschlaggeräte. Quarzitgerölle werden durch wenige gezielte Schläge so zugerichtet, dass eine scharfe Kante entsteht.

Das Frühpaläolithikum ist in Europa erst an wenigen Orten belegt: Grotte du Vallonet (Roquebrune A.-M., Südostfrankreich), Oltetutal (Südrumänien), Mauer (Heidelberg)[3].

Altpaläolithikum:

Spätes Altpleistozän bis mittleres Jungpleistozän[4]. Mindel- bis Würm-Vereisung («Paudorf»; Aurignac-Schwankungen)[5].

- Artefakte: Faustkeile, Abschlaggeräte. Im Unterschied zu den Geröllgeräten wurden die Faustkeile in der Regel aus Silexknollen hergestellt. Der Knollen wird von zwei Seiten so zugeschlagen, dass längs der beiden Seiten mehr oder weniger gerade Kanten entstehen. Abschlaggeräte sind retuschierte Abschläge, die ohne weitere Vorbereitung des Kerns mehr oder weniger regellos abgeschlagen werden[6].
- Kulturen: Abbévillien, Acheuléen (Faustkeilindustrien), Clactonien, Tayacien (Abschlagindustrien). Moustérien[7]: vorwiegend Abschlagindustrie. Typisch sind hier die sogenannten Levallois-Abschläge: Der Kern wird an der Schlagbasis vorbereitet, die Abschläge werden jetzt systematisch abgeschlagen (bessere Rohstoffnutzung).
- Menschenfunde: Verteszöllös, Swanscombe, Steinheim, Montmaurin.

Der *Homo neanderthalensis* wird als Träger des Moustériens betrachtet.

Die Grenze zwischen dem Früh- und Altpaläolithikum ist fliessend. Der Beginn des Altpaläolithikums wird durch das Auftreten der ersten Faustkeile definiert[8].

Jungpaläolithikum:

Oberes Jungpleistozän, Hochwürm, dauert bis an das Ende der Eiszeit.

- Artefakte: Klingenindustrie. Der Silexknollen wird vorbereitet und systematisch in Späne zerlegt (optimale Nutzung des Rohstoffs). Die Klinge ist ein Zwischenprodukt, das zu Messer, Schaber, Kratzer, Bohrer oder Stichel zugerichtet wird (Retuschierung).

Im Jungpaläolithikum werden verschiedene Kulturen unterschieden. Die Abfolge der wichtigsten Stufen in Frankreich lautet: Aurignacien, Périgordien, Solutréen, Magdalénien[9].

- Kunst: Kleinkunst und Höhlenmalereien.

Träger der jungpaläolithischen Kultur ist der *Homo sapiens.*

Die Grenze zum Alt- bzw. Mittelpaläolithikum ist wiederum fliessend. Typisch mittelpaläolithische Merkmale sind oft mit jungpaläolithischen Geräten vergesellschaftet (Jungpaläolithisierung)[10].

Allgemein zeigen sich folgende technologischen Tendenzen im Paläolithikum[11]:

- Bessere Nutzung des Rohstoffs
- Zusehends harmonischere Gestaltung der Geräte
- Zunehmende Differenzierung des Artefaktbestandes

Das Paläolithikum in der Schweiz

Frühes Altpaläolithikum:

Das älteste Steingerät der Schweiz, der Faustkeil von Pratteln (BL), repräsentiert eine sehr frühe Stufe des Altpaläolithikums. Die typologische Einweisung in ein frühes Acheuléen wird durch die geologische Lage des Fundes auf einer mindeleiszeitlichen Terrasse (jüngerer Deckenschotter) bestätigt[12].

Spätes Alt- oder Mittelpaläolithikum:

H. Müller-Beck[13] nennt 14 sichere Fundstellen dieser Zeitstellung. Dazu kommt der vorläufig noch unpublizierte Fundkomplex von Pleigne, Löwenburg (BE), eines der reichhaltigsten Moustérien-Inventare der Schweiz.

10 dieser Stationen liegen im Jura, die restlichen in alpinem Gebiet («alpines Paläolithikum», Simmental und Ostschweiz). – Die wichtigsten Fundstellen:

- Cotencher (NE), Höhle, etwa 400 Artefakte, Abschlagindustrie und einige bifazielle Artefakte. Menschliche Maxilla[14].
- St-Brais I und II (BE), Abschlagindustrie, St-Brais II: Zahn des *Homo neanderthalensis*[15].
- Kastelhöhle (SO), Abschlagindustrie unter zwei jungpaläolithischen Horizonten[16].
- Wildkirchli (Säntis, AI), Abschlagindustrie, bedeutendste der alpinen Stationen[17].

Auffallend ist der hohe Anteil von Höhlenbärenknochen in den mittelpaläolithischen Faunenlisten.

Jungpaläolithikum[18]:

Abgesehen von wenigen Fundkomplexen mit einzelnen Objekten, die auf ein frühes Jungpaläolithikum hinweisen können[19], sind aus der Schweiz rund 40 Fundstellen bekannt, die ans Ende des Jungpaläolithikums, in das späte oder jüngere Magdalénien zu datieren sind. Geographisch lassen sich die Stationen in vier Gruppen zusammenfassen:

- Genferseegebiet 2 Fundstellen
- Mittelland und Jura 17 Fundstellen
- Gegend von Olten 8 Fundstellen
- Kanton Schaffhausen 9 Fundstellen

4 Fundstellen lieferten menschliche Reste: Grotte du Bichon (NE), Veyrier (Bossey, Haute-Savoie, bei Genf), Grotte du Scé (Villeneuve, VD) und Freudenthal (SH), wobei die Funde aus den beiden zuletzt genannten Stationen anthropologisch bedeutungslos sind[20]. Neben Höhlen und Balmen sind aus dieser Zeitstufe auch Freilandsiedlungen belegt.

Das lithische Fundinventar erfährt eine Bereicherung durch Gegenstände aus organischem Material (Knochen, Geweih, Bein). Besonders erwähnenswert sind die reich verzierten Harpunen-, Speer- und Pfeilspitzen, Lochstäbe, Speerschleudern und Schmuckstücke aus den Schaffhauser Höhlen (Schweizersbild und Kesslerloch), die einzigen unumstrittenen Erzeugnisse der Kleinkunst auf Schweizer Boden. Diese Objekte erleichtern die typologische Einordnung der entsprechenden Fundkomplexe.

Typologisch lassen sich im Spätmagdalénien der Schweiz zwei Gruppen unterscheiden[21]:

- eine erste Gruppe mit zahlreichen Dreieck- und Segmentmessern, ein Bestandteil der «Thaynger Gruppe», und
- eine zweite, die nach einem Fundort bei Bern benannte «Moosbühl-Gruppe», mit einem hohen Anteil an Langbohrern und Kantenmesserchen.

Gesamthaft zeigt sich aus diesem knappen Überblick, dass die Schweiz während des Paläolithikums recht lückenhaft besiedelt war. Wir müssen uns dabei jedoch bewusst sein, dass die Geomorphologie der Landschaft während der letzten Eiszeit stark verändert wurde und mögliche Spuren von Niederlassungen im Mittelland durch die bis weit in den Jura hinein vorstossenden Eismassen überfahren wurden[22].

Der Faustkeil von Pratteln, der auf einer hohen Geländeterrasse jenseits des Einflussbereiches der Gletscher lag, deutet jedenfalls darauf hin, dass unser Land schon im Altpaläolithikum dichter besiedelt gewesen sein könnte, als man auf Grund der heute noch fassbaren Fundstreuung allgemein vermuten darf.

Anmerkungen

[1] Das Mittelpaläolithikum wird von einigen Verfassern zum Altpaläolithikum gezählt. Ich stütze mich im folgenden auf die in der «Archäologie der Schweiz», Band I, 1968 (UFAS), publizierten Aufsätze und übernehme die Einteilung von R. Hantke und H. Müller-Beck (UFAS I, Tab. 1 S. 2).

[2] Es kann sich in dieser Form nur um eine summarische, stark vereinfachte Zusammenstellung handeln. Für ausführlichere Darstellungen vgl. UFAS I, mit Literaturverzeichnis über die Fundstellen der Schweiz; R. Grahmann / H. Müller-Beck, 1966, H. Müller-Karpe, 1966, Bd. 1).

[3] UFAS I, S. 89.

[4] Das untere und mittlere Jungpleistozän wird auch als «Mittelpaläolithikum» bezeichnet (vgl. Anm. 1), z. B. H. Müller-Karpe, 1966, S. 44ff. Es wird hier dem «Moustérien» gleichgesetzt.

[5] UFAS I, Tab. 2 S. 3.

[6] Zur Technologie vgl. A. Leroi-Gourhan, 1955, S. 56–93.
Zur Technologie vgl. M. Brézillon, 1968.

[7] Vgl. Anm. 4.

[8] UFAS I, S. 89.

[9] R. Grahmann / H. Müller-Beck, 1966, S. 186, Tabelle.

[10] UFAS I, Tab. 2 S. 3.

[11] A. Leroi-Gourhan, 1955 und D. Sonneville-Bordes, 1960.

[12] Der Faustkeil wurde erst in einem Zeitungsartikel vorgestellt: R. d'Aujourd'hui, National-Zeitung 171, 4.6.74. Eine Publikation im Archäologischen Korrespondenzblatt und im Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte (Jb SGU) ist in Vorbereitung.

[13] H. Müller-Beck in UFAS I, S. 89–106 mit Verbreitungskarte und Literaturverzeichnis der Fundstellen.

[14] Jb SGU 56, 1971, S. 177.

[15] F. Koby, 1956.

[16] T. Schweizer, R. Bay und E. Schmid, 1959.

[17] E. Bächler, 1936 und 1940; E. Schmid, 1961.

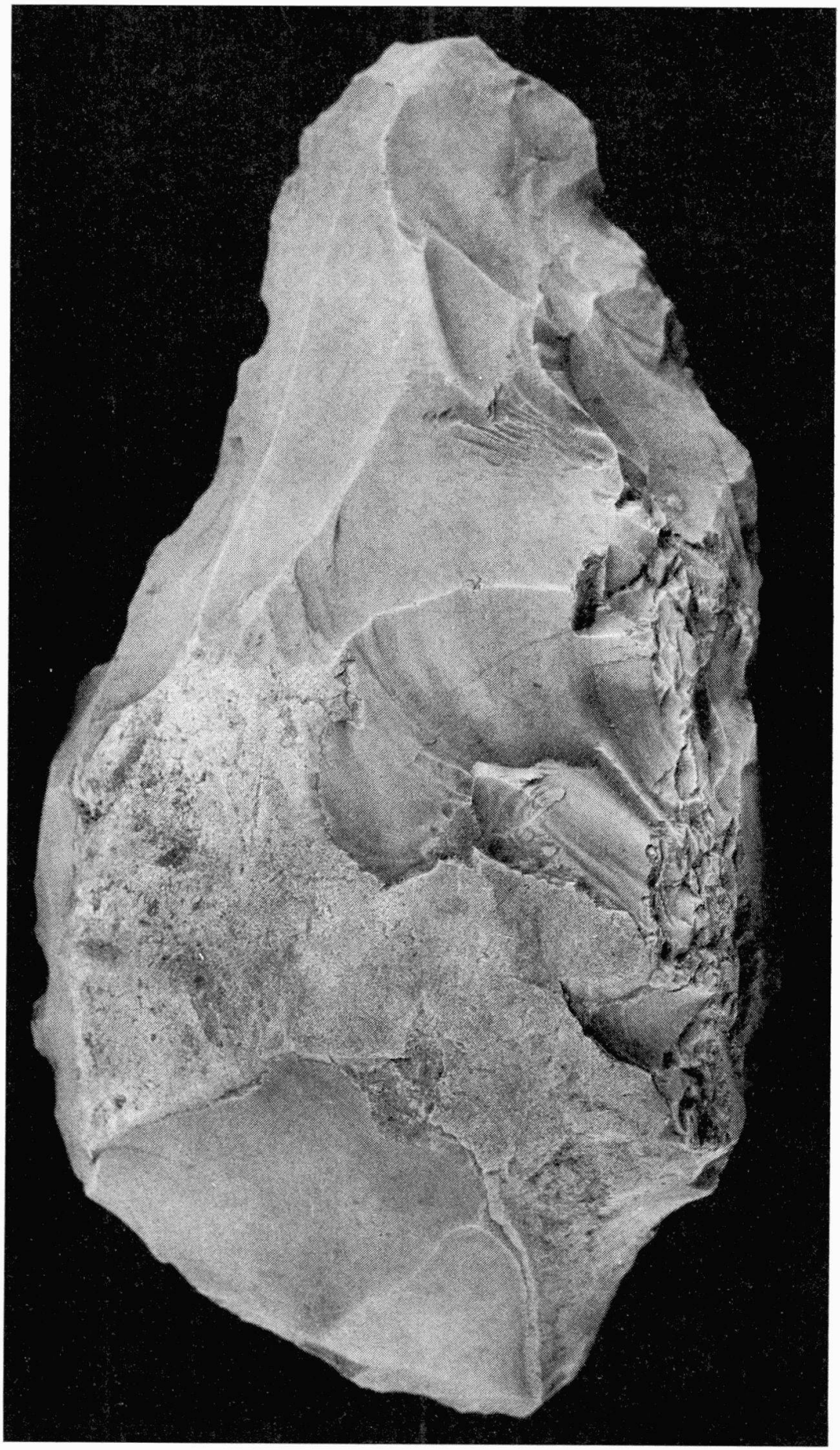
[18] H.-G. Bandi in UFAS I, S. 107–122 mit Verbreitungskarte und Literaturverzeichnis der Fundstellen.

[19] Schnurenloch (BE): 1 Klinge. St-Brais I (BE): wenige untypische Silices. St-Brais II (BE): 1 Spitze. Grotte du Bichon (NE): menschliches Skelett und nicht näher bestimmbare jungpaläolithische Artefakte, H.-G. Bandi in UFAS I, S. 107.

[20] J. Biegert in UFAS I, S. 83.

[21] H.-G. Bandi in UFAS I, S. 120.

[22] Vgl. UFAS I, Karten 1 und 2, S. 4 und 5.



Faustkeil von Pratteln (BL): Dorsalfläche, Massstab 1:1
(Fotografie Laboratorium für Urgeschichte Basel, E. Schmid).

5. R. Bay (Basel): Der linke obere zentrale bleibende Schneidezahn aus der Höhle Saint-Brais II, Franches-Montagnes.

Bei St-Brais finden sich in etwa 960 m ü. M. mehrere Höhlen, die von Dr. med. F. Ed. Koby ausgegraben wurden. Neben bronzezeitlichen und neolithischen Funden ergaben sie eine reiche Fauna der Quartärzeit, wie Hirsch, Steinbock, Gemse, Wolf, Braunbär und in überwiegender Zahl Höhlenbär. Es fand sich leider keine saubere Stratigraphie, wohl aber in verschiedenen Tiefen Spuren von Herdstellen und etwa 20 Werkzeuge aus Silex und 2 aus Quarzit. Letztere sind weniger typisch, weisen aber doch auf Jungpaläolithikum und Moustérien hin.

Eine Sondierung im grossen Saal von St-Brais II bis auf 4 m Tiefe ergab bis hinunter viele Höhlenbärenknochen und Kohlenschichten. In einer solchen Schicht in 2,90 m Tiefe fand Dr. Koby in einer Felsnische am 4. September 1955 einen einzelnen menschlichen Inzisiven. Dabei fanden sich keine Silices, wohl aber 2 Kalzitplättchen, die am Rande schaberartig bearbeitet zu sein scheinen. Einige von Dr. P. Reusser zusammen mit dem Physikalischen Institut der Universität Bern durchgeführte Datierungen ^{14}C ergaben:

Tiefe	absolutes Alter
—155 bis —185 (Mittel —170 cm)	30600 ± 900
—210 bis —270 (Mittel —240 cm)	33400 ± 1700

Diese ältere Schicht wäre demnach in den Anfang des Aurignacien zu datieren. Da der menschliche Zahn 50 cm tiefer lag (—290 cm), so wäre er ins Moustérien zu datieren, das zwischen 30000 und 40000 sein Ende nahm, glazialgeologisch also zwischen die Intervalle von Göttweig und Arcy.

Der vorliegende Schneidezahn zeigt alle Charakteristika, die das typische Gebiss des Neanderthalers aufweist: Die Grössenmasse des Zahnes von St-Brais stimmen gut überein mit denjenigen von Krapina J und K und von La Quina H 5.

		Krap. J. I^1 sin.	K. I^1 sin.	La Quina H 5	St-Brais
Kronenhöhe		10,0	9,0	(6,0)	11,5
Wurzelhöhe		20,0	20,0	17,5	17,5
ganze Zahnhöhe		29,0	29,0	–	29,0
Durchmesser:					
Krone	mesiodistal	10,0	11,0	9,0	10,1
Krone	labiolingual	8,5	9,05	8,5	8,5
Zahnhals	mesiodistal	> 7,0	9,0	7,0	7,9
Zahnhals	labiolingual	> 7,0	8,0	7,5	8,2
Wurzelmitte	mesiodistal	7,0	8,0	6,5	6,0
Wurzelmitte	labiolingual	7,0	8,0	7,5	7,0

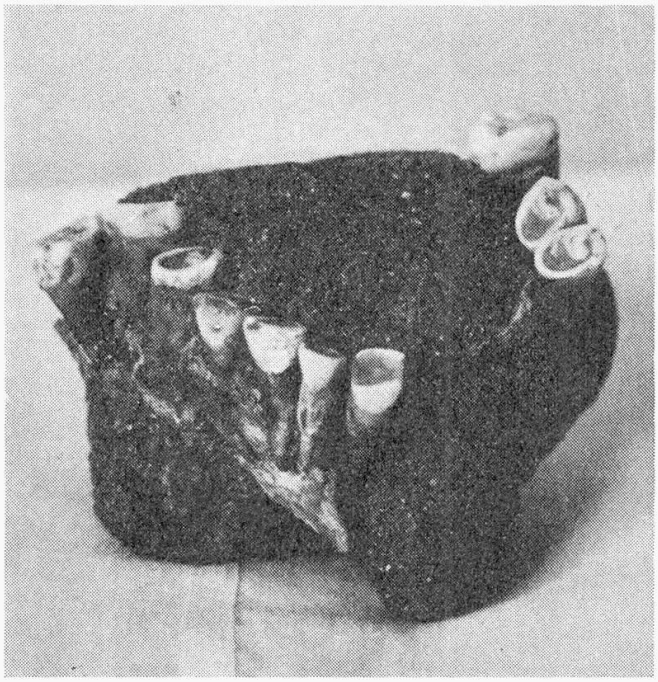
Die morphologischen Eigentümlichkeiten des Inzisiven von St-Brais sind die folgenden:

1. Der Zahn ist gross und sehr kräftig gebaut.
2. Die Wurzel ist nur leicht nach distal gebogen und fast von kreisrundem Querschnitt. Sie zeigt distal eine leichte Längsfurche.
3. Der Zahnhals ist ebenfalls fast kreisrund.
4. Die Krone ist stark bombiert, sowohl labial wie lingual, und überragt den oberen Wurzelquerschnitt erheblich.
5. Das stark ausgebildete Tuberculum dentale ist in drei Lappen auslaufend, die $\frac{2}{3}$ der Höhe der Lingualfläche der Krone einnehmen.
6. Die starken Randwülste ragen bis zur Schneidenkante hinauf und bewirken die typische Schaufelform (shovel shaped upper incisor nach F. Weidenreich).
7. Die Längsachsen von Wurzel und Krone bilden den grossen Winkel von 23°, gegenüber im Mittel 15–20° beim rezenten Menschen. Doch kommen auch bei diesem solche abgekröpften Kronen vor.
8. Die Abrasion ist horizontal. Es bestand also Kopfbiss.
9. Die Pulpahöhle ist sehr weit (Taurodontismus). In der Wurzel ist der Querschnitt des Pulpenkanals nicht rund, sondern oval. In der Wurzelmitte misst das Lumen labiolingual 3 mm, mesiodistal 2 mm.
10. Typisch für taurodonte Schneidezähne ist eine leichte Verengerung des Pulpenkanals in der Höhe des Zahnhalses, was zur Lanzettform führt.
11. Auf der Labialfläche finden sich schrägverlaufende eingeritzte Usuren, die vom Abschneiden von Nahrung (besonders Fleisch), die mit der einen Hand und mit den Zähnen gehalten wurde, mit einem Steinmesser herrühren. Dies ist auch bei den Neanderthalern von La Quina (H. Martin) und aus der Höhle Hortus (de Lumley) beschrieben worden wie auch bei den Eskimos.

6. H. Moll (Dr. med., Neuenburg): Die paläolithische Station von Cotencher (Rochefort, NE)

Entdecker: Moll, 1964
Anthropologisches Fundmaterial: Maxillare mit Zähnen
Aufbewahrungsort: Musée cantonal d'Archéologie de Neuchâtel
Bearbeiter: noch nicht veröffentlicht
Archäologisches Fundmaterial: 420 Steinwerkzeuge (Faustkeile, Klingen u.a.)

Fauna: Höhlenbär (95% aus Schicht 4), wollhaariges Nashorn, Ren u.a. Beurteilung: Die Werkzeuge sind in der typischen Art des Moustérien gearbeitet. Auch entspricht die vorwiegende Warmzeit-Fauna dieser zeitlichen Einordnung. Die Zähne der menschlichen Maxilla sind mikrodont.



7. Theodora Schwegler (Zürich): Die paläolithischen Stationen des Genferseegebietes

Veyrier (6 km südöstlich von Genf)

Station Mayor	Entdecker: Mayor, 1833 anthropologisches Fundmaterial: – – – archäologisches Fundmaterial: Knochenwerkzeuge (Harpune u.a.) Fauna: v.a. Ren Beurteilung: Die Werkzeuge und die Fauna stammen eindeutig aus dem Magdalénien
Station Taillefer	Entdecker: Taillefer, 1834 anthropologisches Fundmaterial: – – – archäologisches Fundmaterial: Werkzeuge, zum grössten Teil verschwunden Fauna: Pferd, Kleinsäuger, Vögel Beurteilung: Die Werkzeuge waren vom Typ des Magdalénien

Station Favre-Thioly-Gosse

Entdecker: Gosse, 1867–1871
anthropologisches Fundmaterial: Humerus, Fragmente von Femur, Radius und Ulna
Aufbewahrungsort: Département d'Anthropologie de l'Université, Genève
Bearbeiter: Jayet, 1943
archäologisches Fundmaterial: Lochstab mit Ritzzeichnung eines Bockes und eines beblätterten Zweiges, Werkzeuge aus Silex, Horn und Knochen (v.a. Klingen)
Fauna: Ren, Pferd, Hirsch, Steinbock, Murmeltier, Hase u.a.
Beurteilung: Der Lochstab ist ein eindeutiges und durch seine Zeichnung einmaliges Fundstück aus dem Magdalénien. Die anthropologischen Fundstücke sind zu fragmentarisch, um über das Individuum mehr aussagen zu können, als dass es wahrscheinlich männlich war.

Station Favre-Thioly-Gosse

Entdecker: Favre, 1879
anthropologisches Fundmaterial: Fragmente eines Parietale und des Frontale eines Kindes
Aufbewahrungsort: Département d'Anthropologie de l'Université, Genève
Bearbeiter: Lagotala, 1920
archäologisches Fundmaterial: Silex (Klingen, Nuklei, Bohrer)
Fauna: Ren, Pferd, Hase u.a.
Beurteilung: Die beiden Schädelknochen gehören zu einem etwa 8 Monate alten Kind. Das Parietale wurde wahrscheinlich post mortem perforiert. Die archäologischen Funde und die Fauna lassen sie ins Magdalénien datieren.

Station des Grenouilles

Entdecker: Montandon und Gay, 1916
anthropologisches Fundmaterial: 1 Skelett fast vollständig, mit Schädel ohne Gesicht
Aufbewahrungsort: Département d'Anthropologie de l'Université, Genève
Bearbeiter: Pittard und Sauter, 1945
archäologisches Fundmaterial: – – –
Fauna: Ren, Hirsch, Gemse, Hase u.a. v.a. ca. 6000 Froschschenkel
Beurteilung: Es ist das Skelett eines Mannes von etwa 25 Jahren. Die Merkmale des Schädels deuten auf die Zugehörigkeit zur Chancelade-Rasse hin. Dies bestätigt die zeitliche Einordnung ins Magdalénien, die schon aus der Fauna hervorgeht.

Achard

Entdecker: Jayet, 1933
anthropologisches Fundmaterial: Femur, Tibia und Humerus
Aufbewahrungsort: Département d'Anthropologie de l'Université, Genève
Bearbeiter: Jayet, 1943
archäologisches Fundmaterial: Klingen, Nuklei aus Silex
Fauna: Hase, Ren, Pferd, Murmeltier u.a.
Beurteilung: Es sind die Langknochen eines adulten männlichen Individuums. Sie sind dem Magdalénien zuzuordnen.

Chavaz	Entdecker: Jayet, 1935 anthropologisches Fundmaterial: 1. Schädelfragment eines jungen Individuums 2. Schädel ohne Gesicht aber mit Maxilla, Femur und eventuell Humerus- und Scapulafragment Aufbewahrungsort: Département d'Anthropologie de l'Université, Genève Bearbeiter: Jayet, 1943 archäologisches Fundmaterial: Silex (Klingen, Nuklei u.a.) Fauna: Schneehuhn, Ren, Pferd, Murmeltier, Hase u.a. Beurteilung: Der Schädel gehört einem adulten weiblichen Individuum aus dem Magdalénien, das der Cro-Magnon-Rasse angehörte.
bei Station Mayor	Entdecker: Jayet, 1935 anthropologisches Fundmaterial: Gesichtsschädel Aufbewahrungsort: Département d'Anthropologie de l'Université, Genève Bearbeiter: Jayet, 1943 archäologisches Fundmaterial: Silex (Klingen, Nuklei u.a.) Fauna: Schneehuhn, Ren, Pferd, Hirsch, Steinbock u.a. Beurteilung: Der Gesichtsschädel zeigt männliche Attribute und dürfte einem erwachsenen Individuum der Cro-Magnon-Rasse angehören. Damit kann auch dieses Fundstück ins Magdalénien datiert werden.
Grotte du Scé (bei Villeneuve VD)	Entdecker: Taillefer und De Saussure, 1868 anthropologisches Fundmaterial: Metacarpale III, Femur, Tibia und rechte Oberkieferhälfte mit vollständiger Bezahnung ausser I_2 (übrige Schädelfragmente verschwunden) Aufbewahrungsort: Département d'Anthropologie de l'Université, Genève Bearbeiter: Schlaginhaufen, 1949 archäologisches Fundmaterial: Klingen, Schaber u.a. Fauna: spärlich, v.a. Ren Beurteilung: Die Langknochen gehören sicher in die Altsteinzeit, zeigen aber keine charakteristischen Merkmale. Das Alter der Oberkieferhälfte ist fraglich.
Grotte d'Etrembières (östlich von Veyrier)	Entdecker: Jayet und Amoudruz, 1930 anthropologisches Fundmaterial: – – – archäologisches Fundmaterial: einige Silex Fauna: spärlich Beurteilung: Die wenigen Werkzeuge gleichen denjenigen von Veyrier stark. Sie gehören eindeutig ins Magdalénien.
Station des Douattes (bei Frangy, 24 km westlich von Etrembières)	Entdecker: Jayet und Amoudruz, 1931 anthropologisches Fundmaterial: – – – archäologisches Fundmaterial: Etwa 10 000 Silex (Klingen, Bohrer, Schaber, Nuklei u.a.), Lochstab, Speerspitze Fauna: Ren, Pferd, Steinbock, Hirsch u.a. Beurteilung: Das reiche archäologische Fundmaterial stammt eindeutig aus dem Magdalénien.

Sergy (bei Saint-Genis im französischen Jura)	Entdecker: Jayet, 1934 anthropologisches Fundmaterial: – – – archäologisches Fundmaterial: – – – Fauna: Nager, Schneemaus Beurteilung: Die zeitliche Einstufung ist nicht exakt möglich, da sie lediglich auf einem stratigraphischen Vergleich mit Les Douattes beruht.
Les Hoteaux (15 km nördlich von Belley, westlich von Les Douattes)	Entdecker: Tournier, 1894 anthropologisches Fundmaterial: 1 Skelett fast vollständig (Mandibula ging später verloren, Gesicht fehlt fast ganz) Aufbewahrungsort: Muséum de Brou, Bourg Bearbeiter: Tournier und Guillon, 1895 archäologisches Fundmaterial: Lochstab, gravierte Knochen, etwa 5000 Silex (Klingen, Schaber, Bohrer u.a.) Fauna: Ren, Kleinsäuger, Vögel Beurteilung: Ein weibliches Individuum, das zwischen 16 und 18 Jahren gestorben ist, ist in einem Herdgrab bestattet und mit Ocker überschichtet worden. Das Skelett zeigt Cro-Magnon-Merkmale.

8. W. Scheffrahn (Zürich): Die paläolithischen Stationen im Schaffhauser Jura

Die bislang entdeckten paläolithischen Fundplätze im Schaffhauser Jura stammen ganz überwiegend aus dem Jungpaläolithikum; sie sind vor allem zur Zeit des Magdalénien angelegt worden. Kesslerloch, Rosenberger Halde und Schweizersbild haben ein relativ reiches kulturelles Fundinventar. Als jungpaläolithische Stationen werden daneben auch die Bsetzi (bei Thayngen), Vordere Eichen (bei Thayngen), die Neue Höhle (beim Kesslerloch), Gsang (bei Herblingen) und das Kerzenstübli (bei Lohn) angesehen.

Menschliche, sicher jungpaläolithische Skelettreste wurden bisher lediglich in der Rosenberger Halde im Freudental und im Kesslerloch nachgewiesen. Nach Schlaginhaufen (1919) gehören die Skelettreste aus der Rosenberger Halde zwei verschiedenen Formen an.

Kesslerloch bei Thayngen	Entdecker: K. Merk, 1874; Grabungen ferner auch durch J. Nuesch 1898–1899 sowie durch J. Heierli 1902–1903 menschliche Skelettreste: Clavicula Aufbewahrungsort: ? archäologisches Fundmaterial: 30 000 Feuersteingeräte (Speerspitzen, Harpunen, Kommandostäbe, Nadeln, Gravierungen!) Fauna: 53 Tierarten (Wolf, Fuchs, Wildschwein, Hirsch, Ur; Eisfuchs, Schneehase, Mammut, Ren, Moschusochse, wollhaariges Nashorn; Wildpferd, Wildesel; Murmeltier, Gemse, Steinbock; Vögel usw. Beurteilung: 2 Kulturschichten des Magdalénien

Rosenberger Halde im Freudental bei Schaffhausen, Gemeinde Lohn	Entdecker: J. Karsten und E. Joos, 1874 menschliche Skelettreste: 8 Calottenbruchstücke, 1 kindlicher Unterkiefer, 2 kindliche Unterkiefer-Bruchstücke, 3 isolierte Zähne, 3 Wirbel, 1 Kreuzbein, os-coxa-Bruchstücke archäologisches Fundmaterial: Werkzeuge, verzierte Speerspitzen, durchbohrte Muscheln Fauna: Höhlenbär (!), Mammut Beurteilung: anthropologisch = nach Schlaginhaufen (Arch. Suisse Anthr. gén. 3, 275–299, 1919) seien einige Merkmale an einem Unterkiefer («schmale Gestalt des inneren Alveolarbogens des Unterkiefers, das Planum alveolare an der Innenseite des Corpus mandibulae, die geräumige glatte Fossa genioglossi und die relative Dicke des Unterkieferkörpers im Bereich der Prominentiae laterales») als primitiv zu betrachten und häufig an Paläolithikern beobachtet worden. archäologisch = Magdalénien
Schweizersbild bei Schaffhausen	Entdecker: J. Nüesch, 1891–1893 menschliche Skelettreste: keine archäologisches Fundmaterial: 14 000 Geräte, 1300 bearbeitete Horn- und Knochenstücke (Lochstäbe, Nadeln mit Öhre, Speerspitzen, Harpunen), figürliche Gravierungen auf einem Knochenstück, einer Kalkplatte und einem Lochstab Fauna: ähnlich Kesslerloch Beurteilung: Magdalénien
Vordere Eichen bei Thayngen	Entdecker: K. Sulzberger, 1913 menschliche Skelettreste: keine archäologisches Fundmaterial: Feuersteingeräte, Messer, Bohrer, Gagatperlen, Nadeln mit Öhre Fauna: Alpenhase Beurteilung: Magdalénien
Bsetzi bei Thayngen	Entdecker: K. Sulzberger, 1914 menschliche Skelettreste: keine archäologisches Fundmaterial: Knochenspitze mit Gravuren, Amulett aus Rentierzahn Fauna: Halsbandlemming Beurteilung: Magdalénien
Neue Höhle bei Thayngen (80 m vom Kesslerloch entfernt)	Entdecker: K. Sulzberger, 1928 menschliche Skelettreste: keine archäologisches Fundmaterial: Klingen, Speerspitze aus Rentierhorn, durchbohrte Muschel Fauna: Ren, Halsbandlemming Beurteilung: Magdalénien

Gsang bei Herblingen: Magdalénien (nach Guyan), keine Skelettreste

Kerzenstübli bei Lohn: Magdalénien (nach Guyan), keine Skelettreste

9. Hu. F. Etter (Zürich): Weitere vereinzelte Funde aus dem Paläolithikum der Schweiz

Wetzikon ZH
Fundmaterial: stark fragmentiertes Schädeldach
Aufbewahrungsort: Anthropologisches Institut, Zürich
Bearbeiter: Schlaginhaufen, 1949
Fundplatz: Kiesablagerungen
Beurteilung: H.s.s., mit Tendenz zur Kurzköpfigkeit

Bichon NE
Entdecker: R. Gigon, F. Gallay, 1955
Fundmaterial: Schädel mit Unterkiefer, Teile des Rumpfes, des Schultergürtels und der Füsse
Aufbewahrungsort: Muséum d'histoire naturelle, Genève
Bearbeiter: Sauter, 1956
archäologisches Fundmaterial: zahlreiche Silex, Magdalénien
Fauna: Braunbär, Nager, Huftiere
Beurteilung: H.s.s., 20–25jährig, Mann (?)

Baarburg ZG
Entdecker: Melliger, 1925
Fundmaterial: Stirnbeinfragment
Aufbewahrungsort: Ortsmuseum Zug
Bearbeiter: Tatarinoff, 1925, Schlaginhaufen, 1949
Fundplatz: Nagelfluhspalte
Beurteilung: Stirnbein eines erwachsenen H.s.s. mit abgeschliffenen Kanten, Ritzzeichnung, als Trinkbecher verwendet (?)

Thiersteinhöhle b. Büsserach SO
ein menschliches Wadenbeindiaphysenbruchstück ohne anthropologische Bedeutung

10. Literatur (Sammelverzeichnis)

Archäologie der Schweiz, Bd. I (UFAS I), Zürich 1968.
Brézillon, M.: La dénomination des objets de pierre taillée, Paris, 1968.
Bächler, E.: Das Wildkirchli. St. Gallen, 1936.
Bächler, E.: Das alpine Paläolithikum der Schweiz. Basel, 1940.
Bandi, H.-G.: Die Schweiz zur Rentierzeit. Frauenfeld, Huber 1947.
Bandi, H.-G.: Untersuchungen eines Felsschutzdaches bei Neumühle. Jb BHM 47/48, 1967/68 (1971) 95–103.
Bay, R.: Das Gebiss des Neanderthalers. In: 100 Jahre Neanderthaler, Utrecht 1958 123–140.
Erläuterungen zu den Blättern des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000.
Gigon, R.: La Grotte préhistorique du Bichon. Arch.Suiss.Anthrop.gén.XXI (1956) 97–111.
Grahmann, R., Müller-Beck, H.: Urgeschichte der Menschheit. Stuttgart 1966.
Heierli, J.: Das Kesslerloch bei Thayngen. Neue Denkschr.Naturforsch.Ges.Zürich XLIII (1907).
Jayet, A.: Le paléolithique de la région de Genève. Le Globe 82–85 (1943/46) 49–120.
Kallay, J.: Two sets of upper incicisors of two Neanderthalers from Krapina. Bull.Sci. 14 (1969) 71–72.

Koby, F.E.: Une nouvelle station préhistorique: les cavernes de St-Brais. Verh.Naturforsch.Ges.Basel 49 (1938) 138–196.
Koby, F.E.: Une incisive néanderthalienne trouvée en Suisse. Verh.Naturforsch.Ges. Basel 67 (1956) 1–15.
Koenigswald, G.H.R.v.: Die Geschichte des Menschen. Berlin, Springer 1968.
Lagotala, H.: Perforation crânienne de l'époque magdalénienne. Arch.Suiss.Anthrop. gén. 4 (1920) 128.
Leroi-Gourhan, A.: Les Hommes de la préhistoire. Paris 1955.
Lumley, H.de: La grotte de l'Hortus. Etudes Quaternaires Mém. 1 (1972).
Martin, H.: L'Homme fossile de la Quina. Arch.Morph. gén. expérim. 15 (1923).
Merk, K.: Der Höhlenfund im Kesserloch bei Thayngen. Mitt.Ant.Ges.Zürich XIX (1875).
Müller-Karpe, H.: Handbuch der Vorgeschichte, Bd.I. München 1966.
Nüesch, J.: Die prähistorische Niederlassung am Schweizersbild bei Schaffhausen. 1896.
Nüesch, J.: Das Kesslerloch, eine Höhle aus paläolithischer Zeit. N.Denkschr.Schweiz. Naturforsch.Ges. XXXIX (1904).
Pilbeam, D.: The ascent of man. Macmillian Series, New York 1972.
Pittard, E., Sauter, M.-R.: Un squelette magdalénien provenant de la Station des Grenouilles. Arch.Suiss.Anthrop.gén. XI (1945) 149–200.
Poirier, F.E.: Fossil Man. Mosby Company, Saint Louis 1973.
Reusser, P.: Essais de datation de la couche à ours de la caverne de St-Brais II par la méthode de radiocarbone (C14). Actes Soc.jurass.d'Emul. (1967) 1–13.
Sauter, M.-R.: Le squelette préhistorique de la grotte du Bichon. Bull.Schweiz.Ges. Anthrop.Ethnol. 33 (1956/57) 17–19.
Schlaginhaufen, O.: Die menschlichen Knochen aus der Höhle Freudenthal im Schaffhauser Jura. Arch.Suiss.Anthrop. gén. III (1919) 275–299.
Schmid, E.: Neue Grabungen im Wildkirchli 1958/59. Ur-Schweiz 1961.
Schweizer, T., Bay, R., Schmid, E.: Die Kastelhöhle. Jb.Soloth.Gesch. 32 (1959).
Sonneville-Bordes, D.: Le paléolithique supérieur en Périgord, 2 Bde, Bordeaux 1960.
Tatarinoff, E.: 7.Jahresber.Schweiz.Ges.Urgesch. (1925) 21, sub, Baar (Zug).
Tournier Abbé, Guillon, C.: Les Hommes préhistoriques dans l'Ain. Bourg 1895.
Tschumi, O.: Urgeschichte der Schweiz. Frauenfeld, Huber 1949.
Vogel, Ch.: Menschliche Stammesgeschichte. V. Humanbiologie, Biologie in Stichworten. Kiel, Hirt 1974
Zürcher, A.: Die spätjungpaläolithische Freilandstation Winznau-Köpfli. Jb.Soloth. Gesch. 42 (1969) 138–172.

2. Sektion für Astrophysik und Astronomie

Schweizerische Gesellschaft für Astrophysik und Astronomie
Société Suisse d'Astrophysique et d'Astronomie
Società Svizzera di Astrofisica e Astronomia

Präsident: Prof. Dr. U. W. Steinlin, Astronomisches Institut der Universität Basel, 4102 Binningen
Sekretär: dipl. Math. P. Wild, Astronomisches Institut der Universität Bern, Sidlerstrasse 5, 3000 Bern

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

1. B. Hauck (Lausanne): Activité de l'Institut d'Astronomie de l'Université de Lausanne en 1973/1974

Nous avons poursuivi durant cette période nos travaux de photométrie des étoiles A et F, ainsi que ceux concernant le recensement et l'homogénéisation des données photométriques. Outre les observations faites au Gornergrat et à l'Observatoire de Haute-Provence, nous avons observé pendant 18 nuits à l'ESO, en janvier et février, obtenant 700 mesures, dont 260 dans l'amas NGC 2516. Des études spectroscopiques concernant des étoiles B et A particulières ont également été entreprises de même que la sélection dans le catalogue MK de Jaschek et al. d'un type spectral unique pour chaque étoile.

Les principaux résultats obtenus peuvent être résumés ainsi:

a) Etude des étoiles particulières B du groupe CNO (M. Jaschek en collaboration avec C. Jaschek) montrant que ces étoiles ont des variations spectrales. Par ailleurs, elles sont concentrées dans un petit intervalle U–B, leur vitesse radiale est généralement variable et leur rotation est faible.
b) Classification spectrale dans l'UV, basée sur les spectres obtenus à l'aide du satellite TD1, pour les étoiles de type spectral 08 à B5 (M. Jaschek, en collaboration avec C. Jaschek et A. Cucchiaro, Liège).
c) Identification des raies de l'étoile Ap HD 25354 (M. Jaschek).
d) Etude des paramètres photométriques liés à la discontinuité de Balmer (P. Dysli).
e) Photométrie des étoiles Ap (B. Hauck): deux étoiles considérées comme normales ont un conportement photométrique d'étoiles Ap (HD 47756 et HD 72524).
f) Photométrie des supergéantes A et F (B. Hauck): étude de leur comportement dans les diagrammes d vs B2 – V1 et d vs Δ.

g) Relation entre les paramètres photométriques de température (B. Hauck et P. Magnenat).
h) Bande magnétique contenant les mesures UBV d'amas galactiques publiées avant le 1.1.1974 (J.-Cl. Mermilliod): 10601 enregistrements.
i) Mise à jour pour le 1.1.1974 des mesures publiées dans les systèmes de Strömgren (B. Hauck et M. Roland) et UBV (J.-Cl. Mermilliod).
j) Mise sur bande magnétique des mesures des systèmes photométriques suivants: (UBVr)20, (102, 65, 62) de Eggen, Vilnius, DD0 (P. Magnenat). Six-couleurs de Stebbins et Withford (Cl. Nicollier et P. Magnenat) et UBV du Cap (B. Micolet).
k) Catalogue sur bande magnétique indiquant pour $\sim$30000 étoiles, outre l'identification de l'étoile, les systèmes photométriques dans lesquels elle a été mesurée (P. Magnenat).

2. Rapport sur quelques-uns des travaux récents faits à l'Observatoire de Genève

2.1 O. Steiger, P. Rigaud et D. Huguenin (Genève): Recherche sur l'ultraviolet stellaire et l'ozone atmosphérique à partir de ballons

La nouvelle nacelle stellaire stabilisée de l'Observatoire de Genève a effectuée sa première mission scientifique le 25 avril 1974 à partir de la base française d'Aire-sur-l'Adour. Portée par un ballon stratosphérique de 350000 m^3, elle a plafonné pendant 4 heures à une altitude de 38 km.

Cette plate-forme est équipée d'un pointeur stellaire de précision développé dans notre institut. La stabilité du pointage est de ± 15 secondes d'arc sur des étoiles de 3^e magnitude et de ± 1 minute d'arc sur des étoiles de 6^e magnitude. Grâce à une caméra de télévision à dissecteur d'image utilisant une technique de comptage de photoélectrons, il est possible d'acquérir n'importe quelle étoile plus brillante que la 6^e magnitude en moins de 4 minutes. Le pointeur est équipé d'un dispositif de visée hors d'axe permettant d'observer le fond de ciel, des objets faibles ou des nébulosités à 1,5° de l'étoile-guide.

Les deux premières heures de ce vol furent consacrées à l'étude de l'effet de rotation dans l'UV sur une population de 12 étoiles chaudes. A cet effet, nous avons utilisé un photomètre à 6 canaux répartis entre 210 nm et 310 nm. Les données sont en cours d'analyse.

Pendant la fin du vol, le laboratoire de physique de l'atmosphère de l'Université de Paris a procédé à une mesure de la variation crépusculaire de l'ozone dans la haute atmosphère en observant la variation de transmission de l'atmosphère à 255 nm. Pendant cette expérience, la nacelle a pointé une étoile très chaude pendant tout le crépuscule, et jusqu'au lever du soleil. On a pu mettre en évidence une diminution de l'épaisseur réduite d'ozone d'environ 5%, au moment du lever du soleil, dans les couches atmosphériques situées au-dessus de 38 km. C'est la première fois que ce phénomène, que certaines théories récentes laissaient prévoir, a pu être mesuré avec précision.

2.2 L. Martinet (Genève): Problèmes d'évolution dynamique de la galaxie. L'activité présente du groupe de cinématique et de dynamique stellaire de l'Observatoire de Genève est toujours centrée plus particulièrement sur les problèmes posés par les premières phases de l'histoire de notre galaxie d'une part, par les effets de la structure spirale sur la population du disque d'autre part.

1. Au cours des derniers mois, nous avons achevé une exploration systématique des propriétés des orbites correspondant aux mouvements stellaires caractéristiques des vieilles populations du disque, du noyau et du halo galactique (L. Martinet 1974, L. Martinet et F. Mayer 1975). Le potentiel galactique est mal connu, du fait des incertitudes sur certaines fonctions fondamentales comme la courbe de rotation ou l'accélération perpendiculaire au plan galactique. Aussi un soin particulier a été apporté à l'étude de la sensibilité du comportement orbital à l'égard d'un certain nombre de paramètres caractérisant les modèles axisymétriques «réalistes» de la Galaxie, ceci afin d'être en mesure de ne considérer que les propriétés invariantes par un changement de modèle dans des limites raisonnables imposées par les incertitudes observationnelles. Nous citerons ici deux applications parmi celles qui ont été traitées:

a) Nous avons mis en évidence, par voie numérique, l'existence d'une 3^e intégrale qui limite l'extension des mouvements stellaires de part et d'autre du plan galactique, non seulement pour la population du disque mais aussi pour les populations intermédiaire et du halo. (Il semble bien qu'un comportement semi-ergodique soit tout à fait exceptionnel pour les objets de ces populations dans notre voisinage.) Ces résultats sont indépendants du modèle de masse considéré (Schmidt 1956, Schmidt 1965, Innanen 1971).
b) D'autre part des travaux récents ont suggéré que le disque galactique, pour être stable, doit présenter dans les régions relativement proches du centre (3–4 kpc) une dispersion des vitesses radiales assez élevée. Les calculs d'orbites doivent pouvoir indiquer si, sous certaines conditions initiales correspondant à cette propriété, les étoiles peuplant de manière dense ces régions du disque, restent piégées dans le disque, ou si au contraire leur comportement est semi-ergodique. Nos expériences numériques montrent en fait que des étoiles dont la distance moyenne au centre est de l'ordre de 3 kpc et dont le mouvement radial est de l'ordre du mouvement de rotation (200 km s^{-1}), ne s'écartent jamais de plus de 1 kpc du plan galactique, même si leur vitesse perpendiculaire à ce plan est de l'ordre de 120 km s^{-1}, lorsqu'elles le traversent.

2. A partir d'un échantillon de 1010 étoiles A et F pour lesquelles la photométrie uvby est disponible, M. Mayor (1974) a calculé les vitesses spatiales, les âges individuels et le paramètre δm_1 considéré comme paramètre de métallicité. Ce matériel a été ensuite utilisé pour préciser certaines quantités fondamentales pour l'étude de la structure galactique, par ex.

le mouvement du soleil, le gradient radial local de densité, à l'aide de la relation du courant asymétrique liant la vitesse moyenne dans la direction de la rotation, la dispersion radiale des vitesses et le gradient de densité. Dans ce contexte, il a été montré qu'il n'est pas justifié d'utiliser dans de telles études les sous-populations à très faible dispersion des vitesses, qui sont trop sensibles aux perturbations typiques dans le disque galactique (onde de densité spirale par ex.). La valeur du mouvement du soleil proposée est $S = (-10,6,6)$. Le gradient radial local $\delta \ln \varrho / \delta \tilde{\omega}$ est estimé à $-0,45 \pm 0,19$. Finalement la relation entre l'âge et les propriétés, cinématiques des étoiles de l'échantillon susmentionné a été utilisée pour entreprendre la datation de phénomènes physiques comme par exemple l'activité chromosphérique, estimée par l'indice HK de la réémission des raies du calcium de Wilson.

3. L'activité présente et future du groupe de cinématique et de dynamique stellaire est centrée entre autres sur une rediscussion approfondie des paramètres fondamentaux et des propriétés de divers estimateurs cinématiques de la structure locale de la galaxie (constantes de Oort, $R_\odot$, gradients de densité, gradients d'accélérations radiales et perpendiculaires, dispersion des vitesses en fonction de la distance au centre, etc.). L'amélioration des déterminations de ces paramètres est tributaire d'un accroissement des données observationnelles. C'est dans ce but que la mise en mesure systématique de vitesses radiales stellaires dans des directions galactiques privilégiées va être entreprise à l'aide du spectrophotomètre conçu et réalisé en collaboration avec l'Observatoire de Marseille et dont la construction est en voie d'achèvement.

Bibliographie

A. Gomez et F. Mayer 1975: «On a condition of persistence for old stellar groups», en préparation.

L. Martinet 1974, Astronomy and Astrophysics: «Heteroclinic orbits and wild behaviour in our Galaxy.»

L. Martinet 1974, I.A.U. Symposium no 69 «Dynamics of stellar systems»: «Orbital behaviour in various models of the galactic potential.»

L. Martinet et F. Mayer, soumis à Astronomy and Astrophysics: «Orbital properties and integrals of motion for the old galactic populations (III): comparison between various potentials and applications.»

M. Mayor 1974, Astronomy and Astrophysics 32, 321: «Kinematics and Age of stars.»

M. Mayor 1974, Colloque C.N.R.S. «Les Galaxies» Paris: «Que peut-on faire dire aux perturbations locales du champ de vitesses?»

2.3 A. Maeder (Genève): Travaux en photométrie

Les travaux de photométrie se poursuivent avec continuité; ils portent 1° sur les recherches expérimentales, les développements instrumentaux et l'acquisition des mesures, 2° sur l'utilisation des observations en astrophysique stellaire et en astronomie galactique. Ces recherches connaissent actuellement plusieurs développements et résultats nouveaux.

1. Recherches expérimentales

Mis à part les observations régulières et classiques avec des photomètres à une voie, M. Golay et F. Rufener conduisent le développement de nos équipements selon deux directions qui tiennent compte du fait que nos bandes passantes se recouvrent en longueurs d'ondes.

A. F. Rufener et M. Burnet ont construit un nouveau photomètre à 2 faisceaux permettant l'échantillonnage rapide de nos sept couleurs alternativement sur chaque faisceau. L'écartement et l'orientation des 2 faisceaux sont réglables de 0,5′ à 12′ d'arc pour tous azimuts. La mesure est faite derrière un diaphragme qui reçoit en alternance rapide (réglable de 7 à environ 60 fois par seconde) le faisceau A puis le faisceau B. Entre le diaphragme et le photomultiplicateur, une roue porte-filtres tourne à une vitesse contrôlée pour qu'après chaque séquence des faisceaux A et B il se produise un changement de filtre. De cette façon, une à neuf fois par seconde les 7 couleurs des deux faisceaux sont mesurées par le même photomultiplicateur travaillant en compteur de photons. Les 14 voies d'acquisition sont prétraitées par un petit ordinateur puis enregistrées avec toutes les informations utiles sur des bandes magnétiques en cassettes. Nous perdons environ 20% du temps pour les commutations mais nous bénéficions d'un dispositif différentiel pour la mesure quasi-simultanée des 7 couleurs. L'emploi de ce photomètre permettra de traiter plusieurs problèmes difficiles tels que l'observation d'objets faibles, la détection et la surveillance d'étoiles faiblement variables ainsi que l'observation de celles qui sont rapidement variables.

B. La photométrie photoélectrique d'un champ où il y a beaucoup d'étoiles faibles est impraticable avec un photomètre à diaphragme. Une solution multiplexe très prometteuse est l'emploi de l'électrographie. Les caméras électroniques de Lallemand et Kron permettent d'obtenir de très bonnes électrographies avec des bandes passantes qui correspondent au système photométrique de l'Observatoire de Genève. La difficulté principale est actuellement la mesure précise des images enregistrées sur ces électrographies où le noircissement est proportionnel au flux reçu. F. Pilloud a construit un microdensitomètre original dont les performances sont orientées pour une mesure précise, rapide et semi-automatique des images électrographiques. Cette machine contrôlée par un petit ordinateur possède plusieurs raffinements tels que:

a) l'enregistrement des positions ou la mise en place précise du châssis porte-plaque. Cela autorise un automatisme du dépouillement lorsqu'il faut mesurer plusieurs fois les étoiles du même champ (électrographies en plusieurs couleurs et différentes poses sur le même champ).
b) Le faisceau de mesure projette une suite de diaphragmes sur l'émulsion, leurs images sont reprises sur un deuxième jeu de diaphragmes correspondants. Cela permet de diminuer l'effet de la lumière diffusée. La lumière transmise est mesurée et égalée à celle reçue d'un deuxième faisceau contrôlé par un coin optique de référence. La position du coin optique devient la mesure de densité.

c) Un dispositif permet le centrage automatique de l'image par rapport au jeu d'une quinzaine de diaphragmes concentriques. Ceci est important car les mesures de densité à travers cette suite de diaphragmes doivent permettre d'estimer par le calcul le «volume» d'une «colline» de densité supposée de révolution autour de l'axe de symétrie de l'image et des diaphragmes.
d) Pour permettre la mesure d'images légèrement astigmatiques ou de clichés ayant un défaut de guidage, il est possible d'incliner les deux jeux de diaphragmes de façon à projeter des ellipses sur l'émulsion. Un système de masques permet de diviser les diaphragmes en secteurs afin d'éliminer par exemple l'effet d'une étoile voisine perturbatrice.
e) Il est également prévu un système de mesure par balayage automatique d'une surface de cliché.

La construction de cette machine est terminée, les programmes de contrôle et de calculs sont en cours de développement.

Pour terminer cette partie, faisons le point sur l'ensemble des mesures faites dans le système de Genève. L'édition du catalogue préparée par Rufener contiendra quelque 5000 étoiles ayant nos six indices de couleur et la magnitude V déterminés avec une précision que caractériseront deux écarts-types, l'un pour les couleurs, l'autre pour la magnitude. Ce sont plus de 23000 mesures qui sont comparées et moyennées pour ce travail. Plus de 300 autres mesures sont en cours de dépouillement. Cet ensemble se caractérise par l'homogénéité du traitement et par la conservation des bandes passantes au cours des quatorze années d'accumulation des mesures.

2. Recherches en astrophysique stellaire et en astronomie galactique

2.1 Astrophysique stellaire

La photométrie de l'Observatoire de Genève dispose actuellement de plusieurs méthodes complémentaires permettant la détermination précise des magnitudes absolues. La méthode, dite des «boîtes photométriques», mise au point par M. Golay, a donné des résultats particulièrement utiles pour les modules de distance d'amas. Cette méthode se base sur le fait que la coïncidence de deux étoiles à 1% ou 2% sur chacune des 7 couleurs implique l'identité de leurs propriétés physiques: les étoiles sont à l'intérieur de la même boîte. Cette identité complète exigée pour tout le spectre visible et proche UV constitue une contrainte beaucoup plus sévère que celle basée sur un caractère spectral particulier, ce qui rend cette méthode extrêmement précise.

Pour déterminer les magnitudes absolues des étoiles chaudes, on utilise habituellement des moyens spectroscopiques ou des photométries à bandes très étroites centrées sur les raies H-bêta et H-gamma. La discussion dans l'espace tridimensionnel des paramètres *d*, delta et *g* a permis à A. Maeder et N. Cramer d'obtenir des critères précis de luminosité. Cette méthode a déjà été appliquée à plus de 1000 étoiles; elle permet en outre une séparation très nette des étoiles Ap et Bp.

L'étude des amas ouverts (Maeder, 1974, Astron. Astrophys. 32, 177) a permis de confirmer qu'en dépit du bon accord d'ensemble entre les modèles théoriques et les séquences observées dans le diagramme HR, il existe des anomalies systématiques. Ces anomalies concernent surtout les 2 phases qui marquent la fin du séjour d'une étoile au voisinage de la séquence principale: «hydrogen exhaustion phase» et «shell ignition phase». La nature et le comportement de ces différences, inexplicables en terme du contenu en hélium et en métaux, ont conduit à suspecter des insuffisances dans la théorie des intérieurs stellaires (cf. le problème des neutrinos solaires). Pour tenter de résoudre ces difficultés, la formulation de certaines équations de base de la structure interne a été généralisée, notamment en ce qui concerne l'aspect hydrodynamique du transport d'énergie. Ces développements analytiques ont permis de remplacer le critère de Schwarzschild par une analyse du champ de vitesse dans les noyaux convectifs. Les premiers résultats de ces nouveaux modèles vont dans le sens d'une solution des anomalies mentionnées plus haut. Evidemment, ils auront pour conséquence une révision des échelles d'âges stellaires.

En liaison avec les problèmes de structure interne, l'étude purement analytique de l'évolution dans les phases avancées a été poursuivie. En se basant sur les propriétés physiques des gaz dégénérés, il a été montré (cf. Astronomy and Astrophys., sous presse) que les limites de masse séparant l'évolution vers le stade de naines blanches, d'étoiles à neutrons et de trous noirs pouvaient varier d'un facteur 2 à cause de la forte rotation existant dans les noyaux stellaires aux stades avancés de l'évolution.

Les mesures d'occultation d'étoiles par la lune sont poursuivies par P. Bartholdi: Les occultations de 23 étoiles des Pléiades ont été observées en mars 1972; ce travail a été soumis à l'Astronomical Journal. Aucun diamètre n'est mesurable mais plusieurs doubles sont détectées, dont quelques-unes confirmées par d'autres observations faites à McDonald et au Mexique. Ces résultats concordent bien avec une analyse photométrique séparant les doubles et les rotateurs. Le taux d'étoiles doubles voisine 50% comme pour la plupart des autres amas, plus pauvres en rotateurs. L'étoile 31 Leo a été occultée en mai 1971 et observée à Herstmonceux. La réduction des mesures, faite ici, donne un diamètre d'environ $4'' \times 10^{-3}$. La discussion photométrique est en cours. Le diamètre de êta Gem a également pu être observé et plusieurs occultations d'astres intéressants vont faire l'objet des prochaines missions. P. Bartholdi a également procédé lors de son séjour aux USA à des essais d'utilisation d'un tube TV SEC pour la photométrie en 7 couleurs.

2.2 Structure galactique

Un programme de recherche sur les étoiles de type 0 est développé par G. Goy (Astron. Astrophys. suppl. 12, 277, et 16, 329). L'existence de lois de rougissement propres à certains amas stellaires et parfois à certaines étoiles de ces groupes a été montrée. Un catalogue général d'étoiles 0 a été publié, il sera complété au fur et à mesure de l'accroissement des don-

nées sur ces objets. L'analyse des données statistiques de ce catalogue se révèle fructueuse, elle est en cours de publication. Actuellement, les mesures des étoiles 0 de l'hémisphère nord sont très avancées, celles du ciel sud sont à peine commencées. L'ensemble du travail conduira à une redétermination des magnitudes intrinsèques. La méthode de dérougissement tiendra compte pour la première fois avec rigueur des effets de largeur de bande et de loi d'absorption.

Les investigations photométriques dans le domaine des étoiles G, K et M ont été poursuivies par M. Grenon, en particulier sur les points suivants:

- Etoiles dM: la classification bidimensionnelle est achevée. Les possibilités d'une classification tridimensionnelle ainsi que d'une détection des étoiles à sursaut sont mises en évidence. Le programme de mesure permettant une calibration quantitative en abondance en métaux de ces objets est en cours d'exécution.
- Pôles galactiques: la mesure d'échantillons de géantes G, K et M à diverses distances en direction du pôle galactique sud, vient d'être terminée au Chili. L'analyse de ces données devrait fournir des informations nouvelles sur la variation de l'âge et de la métallicité en fonction de la distance au plan galactique.
- Etoiles F5–K5 du catalogue de Gliese: une détermination critique des parallaxes photométriques des abondances a été effectuée pour une partie importante des étoiles de l'hémisphère nord. Certains biais résultant des modes de sélection de ce catalogue sont détectés et partiellement corrigés. La surestimation des étoiles présumées appartenir à une sphère de 22,5 pc est d'environ 30% pour cet intervalle spectral. Parmi les résultats on peut signaler une nouvelle détermination de l'âge du disque galactique, soit $8{,}9 \pm 1{,}2 \times 10^9$ ans.

3. A. Zelenka (Zürich): Photoionisationsraten für Wasserstoff in der Chromosphäre

Berücksichtigt man die Feinstruktur des Hα-Übergangs in der Gestalt des Linienabsorptionskoeffizienten, so zeigen berechnete Hα-Profile für statische Einkomponentenmodelle der Sonnenatmosphäre eine Asymmetrie besonderer Art: Linienkern und Linienflügel besitzen nicht dieselbe Symmetrieachse. Während der innerste Linienkern um 6562,795 Å ungefähr symmetrisch ist, liegen die Punkte gleicher Intensität in den Linienflügeln beidseits von 6562,852 Å. Bei Berücksichtigung aller Profilteile, welche in einem Gesamtintervall von etwa 8 Å um 6563 Å liegen, ergibt sich ein mittleres Symmetriezentrum von 6562,810 Å. Die «Linienmitte» ist also bei Hα im herkömmlichen Sinne nicht definiert. Welche Wellenlänge man auch dafür annimmt, so ergeben sich in gleichen Abständen $\pm\Delta\lambda$ von dieser verschiedene Intensitäten in den steilen Profilteilen. Will man den Einfluss dieses Sachverhalts auf die Interpretierung beobachteter Asymmetrien in Hα-Profilen gegebener chromosphärischer Strukturen

abschätzen, so sollte man zuerst eine bessere Übereinstimmung zwischen den berechneten und den beobachteten mittleren Profilen erreichen. Dies betrifft insbesondere die Zentralintensität, welche die Tendenz hat, stets zu niedrig auszufallen, und deren Wert von einigen Eigenschaften der modellmässigen Behandlung abhängt. Sie wird z.B. um so grösser, je intensiver die Photoionisationsprozesse angenommen werden.
Ganz allgemein ist die Strömung der Hα-Strahlung durch eine Modellsonnenatmosphäre, unter der Voraussetzung von kinetischem Gleichgewicht, stark vom Wert der Photoionisationsraten abhängig. Die Raten R_{2k} vom ersten angeregten Zustand des Wasserstoffs beeinflussen den Verlauf der optischen Tiefenskala wesentlich, und sie bestimmen teilweise den Wert der Ergiebigkeit. In der Chromosphäre, wo der Hα-Linienkern entsteht, sind sie konstant, und ihr Betrag R^0_{2k} wird durch das photosphärische Strahlungsfeld festgelegt. Bekanntlich vermögen die gegenwärtigen Modelle der Sonnenatmosphäre die beobachtete kontinuierliche UV-Strahlung nicht wiederzugeben, weil eine oder mehrere Opazitätsquellen in diesem Bereich fehlen. Ein zuverlässiger Wert für R^0_{2k} (und R^0_{3k}) sollte deshalb aus dem beobachteten Spektrum hergeleitet werden. Abzuschätzen ist dann

$$R^0_{nk} = 4\pi \int_{\nu_{nk}}^{\infty} \frac{\alpha_\nu^{nk} J_\nu^0}{h\nu} d\nu \tag{1}$$

wo α_ν^{nk} den Photoionisationsquerschnitt und $h\nu_{nk} = \chi_{nk}$ die Ionisationsenergie ab dem Zustand n bedeuten. Die mittlere Intensität J_ν^0 ist aus der beobachteten Intensität der Scheibenmitte I_ν^0 und aus der beobachteten Randverdunkelung Φ_ν zu ermitteln. Die Resultate pflegt man in parametrischer Form mittels einer «Strahlungstemperatur» T_{nk} auszudrücken. Dabei geht man aus der Voraussetzung aus, dass sich $J_\nu^0 = B_\nu(T_{nk})/2$ schreiben lässt, wo $B_\nu(T_{nk})$ die Plancksche Strahlungsfunktion bei der Temperatur T_{nk} darstellt. Vernachlässigt man in dieser die erzwungenen Prozesse, so wird (1) zu

$$R^0_{nk} = \frac{1}{2} \frac{7{,}87 \times 10^9}{n^5} E_1(\chi_{nk}/kT_{nk}) \bar{g}_{nk}(T_{nk}) \tag{2}$$

wo E_1 das erste Exponentialintegral und $\bar{g}_{nk}$ den mittleren Gauntfaktor bedeuten.

Unter Verwendung der I_ν^0-Daten von D. Labs und H. Neckel (1972) und von R. Bonnet (1968) sowie der Φ_ν-Daten von K.H. David und G. Elste (1962), von R. Bonnet (1968) und von R. Peyturaux (1955) erhalten wir

$$T_{2k} = 5670 \text{ K und } T_{3k} = 5680 \text{ K} \tag{3}$$

Zum Vergleich ist mit dem J_ν^0, das das HSRA-Modell liefert, $T_{2k} = 6040$ K. Die hergeleiteten Werte (3) sind obere Grenzen für die R^0_{nk}, denn es ist dem Einfluss der Fraunhofer-Linien nur insofern Rechnung getragen wor-

den, als sie unaufgelöst schon im beobachteten Kontinuum enthalten sind. Führt man der HSRA-Opazität noch den «linienverschmierenden» Absorptionskoeffizient von J.P. Mutschlecner und C.F. Keller (1972) hinzu, so dürfte man eine erste Näherung für den Einfluss der Linien erhalten. Die Intensität für die Scheibenmitte, welche das HSRA-Modell dann ergibt, ist in Figur 1 abgebildet. Damit erhält man

$$T_{2k} = 5430 \text{ K und } T_{3k} = 5550 \text{ K} \quad (4)$$

Diese Werte sind viel kleiner als diejenigen, welche in vergleichbaren Untersuchungen in der Literatur angeführt werden. Dennoch erscheinen sie uns als realistisch genug, damit wir sie durchwegs verwenden. Ihre Grössenordnung bedingt zum Teil die zu niedrige Zentralintensität unserer Hα-Profile. Es gibt aber in unserer modellmässigen Behandlung der Hα-Strahlungsströmung noch einige Vereinfachungen, deren Aufhebung die Zentralintensität verändern könnte. Entsprechende Untersuchungen sind im Gang.

Literatur

Bonnet, R.: 1968, Ann.Astrophys. 31, 597.
David, K.H. und Elste, G.: 1962, Z.Astrophys. 54, 12.
Labs, D. und Neckel, H.: 1972, Solar Phys. 22, 64.
Mutschlecner, J.P. and Keller, C.F.: 1972, Solar Phys. 22, 70.
Peyturaux, R.: 1955, Ann.Astrophys. 18, 34.

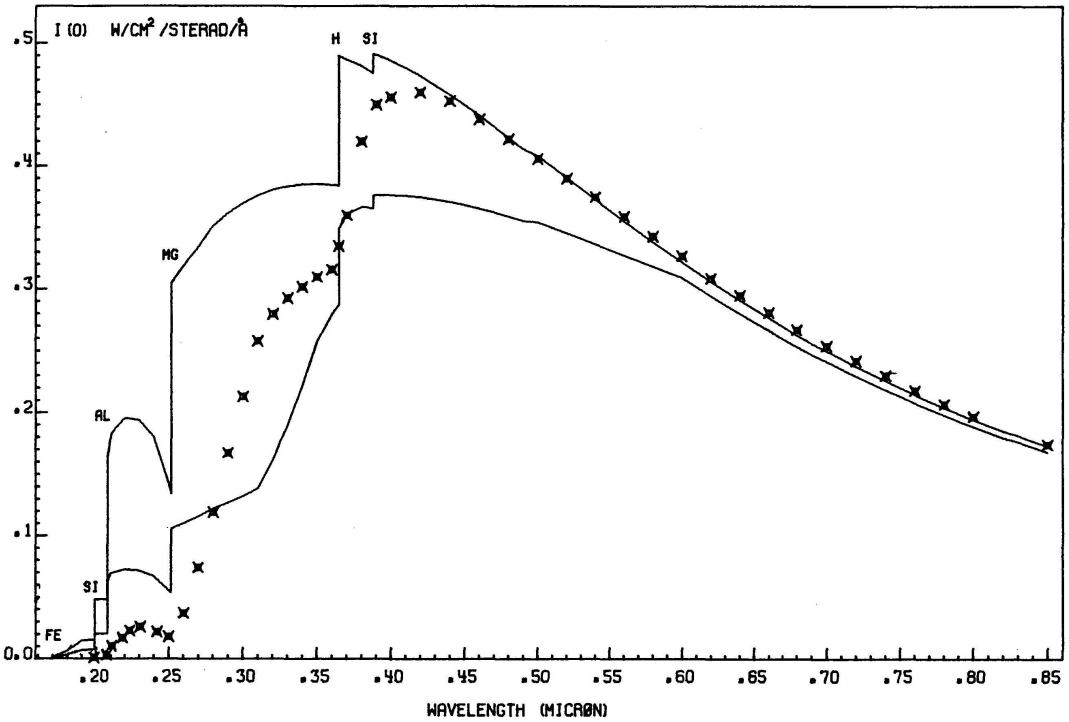


Fig. 1 Verlauf der Intensität für die Mitte der Sonnenscheibe. Die Beobachtungen sind durch Kreuze, die Ergebnisse der Modellrechnungen durch ausgezogene Linien dargestellt. Obere Linie: HSRA-Opazität allein. Untere Linie: HSRA-Opazität und linienverschmierender Absorptionskoeffizient

4. Y. Chmielewski, E.-A. Müller (Observatoire de Genève): L'abondance du béryllium dans l'atmosphère solaire

Nous avons entrepris la détermination de l'abondance du béryllium à partir d'observations de très haute qualité du doublet de résonance du Be II à 3131 A, observations effectuées au centre ainsi que près du bord du disque solaire.

En l'absence d'autres raies observables du béryllium, il nous a fallu employer la méthode dite d'«analyse fine» fondée sur le calcul théorique de spectres synthétiques de la région observée.

Le fait de s'imposer de rendre compte théoriquement du comportement centre-bord des raies observées fournit une contrainte qui s'avère indispensable pour vérifier la validité des hypothèses de travail employées et pour fixer certains paramètres plus ou moins libres de la théorie de la synthèse spectrale.

Nous montrons en particulier que, pour pouvoir reproduire théoriquement l'absorption due aux raies de Be II aussi bien au bord qu'au centre du disque solaire, il est nécessaire:

a) de rejeter l'hypothèse de la formation de ces raies en équilibre thermodynamique local (ETL), et d'effectuer un calcul détaillé des populations des niveaux les plus peuplés de l'atome de béryllium sur la base de l'hypothèse de l'équilibre statistique. Les équations de l'équilibre statistique ont été résolues simultanément à l'équation de transfert du rayonnement à laquelle elles sont couplées.

b) de tenir compte de la source inconnue d'opacité continue qui agit dans l'ultraviolet proche.

Dans ces conditions nous aboutissons à une abondance

$$\log \varepsilon = 1{,}25 \pm 0{,}20$$

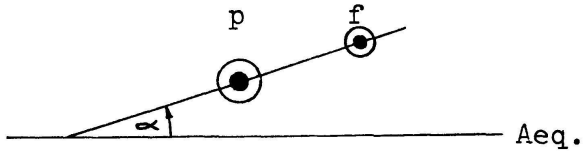
en utilisant les probabilités de transition données dans Wiese et al. (1966), c'est-à-dire une valeur très légèrement plus élevée que les valeurs obtenues récemment par d'autres auteurs.

Bibliographie

Wiese, W.L., Smith, M.N. and Glennon, B.M. (1966), Natl.Bur.Std., NSRDS-NBS 4, Vol. 1.

5. H. Pfister (Eidg. Sternwarte, Zürich): Das Verhalten der Neigungswinkel von bipolaren Sonnenfleckengruppen

In der folgenden Arbeit wird das Verhalten der Fleckenachsen (Verbindungslinie von p-Fleck zu f-Fleck) bei bipolaren Gruppen untersucht. Falls der p-Fleck näher am Äquator lag als der f-Fleck, wurde der Neigungswinkel als positiv bezeichnet, andernfalls als negativ.

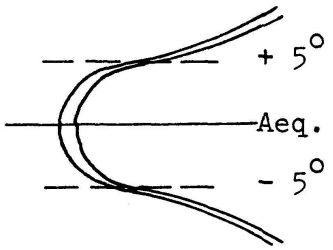


Resultate

Figur 1 zeigt die Breitenvariation der Neigungswinkel. Kurve I stammt von Joy [1]; II von Brunner [2]; III umfasst die Jahre 1955–1961. Die Werte der Jahre 1967, 1969 und 1971 sind Kurve IV zu entnehmen.

Auffallend ist, dass meine Werte im Durchschnitt am grössten sind. Die Winkel der anderen Autoren wurden durch die differentielle Rotation und die Divergenzbewegung systematisch zu kleineren Werten verschoben, währenddem diese Messungen nur vom Anfang der Fleckenentwicklung stammen.

Das Ansteigen der Kurven I und III deutet darauf hin, dass die magnetischen Feldlinien schon in etwa $\pm 5°$ Breite umgebogen werden (siehe auch [3]).



In Figur 2 sind die Jahresmittelwerte eingezeichnet. Kurve II zeigt die Achsenneigungen aller Beispiele. Überraschend erreicht die Kurve 1958 ein Minimum, welches erst 1961 unterschritten wird, und dies nur, weil dann das Verhältnis der negativen zu den positiven Beispielen stark zugenommen hat (Kurve I). Darum sind in Kurve III als Vergleich nur die Flecken mit positivem Neigungswinkel eingezeichnet. – Im nächsten Zyklus haben wir dasselbe Phänomen, d.h. 1969 sind die Werte kleiner als 1967 und 1971 (Kurven IV und V).

Die Breitendifferenzen der beiden Hauptkomponenten verhalten sich fast gleich wie die Neigungswinkel. Infolgedessen sind die Längendifferenzen in allen hel. Breiten und in allen Jahren ungefähr gleich, nämlich 5° (heliozentrische Winkelgrade).

Neben Flecken mit positiver gibt es auch eine kleinere Anzahl mit negativer Achsenneigung. Die mittleren Äquatorabstände der Fälle mit negativer Achsenneigung sind etwa 5° kleiner als diese mit positiver Neigung. Dies auch in den Jahren, wo die Aktivitätszone sich noch in hoher hel. Breite befindet.

Folgerungen

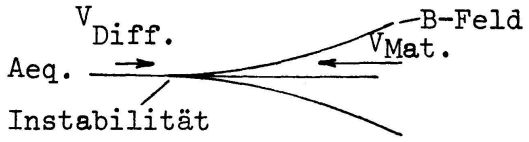
Babcock [3] hat in seiner Theorie über den Sonnenfleckenzyklus den Neigungswinkel der durch die diff. Rotation aufgewickelten Magnetfeldlinien berechnet:

$$\operatorname{ctg} \alpha = 35{,}5(n+3) \cdot \sin \varphi \cos \varphi$$

φ = hel. Breite

n = Jahre nach Beginn des laufenden Zyklus

Die mittleren Äquatorabstände der Flecken [4] von 1955–1961, in die Formel eingesetzt, ergeben Kurve VI (Fig. 2); falls man die 3 in der Formel weglässt, Kurve VII. Wie man sieht, viel zu kleine Werte!

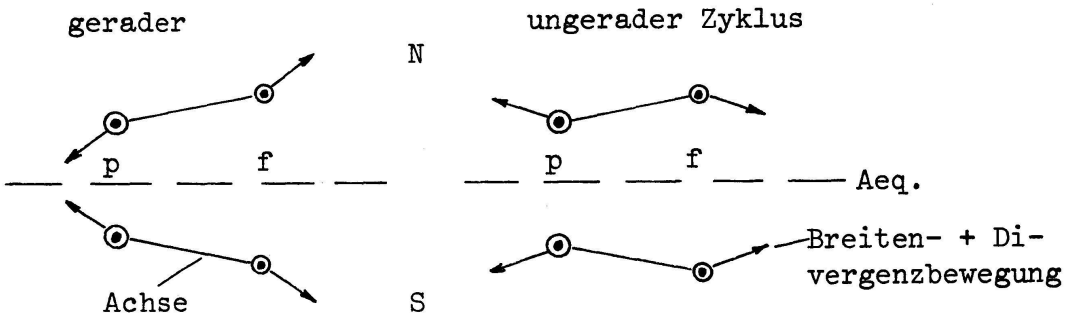


Besteht die Möglichkeit, dass das globale Magnetfeld stark durch die Materie diffundiert?

Oder ist die differentielle Rotation derart tiefenabhängig, dass die untern Schichten langsamer rotieren als die Sonnenoberfläche? Falls die tieferen Schichten schneller rotieren, könnten die «Magnetfeldschläuche» eine spiralige Struktur bekommen. Dadurch entstünde beim Auftauchen der Magnetbündel ein zusätzliches Drehmoment, das die Neigungswinkel vergrössern würde.

Achsendrehung

Ebenfalls etwas Neues ist bei der Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Achsenlage von bipolaren Gruppen aufgetaucht. Wie die folgende Skizze zeigt, dreht sich die Achse auf der Nordhemisphäre im Gegenuhrzeigersinn, auf der Südhemisphäre im Uhrzeigersinn, falls wir uns in einem geradzahligen Sonnenfleckenzyklus befinden. In einem ungeraden Zyklus wechseln die Drehrichtungen auf den beiden Hemisphären.



Man kann diese Beobachtung auch als Breitenverschiebung der einzelnen Flecken deuten, wobei in geraden Zyklen die p-Flecken gegen den Äquator wandern und die f-Flecken gegen die Pole. Umgekehrt bei ungeraden Zyklen. Dies wird bei 70–75% der einfach ausgebildeten, bipolaren Gruppen festgestellt. Betrachtet man die einzelnen Beispiele, so machen der p-, f- oder auch beide Flecken eine Breitenänderung zwischen 0° und etwa 3° (heliozentrischer Winkel).

Die Theorie der Sonnenaktivität braucht also noch eine wesentliche Verfeinerung, um diese Beobachtungen zu erklären.

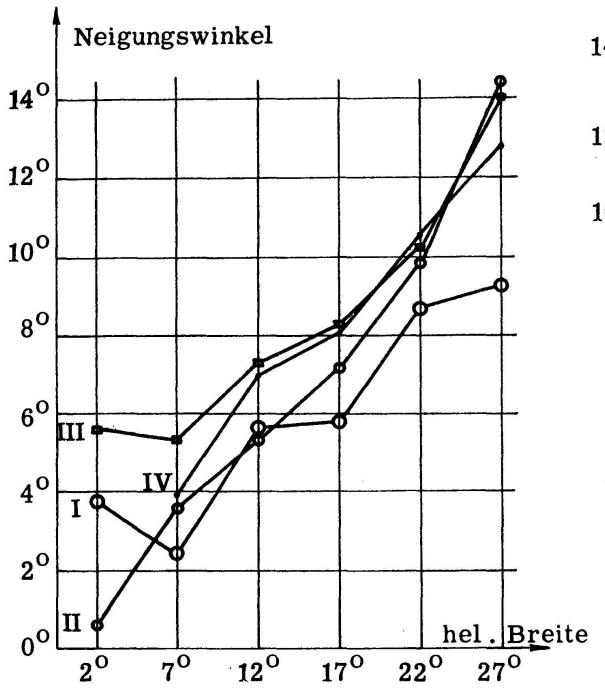


Fig. 1 Breitenvariation der Neigungswinkel

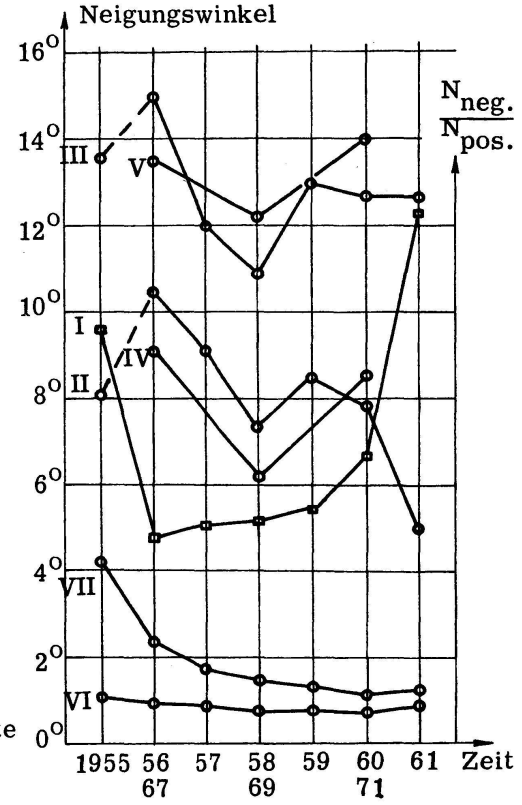


Fig. 2 Zeitliche Entwicklung der Neigungswinkel

Literatur

1. Hale, Ellerman, Nicholson, Joy; The Astroph.Journal 49, p.153, 1919.
2. Brunner, Astron.Mitteilungen Zürich, Bd.13, p.67, 1930–1933.
3. Babcock, The Astroph.Journal 133, p.572, 1961.
4. Waldmeier, Astron. Mitteilungen Zürich, Bd.19, 20, Nr.201, 208, 215, 221, 229, 237, 244, 1956–1963.

6. R. Buser (Astronomisches Institut der Universität Basel): Die Suche nach einem idealen Photometrie-System; Ziel, Probleme, Methode

1. Seit der grundlegenden Entdeckung der Tatsache, dass mit spektralen und integralen photographischen Aufnahmen von Sternen physikalische Eigenschaften von Sternen und deren Zusammenhänge beobachtbar gemacht werden können, hat auch eine gegenseitige Durchdringung und Ergänzung der Beobachtungsmethoden stattfinden können: Spektralanalyse, Spektralphotometrie und Integralphotometrie sind, obwohl sie sachlich zusammengehören, methodisch eigene Disziplinen, deren Ergebnisse sich gegenseitig zu ergänzen und zu kontrollieren haben.

Das Verständnis der Sternspektren ist erst durch die ersten Ergebnisse der Atomphysik ermöglicht worden, und zwar in einer Weise, die wir heute

als selbstverständlich ansehen: die Beschreibung und Diskussion der beobachteten Sternspektren kann in den gleichen physikalischen Grössen erfolgen, die auch in der theoretischen Atom- und Astrophysik zur Beschreibung des Verhaltens und der Eigenschaften von Strahlung und Materie verwendet werden.

Man kann deshalb sagen, dass die heute verfügbaren Theorien des Sternaufbaus und der Sternatmosphären Theorien von solcher Reichhaltigkeit sind, die den in Sternspektren beobachteten Informationsreichtum mit einem hohen Grad von Angemessenheit reproduzieren und damit erklären können.

2. Der Ausdehnung dieser umfassenden und grundsätzlich möglichen Informationsgewinnung auf eine grosse Anzahl von Sternen werden durch den Lichtverlust der weit entfernten Objekte und durch die diesen nur beschränkt kompensierende Lichtstärke auch der grössten Teleskope Grenzen gesetzt. Die Direktphotographie und die Integralphotometrie von Sternen, mit denen diese Grenze durch den Verzicht auf spektrale Auflösung der Sternstrahlung weiter hinausgeschoben werden soll, müssen deshalb mit Rücksicht sowohl auf diesen Gewinn, als auch auf den Preis, den sie dafür zu leisten haben, entwickelt werden; die Konzeption eines Photometriesystems muss von den Entscheidungen aus erfolgen, welche Information durch das System notwendig erreicht werden können soll, oder anders gesagt: auf welche Information verzichtet werden kann, ohne dass die dann erhältlichen Ergebnisse für die weitere Forschung irrelevant oder sogar unbrauchbar werden.

In diesem Sinne kann die Suche nach einem Photometriesystem als Optimierungsproblem formuliert werden. Die Randbedingungen, unter denen das Problem zu lösen ist, werden durch die Kenntnis der maximal zugänglichen Information in feinanalysierten Sternspektren und durch einen Aufgabenkatalog bestimmt, der die Probleme enthält, die mit dem zu findenden Photometriesystem gelöst werden sollen.

3. Für dieses Optimierungsproblem gelten die folgenden Präzisierungen: in der Theorie können die physikalischen Grundgrössen θ, g, χ und mit ihnen auch die «theoretischen Beobachtungsgrössen» innerhalb bestimmter Grenzen als Parameter kontinuierlich variieren. Damit kann die Theorie grundsätzlich sehr feine Variationen der Parameter und der Funktionsverläufe berücksichtigen; insbesondere ist es dieser ihrer Eigenschaft zu verdanken, dass sie jedes Zahlentripel θ_i, g_i, χ_i, $i=1, 2, 3, \ldots$ als (diskreten) Punkt des dreidimensionalen Raumes (θ, g, χ) auffassen lassen und damit quantitative Unterschiede in den Zahlentripeln unmittelbar als Masse für qualitative Unterschiede in den durch die Koordinaten bezeichneten physikalischen Grössen nehmen kann.

Eine solche scharfe Unterscheidung ist in der Analyse empirischer Beobachtungsgrössen nicht mehr möglich: ein dem Zahlentripel (θ_i, g_i, χ_i) der Grundgrössen entsprechendes Tripel von (gemessenen) Beobachtungsgrössen $(B_{\theta,i}, B_{g,i}, B_{\chi,i})$ ist mit Beobachtungsfehlern behaftet und kann

durch eine natürliche Streuung beeinflusst sein. Es ist daher nicht länger vernünftig, diesem Beobachtungswert eindeutig den (diskreten) Punkt (θ_i, g_i, χ_i) des Raumes (θ, g, χ) zuzuordnen; statt dessen wird man die einzelnen Messwerte einem endlichen Intervall der entsprechenden physikalischen Koordinate zuordnen müssen und z.B. Sterne, deren Messwerte demselben Intervall zugeordnet werden können, als zur gleichen «Klasse» gehörig bezeichnen. Das bedeutet, dass gemessene Unterschiede in den Beobachtungsgrössen dieser Art nur dann reale Unterschiede in den entsprechenden physikalischen Grundgrössen der interpretierenden Theorie bezeichnen, wenn sie von «globalen» Effekten herrühren.

4. Die theoretische Interpretation der Spektralsequenz und der absoluten Helligkeitssequenz hat gezeigt, dass die Dispersionen dieser Beobachtungsgrössen in verschiedene Klassen die Dispersionen der entsprechenden physikalischen Grössen T_{eff} und g geeignet abbilden: werden die Sterne aufgrund ihrer beobachteten Spektren und gemessenen Helligkeiten in Spektralklassen und Leuchtkraftklassen eingeordnet, so sind sie auch nach effektiven Temperaturen und Schwerebeschleunigungen geordnet.

5. Die Entdeckung der weitgehenden Äquivalenz von Spektraltyp und Farbindex unterstrich die Bedeutung der Existenz und Beobachtung «globaler» Unterschiede in den Intensitätsverteilungen der Sterne; zugleich wurde auch klar, dass die Integralphotometrie für diese Aufgaben das geeignete Mittel sein konnte.

Die in umfangreichen Analysen von Sternspektren gewonnenen Kenntnisse der Zusammenhänge von Leuchtkraft und chemischer Zusammensetzung der Sternatmosphären mit den Linienspektren liessen zunächst nur für die Bestimmung der Leuchtkraft Möglichkeiten erkennen, auf die detaillierte Auswertung von Spektren zu verzichten.

Die Möglichkeit, auch die chemische Zusammensetzung der Sternmaterie, und spezifischer: der Sternatmosphären, mit globalen Variationen der Intensitätsverteilungen zu bestimmen, wurde erst eröffnet, als die Theorien des Sternaufbaus und der Sternatmosphären zeigten, dass es genügte, die chemische Zusammensetzung durch das mittlere Molekulargewicht μ der Sternmaterie zu charakterisieren. μ wird dabei definiert durch die Massenanteile X des Wasserstoffs, Y des Heliums und Z aller schwereren Elemente («Metalle») der Gesamtmasse eines Sterns.

Nachdem theoretische Untersuchungen zur Feststellung geführt hatten, dass Aufbau und Entwicklung eines Sternes nur von zwei unabhängigen Grössen, nämlich von seiner ursprünglichen Masse und seiner chemischen Zusammensetzung, bestimmt werden, wurde der Metallgehalt Z als Parameter zur Unterscheidung von Objekten verschiedener Generationen, d.h. der verschiedenen Populationen, eingeführt. Die Möglichkeit, diese globale Variation des Metallgehaltes auch mit integralphotometrischen Methoden sichtbar zu machen, wurde schliesslich erst zu Beginn der sechziger Jahre mit der Berechnung des Blanketingeffektes bestätigt,

der ein Mass für den globalen Einfluss aller Metallinien auf die Intensitätsverteilung im Sternspektrum und damit auch auf die integralphotometrischen Grössen (Helligkeiten, Farbindizes) darstellt.

6. Die Konzeption eines photometrischen Systems muss also erfolgen mit Rücksicht auf die grundsätzliche Möglichkeit der Klassifizierung der Objekte gemäss diesen globalen Effekten, die in den spektralen Intensitätsverteilungen der Sterne durch die Variation der physikalischen Grundparameter (θ, g, χ) hervorgerufen werden. Die Beobachtungsgrössen, die mit dem zu konzipierenden photometrischen System erhalten werden können, müssen eine Trennung der Sterne in Spektraltypen, Leuchtkraftklassen und Populationen ermöglichen.

Die Erfüllung dieser dreifachen Aufgabe ist eine absolute Notwendigkeit bei Untersuchungen von statistischen Anzahlen schwacher Sterne, deren räumliche Verteilung sich in verschiedene Gebiete der Milchstrasse erstrecken kann, in denen Populationsunterschiede bedeutsam werden.

Allerdings kommt bei solchen Untersuchungen ein weiterer Faktor hinzu, der der Trennung der Klassen mehr oder weniger stark entgegenwirken kann: die Verfärbung der Sterne durch die selektive interstellare Extinktion. Als zusätzliches Postulat an die Leistungsfähigkeit eines photometrischen Systems tritt deshalb die Trennung der Sterne nach ihrem Verfärbungsgrad auf.

7. Das Optimierungsproblem kann nun folgendermassen formuliert werden: die photometrischen (Beobachtungs-)Grössen, die in dem zu konzipierenden Photometriesystem erhältlich sind, sollen auch von scheinbar schwachen Sternen Farbenindizes und Kombinationen von Farbenindizes abzuleiten gestatten, die, in zweidimensionaler Darstellung als «Pseudo-Zustands-Diagramme» (PZD), die statistische Trennung der Sterne nach
a) Spektraltyp
b) Leuchtkraftklasse
c) Population
d) Verfärbungsgrad
erlauben (cf. Becker und Steinlin (1956); Steinlin (1963); Becker (1972)).

8. In Ergänzung der von der Theorie der Sternatmosphären erbrachten Ergebnisse, die Hinweise auf die Bedingungen liefern, unter denen dieses Optimierungsproblem eine mögliche Lösung findet (Golay, 1971; Peytremann, 1970), sollen in der hier vorgestellten Arbeit diese Bedingungen ermittelt werden anhand empirischer Intensitätsverteilungen von Sternen und anhand konventioneller, in Gebrauch stehender und theoretischer Empfindlichkeitsfunktionen der Empfänger.

Diese Bedingungen lassen sich durch die folgenden Grössen angeben (Charakteristika der Empfindlichkeitsfunktionen der Empfänger):
a) Wellenlänge des Schwerpunktes der Empfindlichkeitsfunktion $S_i(\lambda)$: $\lambda_{0,i}$ (= mittlere Wellenlänge bei symmetrischen $S_i(\lambda)$);
b) Halbwertsbreite der S_i: $(\Delta\lambda)_i = \{\lambda / S_i(\lambda) \geqq S(\lambda)_{max}/2\}$;

c) Profil der $S_i(\lambda)$:
   c1) empirisch;
   c2) gausssch;
   c3) rechteckig;
   c4) dreieckig.
d) Anzahl der $S_i(\lambda)$ des Systems P.

9. Die photometrischen Messgrössen, die zur Ableitung der PZD führen, haben die Form

$$m_i = -2.5 \log \int_{\lambda_a}^{\lambda_b} I(\lambda)\, S_i(\lambda)\, A(\lambda)\, E(\lambda)\, d\lambda,\ i = 1, 2, 3, \ldots, \qquad (1)$$

wo $I(\lambda)$ die Intensitätsverteilung des Sternes,
$S_i(\lambda)$ die Empfindlichkeitsfunktion des Empfängers,
λ_a, λ_b die Wellenlängen, für die gilt: $\begin{cases} S(\lambda) > 0 & \lambda\varepsilon(\lambda_a, \lambda_b) \\ S(\lambda) = 0 & \text{sonst,} \end{cases}$
$A(\lambda)$ die selektive interstellare Extinktionsfunktion,
$E(\lambda)$ die selektive Extinktionsfunktion der Erdatmosphäre
bedeuten.
Die Integralhelligkeiten m werden durch numerische Integration nach Gl. (1) für verschiedene S und für verschiedene repräsentative Intensitätsverteilungen I berechnet.

10. Die Intensitätsverteilungen $I(\lambda)$.
Für die numerische Berechnung von Integralhelligkeiten geeignete $I(\lambda)$ stehen in den Katalogen von Straizys und Sviderskiene (1972), Willstrop (1965) und Breger (1971) zur Verfügung.

Straizys und Sviderskiene haben aus verschiedenen Publikationen von Intensitätsverteilungen, die aus photoelektrischen scans gewonnen worden sind, 49 mittlere Intensitätsverteilungen für die wichtigsten Spektral- und Leuchtkraftklassen abgeleitet. Die Daten sind einheitlich auf die absolute Intensitätsverteilung von α Lyr nach Oke und Schild (1970) bezogen und liegen für den Spektralbereich von 3000 Å bis 10000 Å als normierte Intensitätsintegrale über λ-Bereiche von 50 Å vor, die zentriert sind um Wellenlängen in Abständen von je 50 Å.

In der gleichen Weise sind die Intensitätsverteilungen für den Spektralbereich von 4000 Å bis 6500 Å von 215 Sternen verschiedener Spektral- und Leuchtkraftklassen in Willstrops Katalog von 1965 veröffentlicht. Die aus photoelektrischen scans gewonnenen Intensitätsverteilungen sind in absoluten Einheiten (erg cm^{-2} s^{-1} $Å^{-1}$) angegeben und so normiert, dass $V = 0^m.0$ für alle Sterne.

Ein umfassendes Kompendium von scans verschiedener Beobachter stellt der Katalog von Breger (1971) dar, der einheitlich auf die absolute Energieverteilung von α Lyr (Oke und Schild, 1970) reduzierte Intensitäten von 419 Sternen der Spektralklassen B bis K enthält. Die Spektralbereiche, Bandbreiten und λ-Intervalle zwischen den einzelnen Messwerten sind allerdings nicht vereinheitlicht, so dass diese Daten unseren Rechnungen jeweils angepasst werden müssen.

Um für eine Anzahl von Sternen verfeinerte Intensitätsverteilungen zu erhalten, die auch den globalen Blanketingeffekt unter weitgehender Berücksichtigung der Metallinien zu berechnen gestatten, nahmen wir rund 40 Sterne, die das Netz der wichtigsten Spektral- und Leuchtkraftklassen möglichst lückenlos besetzen und für die scans in mindestens einem der Kataloge von Willstrop und von Breger vorliegen, in das Beobachtungsprogramm mit dem Bonner Schmidtspiegel auf dem Hohen List auf. Von diesen Sternen sind im Herbst 1973 mit Objektivprisma und Objektivgitter Spektren auf 44 Platten gewonnen worden. Als Aufnahmematerial wurden hauptsächlich Kodak 103a-F-Platten verwendet. Aufnahmen mit Kodak I-N-Platten ergaben wegen der geringeren Empfindlichkeit einige unterbelichtete Spektren oder aber, bei genügender Schwärzung des Programmsternspektrums ($m_v \leqq 6^m.0$), meist unterbelichtete Spektren der benachbarten Sterne, die zur Plattenkalibrierung erforderlich sind. Wegen dieser Mängel und wegen Überlappungen von Programmspektren mit Spektren von Nachbarsternen musste insgesamt etwa ein Drittel aller Platten von der weiteren Behandlung ausgeschlossen werden.

Die verbleibenden guten Spektren wurden mit dem Edinburgher Mikrodensitometer gescannt. Von allen Programm- und Kalibrierungssternen (pro Platte 1 Programmstern und 2–6 Kalibrierungssterne) wurden die zentralen Spektren und die beiden Seitenspektren 1. Ordnung je einmal gemessen. Bei stark belichteten Platten wurden von den Programmsternen auch die Seitenspektren 2. Ordnung mitgemessen.

Der Messspalt des Mikrodensitometers wurde mit einer Breite von 25 μ gewählt, was bei der linearen reziproken Dispersion der Spektren von 240 Å/mm bei Hγ einem λ-Intervall von 6 Å entspricht. Die Variation der λ-Intervalle der scans ist in Tabelle I gegeben.

Tab. I

λ [Å]	3500	3700	Hγ	Hα	8000
d [Å/mm]	85	120	240	850	1680
$(\Delta\lambda)_{slit}$ [Å]	2.125	3.00	6.00	21.25	42.00

Die spectral scans wurden graphisch, als kontinuierliche Registrierkurven, und in digitalisierter Form, als diskrete Punkte in äquidistanten Schritten von 12.5 μ in Dispersionsrichtung auf der Photoplatte, aufgenommen. Pro Spektrum wurden, je nach Spektraltyp, 800–1200 Messwerte registriert, die zur Verarbeitung mit dem Computer direkt auf Lochstreifen gestanzt sind.

Die Umwandlung der registrierten photographischen Dichten in relative Integralhelligkeiten erfolgt nach der von Schwarzschild gefundenen Gittermethode. Die so erhaltenen relativen Integralhelligkeiten werden unter der Voraussetzung, dass sich die Plattenempfindlichkeitsfunktion in λ-Bereichen der Grössenordnung von 50 Å nicht wesentlich ändert, in Helligkeitsintegrale über die λ-Bereiche umgewandelt, für die photo-

elektrische scans vorliegen. Diese Helligkeitsintegrale werden an die «absoluten» Energiewerte der Kataloge von Willstrop oder Breger angeschlossen.

Mit den auf diese Weise erhaltenen Empfindlichkeitsfunktionen der verwendeten Photoplatten werden die ursprünglichen, digitalisierten Intensitätsintegrale in «absolute» Intensitätsintegrale über konstante Intervalle in $(1/\lambda)$ umgerechnet. Die Mannigfaltigkeit dieser 800–1200 Intensitätswerte pro Stern ist die Intensitätsverteilung $I(1/\lambda)$, die in Gl. (1) zur Berechnung der Integralhelligkeiten m_i der Sterne in photometrischen Systemen mit Empfindlichkeitsfunktionen S_i grosser und mittlerer Bandbreiten eingesetzt wird.

11. Die Empfindlichkeitsfunktionen $S_i(\lambda)$.
Die ersten Rechnungen werden mit den publizierten $S(\lambda)$ für die konventionellen Systeme RGU, UBV und uvby durchgeführt. Diese publizierten $S(\lambda)$ sind entsprechend der λ-Auflösung der verfügbaren $I(\lambda)$ graphisch und rechnerisch verfeinert und für die Verarbeitung im Computer präpariert worden.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Integralhelligkeiten m_i und der Farbenindizes $m_i - m_j$, $i \neq j$ von den in 8. definierten Systemsparametern führen wir in die weiteren Rechnungen theoretische $S(\lambda)$ ein. Es ist vorgesehen, die Parameter dieser theoretischen $S(\lambda)$ in den Berechnungen der m_i nach Gl. (1) nach der Art des Schemas in Tabelle II systematisch zu variieren, um die Abhängigkeit der PZD von den Systemsparametern zu untersuchen.

Tab. II

$\lambda_{i,0}$	$\lambda_{i,0,0}$, $\lambda_{i,0,0} \pm n \cdot 10$ Å, $n = 1, 2, 3, \ldots$
$\Delta\lambda$ [Å]	50, 100, 200, 500, 1000
Form	G (λ) Gaussprofil R (λ) Rechteckprofil D (λ) Dreieckprofil

$\lambda_{i,0,0}$ bedeutet hier eine Wellenlänge, die durch die bisherigen Erfahrungen und durch die in einem direkten Vergleich der Intensitätsverteilungen gewonnene Kenntnis der für die photometrisch erfassbaren globalen Effekte relevanten Spektralbereiche nahegelegt werden.

12. Die selektive interstellare Extinktionsfunktion.
Das interstellare Extinktionsgesetz nach Whitford (1958) kann als allgemeines Gesetz betrachtet werden, das für unsere Zwecke, die Verfärbungslinien der Sterne in den berechneten PZD zu ermitteln, völlig ausreichend ist. Die Whitfordschen Daten werden in eine normierte Transmissionsfunktion $A(\lambda)$ umgewandelt, die den Bruchteil der von der «Einheitsmasse» interstellar absorbierender Materie durchgelassenen Strah-

lung in Abhängigkeit von λ (oder $1/\lambda$) angibt. Zur Berechnung des Einflusses grösserer interstellar absorbierender Massen und damit der Verfärbungslinien der Sterne in den PZD werden die Rechnungen nach Gl. (1) mit Potenzen $[A(\lambda)]^p$ durchgeführt. Dabei ist p eine ganze Zahl ε {1, 3, 5, 7, 9, 11}.

13. Die atmosphärische Extinktionsfunktion.
Da die in Gl. (1) eingesetzten Intensitätsverteilungen $I(\lambda)$ von atmosphärischen Extinktionseinflüssen befreit, d.h. auf ausserhalb der Erdatmosphäre reduziert sind, müssen diese Einflüsse in die Berechnung der PZD, d.h. der Beobachtungsgrössen m wieder eingeführt werden. Da die atmosphärische Extinktion erheblich vom Beobachtungsort auf der Erdoberfläche abhängt, bringen wir nur eine allgemeine Korrektur an, die der Tendenz ihrer Einflüsse auf die Beobachtungsgrössen Rechnung trägt. Wir verwenden dazu die standardisierten Funktionen aus Allen (1963) und Landolt-Börnstein (1965), die in speziellen Untersuchungen ebenfalls variiert werden können.

14. Programm.
Die Variationen aller in Gl. (1) eingehenden Funktionen machen die Rechenprogramme aufwendig und erfordern lange Rechenzeit. Es werden daher zunächst nur die absolut notwendigen Variationen der $I(\lambda)$ (verschiedene Sterne) und der $S(\lambda)$ der angegebenen empirischen Systeme durchgeführt, um die Ergebnisse mit den bisherigen anderweitigen Erfahrungen zu vergleichen.

Nach diesen Tests werden die systematischen Variationen nach dem Schema in Tabelle II vorgenommen. Anhand der dann vorliegenden Ergebnisse (PZD) sollte schliesslich die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Photometriesysteme nach den in 7. formulierten Kriterien zuverlässig beurteilt werden können.

Literatur

Allen, C.W.: Astrophysical Quantities, 2nd ed., Univ. of London, Athlone Press, 1963.
Becker, W.: Q.Jl.R.astr.Soc. 13, 226, 1972.
Becker, W. und Steinlin, U.: Z.f.A. 39, 188, 1956.
Breger, M.: A Spectrophotometric Scanner Catalog, Communications in Astronomy from Stony Brook, No. 1, 1971.
Golay, M.: Introduction à la Photométrie Astronomique, Preprint, Genève, 1971.
Landolt-Börnstein: Neue Serie, Gruppe VI, Bd. I, ed. H.H. Voigt, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1965.
Oke, J.B. and Schild, R.E.: Ap.J. 161, 1015, 1970.
Peytremann, E.: Thèse, Genève, 1970.
Steinlin, U.: Contr.Bosscha Obs. Nr. 21, 34, 1963.
Straizys, V. and Sviderskiene, Z.: Bull.Vilniaus Astr.Obs. Nr. 35, 1972.
Whitford, A.E.: A.J. 63, 201, 1958.
Willstrop, R.V.: Mem.R.astr.Soc., Vol. 69, part 3, 83, 1965.

7. Jörg Waldvogel (Seminar für Angewandte Mathematik, ETH-Z): Altes und Neues über das Dreikörperproblem

Das Dreikörperproblem gehört wohl zu den berühmtesten Problemen der Himmelsmechanik. Seit seiner Formulierung durch Leonhard Euler (1747) haben sich unzählige namhafte Astronomen und Mathematiker damit befasst. Die Faszination, die von diesem Problem ausgeht, liegt einerseits in der Einfachheit der Fragestellung, anderseits in der Schwierigkeit, Aussagen über die Gesamtheit der Lösungen zu machen.

Das astronomische Dreikörperproblem ist die Aufgabe, die Bewegung von drei nur ihren gegenseitigen Gravitationskräften unterworfenen Himmelskörpern zu untersuchen. Zahlreiche Anwendungen auf reale Drei- und Mehrkörpersysteme wie Sonne – Erde – Mond, Erde – Mond – Satellit, Sonne – Neptun – Pluto, Tripelsterne, Sternhaufen usf. erklären die grosse Aufmerksamkeit, die dem Dreikörperproblem noch heute geschenkt wird.

Die Gesetze der Dynamik und das Newtonsche Gravitationsgesetz erlauben es sofort, ein System von 18 Differentialgleichungen erster Ordnung für die Bewegung der drei Körper aufzustellen. Damit wird aus dem astronomischen Problem ein rein mathemathisches, nämlich dasjenige der Lösung eines Systems von Differentialgleichungen.

In ihrer klassischen Form beschreiben die Differentialgleichungen des Dreikörperproblems die Bewegung von drei unendlich kleinen Massenpunkten. Somit haben die Lösungen bei sehr starker Annäherung von zwei Körpern keine physikalische Bedeutung mehr. Paradoxerweise sind es aber gerade solche irreale Bewegungsformen, welche in alter und neuer Zeit zum Verständnis der Lösungen des Dreikörperproblems geführt haben.

Vielfach stellt man sich unter der Lösung einer Differentialgleichung eine geschlossene Formel vor, aus welcher dann durch Einsetzen von Anfangswerten alle Information über das Verhalten des zu untersuchenden mechanischen Systems gewonnen werden kann. Dieser Standpunkt ist aber zu eng, denn man kennt nicht genügend Kandidaten für Lösungsfunktionen (wie etwa $\sin x$, $\log x$), um alle Differentialgleichungen erfüllen zu können. Es ist eine Seltenheit, wenn eine aus der Praxis herausgegriffene Differentialgleichung geschlossen gelöst werden kann. Das Zweikörperproblem zählt in gewisser Hinsicht zu diesen Fällen, aber das Dreikörperproblem ist dazu schon viel zu kompliziert.

Als fruchtbarer erweisen sich Näherungsmethoden, mit welchen die Lösungsfunktionen an vorgegebenen Stellen beliebig genau approximiert werden können (z. B. asymptotische Entwicklungen, numerische Integration). Falls sich dann die approximative Kenntnis der Lösungen auf beliebig grosse Zeiten ausdehnen lässt, ist der Informationsgehalt einer geschlossenen Lösung beinahe erreicht.

Für die Differentialgleichungen des Dreikörperproblems sind in jüngster Zeit in dieser Richtung bedeutende Fortschritte erzielt worden; darüber soll hier kurz berichtet werden.

1. Einige klassische Resultate

Von einer Vielzahl bedeutender Ergebnisse über das Dreikörperproblem sei hier nur der Satz von Sundman (1912) herausgegriffen: er garantiert die Existenz der Lösung zu gegebenen Anfangsbedingungen für alle positiven und negativen Zeiten. Sundman gelangte zu dieser tiefliegenden Aussage durch Betrachtung jener Ereignisse, welche die globale Existenz einer Lösung verderben können: die Kollisionen zwischen 2 oder 3 Massenpunkten. Zunächst kann der komplizierte Fall einer Dreierkollision ausgeschlossen werden durch Beschränkung auf Bewegungen mit nicht verschwindendem Gesamtdrehimpuls C; $C = 0$ ist eine notwendige Bedingung für das Auftreten einer Dreierkollision, wie Sundman bewiesen hat.

Die Zweierkollisionen hingegen sind für das Dreikörperproblem harmlose Singularitäten; sie können durch Einführung von geeigneten neuen Variablen wegtransformiert werden (Regularisierung). Damit kann die Bewegung mathematisch und physikalisch sinnvoll über eine Kollision hinaus fortgesetzt werden, und der Weg zum Beweis des globalen Existenzsatzes ist weitgehend geebnet.

2. Neuere Entwicklungen

Obwohl der Sundmansche Satz von grosser theoretischer Bedeutung für das Dreikörperproblem ist, gibt er nicht einmal qualitative Aussagen über das Verhalten der Lösungen. Schon sehr früh (Strömgren, 1919) hat man deshalb durch numerische Integration Lösungen näherungsweise berechnet. Dabei erweist sich die Regularisierung auch bei Fast-Kollisionen als vorteilhaft, um den störenden Einfluss der nahen Singularität zu mildern. Erst durch die Verwendung von Computern ist es aber möglich geworden, die Lösungen für sehr viele Anfangsbedingungen über lange Zeiträume zu berechnen. Besonders interessant sind Fälle von vergleichbaren Massen, vergleichbaren anfänglichen Abständen und negativer Totalenergie, wie sie in Sternhaufen realisiert sind. Die Dreikörperkonfigurationen im Sonnensystem sind mit grossem Erfolg mittels klassischer Störungsmethoden behandelt worden und sollen hier nicht mehr weiter betrachtet werden.

Die numerische Integration von vielen Fällen der erstgenannten Klasse hat ergeben (Szebehely, 1967), dass in der überwiegenden Mehrheit aller Fälle früher oder später einer der Körper entweicht und die andern beiden ein stabiles Paar bilden, sich somit näherungsweise gemäß den bekannten Gesetzen der Zweikörperbewegung verhalten. In all diesen Fällen ist damit die Bewegung für alle positiven Zeiten näherungsweise bekannt, obwohl nur über ein endliches Zeitintervall numerisch integriert wurde. Im Endeffekt ist dies einer geschlossenen Lösung nahezu ebenbürtig.

Der Vorgang der Paarbildung und des Entweichens zeigt eine merkwürdige Regelmässigkeit: in allen Fällen folgt er unmittelbar auf eine starke gegenseitige Annäherung aller drei Körper.

Im Hinblick auf das Verhalten nach langer Zeit scheint also die dreifache Annäherung die entscheidende Phase der Bewegung zu sein. Ironischerweise ist aber gerade diese Phase der numerischen Behandlung

nur schwer zugänglich wegen der starken Häufung von Kollisionssingularitäten. Erst die globale Regularisierung aller drei Zweierstösse (zweidimensional: Waldvogel, 1972; dreidimensional: Heggie, 1974) hat eine einigermassen zuverlässige numerische Integration der dreifachen Annäherung ermöglicht.

So wie das Sundmansche Resultat erst durch Betrachtung der Zweierkollisionen gewonnen werden konnte, muss hier offenbar zum besseren Verständnis der Vorgänge die Dreierkollision untersucht werden.

Eine Dreierkollision ist der unbegrenzte Kollaps des Dreikörpersystems in den gemeinsamen Schwerpunkt hinein. Dabei wachsen die Geschwindigkeiten ohne Grenze. Sundman (1907) hat bewiesen, dass sich die Konfiguration der drei Körper bei Annäherung an eine Dreierkollision immer mehr einem gleichseitigen Dreieck nähert (die weniger wichtigen geradlinigen Konfigurationen seien hier der Einfachheit halber weggelassen). Die vollständige Charakterisierung der Dreierkollisionslösungen durch konvergente Potenzreihen ist von Siegel (1941) gegeben worden.

Jede noch so kleine Asymmetrie während des Kollapses wird dazu führen, dass einer der drei Körper «zu spät» im Zentrum ankommt. Es wird daher zunächst zu einer starken Annäherung der beiden andern Massenpunkte kommen, und der Kollaps wird bald von einem erneuten Auseinanderstreben der Körper abgelöst werden. Diese schnellen Vorgänge im Kleinen bilden den Schlüssel zum Verständnis der dreifachen Annäherung und dem nachfolgenden Entweichen.

Die Methode zur analytischen Behandlung dieser Bewegungsphase ist diejenige der singulären Störungen («matched asymptotic expansions», siehe z.B. J.Cole, 1968). Das Verfahren stammt ursprünglich aus der Grenzschichttheorie, ist aber in neuerer Zeit auf die verschiedensten Probleme angewendet worden. Es eignet sich überall dort, wo schnelle und langsame Prozesse, Vorgänge im Kleinen und im Grossen usf. in Zusammenhang gebracht werden müssen.

Die Grundidee zum Verständnis der dreifachen Annäherung ist die Einführung von neuen Massstäben für die örtlichen und die zeitlichen Variablen (Orts- und Zeitlupe), um die äusserst schnellen Vorgänge im Kleinen in vernünftige Proportionen zu bringen (Waldvogel, 1975). Wird die Zeit mit einem Faktor ε^{-3}, die Ortskoordinaten mit ε^{-2} gedehnt ($\varepsilon \ll 1$), so bleiben die Differentialgleichungen des Dreikörperproblems invariant, währenddem alle Geschwindigkeiten mit ε multipliziert, also verkleinert werden. Die Zahl ε muss geeignet gewählt werden, so dass in den neuen Massstäben Ortskoordinaten und Geschwindigkeiten während der dreifachen Annäherung beispielsweise von der Grössenordnung 1 bleiben. ε ist um so kleiner, je «kritischer» die dreifache Annäherung ist, je «näher» die betrachtete Lösung bei einer Dreierkollisionslösung liegt. Im Grenzfall der exakten Kollision ist $\varepsilon = 0$.

Die Theorie der singulären Störungen erlaubt es nun, die Zahl ε aus dem Bewegungszustand der drei Körper lange vor der dreifachen Annäherung zu bestimmen. Damit wird diese Phase in den gedehnten Koordinaten, die sogenannte innere Lösung, zu einer gewöhnlichen Dreikörperbe-

wegung ohne dreifache Annäherung und ist somit der numerischen Behandlung zugänglich. In der inneren Lösung nähern sich die drei Körper nur bis auf minimale Abstände der Grössenordnung 1 und gehen dann wieder auseinander. Auch die Geschwindigkeiten bleiben dabei von der Grössenordnung 1. Es zeigt sich überdies, dass im allgemeinen alle dreifachen Annäherungen von drei bestimmten Massenpunkten auf lediglich zwei innere Lösungen zurückgeführt werden können. Diese lassen sich ein für allemal berechnen und tabellieren.

Den Geschwindigkeiten von der Grössenordnung 1 in der inneren Lösung entsprechen solche der Ordnung $1/\varepsilon$ in der ursprünglichen Lösung. Somit können die Entweichgeschwindigkeiten beliebig gross sein, wenn nur die betrachtete Lösung genügend nahe bei einer Dreierkollisionslösung liegt.

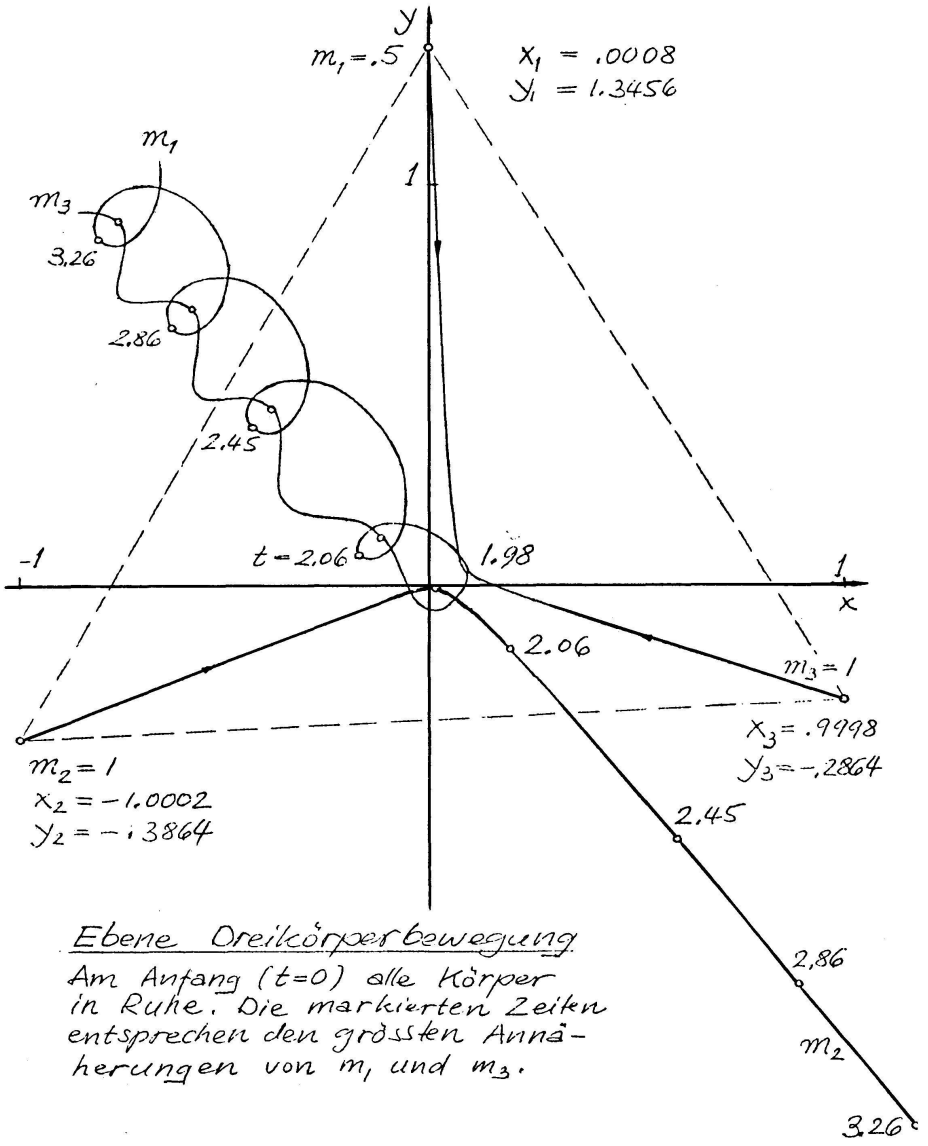


Fig. 1

Nach einer exakten Dreierkollision würden die drei Massenpunkte augenblicklich ins Unendliche wegspritzen, einer mit unendlicher Geschwindigkeit in eine gewisse Richtung, die andern beiden als unendlich enges und unendlich schnell rotierendes Paar in die entgegengesetzte Richtung. Ein solcher Vorgang hat natürlich nicht einmal einen mathematischen Sinn, geschweige denn einen physikalischen. Dies äussert sich unter anderem auch darin, dass die Siegelschen Dreierkollisionslösungen sich nicht über die Singularität hinweg fortsetzen lassen.

3. Astronomische Konsequenzen

Das Dreikörperproblem ist der einfachste Teilchenbeschleuniger! Man plaziere z.B. drei weisse Zwerge von je einer Sonnenmasse in die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks mit 1 Lichtjahr Seitenlänge. Beginnt die Bewegung aus der Ruhe, so kommt es zu einer exakten Dreierkollision ohne physikalischen Sinn. Durch eine kleine Störung in der Anfangslage oder in den Anfangsgeschwindigkeiten sorge man deshalb dafür, dass der minimale Abstand von zwei Körpern z.B. etwa 500000 km ist (dies ist gross, verglichen mit der Ausdehnung eines weissen Zwerges). Dann ergibt die Theorie, dass nach der dreifachen Annäherung (nach etwa 1600000 Jahren) einer der Sterne mit einer Geschwindigkeit von über 400 km/sec entweicht. Dies würde genügen, um unsere Galaxie vom Ort der Sonne aus zu verlassen.

Es scheint, dass dieser oder ein ähnlicher Mechanismus in allen Sternsystemen wirksam ist. Über lange Zeiträume führt er zur Bildung eines Halos von entweichenden Sternen und einem immer dichter werdenden Kern. Die Struktur der galaktischen Kerne und die wahrscheinlich damit zusammenhängenden Quasare bilden eines der brennendsten Probleme der heutigen Astronomie, und es hat den Anschein, dass das Dreikörperproblem zumindest einen der Schlüssel zu seiner Lösung liefert.

Literatur

Cole, J.D., 1968: Perturbation Methods in Applied Mathematics. Blaisdell Publishing Company.

Heggie, D.C., 1974: A Global Regularisation of the Gravitational N-Body Problem. Celest.Mech. 10, 217–241.

Siegel, C.L., 1941: Der Dreierstoss. Ann.ofMath. 42, 127–168.

Strömgren, E., 1919: A New Class of Periodic Solutions in the General Problem of Three Bodies. Monthly Notices of the R.A.S. 80, 12–22.

Sundman, K.F., 1912: Mémoire sur le problème des trois corps. Acta Math. 36, 105–179.

Szebehely, V., 1967: Burrau's Problem of Three Bodies. Proc.Nat.Acad.of Sciences USA 58, 60.

Waldvogel, J., 1972: A New Regularization of the Planar Problem of Three Bodies. Celest.Mech. 6, 221–231.

Waldvogel, J., 1975: The Close Triple Approach. Celest. Mech. 11, 429–432.

8. M. Patenaude et P. Bouvier (Genève): Grille de modèles stellaires évoluant de la séquence principale vers le stade de géante: résultats préliminaires

Nous présentons ici quelques résultats préliminaires relatifs à l'établissement d'une grille de modèles d'étoiles dont les tracés évolutifs et les lignes isochrones devront permettre de calibrer le diagramme de Hertzsprung-Russell d'après les paramètres de masse et d'âge. Les étoiles considérées, de type spectral B à G, sont suivies dans leur évolution à partir de la séquence principale d'âge zéro jusqu'à la base du tracé, quasi vertical dans le plan ($\log T_{\rm eff}$, $\log L$), conduisant au stade de géante rouge.

Les tracés calculés jusqu'ici concernent des masses séparées par $\Delta \log (m/m_\odot) = 0{,}05$, sur un intervalle compris entre 1 et 1,6 $m_\odot$, mais que nous allons étendre de part et d'autre par la suite. Le programme utilisé est celui de Hofmeister, Kippenhahn et Weigert (1964), noté ici HKW, reposant sur la méthode de calcul numérique de Henyey et al. (1964) où un modèle provisoire approché est «relaxé» par corrections successives (au sens de Newton-Raphson) vers un modèle exact. Nous avons retouché le programme HKW sur un certain nombre de points de détail, notamment dans la limitation du pas temporel et celle du pas massique.

En ce qui concerne le passage d'un modèle au temps t au modèle suivant de la même étoile au temps $t + \Delta t$, le pas temporel Δt était fixé selon HKW par des critères basés sur des limites imposées aux variations de composition chimique consécutives aux réactions thermonucléaires, critères que les auteurs du programme original semblent avoir ensuite abandonnés au profit de critères portant sur la correction maximale de la méthode de relaxation. Il s'est avéré utile de compléter ce genre de critères par une borne supérieure imposée à la variation de densité centrale d'un modèle au suivant.

A propos du pas massique séparant deux niveaux consécutifs dans un modèle particulier, nous avons noté, pour une étoile possédant un noyau convectif, des irrégularités vraisemblablement d'origine numérique dans le profil d'abondance d'hydrogène $X(m_r)$ lors de la phase de retrait du noyau. Ceci nous a amenés à resserrer les limites de variation imposées au pas massique $\Delta m_r/m$ et à l'écart de pression $\Delta \log P$ d'un niveau au suivant, sur un intervalle de masse convenablement choisi de part et d'autre du niveau défini par l'égalité des gradients radiatif et adiabatique, afin d'obtenir un profil $X(m_r)$ lissé.

La physique utilisée dans le programme HKW a subi quelques améliorations de notre part; d'abord l'inclusion des tables d'opacité les plus récentes (Cox et Stewart 1969, 1970) auxquelles nous avons adjoint la conduction électronique de manière plus satisfaisante que précédemment (Bouvier et Patenaude, 1973). Nous avons par ailleurs considéré deux ensembles de tables, relatifs aux mélanges $(X, Z) = (0{,}70, 0{,}02)$ et $(0{,}70, 0{,}04)$ respectivement et pour justifier l'emploi de l'interpolation linéaire, il s'est révélé utile de raffiner la grille des valeurs ($\log \varrho$, $\log T$) dans les

régions extérieures de l'étoile, obtenant ainsi log κ en interpolant par arcs de polynômes (spline interpolation). Une comparaison de tracés suivis par 1 $m_\odot$ avec chacun des mélanges mentionnés ci-dessus comme composition chimique initiale uniforme, évoluant sur 4,5 $\times$ 10^9 ans, nous a conduits à adopter (X, Z) = (0,70, 0,03) comme composition représentant le mieux le Soleil et plus généralement les étoiles de population I; avec une telle composition initiale, nous retrouvons en effet après 4,5 milliards d'années la position du Soleil dans le diagramme HR avec une incertitude de $\Delta \log L = 0{,}02$ et $\Delta \log T_{\text{eff}} = 0{,}01$, ayant traité la convection non adiabatique dans l'enveloppe à l'approximation de la longueur de mélange, avec $l/H_P = 1{,}5$.

La table d'opacité pour le mélange (0,70, 0,03) a été construite par interpolation entre les tables relatives à (0,70, 0,02) et (0,70, 0,04). D'autre part, nous avons revisé les valeurs numériques des constantes figurant dans l'expression des réactions nucléaires, d'après les valeurs les plus récentes (Fowler et al., 1974).

Les 5 premiers tracés évolutifs ont été obtenus pour $m/m_\odot$ = 1,00, 1,12, 1,26, 1,41, 1,58. Un noyau convectif central commence à apparaître vers $m/m_\odot = 1{,}26$, avec une masse relative d'environ 0,008 sur la séquence principale initiale, puis croissant jusqu'à un maximum proche de 0,037; malgré ces faibles valeurs, la présence du noyau convectif se traduit par le coude du tracé évolutif pour 1,26 $m_\odot$, qui caractérise la phase d'épuisement rapide d'hydrogène dans le noyau (overall contraction).

Nous avons procédé à l'estimation des durées de vie de l'étoile au cours de ces premières phases d'évolution, à savoir la combustion d'hydrogène dans le noyau, la phase rapide de contraction globale, la combustion d'hydrogène dans une coquille épaisse; ainsi pour 1,41 $m_\odot$, ces durées s'élèvent respectivement à 2,12 $\times$ 10^9, 6 $\times$ 10^7 et 4,79 $\times$ 10^8 ans. Les durées relatives aux autres masses, ainsi que d'autres caractéristiques des tracés évolutifs et des isochrones seront présentées ultérieurement, lorsque la grille amorcée ici aura pris une extension plus grande.

Références

Bouvier, P./Patenaude, M.: Pub.Obs.Genève, A fasc. 80 (1973).

Cox, A./Stewart, J.: Scient.Inf.Astron.Council, USSR Acad.Sc. 15, 1 (1969).

Cox, A./Stewart, J.: Astroph.Journal suppl. v. 19, n° 174 (1970).

Fowler, W.A.: Private comm. 1974, in connection with

Fowler, W.A./Caughlan, G.R./Zimmerman, B.A.: Ann.Rev.Astron. & Astroph. 5, 525 (1967).

Henyey, L.G./Forbes, J.E./Gould, N.L.: Astroph.Journal 139, 306 (1964).

Hofmeister, E./Kippenhahn, R./Weigert, A.: Zeits.f.Astroph. 59, 215 (1964).

9. H. Matile und H. Schilt (Biel): Über Messungen an Findlingen mit prähistorischen Zeichen, die sich auf den Jahreslauf der Sonne beziehen

H. Matile vermutete seit Jahren, einige Findlinge im Seeland seien astronomisch bedeutsam. Auf seine Veranlassung wurden im Sommer 1950 Messungen am «Zwölfistein» (Höheweg 82 in Biel) (490 m ü.M.; 585 230 m; 221 340 m) ausgeführt. Es zeigte sich, dass eine Kante die Richtung zum Sonnenaufgang am 21. Juni und somit auch zum Sonnenuntergang am 21. Dezember aufweist. Ferner hat der Stein zwei Kanten, die von Ost nach West weisen. Über diesen Stein gibt es eine Legende, die sagt, der Teufel wende ihn in jeder Quatembernacht.

In Tüscherz hat H. Matile einen grossen Granitblock entdeckt (520; 581 010; 217 988), der eine fast vertikale Fläche aufweist (rund 3×4 m, mit einer Abweichung vom Lot kleiner als 2°). Die Fläche ist nach Osten gerichtet; eine horizontale Visierlinie hat ein Azimut von $89{,}8° \pm 0{,}1°$. Wir nennen ihn Kalenderstein; er steht unter Naturschutz.

215 m vom Kalenderstein entfernt gibt es einen Schalenstein (510; 581 176; 218 125) mit 31 Schalen; er wurde ebenfalls von H. Matile entdeckt. Die äussersten Schalen liegen ungefähr 3 m auseinander; zwei von diesen bilden eine Gerade mit dem Azimut 89,5°. Herr Dr. Liniger (Basel) hat den Stein aufgenommen und glaubt, weitere wichtige Richtungen zu erkennen, die wir aber noch nicht genau bestimmt haben.

Ein Schalensein (Sumpfstein: 431; 582 300; 215 970) in Lattrigen, bei einer ehemaligen Pfahlbausiedlung, besitzt 12 Schalen. Eine Richtung, markiert durch 3 Schalen, weist nach dem Sonnenuntergangspunkt am wahren Horizont zur Sommersonnenwende. Im März dieses Jahres wurde die Richtung gemessen und im Sommer das Phänomen beobachtet. Azimut $299{,}0° \pm 0{,}1°$.

In Grenchen hat es einen Schalenstein, der schon von Pinösch[1] beschrieben wurde (463; 595 940; 225 750). 17 Schalen bilden eine Richtung mit einem Azimut von $232{,}6° \pm 0{,}1°$. Diese Richtung weist auf den Sonnenuntergangspunkt am 21. Dezember.

Alle Azimute wurden berechnet auf Grund der Zeiten für den Durchgang der Sonne durch die Mittellinie einer speziell konstruierten Kippregel. Die zu bestimmende Richtung und die Spur der Kippregel wurden bezüglich des Zeichenblattes aus den Koordinaten je zweier Punkte berechnet.

Für das Zeichnen der Sonnenbahn am Horizont berücksichtigten wir die Refraktion und benutzten eine Schiefe der Ekliptik von 24°, was ungefähr dem Jahre —2500 entsprechen dürfte.

10. J. Geiss (Bern): Zusammensetzung des Sonnenwindes und einige astrophysikalische Konsequenzen

---

[1] Dr. St. Pinösch: Die Schalensteine des Kantons Solothurn; Sonderdruck aus dem Jahrbuch der Solothurner Geschichte 1941. Verlag: Buchdruckerei Gassmann Solothurn.

3. Sektion für Botanik

Schweizerische Botanische Gesellschaft
Société Botanique Suisse
Società Botanica Svizzera

Präsident: Prof. L. Fauconnet, 2, rue Vuillermet, 1005 Lausanne
Sekretär: Dr G. Collet, 19, avenue Floréal, 1006 Lausanne

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Freitag, 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

1. F.H. Schweingruber (Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf): Prähistorische Hölzer als Vegetationsindikatoren

In den letzten 20 Jahren wurden durch bauliche Massnahmen an Seeufern mehrmals Sedimente prähistorischer Siedlungen angeschnitten. Der vorzügliche Erhaltungszustand aller organischen Materialien, insbesondere des Holzes und der Samen, drängte eine wissenschaftliche Bearbeitung auf. Im Vordergrund der Betrachtungen standen bis anhin meistens archäologische und schichtgenetische Fragen, da die Auslese der Hölzer durch den Menschen als nicht erfassbar galt. Erst in jüngster Zeit konnten B. Pawlik und der Autor Makroreste aus neolithischen Kulturschichten von Horgen (Dampfschiffsteg, Zürichsee) in Verbindung mit heutigen pflanzensoziologischen Analysen in vegetationsgeschichtlicher Hinsicht auswerten. Wichtig ist die Feststellung, dass in der Jungsteinzeit die Tanne im Gebiet weit vitaler und weiter verbreitet war als heute. So dürfte an Stelle des heutigen potentiellen Waldmeister-Buchenwaldes *(Galio odorati-Fagetum)* ein Waldhirsen-Buchenwald *(Milio-Fagetum)* mit beträchtlichem Tannenanteil oder gar ein Tannen-Buchen-Wald *(Abieti-Fagetum)* gestanden haben.

Aufgrund der Makroreste lässt sich das lokale Vegetationsbild von Horgen folgendermassen charakterisieren: Die Siedlung stand im Bereich der jährlichen Überflutung durch den See, in der Zone der Weidengebüsche, Erlen- und Erlen-Eschen-Wälder. Der engere Siedlungsraum war von einer Buschlandschaft umgeben; Haselsträucher bildeten Hecken und Büsche, vereinzelt mögen dank der guten Lichtverhältnisse Wildapfelbäume und Eichen reichlich gefruchtet haben. Auf den gerodeten Flächen bauten die Menschen Flachs *(Linum usitatissimum)* und Getreide *(Triticum compactum)* an. Die brachliegenden landwirtschaftlichen Flächen und die Wald- und Heckensäume auf den eher sauren Moränenböden (Braunerden) verunkrauteten rasch mit Adlerfarn *(Pteridium aquilinum)*.

Die jungsteinzeitlichen Menschen haben belaubte Zweige und Wedel des Adlerfarns in grossen Mengen gesammelt und ins Siedlungsareal gebracht.

Im Neolithikum, am Initialpunkt der Urbarisierung der Schweiz, haben die kleinen Bevölkerungsgruppen einen recht geringen Einfluss auf das Landschaftsbild von Horgen ausgeübt. Nur im engen Siedlungsgebiet vermochten sie die Vegetation nachhaltig zu beeinflussen, d.h. den Wald in eine Buschlandschaft zu verwandeln. Die Vegetation war seeuferparallel einige hundert Meter, hangwärts jedoch kaum 200 m weit, durch den Menschen verändert. Selbst bei einer relativ dichten Besiedlung der Seeufer am Zürichsee hat man sich das Gebiet als praktisch reine Waldlandschaft vorzustellen. Erst zwei bis drei Jahrtausende später ist wohl die Herrschaft des Waldes durch bessere Technologien gebrochen worden.

Literatur

Pawlik, B., Schweingruber, F.H.: Die archäologisch-vegetationskundliche Bedeutung der Hölzer und Samen in den Sedimenten der Seeufersiedlung Horgen, Dampfschiffsteg.
Jahrbuch der schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 58, 1976, im Druck.

2. A. Heitzmann-Hofmann (Geobotanisches Institut ETH Zürich): Abbrennen, eine mögliche Bewirtschaftungsform für Grünlandökosysteme?

Als wichtiger ökologischer Faktor prägte Feuer die Zusammensetzung und Entwicklung unserer Vegetation entscheidend. Aus eigenen Beobachtungen an Versuchsbränden und Feststellungen anderer Autoren kann folgendes festgehalten werden:

1. Die höchsten Temperaturen liegen nicht auf der Erdoberfläche, sondern darüber (Erdoberfläche 80–100 °C, in 20 cm Höhe 340–440 °C) und wirken nur während sehr kurzer Zeit. Direkt unter der Erdoberfläche sind keine oder sehr minime Temperaturänderungen festzustellen.
2. Die Wirkungen von Feuer sind je nach Temperaturhöhe und Einwirkungsdauer des Feuers und der Lebensform der Pflanzen sehr unterschiedlich. Allgemein scheinen Pflanzen ein Grünlandfeuer bei kurzer Einwirkungsdauer ohne Schaden zu überstehen.
3. Der Einfluss auf Tiere ist abhängig vom Zeitpunkt des Brandes im Jahresverlauf, der Lebensweise, dem Entwicklungsstadium und der betreffenden Art.
4. Durch einen Brand werden die ökologischen Verhältnisse stark verändert (extremeres Mikroklima, Mineralisierung von Nährstoffen, veränderte Feuchtigkeitsverhältnisse usw.).
5. Ein Vergleich mit der heute oft angewandten Herbizidbehandlung zeigt, dass sich kontrolliertes Abbrennen für ein Ökosystem günstiger auswirken könnte, als eine entsprechende Behandlung mit Herbiziden.

Es bedarf sicher noch genauerer Abklärung gewisser Probleme, doch stellt sich schon heute die Frage, ob nicht in bestimmten Fällen kontrolliertes Abbrennen als Bewirtschaftungsform angewendet werden könnte.

Referenz

Hofmann, A., 1973: Wirkungen von Abbrennen und Herbizidbehandlung auf Grünlandbiozönosen. Unpublizierte Diplomarbeit ETH Zürich, 78 S.

3. F. Klötzli (Geobotanisches Institut ETH, Zürich): Technischer Naturschutz in Mooren

Nass-Standorte gehen nicht nur in der Schweiz zurück, sondern in der gemässigten Zone der gesamten nördlichen Hemisphäre. In den besonders betroffenen Gebieten wurde es bald klar, dass es nicht nur um den Schutz weniger grosser Gebiete geht, aber auch um die Erhaltung kleinerflächiger Vorkommen in gleichmässiger Verteilung, zumal verschiedene Ausbildungen zu ausgesprochenen Mangelbiotopen wurden (gewisse Moore, Teichbodengesellschaften). Immerhin wird nun von Gesetz und Praxis her auf Moore und andere Nass-Standorte Rücksicht genommen, und man bemüht sich, in kritischen Gebieten Wasser- und Nährstoff-Haushalt zu sichern. Auf dieser relativ neuen Einsicht aufbauend, hat man schon im Winter 1968/69 ein Moor von seltenem Typus verschoben bei einfacher horstweiser Verpflanzung der Vegetationsdecke und Sicherung der Standortsverhältnisse. Aber erst beim Klotener Flugplatzausbau wurden mit neuen Methoden 1971–1973 grösserflächige Vorkommen verpflanzt mit seltenen und gut ausgebildeten Streu- und Moorwiesen.

Es ist hier aus Zeitmangel nicht möglich, die ökologischen und technischen Vorbereitungen und den Aufwand an Personal auch nur annähernd zu schildern. In erster Linie ging es um die Gewährleistung standörtlicher Homogenität in Aus- und Einpflanzfläche, auf der technischen Seite um Probleme der Entnahme, des Transports und der Einbaumöglichkeiten bei gegebenem Zeitpunkt.

Im folgenden wurden die technischen Möglichkeiten einer Verpflanzung in drei Variationen für drei Gruppen von Nass-Standorten anhand von Schemata gezeigt.

Recht einfach ist die Verpflanzung von trockenen Streuwiesen. Mit umgebautem Trax, Verlad auf Paletten und möglichst fugenloser Einlagerung in die vorbereitete Grube bleiben bei angemessener Sorgfalt immer zwei grosse Unbekannte: dies sind die Materialverluste auf dem Weg und die Grösse der Fugen. Die Grösse der Fugen bestimmt die Grösse der meist vorübergehenden Verunkrautung, und ein Verlust von durchschnittlich 10 cm Boden bedingt schon eine merkliche Tieferlagerung und damit eine Veränderung des Wasserhaushalts über das zulässige Mass.

Schwieriger wird es bei der Verpflanzung von nasseren Streuwiesen. Einmal ist es die technische Seite: schon der Ausbau muss ab sicherer

Plattform erfolgen. Zum andern ist die Sicherung der Homogenität schwieriger.

Die Beherrschung beider Methoden ist die Voraussetzung, um eine einigermassen sichere Methode zur Verpflanzung von nassen Moorwiesen zu erarbeiten. In diesem Falle ist es nicht nur nötig, die Rasenziegel möglichst grossflächig abzuschürfen, sondern auch die Unterlage, Torf und Lehm zur Abdichtung des Beckens müssen in standörtlich entsprechender Qualität eingebracht werden. Mit umgebautem Teleskop- und Seilbagger, der von einer Plattform aus operieren muss, ist die Verpflanzung in der kalten Jahreszeit möglich.

In den folgenden Jahren müssen die folgenden Variabeln innerhalb bestimmter Parameter kontrolliert werden: Wasserstufe und Nährstoffstufe (hinsichtlich N-Faktor und S-Wert) und als Ausdruck davon natürlich die allfällige Veränderung der Vegetation als sicherer Indikator. Dabei muss insbesondere die Entwicklung der Fugen zwischen den Verpflanzeinheiten beobachtet werden.

Jede Vegetationseinheit ist ja an eine ganz bestimmte diskrete Wasser- und Nährstoff-Stufe angepasst, wobei bei einer solchen Verpflanzung die spezifische ökologische Grenze einer Einheit und ihre Belastbarkeit, z. B. durch kurzfristige Schwankungen bestimmender Standortsfaktoren, von wissenschaftlichem Interesse sind. Eine solche Fläche dient also als Modell zur Ermittlung der Belastbarkeit eines Moor-Ökosystems.

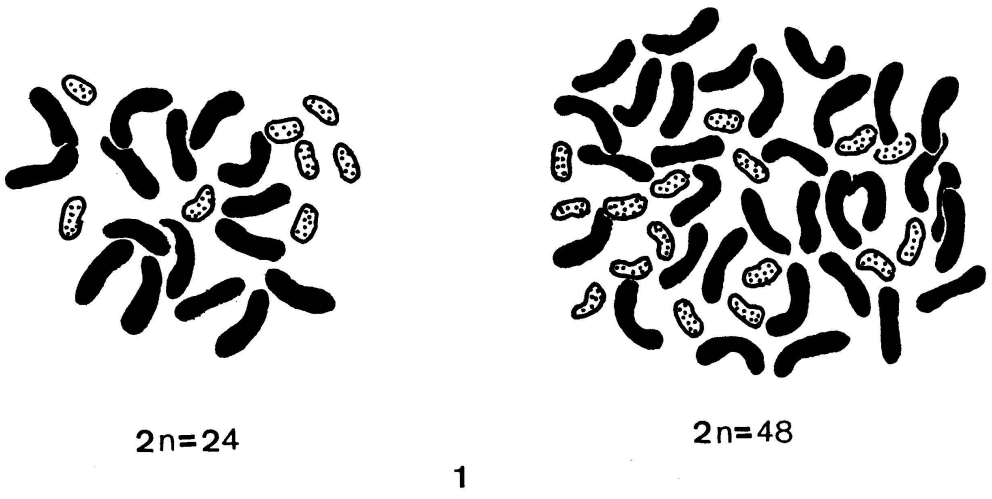
Das Gelingen einer Verpflanzung hängt also nicht nur von der Art der Pflanzengesellschaft, von der Qualität der Vorbereitungen und vom Verpflanzungsvorgang selber ab, sondern es ist auch bestimmt durch nachträgliche Standortsveränderungen, einschliesslich der Umgebung, der Homogenität auf der Fläche, der Abpufferung von äusseren Einflüssen und dem Unterhalt. Unter diesen Gesichtspunkten und Voraussetzungen kann eine solche Operation durchgeführt werden. Immer aber ist sie eine letzte Notlösung und keinesfalls ein Freipass für Rücksichtslosigkeit bei technischen Projekten, die Nass-Standorte berühren.

4. Martin Meyer (Geobotanisches Institut ETH Zürich): Ökologische Untersuchungen an insubrischen Trockenwiesen auf Karbonatgestein

Zusammenfassung: Im insubrischen Bereich, zwischen Langen- und Gardasee, wurde eine den Bromion-Wiesen ähnliche Trockenrasengesellschaft auf Kalk untersucht: das Andropogonetum grylli insubricum. Diese anthropogene Ersatzgesellschaft verlangt folgende allgemeine, unabhängige ökologische Faktoren: insubrisches Klima, karbonathaltige Unterlage, besonderes Relief, offene, weder verbuschte noch bewaldete Flächen. Zudem müssen drei unmittelbar wirkende Faktoren, nämlich periodischer Wasserstress, anthropogene Beeinflussung und relativ hohe Strahlungswerte in den Monaten Oktober bis März gegeben sein, damit sich diese Gesellschaft einstellt oder erhalten bleibt.

5. Krystyna Urbanska-Worytkiewicz et Elias Landolt (ETH Zürich): Hybridation naturelle entre Cardamine rivularis Schur et C. amara L., ses aspects cytologiques et écologiques

Quatre cytotypes bien différents ont été trouvés dans une station alpienne à Urnerboden (la région de Klausenpass): deux diploïdes (2n = 16), l'un représentant le type de C. rivularis, l'autre – celui de C. amara. De plus, deux cytotypes hybridogènes, un triploïde (2n = 24, Fig. 1) dominant la population, l'autre – hexaploïde (2n = 48, Fig. 2). Tout porte à croire que les diploïdes du type de C. rivularis, les triploïdes et les hexaploïdes ont des chances de se perpétuer grâce à des mécanismes cytologiques fort variés: à part la méiose normale chez les diploïdes, la ségrégation polarisée ainsi que la production des gamètes non-réduits chez les triploïdes, ces trois phénomènes suivis de toute la gamme de croisements bien diversifiés (allogamie, rétrocroisements des hybrides triploïdes avec C. rivularis, croisements entre les triploïdes et les hexaploïdes). A cela il faut ajouter que la propagation végétative des hybrides est très importante. En considérant tous ces facteurs, on peut mieux comprendre l'abondance si frappante des hybrides dans la station.



Hybrides d'Urnerboden. 1. Mitose de racine chez le triploïde. 2. Mitose de pièce florale chez l'hexaploïde. En plein, les chromosomes du type C. rivularis; en pointillé, ceux du type C. amara. env. 6000 ×.

Il semble bien significatif que les hybrides d'Urnerboden prospèrent presque exclusivement dans un milieu fortement influencé par l'activité humaine (drainage, fertilisation, fauchage, pâturage). La station d'Urnerboden représente bien ce que l'on peut nommer à la fois une station intermédiaire et une station «hybridisée». Autrefois, l'intervention humaine y avait altéré, sans doute, des communautés anciennes donnant à un hybride une chance de survivre. D'autre part, les activités humaines variées, répétées d'un an à l'autre, ont abouti à la diversification écologique de la

station: il y a des prairies de fauche fertilisées et non pâturées, des pâturages ouverts, des conduits de drainage, etc. De cette manière, les hybrides triploïdes non seulement ont eu de la chance de se stabiliser mais aussi ont pu donner naissance aux amphiploïdes qui sont fort probablement en train de se répandre dans la station. On peut admettre que la station d'Urnerboden offre un exemple fort instructif, pour ainsi dire modèle, du contrôle exercé par le milieu sur l'hybridation naturelle.

6. Dr. Ad. Ischer (Neuchâtel): Recensement de la flore suisse dans la région neuchâteloise: réflexions et constatations

L'auteur annonce que sa communication ne revêtira pas la forme d'un exposé scientifique mais qu'il s'agit de réflexions sur la méthode et de constatations provisoires faites sur deux secteurs (125 et 137) parmi les quelques centaines que compte, sur le plan national, cette recherche. C'est au professeur M. Welten, de Berne, et à son équipe qu'il appartiendra de publier les résultats de ce travail.

De 1869, date de parution du supplément de la «Flore du Jura» de Ch. H. Godet à 1941 la flore de notre canton s'est enrichie de 220 espèces nouvelles: 54 spontanées qui avaient échappé à la sagacité de Godet et de ses prédécesseurs, 80 adventives et accidentelles qui permettent d'étudier les courants d'immigration de la flore et 86 naturalisées et subspontanées sans grand intérêt.

Durant la même période notre flore s'est appauvrie d'un certain nombre d'espèces, nombre difficile à chiffrer car il est quelquefois délicat d'affirmer qu'une espèce a disparu...

Comment, pendant ces trente dernières années, a continué d'évoluer notre flore? Avant de répondre à cette question, quelques réflexions sur le recensement actuel.

Décidé par la Commission phytogéographique de la SHSN, mis en chantier par sa sous-commission de cartographie, il se propose de donner une image aussi précise que possible de la répartition spatiale de la flore suisse. Le territoire a été divisé, non point en carrés arbitraires, mais en secteurs naturels d'environ 100 km^2. Le travail consiste à biffer, sur un dépliant ad hoc (merveille de réduction!) celles rencontrées dans le secteur des 2800 espèces de la flore helvétique. La recherche est judicieusement organisée par le professeur Welten et nous sommes régionalement aidés par une assistante Mme M.-M. Duckert, attachée à l'Institut de botanique de notre Université, qui revoit exemplaires frais et exsiccata.
Quelques réflexions:

- Constatons le peu de contacts qu'ont les chercheurs voisins, talonnés par le souci de parcourir leur propre territoire et la rareté des réunions de travail organisées par le bureau local.
- Remarquons que la topographie accidentée du Jura neuchâtelois nous limite dans nos explorations: ravins, rochers, vires, marécages.

- Calculons que pour parcourir «en tirailleur», avec un angle de vision de 10 m un secteur, c'est 100 km de marche par km^2, c'est 10 000 km par secteur! Ces chiffres montrent bien l'impossibilité de fouiller véritablement un secteur. Heureusement que les progrès de la sociologie végétale nous orientent vers les cortèges floristiques des diverses associations. Nous avons personnellement établi une liste de «manco», d'espèces qui «doivent» exister... Nous arrivons respectivement à 120 et 160 espèces.
- Regrettons que le travail soit limité dans le temps. Comme nos voisins de secteurs (MM. W. Jeanneret et R. Paroz) nous continuerons notre travail.
- Regrettons enfin que nous n'ayons pas l'obligation, sauf dans le cas de découvertes insignes, d'indiquer le lieu précis de nos observations. Mes collègues et moi l'avons fait (personnellement 5000 indications de localités). Puisqu'un excellent dispositif est mis en place sur le plan national, on aurait pu arriver à la révision des flores régionales.

Il est rare, tant nos devanciers ont bien travaillé, de trouver actuellement une espèce nouvelle. La flore forestière (climax) s'est bien maintenue, ainsi que celle de certaines associations spécialisées, rochers, éboulis. Par contre la flore des marécages, des tourbières, des rives, s'est terriblement appauvrie. Les défrichements, les drainages, les remaniements parcellaires en sont la cause. Même les pâturages sont de plus en plus soignés et traités. La flore des garides du Vignoble disparaît par l'éclatement des agglomérations.

Jusqu'en 1939, nous l'avons vu, la diminution des espèces indigènes était largement compensée par l'arrivée des adventices (routes, voies ferrées, cultures). Le traitement des graines, l'emploi massif des herbicides, un souci exagéré de «propreté helvétique»; dans les propriétés et les week-ends la triste mode du gazon anglais, font beaucoup de tort, non seulement à la flore anthropophile, mais à la flore indigène.

S'il y a appauvrissement, il y a par contre uniformisation de la flore, par un enrichissement appréciable des régions montagneuses par les plantes de plaine (le contraire est moins fréquent). C'est dû à la circulation routière et ferroviaire, aux transports de terre, aux déplacements des engins du génie civil. Nous en avons des exemples frappants.

Terminons par une note optimiste: grâce aux efforts des sociétés de protection (L.N.P.N.: 4500 membres!), grâce aux initiatives de l'Etat, grâce au civisme des citoyens, notre canton compte plus de 30 réserves et biotopes protégés, en plus des crêtes et des rives.

7. Necmettin Zeybek (Izmir): Einige ätherische Ölpflanzen von der Türkei

Viele ätherische Öle dienen in der Pharmazieindustrie zur Aromatisierung von Medikamenten. Alle kosmetischen Präparate wurden mit den ätherischen Ölen parfümiert. Auch zur Herstellung von Genuss- und Nahrungs-

mitteln werden manche ätherische Öle verwendet. Wie wir wissen, sind die ätherischen Öle im Leben der Menschen sehr wichtig. In der Türkei wachsen zahlreiche ätherische Ölpflanzen sehr gut; man muss allerdings genaue Untersuchungen durchführen. Diese Mitteilung beschränkte sich auf *Rosa damascena L., Lavandula stoechas L., Laurus nobilis L.* und *Spartium junceum L.*

Symposium:

«Equilibre écologique de la forêt»

Organisé avec la collaboration de la Société suisse de physiologie végétale

Samedi, 12 octobre / Samstag, 12. Oktober

1. L.-A. Favre (inspecteur cantonal des forêts, Neuchâtel): Problèmes forestiers dans le Jura neuchâtelois

Introduction

C'est très volontiers que j'ai accédé à la demande de votre président, le Professeur Louis Fauconnet, d'exposer à la Société botanique suisse, section de la Société helvétique des sciences naturelles, les problèmes forestiers du Jura neuchâtelois. Mon acceptation a été d'autant plus spontanée que, d'une manière générale, le corps forestier de notre canton se trouve dans l'heureuse situation de ne pas connaître de problèmes graves au même titre que d'autres régions de la Suisse. Ce privilège, il le doit à Henry Biolley, sylviculteur de renommée mondiale, qui a marqué de sa forte personnalité et de sa prescience la sylviculture neuchâteloise.

1. *Mode de traitement traditionnel: «Le jardinage cultural»*

Introduit en 1880 par Biolley au Val-de-Travers, puis généralisé dans la majeure partie des forêts neuchâteloises, le jardinage est le mode de traitement visant à créer puis à maintenir en état d'équilibre la structure irrégulière des peuplements. Faisant la synthèse des définitions données par Biolley et Ammon, on peut caractériser la forêt jardinée comme suit:

C'est une forêt composée des essences autochtones et dont la durée de vie est illimitée. En cela elle diffère foncièrement de la futaie régulière soumise périodiquement à la coupe définitive. Le matériel sur pied qui se répartit sur toute sa surface ne subit pas de fluctuations sensibles. Toute la hauteur occupée de l'atmosphère est en permanence plus ou moins remplie de chlorophylle. La production en matière est continue. Le rajeunissement naturel n'est interrompu nulle part pour un temps prolongé. On

rencontre sur une même surface et dans le même temps tous les stades de développement, tous les âges, ou mieux encore, toutes les étapes de vie depuis la plantule jusqu'à l'arbre vétéran. Toute récolte de bois est prélevée par voie de sélection qui se répète avec continuité et tend à former ainsi un peuplement d'élite de durée illimitée. Il n'existe ni front de coupe, ni liquidation de peuplement.

De toutes les formes de peuplement, c'est la futaie jardinée qui garantit le mieux la conservation du sol, et en assure le mieux l'utilisation, puisque ce sol ne chôme jamais, ni en surface, ni en aucune partie de sa profondeur; c'est celle surtout qui met le mieux à profit les ressources contenues dans l'atmosphère.

Convenant particulièrement à la culture du sapin, de l'épicéa et du hêtre, le jardinage cultural s'est révélé comme étant le mode de traitement idéal dans les associations végétales naturelles représentées dans les vallées et dans les régions élevées du Jura neuchâtelois, c'est-à-dire dans la majorité de la surface boisée du canton, laquelle totalise 26500 ha. Nous pensons particulièrement à la hêtraie à sapin. Dans la hêtraie pure, le succès de la régénération ne sera toutefois assuré qu'en pratiquant ce qu'on appelle le «jardinage concentré».

Les essences héliophiles (pin, mélèze, chêne, érable, orme, etc.) sont faiblement représentées dans nos forêts. Leur culture oblige à recourir à des méthodes différentes, dont nous pensons qu'elles peuvent cependant être affinées dans la plupart des cas et s'apparenter au jardinage concentré.

2. *Moyen d'investigation et de contrôle*

2.1. Aménagement forestier par la Méthode du contrôle

Il ne suffit pas de vouloir traiter les forêts en jardinage, encore s'agit-il de déterminer les composantes de l'équilibre écologique propre à chaque station et de vérifier si l'action du sylviculteur tend bien vers la réalisation de l'état d'équilibre recherché. Il s'agit là d'une œuvre de longue haleine. Moyen à disposition: la Méthode du contrôle, imaginée par le forestier français Gurnaud mais réalisée et adaptée aux nécessités de la gestion forestière par Henry Biolley. Elle est basée sur l'inventaire périodique des peuplements, l'analyse comparative des résultats enregistrés, le calcul de l'accroissement ligneux et la détermination de la possibilité, c'est-à-dire du volume qu'il est nécessaire d'exploiter pour faire évoluer les peuplements vers le but fixé.

Mise en application par Biolley dès 1890, la Méthode du contrôle – qui est un moyen d'investigation expérimental – n'a rien perdu de son actualité. Au contraire, son intérêt croît avec la répétition des révisions des plans d'aménagement. Le Val-de-Travers constitue de la sorte le berceau du jardinage contrôlé.

2.2 Cartes phytosociologiques

Grâce au travail remarquable exécuté par M. J.-L. Richard, ingénieur forestier, naguère adjoint à l'inspection cantonale des forêts, actuellement professeur d'écologie végétale aux Universités de Neuchâtel et de Fri-

bourg, le service forestier est doté depuis plus de dix ans de descriptifs et de cartes phytosociologiques couvrant la totalité des forêts de notre canton. Cette documentation scientifique du plus haut intérêt est un guide précieux pour le sylviculteur, spécialement lors de l'élaboration de projets de reboisement ou de reconstitution forestière.

Il m'a été demandé de répondre à une première question: «Comment exploiter une forêt sans compromettre son équilibre écologique à long terme?»

Fort de l'expérience bientôt centenaire corroborée par les moyens techniques et scientifiques qui ont été mis en œuvre par la suite, on peut répondre sans ambage comme suit: par un traitement jardinatoire contrôlé respectueux des données fournies par la phytosociologie végétale.

3. *Problèmes forestiers*

Abordons maintenant les problèmes qui se posent aux forestiers de ce canton. Citons en cinq:

- transformation de peuplements
- dégâts causés par le gibier
- régression du rendement en argent des forêts
- exigences posées à la forêt d'accueil
- critiques à l'égard de l'exploitation forestière.

3.1 Transformation de peuplements

Sur le versant Sud de la 1re chaîne du Jura l'on rencontrait et l'on rencontre encore des peuplements non adaptés aux conditions de station, à savoir des sapinières anémiées et trop âgées. Favorisé pour des motifs économiques bien avant que le service forestier ne fut institué, le sapin constituait au siècle passé des futaies équiennes très prometteuses. En prenant de l'âge, elles devinrent les victimes du gui et des bostryches et dépérirent à vue d'œil à la suite des années de sécheresse de 1945, 1947 et 1949. Ces circonstances obligèrent le sylviculteur à opérer de vastes réalisations de peuplements et à exécuter de coûteux projets de reconstitution dont les résultats sont d'ailleurs remarquables, aussi bien à la Montagne de Boudry qu'à Chaumont, grâce aux soins apportés au choix des essences introduites. La restauration de ces sapinières est en bonne partie achevée. Elle se poursuit encore sur des surfaces restreintes.

Sur les versants Sud de la 1re et de la 2e chaînes du Jura, les hêtraies furent longtemps exploitées en taillis pour la production de bois de chauffage. Progressivement transformés en futaies par voie indirecte, c'est-à-dire par vieillissement, ces anciens taillis forment aujourd'hui des peuplements de peu de valeur, à faible accroissement et fournissant des produits dont la commercialisation est peu intéressante. Leur transformation s'impose. Elle se fait par voie naturelle partout où la régénération naturelle des essences autochtones est assurée. Là où elle est anéantie par le gibier, le forestier se voit dans l'obligation de procéder par plantation. Il est alors tenté de recourir au moyen le plus efficace: l'emploi exclusif de

l'essence la plus résistante – l'épicéa – même si cette dernière n'est pas toujours en station et encore est-il nécessaire de protéger les jeunes plantations au moyen de répulsifs chimiques. Mis à part ce traitement ainsi que la protection des grumes contre les dégâts des bostryches liserés, l'emploi de toxiques n'est pas admis dans nos forêts.

En dehors des régions précitées, le Val-de-Ruz connaît aussi certains problèmes dus au dépérissement des sapins attaqués par le gui et à la dépréciation d'épicéas atteints de pourriture (peuplements trop âgés parcourus naguère par le bétail).

3.2 Dégâts causés par le gibier

Par suite d'un protectionnisme excessif, les chevreuils – qui étaient fort rares il y a un demi-siècle – se sont multipliés au point que durant les années 1950 à 1960 des centaines de bêtes ont lamentablement crevé par suite de maladies consécutives à la surpopulation. Les rajeunissements naturels de la plupart de nos essences forestières ont subi à cette époque d'énormes dégâts. Après une accalmie, le service forestier constate depuis quelques années une recrudescence inquiétante des dégâts dus à une nouvelle augmentation des chevreuils dont l'inspecteur de la chasse déclarait il y a quelques jours qu'il en estimait le nombre entre 1500 et 2000.

Fort inégalement répartis, les chevreuils causent d'importants dégâts dans certaines forêts, alors que d'autres sont indemnes. Dans la réserve naturelle du Creux-du-Van, on ne trouve au-dessus de la cote 1000 m pratiquement aucun sapin de moins de 30 ans, conséquence de la surpopulation qui existait il y a quinze ans. Quand bien même les chevreuils n'atteignent pas actuellement le plafond de 5 unités par km^2 fixées par arrêté cantonal, les jeunes semis de sapin sont systématiquement abroutis et anéantis.

Les dégâts du chevreuil constituent le problème numéro 1 du service forestier dans certaines régions du canton. Si une solution n'est pas trouvée, la prolongation de ce déséquilibre entre faune et végétation forestière conduira à l'éradication de certaines essences parfaitement en station avec toutes les conséquences que cela implique sur le plan écologique.

A noter que les chamois – environ 500 dans le canton – commencent à occasionner des dommages aux jeunes arbres, particulièrement aux érables, sorbiers et alisiers et que quelques espèces botaniques sont en voie de disparition.

3.3 Régression du rendement en argent des forêts

De 1935 à 1962 le rendement en argent des forêts s'est progressivement amélioré. Depuis lors, et jusqu'en 1973, la stagnation des prix de vente des bois et la hausse continuelle des frais d'exploitation ont entraîné une érosion rapide du rendement net. Pour un certain nombre de propriétaires, les bénéfices d'antan se sont transformées en déficits. Dans de telles conditions, il est difficile au service forestier de convaincre les propriétaires de continuer à entretenir leurs forêts, c'est-à-dire d'assumer un

traitement cultural (coupes, éclaircies, soins culturaux, plantations) et de maintenir en bon état les voies de desserte. Puisse la revalorisation intervenue cette année augurer favorablement de l'avenir!

3.4 Exigences posées à la forêt d'accueil

La récession du rendement financier a coïncidé avec un afflux croissant de touristes avides de grand air. Si sympathique que soit ce retour à la nature, cette manifestation de masse n'en a pas moins causé de nombreux désagréments aux propriétaires forestiers: piétinement du sol, anéantissement des semis naturels, dégâts de toutes sortes aux arbres, détérioration des chemins par les véhicules à moteur, abandon de déchets et dépôt d'ordures, etc.

Des mesures ont dû être prises:

- mise en vigueur de réglementations et d'interdictions diverses;
- exécution d'aménagements touristiques (places de parc, de pique-niques, de jeux);
- éducation du public.

Les deux premières catégories de ces mesures impliquent des dépenses qui viennent encore grever les budgets forestiers.

Reconnaissons en toute franchise que les forêts neuchâteloises sont relativement peu touchées du fait que la population jurassienne est par essence respectueuse de la forêt et que notre canton n'abrite pas de grandes villes.

3.5 Critiques à l'égard de l'exploitation des forêts

Sensibilisé par les problèmes de la protection de l'environnement, l'homme d'aujourd'hui a tendance à réagir à toute intervention humaine dans les «zones vertes». Reconnaissons que de telles réactions sont saines, mais aussi que leur motivation reste souvent confuse pour ne pas dire inconsistante ou même inexistante. Celui dont l'activité ne s'exerce pas dans le secteur primaire a tendance à considérer la forêt comme un élément statique au sein de la nature. Il s'insurge facilement contre des interventions sylvicoles même modérées, mais ignore les raisons de telles opérations. Or, l'action du sylviculteur a pour but de diriger la capacité de production et l'évolution de la forêt – dont le caractère dynamique est évident même s'il se manifeste à long terme – en vue de la recherche d'un état d'équilibre qui préservera la forêt des destructions brutales et massives menaçant les peuplements abandonnés à leur sort.

Si l'on s'avisait de mettre un terme à tout traitement, le service forestier se verrait très vite reprocher de tolérer le désordre qui s'instaurerait peu à peu dans les forêts. Fort à propos, la Ligue suisse pour la protection de la nature a reconnu non seulement le bien-fondé mais également la nécessité des interventions culturales et de la récolte des bois en vue d'assurer la conservation de la forêt.

Des critiques seraient parfaitement justifiées si, pour des raisons de rationalisation à courte vue, l'on décidait d'introduire le système des coupes rases. Or, il n'en est pas question. Le traitement jardinatoire – qui a fait ses preuves chez nous depuis bientôt un siècle – sera poursuivi.

Dans la seconde partie de cet exposé, je me suis efforcé de répondre à la seconde question qui m'était posée, à savoir de dresser la liste des problèmes non résolus. Nous avons bon espoir qu'avec l'aide des autorités et du public ces derniers trouveront leur solution.

Conclusion

En guise de conclusion, qu'il me soit permis d'exprimer l'opinion que, dans l'élaboration d'un aménagement du territoire digne de ce nom, la forêt jouera le rôle primordial qui lui est dévolu par sa triple fonction protectrice, productrice et récréative. Et de terminer par cette citation d'Henry Biolley se rapportant au travail du forestier:

«Voilà l'œuvre intelligente du sylviculteur amoureux des choses de la nature, respectueux de ses méthodes; il s'abstient de vouloir brimer la forêt, il la suit dans ses besoins, il coopère à l'application des lois inéluctables de la vie et de la mort, il rend l'évolution vers le mieux plus rapide et ne permet pas à la lutte de s'engager inutilement.»

2. Jean-François Robert (Lausanne): Problèmes forestiers en pays vaudois[1]

Die Vorträge 1. und 2. werden im «Bulletin de la Société Botanique suisse» publiziert.

3. Prof. J. Viera da Silva (Université Paris VII): Aspects physiologiques de la productivité des arbres forestiers. L'influence de la carence hydrique

4. A. Gigon (Geobotanisches Institut ETH Zürich): Gesichtspunkte der allgemeinen Ökologie für kausale ökologische Analysen

In der kausalen Ökologie, das heisst der Wissenschaft, die versucht, das Vorhandensein oder Fehlen ökologischer Phänomene, Syntaxa oder Taxa aufgrund von bestimmten Faktoren und ihrem Zusammenwirken zu erklären, besteht eine Gefahr, im Kreis herum zu denken.

So wird beispielsweise behauptet oder doch impliziert, dass ein hohes Stickstoffangebot im Oberboden eine Ursache für das Vorkommen von Ahorn-Eschen-Wäldern (und nicht Buchenwäldern) ist. Da man die Behauptung aber auch umkehren und sagen kann, dass der Ahorn-Eschen-Wald über den Laubfall und die Mineralisation eine der Ursachen für ein hohes Stickstoffangebot ist (Kreislauf, Rückkopplung), wird klar, dass zwischen den beiden Phänomenen kein Kausalbezug, sondern eine Korrelation besteht. Hohes Stickstoffangebot und Ahorn-Eschen-Wald bedingen einander; sie sind beide Ausbildungsformen eines anderen Faktors, der kausal und unabhängig vom System wirkt, nämlich der Muldenlage im Relief.

---

[1] Les textes des conférences n° 1 et n° 2 seront publiés dans le «Bulletin de la Société botanique suisse».

Die folgenden Gesichtspunkte können helfen, in kausalen ökologischen Analysen logisch und objektiv vorzugehen und erhaltene Einzelinformationen in ein sinnvolles Ganzes einzubauen:

1. Rückführen aller ökologischen Unterschiede auf die primären Ursachen, d.h. auf Unterschiede in den unabhängigen ökosystembildenden Faktoren. Diese sind: das Grossklima, das Relief, das Muttergestein, die Organismen (Fauna, Flora und Mikroorganismenflora) und die Zeit (vgl. Jenny 1941). Gesondert muss der Mensch berücksichtigt werden. Überlegungen zu den (kausalen) Wirkungen, die von diesen Faktoren ausgehen, bilden ein logisches Gerüst für alle folgenden Untersuchungen. Dies ist in Fig. 1 dargestellt.

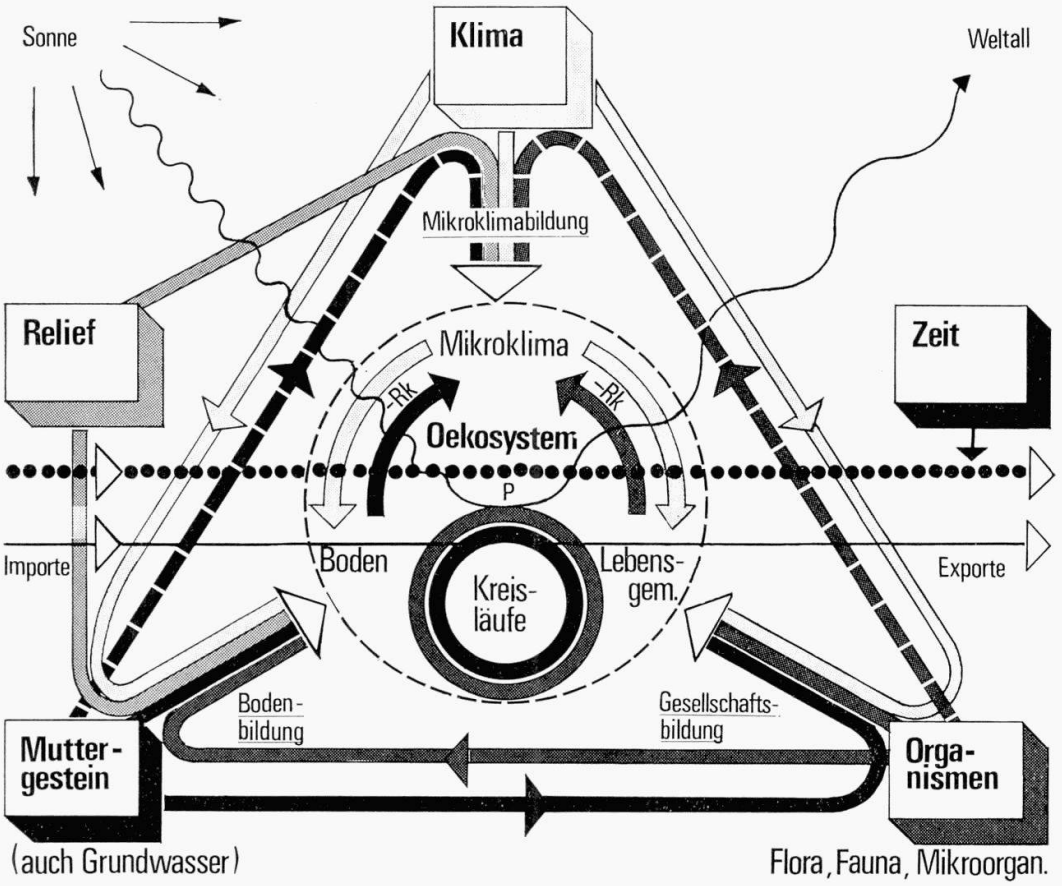


Fig. 1 Die 5 unabhängigen, ökosystembildenden Faktoren (vgl. Jenny 1941; in den Kästchen dargestellt) und die 3 ökosystembildenden Prozesse (unterstrichen). In einem reifen Land-Ökosystem können 3 Subsysteme unterschieden werden: Lebensgemeinschaft, Mikroklima und Boden, die in stabilisierender Wechselwirkung (= negative Rückkopplung = —Rk) miteinander stehen; eine davon sind die Stoffkreisläufe. Zudem bestehen Fliessgleichgewichte der Stoffe und der Energie (und der Information?). Die Photosynthese (P) ist der Antriebspunkt vieler Stoffkreisläufe und -flüsse. Die ausschlaggebene Rolle des Menschen in vielen Ökosystemen ist in der Abbildung nicht dargestellt.

2. Ermittlung, ob zur Lösung des betreffenden Problems das Erhaltenbleiben, das Entstehen oder mögliche Veränderungen des ökologischen Phänomens zu untersuchen sind. Das Erhaltenbleiben beinhaltet korrelative Beziehungen zwischen den einzelnen Faktoren, negative Rückkopplungen und auf der Ökosystem-Stufe eine «innere Kontrolle» (vgl. Fig. 1 und Odum 1971). Das Entstehen oder Veränderungen beinhalten Kausalbeziehungen, positive und negative Rückkopplungen und eine «äussere Kontrolle», nämlich durch die ökosystembildenden Faktoren.
3. Erarbeitung mehrerer Modelle der korrelativen bzw. kausalen Beziehungen, die das ökologische Phänomen erklären können, bevor mit den Messungen und Experimenten begonnen wird. Dadurch bleibt der Forscher offen und objektiv.
4. Die Frage nach dem wichtigsten Faktor ist im allgemeinen nicht beantwortbar, da kybernetische Systeme, also auch ökologische Zusammenhänge, nicht auf einen einzigen Parameter zurückgeführt werden können. Als Notbehelf seien drei Analysenmethoden vorgeschlagen, die erlauben, sich ein Bild von einem «wichtigsten Faktor» zu machen:
   - die Häufigster-Faktor-Analyse geht von der Tatsache aus, dass für jedes ökologische Einzelphänomen wieder eine andere Faktorenkonstellation verantwortlich ist. Als wichtigster Faktor kann derjenige angesehen werden, der in den meisten dieser Konstellationen vorkommt (vgl. Gigon 1971).
   - die Sensitivitätsanalyse beruht auf der Annahme, dass derjenige Faktor als wichtigster anzusehen ist, auf dessen Veränderung das ökologische Phänomen am sensibelsten, d.h. am stärksten reagiert.
   - die vergleichende Wisconsin-Ordination mit Korrelation zu den Standortsfaktoren (vgl. Bray und Curtis 1957) geht von der Annahme aus, dass der Faktor, der mit der Ordination am stärksten korreliert ist, der wichtigste ist.

Eine detaillierte Untersuchung der Frage, inwiefern die Standortsfaktoren kausal oder korrelativ wirken, sowie Gesichtspunkte für die angewandte Standortskunde werden in Gigon (1975) gegeben. In einer späteren Publikation wird das Problem der Ermittlung eines «wichtigsten Faktors» ausführlich behandelt werden.

Literatur

Bray, J.R. und Curtis, J.T., 1957: An Ordination of the Upland Forest Communities in Southern Wisconsin. Ecol.Monogr. 27, 325–349.

Gigon, A., 1971: Vergleich alpiner Rasen auf Silikat- und auf Karbonatboden. Veröff. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich 47, 159 S.

Gigon, A., 1975: Über das Wirken der Standortsfaktoren; kausale und korrelative Beziehungen in jungen und in reifen Stadien der Sukzession. Mitt. Eidg. Anst. forstl. Vers'wes. 51, H.1. (ca. 10 S.).

Jenny, H., 1941: Factors of Soil Formation. New York und London, 281 S.

Odum, E.P., 1971: Fundamentals of Ecology. Saunders, Philadelphia, 574 S.

5. J. Burnand (Geobotanisches Institut ETH Zürich): Ecologie comparée des forêts de chênes pubescents et de pins sylvestres du Valais central

La compétition entre *Quercus pubescens* et *Pinus silvestris* en Valais central – exemple du phénomène très général de la relation de compétition entre caducifoliés et pinoïdes – dépend en gros de 2 facteurs:

1. du climat (rayonnement): le chêne évite les stations à trop forte continentalité où, simultanément, le rayonnement est faible.
2. de l'influence humaine qui a duré des siècles et qui, en général, a favorisé le pin. Depuis quelques décennies, cette influence ayant cessé, l'évolution vers une forêt potentielle dominée par le chêne a repris.

6. Chr. Roth (Geobotanisches Institut ETH Zürich): Ökologische Untersuchungen im Grenzbereich Buche-Föhre im Schweizer Mittelland

Das *Molinio-Pinetum silvestris* wird wesentlich durch den besonderen Wasserhaushalt im Boden an der Weiterentwicklung zu einem Buchenwald gehindert. Das herrschende Gleichgewicht wird dadurch aufrechterhalten, dass die Dominanz der Grasartigen und der Föhre gesichert wird durch:

1. die geringe Menge an pflanzenverfügbarem Wasser,
2. die extrem wechselnden Feuchtigkeitsbedingungen und
3. die Verunmöglichung der Bodenbildung.

7. Chr. Leuthold (dipl. Forsting. ETH Zürich): Ökologische Untersuchungen zur Verbreitung der Eibe (Taxus baccata) in der Schweiz

Aufgrund ihrer Kälteempfindlichkeit meidet die Eibe extrem kontinentale Gebiete. Im ozeanischen Klimabereich der Schweiz besiedelt sie in zweierlei Hinsicht eine ökologische Nische:

1. als niederwüchsiger Nebenbestandesbaum unter dem Kronendach der herrschenden Bäume,
2. zwischen den produktiven Standorten der Buche und den extremen, wechseltrockenen Föhrenstandorten.

Das Ausklingen der Eibe gegen bessere Buchenstandorte hin ist vor allem eine Frage der Konkurrenz (Lichtminimum im Buchenbestand, Wildäsung, Bewirtschaftung), das Zurückbleiben der Eibe auf den relativ besseren Standorten gegen die armen Föhrenwälder hin ein physiologisches Problem (Wasserstress, Nährstoffmangel).

Aufgrund ihrer ökologischen «Kompromiss-Strategie» als weichnadliger, immergrüner Nadelbaum ist die Eibe geradezu eine ideale Nebenbestandesart. Es ist daher fast nur durch die menschlichen Einflüsse erklärbar, dass sie in ihrer häufig auftretenden ökologischen Nische nicht wesentlich häufiger vorkommt.

8. Dr. L. Bardet (Lausanne): La vocation des stations forestières

On appelle «station», un espace qualifié, c'est-à-dire incluant les caractéristiques propres de cet espace, telles que les caractéristiques de son sol, la morphologie du terrain, le climat de cette micro-région, etc.

Parler de la «vocation d'une station» me paraît incomplet, voire utopique, si l'on n'y incluait pas l'influence exercée par l'homme. On pourrait ainsi définir «la vocation d'un espace»: type d'affectation conforme à une gestion raisonnable du milieu et aux besoins de l'homme.

Une gestion raisonnable du milieu doit obligatoirement tenir compte des caractéristiques des stations qui le composent. Les divers types d'utilisation possibles doivent être choisis en tenant compte de la capacité de production propre au milieu. Doivent être absolument exclus ceux qui présentent des risques de dégradation du milieu (p.ex., les monocultures résineuses sur les grès quartzeux doivent être abandonnées, à cause du risque de podzolisation des sols, en particulier en climat humide).

Il est p.ex. parfaitement possible d'imaginer, pour une station donnée, diverses affectations possibles telles que: polyculture céréalière, culture forestière intensive, prairies pour pâtures de plaine, etc.

Comment définir les besoins de l'homme? Il y a tout d'abord un besoin de production, en matériaux (bois) et en nourriture (agriculture). De plus il y a divers besoins que je qualifierai globalement comme les désirs de délassement, ou de détente. L'ensemble des besoins de l'homme ne peuvent pas s'exprimer indifféremment sur n'importe quel espace. Les productions doivent se localiser en priorité dans les stations à haute capacité de production. Les loisirs ne peuvent être concentrés que sur des surfaces proches des zones fortement urbanisées.

On peut donc sans peine remarquer que la vocation d'une station est une solution de compromis tenant compte de la possibilité d'utiliser la capacité de production de cette surface et des divers besoins qu'elle est susceptible de satisfaire. La vocation est donc l'expression d'un choix délibéré.

La gestion de l'aire forestière est fréquemment critiquée dans la mesure où de nombreuses personnes ou mouvements d'opinion tentent de minimiser le rôle de production de celle-ci, tout en exagérant son rôle d'accueil ainsi que la nécessité de conservation des biotopes.

En définissant clairement les espaces forestiers ainsi que la vocation prioritaire qui leur est respectivement attribuée, on contribuerait grandement à calmer les esprits, tout en facilitant le travail du forestier qui aurait, pour chaque aire forestière, un but bien défini à atteindre. En effet, à chaque vocation prioritaire correspond un type de gestion et un modèle de traitement de la forêt adapté au but fixé.

L'on pourrait, par exemple, distinguer les 5 vocations prioritaires suivantes:

- les aires forestières de production intensive (ligniculture),
- les aires forestières de production traditionnelle,

- les aires forestières de protection,
- les aires forestières à but d'accueil et d'agrément,
- les réserves naturelles forestières.

Localiser spatialement des aires forestières à vocation définie me paraît représenter une démarche nécessaire à la mise sur pied d'une saine gestion du domaine forestier, conforme aux multiples besoins auxquels elle doit satisfaire de manière équilibrée.

9. J. Caputa (Station fédérale de Recherches agronomiques de Changins, Nyon): Zones marginales de la forêt

Les zones marginales de la forêt se manifestent par l'apparition de terres en friche. Il s'agit de terrains dont l'utilisation a été abandonnée par les agriculteurs et les forestiers n'en veulent pas. Ces terres en friche augmentent rapidement, surtout dans les zones difficiles de montagne.

D'après le Dr Surber et ses collègues[1] (1973), on a actuellement en Suisse 80 000 ha de terres en friche, on estime qu'on en aura 260 000 ha en l'an 2000. La productivité du sol est variable suivant l'altitude; en moyenne, on peut obtenir sur les herbages une production de 55 kg/ha de matière sèche par jour de croissance. Or, la durée de végétation diminue de 8–9 jours à chaque élévation de 100 m d'altitude.

Les terres en friche sont en général d'une vocation herbagère. Il est nécessaire de les réintégrer dans les zones agricoles et d'y développer la production animale, car les régions de la plaine doivent être réservées pour produire des aliments pour l'homme. Cependant, il ne faut pas faire d'agriculture n'importe où et à n'importe quel prix.

Dans les zones de terres en friche, il y a une certaine proportion de terrain inutilisable pour l'agriculture. Les directives suivantes peuvent être données pour la réutilisation des terres en friche:

a) avant d'engager une réutilisation des terres en friche, il faut effectuer des études agronomiques pour définir les limites des terres agricoles et non agricoles
b) dans la zone agricole, on définira les deux secteurs agricoles suivants:
   - terres mécanisables, destinées aux cultures et à la préparation de la réserve du fourrage pour la période hivernale
   - pâturages, destinés à la nutrition des animaux pendant la période d'été
c) tenant compte de la détermination des rendements dans les zones d'altitude, l'exploitant n'a pas un potentiel suffisant pour l'investissement, l'équipement du pâturage (clôtures, adduction d'eau, abreuvoirs, etc.); il ne peut pas être à la charge de l'exploitant seulement

[1] Surber, E., Amiet, R. und Robert, H.: Das Brachlandproblem in der Schweiz. Ber. 112, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen 1973.

d) l'intensification de l'exploitation doit être adaptée à l'équipement et au cheptel du domaine
e) les conditions du climat et du sol étant favorables à la production herbagère, il est préférable d'utiliser le cheptel bovin plutôt que les moutons
f) enfin, dans chaque exploitation – bovine ou ovine – on doit respecter le rythme de végétation afin d'éviter la dégradation de la flore.

4. Sektion für Chemie

Schweizerische Chemische Gesellschaft
Société Suisse de Chimie
Società Svizzera di Chimica

Präsident: Dr. Otto Isler, c/o Hoffmann-La Roche AG, Grenzacherstrasse 124, 4002 Basel
Sekretär: Dr. Paul Zeller, c/o Hoffmann-La Roche AG, Grenzacherstrasse 124, 4002 Basel

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Vorträge Gruppe A / Communications série A, Anorganische Chemie / Chimie inorganique

Freitag, den 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

1. Guido Schetty und Eginhard Steiner (Ciba-Geigy AG, Basel): «Die Aufklärung der Isomerie-Ursachen bei äquatorial koordinierten 2:1-Arylazo-Co(III)-Komplexen mit Hilfe der kernmagnetischen Protonenresonanz»
2. Alfred Wehrli (ETH Zürich): «Schwingungsspektroskopische Untersuchungen an Komplexen»
3. John H. Ammeter, Niklaus Oswald und René Bucher (ETH Zürich): «Elektronenspinresonanzstudien von Sandwichkomplexen mit orbitalentarteten Grundzuständen»
4. G. Anderegg (ETH Zürich): «Thermodynamik der Komplexbildung mit macrocyclischen Liganden»
5. W. Schneider, R. Blöchlinger, K. Kläntschi, H.P. Schluep, Ch. Stern (ETH Zürich): «Der Mechanismus der Bildung von Metallporphyrinen»
6. A. Schoder und W. Schneider (ETH Zürich): «Metallaustausch von Zink- und Eisenporphyrinen»
7. O. Haas und A. v. Zelewsky (Université de Fribourg): «Kobalt(III)-Komplexe mit Radikalliganden»
8. J.Cl. Landry, J. Buffle, W. Haerdi (Université de Genève): «Contribution à l'étude des hydroxocomplexes de Fe(III) en milieu aqueux»
9. W. Marty und L.M. Venanzi (ETH Zürich): «Metallkomplexe eines trans-überbrückenden bidentaten Phosphinliganden»

10. M. Wermeille und K. Bernauer (Université de Neuchâtel): «Isoméries et stéréochimie de complexes macrocycliques du nickel (II)»

11. A. Dell'Anna, F.P. Emmenegger, C.W. Schläpfer (Université de Fribourg): «Ramanspektroskopische Untersuchung von gasförmigen Übergangsmetallhalogenid-, Aluminiumhalogenid-Komplexen»

12. F.P. Emmenegger (Université de Fribourg): «Die Stabilität von Gasphasenkomplexen»

Samstag, den 12. Oktober / Samedi 12 octobre

13. M. Zobrist und A. v. Zelewsky (Université de Fribourg): «EPR-Spektren in nematischen Phasen»

14. H.U. Güdel (Universität Bern): «Spektroskopische Untersuchungen an antiferromagnetischen zweikernigen Chrom(III)-Komplexen»

15. Mario Valloton und André E. Merbach (Université de Lausanne): «Spectres électroniques d'adduits octaédriques d°»

16. François Chastellain und André E. Merbach (Université de Lausanne): «Comportement dynamique des hydroxyéthyliminodiacétates de praséodyme»

17. Th.A. Kaden und A. Zuberbühler (Universität Basel): «Kinetik der Protonierung und Deprotonierung der an Cu(II) und Ni(II) koordinierten Amidgruppe»

18. A. Salzer (Universität Zürich): «Neue Protonierungsreaktionen an Sandwich- und Halbsandwich-Komplexen»

19. J.-P. Kummer, A. Delay und P. Lerch (EPF Lausanne): «Etude cristallographique et traitement thermique du phosphate octocalcique obtenu par double décomposition»

20. H. Do Duc und P. Tissot (Université de Genève): «Etude de la corrosion d'alliages étain-mercure»

21. D. Tune und H. Werner (Universität Zürich): 'Synthesis and Structure of a New Class of Binuclear Palladium Complexes'

Vorträge Gruppe B / Communications série B, Physikalische Chemie / Chimie physique

Freitag, den 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

1. S. Vaccani (ETH Zürich): «Mikrowellenspektroskopische Untersuchung der Reaktion von Ozon mit Äthylen»

2. H.-H. Itzel und H. Fischer (Universität Zürich): «ESR-spektroskopische Untersuchung einer radikalischen 1,5-H-Verschiebung»

3. K. Loth (ETH Zürich): «ESR-Spektren von Radikalen mit modulierter Anregung»
4. F. Graf und G. Cirelli (ETH Zürich): «ESR-Spektrum des Cyclopropenylradikals»
5. Vaman Bhujle und Urs P. Wild (ETH Zürich): 'The Electronic Spectrum of C-Nitrosocompounds'
6. J.P. Kintzinger, H. Dahn und C. Delseth (Université de Lausanne): «Résonance magnétique nucléaire de ^{17}O. Corrélation de déplacements chimiques avec ceux du ^{13}C»
7. M. Märky und W. Heinzelmann (Universität Zürich): «Polarisierte Spektren von Indazolen»
8. Otto Weibel und Urs P. Wild (ETH Zürich): «Absorptionsspektren von angeregten Zuständen von Coumarinen und Psoralenen»
9. U.P. Fringeli, F. Kopp, Hs.H. Günthard und K. Mühlethaler (ETH Zürich): «Strukturuntersuchungen an orientierten Phospholipidschichten mit Hilfe von Infrarotspektroskopie und Elektronenmikroskopie»
10. F. Kopp, U.P. Fringeli, K. Mühlethaler und Hs. H. Günthard (ETH Zürich): «Umlagerungen von orientierten Schichten von Ba-Stearat, Cd-Arachidat und Tripalmitin (Langmuir-Blodgett-Schichten), untersucht mit Hilfe von Elektronenmikroskopie und Infrarotspektroskopie»
11. Christoph Grathwohl und Kurt Wüthrich (ETH Zürich): «^{13}C-NMR-Studien des Gleichgewichts zwischen cis- und trans-Konformation der X-Pro-Peptidbindung in flexiblen linearen Peptiden»
12. G. Wagnière und G. Blauer (Universität Zürich): «Über die Konformation von Bilirubin und Biliverdin im Komplex mit Serumalbumin»

Samstag, den 12. Oktober / Samedi 12 octobre

13. P. Nösberger (ETH Zürich): «Substitutionsstruktur von Nitroethylen»
14. E. Walder (ETH Zürich): «Interne Rotation in Nitromethan»
15. D. Quarroz, R. Delseth und P. Vogel (Université de Lausanne): «Nature du cation norbornène-5 yle-2»
16. J. Hoigné und H. Bader (EAWAG, Dübendorf): «Die Rolle der OH·-Radikale bei der Ozonbehandlung wässeriger Lösungen»
17. Jean-Claude Perlberger und Paul Müller (Université de Genève): «Oxydation chromique des alcools; étude d'une relation isocinétique»

18. R. Geiger und G. Wagnière (Universität Zürich): «MO-theoretische Untersuchungen zur optischen Aktivität von zyklischen Dipeptiden (Diketopiperazinen)»

19. M. Rossi und E. Haselbach (Universität Basel): «Hinweise auf die Struktur von Donor-Akzeptor-Komplexen aus vergleichenden PE-, UV/VIS- und IR-spektroskopischen Untersuchungen»

20. F. Jachimowicz und E. Haselbach (Universität Basel): «Die Protonierung des 3,5,8,10-Tetramethyl-aceheptylens: Ein Beispiel zur Verletzung der chemischen Nichtüberkreuzungs-Regel»

21. Gilles Dolivo und Tino Gäumann (EPF Lausanne): «Etudes des électrons trappés dans le méthyl cyclohexane en phase solide irradié aux rayons X»

22. Daniel Stahl und Tino Gäumann (EPF Lausanne): «Schéma de fragmentation de l'ion *n*-héptyle en spectrométrie de masse»

23. Martin Quack und Jürgen Troe (EPF Lausanne): «Statistische Berechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten»

Vorträge Gruppe C / Communications série C, Organische Chemie I / Chimie organique I

Freitag, den 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

1. E. Charollais und E. Steiner (Université de Genève): «Etude de la biosynthèse de la phoénicine et de l'oosporéine, pigments de champignons inférieurs»

2. Hans Jörg Koch, Christoph Lüthy, Hans-Rudolf Schlatter und Walter Graf (ETH Zürich): «Partialsynthetische Versuche auf dem Gebiet terpenoider Bitterstoffe»

3. H. Kaufmann und J. Kalvoda (Ciba-Geigy Basel): «Cycloaddition–Cycloreversion – eine neue Methode zur Spaltung von C–C-Doppelbindungen»

4. Franz Dorn, Pierclaudio Bernasconi und Duilio Arigoni (ETH Zürich): «Sesquiterpenoide Metaboliten aus Helminthosporium-Arten: Struktur und Biosynthese»

5. Thomas Scholl, Antoine Gautier, Quirico Branca und Duilio Arigoni (ETH Zürich): «Eine konfigurationsbestimmende Synthese von optisch aktiven Allenen»

6. H.-J. Hansen (Werner-Preis 1974) (Université de Fribourg): «Ladungsbeeinflusste sigmatropische Reaktionen»

7. Robert W. Gray, Martin Karpf und André S. Dreiding (Universität Zürich): «Beiträge zur Umwandlung von Cyclododecanon in Cyclopentadecanon-Derivate»

8. Ferdinand Näf und René Decorzant (Firmenich SA, Genève): «Regiospezifische Acylierung, Alkylierung und Aldolkondensation unter Verwendung von Magnesiumenolaten aus der konjugierten Addition von Grignard-Reagenzien an α, β-ungesättigte Ketone»

9. J. Hartmann, R. Muthukrishnan, V. David und M. Schlosser (Université de Lausanne): «Stereo- und regioselektive Synthesen mit Organometallen»

10. Bruno Martinoni und Duilio Arigoni (ETH Zürich): «Zur Wirkungsweise Citramalat-Pyruvat-Lyase aus *Cl. tetanomorphum*»

11. W. Eichenberger und H.P. Siegrist (Universität Bern): «Über die Bildung von Acyl-Steringlycosid durch ein lösliches Enzym aus Karotten»

Samstag, den 12. Oktober / Samedi 12 octobre

12. R. Tabacchi (Université de Neuchâtel), J. Garnero und P. Buil (Ets. Robertet, Grasse-France): «Isolement et identification de composés terpéniques dans l'huile essentielle de cyprès d'Algérie (*Cupressus sempervirens* L. et *Cupressus fastigiata* D.C.)»

13. M. Gerecke, R. Borer und A. Brossi (Roche Basel): «Oxydation de dérivés de la bulbocapnine selon la méthode de Gadamer»

14. E. Kyburz (Roche Basel): «Über Methiothepin und verwandte Dibenzo[*b*,*f*]thiepin- und -oxepin-Derivate»

15. Eugene Galantay (Sandoz Basel): «Beckmannsches Gemisch, nicht Beckmannsche Reaktionen»

16. C. Ganter (Preis der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft 1974, ETH Zürich): «Photolyse von 2-Oxobicyclo[3.3.1]nonanen»

17. J.M. Bourgeois (Université de Neuchâtel): «Synthèse de sucres aminés ramifiés»

18. P.C. Wyss und J. Kiss (Roche Basel): «Synthese von Heparin-Sacchariden»

19. F. Kunz (Sandoz Basel): «Intramolekulare Mannich-Reaktionen»

20. R. Achini und W. Oppolzer (Sandoz Basel): «Synthese von Pyrrolidinen durch intramolekulare carbanionische Epoxid-Öffnungen»

Vorträge Gruppe D / Communications série D, Organische Chemie II / Chimie organique II

Freitag, den 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

1. Hans R. Wolf, Josef Ehrenfreund (ETH Zürich) und Josef Becker (Firmenich SA, Genève): «Photochemische Umwandlungen von Methyl-α-jonon»
2. Josef Ehrenfreund, Yehiel Gaoni und O. Jeger (ETH Zürich): «Zur Photochemie des Dehydro-β-jonon-epoxids»
3. C.W. Jefford, R.M. Moriarty, A. Roussel und S. Evans (Université de Genève): 'Anomalous Oxidation of β-Pinene with Sodium Periodate. Cyclopropane Formation'
4. C.W. Jefford und A.F. Boschung (Université de Genève): 'Reaction of Singlet Oxygen with Norbornene. Evidence for Dioxetane Formation'
5. A. Jacot-Guillarmod, J. Porret und J.B. Weber (Université de Neuchâtel): «Synthèse et réactivité du Tetracyclohexyltitane»
6. V. Rizzo, R. Guarnaccia und P.L. Luisi (ETH Zürich): «Spektroskopische Eigenschaften von tryptophanenthaltenden Ologopeptiden»
7. Bruno C. Baumann und André S. Dreiding (Universität Zürich): «Ist die Isomerisierung von 1,1-Dimethylcyclohexadienen wirklich eine (1,5)-Methylverschiebung?»
8. Peter Schiess und Rolf Dinkel (Universität Basel): «Thermische Isomerisierung 1,1-disubstituierter Cyclohexa-2,4-diene»
9. R. Harder, C. Mayor und C. Wentrup (Université de Lausanne): «Les pyridylcarbènes»
10. D.A. von Bézard, G. Consiglio und P. Pino (ETH Zürich): «Die isomere Verteilung der Hydroformylierungsprodukte von 2-Pentenen-5,5,5-d_3»
11. Else Kloster-Jensen und J. Wirz (Universität Basel): «Bildung und Reaktivität von 1,5-Cyclooctadiin»
12. Paul Müller (Université de Genève): «Allylische Reaktionen von Benzocyclopropenen»

Soweit Autorreferate abgegeben wurden, erfolgt die Publikation in Chimia 29, 1975, Nr. 7 (15. Juli 1975).

5. Sektion für Entomologie

Schweizerische Entomologische Gesellschaft
Société Entomologique Suisse
Società Svizzera di Entomologia

Präsident: Dr. Cl. Besuchet, Musée d'histoire naturelle,
route de Malagnou, 1211 Genève 6

Sekretär: Dr. D. Bassand, c/o Sandoz SA, Agrochemische Abt.,
4002 Basel

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

Gemeinsame Sitzung mit der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft
Séance en commun avec la Société Suisse de Zoologie

6. Sektion für Genetik

Schweizerische Gesellschaft für Vererbungsforschung
Société Suisse de Génétique
Società Svizzera di Genetica

Präsident: Prof. Hans Gloor, 154, route de Malagnou, 1224 Genève

Sekretär: Prof. Dr. Pierre Perrier, Clinique de pédiatrie,
30, boulevard de la Cluse, 1211 Genève

Gemeinsame Sitzung mit der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft
Séance en commun avec la Société Suisse de Zoologie

7. Sektion für Geographie und Kartographie

Schweizerische Geographische Gesellschaft
Société Suisse de Géographie
Società Svizzera di Geografia

Präsident: Dr. R. Salathé, Oberalpstrasse 17, 4054 Basel
Sekretär: Walter Fankhauser, Margrethenstrasse 1, 4103 Bottmingen

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

1. Jean-Bernard Racine (Directeur de l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne): Un exemple de l'application des méthodes d'analyse multivariée à la géographie: l'analyse structurelle du sous-système suburbain montréalais au sud du Saint-Laurent

L'objet de cette communication est de montrer comment l'utilisation des techniques d'analyse statistique multivariées permet de dégager très rapidement, dans l'analyse d'une agglomération urbaine, Montréal en l'occurrence, un certain nombre de paramètres inaccessibles à l'observation empirique immédiate et pourtant fondamentaux pour quiconque a pour but – et n'est-ce pas là le but de toute géographie? – de reconnaître, grâce à une analyse structurelle, les éléments et les attributs d'un système spatial afin de les organiser en un schéma cohérent; répondre en d'autres termes à la question fondamentale que pose le géographe à la réalité qu'il étudie: «Pourquoi les distributions spatiales sont-elles structurées de la façon dont elles le sont?»

La méthode, dans un premier temps essentiellement inductive, est maintenant classique. L'espace à étudier est considéré comme un système d'éléments (les unités d'observation) et d'attributs (les variations de leurs caractéristiques), d'interrelations parmi ces éléments et parmi leurs attributs, d'interdépendances enfin entre les éléments et les attributs. Pratiquement l'espace est donc découpé, pour les fins de cette analyse structurelle du comportement des éléments et des attributs du système spatial, en une série de cases formant une matrice d'information au sein de laquelle est associé à chacune des unités d'observation (les communes par exemple) un ensemble d'attributs caractéristiques variables de l'une à l'autre et numériquement exprimés. Ainsi réalisée, cette matrice d'information spatiale est l'image centrale de l'étude contenant toute l'information quantifiée. Elle est lisible dans les deux dimensions du plan. Elle est donc transformable au besoin en autant de cartes géographiques qu'elle comporte de colonnes: aux valeurs successives que prennent chacun des attributs correspondent des localisations différentes dans l'espace. Celui-ci, à son tour, est donc devenu une variable.

Ainsi armé, le géographe doit d'abord montrer comment le jeu des attributs et des éléments qui les fixent conduit à des différenciations d'espace et comment ces types d'espaces différenciés s'organisent à l'intérieur du système spatial considéré. Une fois cette organisation définie, il restera au géographe à chercher à expliquer, ou à simuler, les causes de cet ordre spatial qu'il aura découvert, en n'oubliant pas de se pencher par ailleurs sur ses conséquences, ces dernières pouvant être mesurées à différents niveaux au gré du chercheur, de la nature et de l'ampleur de sa curiosité scientifique, de la nature et des besoins de l'application pratique. Une fois évidemment qu'est mise en ordre la matrice d'information spatiale, nourrie d'observations et d'attributs choisis avec soin en regard du référentiel théorique approprié au problème étudié, l'analyse géographique me paraît donc devoir être conduite en trois grandes étapes:

1. découverte des facteurs ou plus simplement, des principales composantes de la différenciation spatiale
2. définition des structures typologiques nées du jeu combinatoire de ces différentes composantes
3. essai de modélisation de ces facteurs et de ces types en les prenant tour à tour comme variables à expliquer et comme variables explicatives.

C'est à cette fin que le géographe va faire appel aux différentes techniques de l'analyse statistique multivariée dont les différents algorithmes nous semblent particulièrement utiles, voire indispensables, dans une démarche géographique moderne qui veut s'appuyer dès le départ, la définition de son objet, l'écosystème spatial, sur un modèle de recherche quantitatif, révélateur de structures typologiques, définissant comment et en quoi l'espace varie d'un endroit à l'autre, condition de toute réflexion ultérieure sur les règles présidant, non plus à sa différenciation mais à son organisation. Dans cette perspective, les techniques factorielles sont les techniques inductives centrales, au sens propre du mot; la décomposition factorielle d'une matrice des corrélations précède aussi bien les essais d'élaboration typologique que les essais de modélisation partielle ou globale de l'espace géographique. C'est pourquoi, après que toute une école géographique nord-américaine se soit qualifiée en fonction de ses travaux dits d'écologie factorielle, j'ai moi-même sous-titré mes travaux sur Montréal du label de géographie factorielle.

On trouvera une présentation des principes des différents algorithmes de calcul utilisés par cette géographie factorielle dans Racine et Reymond (1973) ou dans mes récents articles de la Revue de Géographie de Montréal (1973, 1974a et 1974b) qui illustrent les méthodes d'utilisation successive, en phase, de l'analyse factorielle à la découverte des principales composantes de la différenciation spatiale, de l'analyse des liens à la recherche des types géographiques que l'on peut construire sur les modalités de combinaison des poids que ces composantes enregistrent pour chacune des unités d'observations, puis de l'analyse discriminante dans la recherche d'une optimisation de cette classification originale, assurant que l'on a bien déterminé des groupes d'observation (des classes, des types ou

des régions) de façon telle que la variance intra-groupe soit minimale et que la variance intergroupe soit maximale, de l'utilisation enfin des modèles de régression ou de correspondance discriminatoire, à la recherche des variables explicatives pouvant rendre compte du comportement des facteurs ou des trames d'attributs factoriels correspondant de plus près à l'organisation typologique découverte.

Rappelons cependant que la réponse que donnera cette analyse sera fonction des questions dont on l'aura nourrie. Et ce qui est vrai des modèles finaux de simulation par régression multiple l'est aussi de l'ensemble de ces analyses mathématiques utilisées comme support à une réflexion géographique. Avant même que soit procédé à la plus élémentaire des transformations, celle qui va permettre de rendre les données observées directement comparables par le moyen de leur standardisation, voire de leur normalisation, et qui précède la mise en corrélation, dès le niveau de la constitution de la matrice d'information spatiale, il faut savoir que les résultats sont déjà prédéterminés par le type d'information choisie, donc en dernière analyse par les hypothèses implicites ou explicites que fait le chercheur quant à la nature du problème qu'il étudie, ses composantes et ses propriétés logiques. La réflexion théorique et le recours à l'ensemble de la bibliographie thématique et régionale vont donc évidemment de pair avec l'observation, la collecte et la mise en ordre de l'information. C'est vrai en amont de l'analyse cela l'est aussi en aval, tout particulièrement au niveau des essais de modélisation qui doivent reposer sur un support logique sur lequel bâtir une théorie de façon telle que les modèles utilisés puissent en tester la validité par confrontation à la réalité empirique.

Au départ, notre réflexion fut guidée par les résultats déjà acquis en Amérique du Nord par les économistes, les sociologues et les géographes s'étant penchés sur les problèmes des structures spatiales intra-urbaines, et qui avaient montré que l'opposition entre les trois modèles classiques de Burgess, Hoyt et Harris-Ullman (cf. Racine, 1971), celui des cercles concentriques, celui des secteurs radiants et celui des noyaux multiples, pouvait être dépassée si on les interprétait à la lumière de l'analyse factorielle de l'espace social urbain. Dans toutes ces études cependant seules les variables de population tirées des résultats des recensements fédéraux étaient retenues: les dimensions géographiques découvertes étaient donc étroitement liées à la nature de l'information utilisée, ce qui en limitait la portée géographique. L'espace du géographe ne se réduit pas à la trame des faits sociaux. C'est ainsi que nous fûmes amenés à relever pour chacune de nos unités spatiales d'observation quelque 250 attributs qualifiant chacune de leurs caractéristiques, et à les ordonner en un certain nombre de familles d'attributs spatiaux de même nature pouvant être logiquement assimilés aux différentes trames des organisations naturelles et humaines dont la superposition dans un cadre donné définit justement cette catégorie de faits que l'on appelle les faits géographiques. Cette division en trames obligeait cependant le chercheur à trouver un moyen informatique de les comparer les unes aux autres une fois qu'elles auraient

été réduites par l'analyse factorielle et les algorithmes de classification. C'est ainsi que nous devions mettre au point la méthode d'analyse discriminante des correspondances typologiques dans l'espace géographique (cf. Racine et Lemay, 1972).

Le premier résultat de ce travail s'est traduit par l'élimination de plus de la moitié des variables retenues dans la première phase de la recherche et par une redéfinition des trames retenues au départ. L'analyse factorielle de chacune des trames permettait en effet de montrer parmi toutes les variables possibles, celles qui jouaient ou non un rôle dans la différenciation de l'espace, celles aussi qui faisaient double emploi, celles enfin qui n'étaient pas en prise directe avec la réalité empirique. Les premiers essais de mise en correspondance discriminatoire devaient nous confirmer, en outre, l'inutilité de nous servir de certaines trames au niveau de l'analyse typologique. Ainsi, par exemple, pour la trame décrivant les phénomènes appartenant à la géographie naturelle. Les attributs et les types physiques ont été éliminés de façon strictement objective: aucun d'eux ne jouait de rôle véritable dans la différenciation du système analysé ni dans son organisation typologique. En revanche, d'autres trames étaient structurées en fonction de facteurs de différenciation qui méritaient d'être gardés pour une analyse combinatoire finale, les trames de l'utilisation du sol, du logement, du statut fonctionno-professionnel, des classes d'âge, du statut socio-économique, des activités économiques, subdivisées par la suite en trames des commerces, des services privés et des activités municipales.

La factorialisation de chacune de ces trames devait donc nous permettre la mise en évidence d'une série de facteurs regroupant chaque fois un grand nombre d'attributs spatiaux que l'on pouvait réunir pour les fins d'une analyse finale, globale, celle de l'espace géographique saisi dans toutes ses dimensions. On était ainsi passé des quelque 250 attributs originaux à moins de 20 indicateurs découverts par tamisage progressif de l'information et dont on savait qu'ils étaient hautement représentatifs de l'ensemble des caractéristiques de l'écologie humaine suburbaine, celle-là même que nous voulions définir et expliciter. Chacun de ces indicateurs, que l'on devait alors associer dans une matrice d'information réduite, avait un véritable pedigree et l'analyse finale un arbre généalogique factoriel précis, l'ensemble pouvant cependant être ramené à quatre grandes dimensions, formant autant de composantes fondamentales à toute élaboration typologique. Le statut socio-économique d'abord, principal élément catalyseur à partir duquel s'organise la structure écologique de la banlieue, le statut familial ensuite, presque aussi important. En troisième lieu, l'intensité de l'occupation urbaine définit non plus la société de banlieue, mais plutôt le paysage urbain que celle-ci occupe, tandis que la centralité économique atteinte par les différentes unités suburbaines forme enfin une quatrième dimension qui n'avait pas été jusque-là mise en évidence dans les travaux d'écologie factorielle. Ces composantes sont indépendantes les unes des autres et sont de configuration plus ou moins géométrique, concentrique, sectorielle ou nodale, ce qui confirme la validité, même à la seule échelle suburbaine, des conclu-

sions de B. Berry (1965) sur le caractère additif des trois modèles classiques de la structure interne des villes américaines. Loin de s'opposer, ils se complètent, s'appliquant chacun à des aspects différents et indépendants de la réalité urbaine. Seule l'utilisation des techniques factorielles pouvait nous en assurer.

Comme nous l'avons dit ces facteurs sont complexes, par exemple celui qui indexe le statut socio-économique. Avec la faiblesse des revenus covarient en effet l'importance proportionnelle des ouvriers et des artisans, des employés des transports et des communications, des manœuvres, et d'une façon générale des travailleurs du secteur secondaire. Ils ne sont pas les seuls. On trouve sur ce pôle négatif de la dimension l'indice de chômage, mais aussi l'importance proportionnelle des francophones, cas particulier du Québec où le fait français est économiquement dominé par le fait anglophone, les familles nombreuses, l'importance des jeunes adultes de 25 à 29 ans, un ensemble de caractéristiques montrant la médiocrité de la qualité du logement et même, car tous ces attributs vont de pair, les données qui définissent le déséquilibre de la gestion municipale. Inversement, l'autre pôle de la composante est indexé par l'importance des salaires moyens, la proportion des administrateurs dans la population, et la classe d'âge des 40 à 49 ans, le taux d'instruction universitaire, l'importance des activités tertiaires, la concentration des anglophones, autant d'attributs qui finalement réunis en une seule composante sont à la base de la différenciation spatiale de la banlieue montréalaise, responsable de près de 30% de la variance totale.

Les configurations liées au statut familial et à l'intensité de l'occupation urbaine recoupent évidemment la carte des variations du statut socio-économique, exprimant successivement 23 et 21% de la variance totale, l'indicateur de centralité économique ajoutant encore 14% à l'explication pour un total de près de 87%.

Cette centralité économique regroupe les différents indicateurs de la centralité des commerces, de la centralité des services (essentiellement leur variété) et de la valeur des biens-fonds municipaux; elle est indépendante de l'intensité de l'occupation urbaine. C'est là manifestement un fait typiquement suburbain, lié à la relative dispersion des activités de service à la périphérie, réalité d'un milieu en création continue, où la hiérarchisation fonctionnelle ne correspond plus à la hiérarchie des habitats. Mais il fallait en tenir compte pour élaborer une typologie globale de la banlieue.

La combinaison, optimalisée par l'analyse discriminante, de ces quatre principales composantes permettait alors de conclure à la grande variété des milieux suburbains. La découverte du nombre, de la nature, du sens et de la force des liaisons multiples qui contribuent à définir une situation géographique interdisait en effet d'assimiler la banlieue aux lieux communs traditionnels qui le plus souvent servent encore à la qualifier. Pour les 21 municipalités de la Rive Sud par exemple, nous n'avons pas trouvé moins de 8 types irréductibles les uns aux autres, dont cinq ont cependant une portée extrêmement générale en regard de la connaissance que l'on peut avoir de la banlieue nord-américaine, qui se structure selon

une combinaison de zones concentriques et de secteurs radiants ponctués de noyaux singuliers. Ainsi sur la Rive Sud se succèdent ou s'entrecroisent les faubourgs centraux de bon statut socio-économique au faible statut familial, et aux fortes activités commerciales, une première couronne pauvre de transition et d'étalement en nappes de faible densité, une banlieue moyenne au plan socio-économique et fonctionnel et où domine l'uniformité pavillonnaire chère aux jeunes familles possédant de nombreux enfants à élever, des secteurs plus périphériques de faible centralité mais de haut statut socio-économique, une frange pauvre enfin d'urbanisation discontinue.

Au total, des résultats intéressants sur lesquels il fallait réfléchir, d'une part en essayant d'en dégager les éléments catalyseurs fondamentaux, d'autre part en essayant d'en modéliser les variations. Au premier chef, l'analyse des correspondances discriminatoires existant entre les différentes trames étudiées a permis de mettre en évidence les rôles primordiaux joués par le statut socio-économique et le statut familial, confirmant les résultats factoriels. Lorsque l'on affecte successivement aux groupes typologiques issus de l'analyse finale globale, les poids locaux des facteurs issus de l'analyse des différentes familles d'attributs spatiaux, on découvre que la classification globale reproduit très exactement la classification socio-économique, principal facteur de la différenciation spatiale en banlieue et principal élément catalyseur en fonction duquel s'organise toute la structure géographique du milieu analyse. Il en va à peu près de même du statut familial, alors que les valeurs liées soit à l'utilisation du sol, soit à la centralité, détruisent quant à elles, dans une forte proportion, la classification finale. La responsabilité de ces indicateurs particuliers dans la typologie globale est donc bien moindre. On est en fait étonné de la faiblesse du rôle, dans la discrimination, des attributs indexant les proportions enregistrées par les différents éléments constitutifs de la trame d'utilisation du sol dans cette écologie humaine complexe. Les géographes lui ont traditionnellement accordé beaucoup d'importance. Il ressort de notre étude qu'au niveau d'une géographie plus globale, tenant compte simultanément de toutes les caractéristiques qui qualifient la population vivant dans le contexte tracé par cette première trame, on doit bien convenir que ce n'est pas là l'essentiel, qui consiste plutôt dans les rapports sociaux, en ce qu'ils ont de plus complexe, les rapports de classe mais aussi les rapports démographiques. Ce sont bien les deux principaux éléments catalyseurs en fonction desquels s'organisent encore les paysages humains que le géographe s'est donné pour mission de décrire, de définir, de classer et si possible d'expliquer et d'évaluer.

On comprendra cependant que nos essais de modélisation des facteurs par les éléments observables et quantifiables de la réalité urbaine, ou la modélisation de cette réalité à partir des facteurs de sa différenciation, ne nous aient pas satisfaits. L'analyse quantitative en géographie, par le biais de toute une série de régressions multiples utilisant tout à tour les poids factoriels comme variables dépendantes (à expliquer) et indépendantes (explicatives), nous a démontré que le niveau de l'explication est encore

bien loin d'être atteint dans notre discipline si tant est qu'on puisse inférer une relation causale de tels modèles, ce qui est très loin d'être sûr. Ce n'est pas le lieu ici de faire le tableau d'une série d'échecs. On peut se reporter à cette fin à mon dernier article dans la Revue Géographique de Montréal (Racine, 1974b). Les relations significatives que nous avons pu mettre en évidence sont très peu nombreuses. On ne modélise pas facilement, par exemple, les rapports de classes quand il s'agit d'en saisir la projection dans l'espace, ne serait-ce que parce qu'ils opposent justement les gens qui peuvent s'installer où ils veulent à ceux qui doivent se contenter des restes, où qu'ils soient. En fait, nos différents essais de modélisation valent plus par les hypothèses qu'ils éliminent que par celles qu'ils confirment et qui dans la majeure partie des cas étaient de toutes façons évidentes. C'est dire que leur principal intérêt fut de nous faire mesurer l'état de notre ignorance. Ils soulignent la nécessité d'une réflexion théorique beaucoup plus poussée qu'elle ne l'a été jusqu'à ce jour en matière de structure et de croissance urbaine. Nous avons montré l'existence, la permanence, la régularité de certaines concomitances. Nous savions bien que celles-ci n'ont pas par elles-mêmes de vertu explicative. Mais nos résultats vont même plus loin: ils montrent, avant même que l'on se pose des questions sur leur vertu causale, que la différenciation spatiale d'une ville, ou son essor démographique, ne doivent pas grand-chose aux paramètres traditionnellement utilisés dans la réflexion théorique. Notre analyse confirme, en outre, après celles des autres écologistes factoriels, le fait que toute modélisation de la croissance urbaine devrait tenir compte d'une réalité première, spécifiquement géographique: la différenciation structurelle du système intra-métropolitain. Les facteurs de différenciation spatiale sont en effet à la base d'une grande variété de types de combinaisons, qui forment autant d'unités, abritent, dans un cadre bâti spécifique, une population plus ou moins homogène dont les comportements obéissent rarement à une loi ou à une règle générale valable pour le système tout entier. Même si nous ne sommes pas encore capables de relier ce résultat aux facteurs de l'évolution urbaine, il faut considérer que ce sera toujours la tâche spécifique du géographe que de définir la variété de ces milieux à partir de la découverte de leurs principaux éléments structurants. C'est ainsi que par rapport à l'économiste qui va étudier le marché du logement, le géographe soulignera qu'il n'y a pas un marché de logement, mais autant de marchés du logement qu'il y a de groupes humains dont le statut socio-économique, ethnique, familial est différent. Faute de savoir encore en tenir compte, l'économiste ne formule que des modèles inapplicables au plan empirique. Pourtant nos différents essais montrent que les principaux facteurs de la différenciation écologique sont difficilement utilisables pour modéliser directement la croissance urbaine.

De ce constat, nous croyons pouvoir tirer deux conclusions. D'abord que cet échec relatif ne constitue pas une raison de renoncer à ce type de recherche, même s'il reste finalement descriptif. Il faut bien commencer par mettre en évidence quelques liaisons élémentaires – et la majorité des géographes en sont encore à ce stade – et à mesurer leur caractère partiel,

pour légitimer la recherche d'autres indicateurs et le rejet de ceux qui n'apportent rien à l'explication et à la prévision. Il faut bien prendre conscience aussi des faiblesses de la quantification linéaire avant de passer à l'utilisation d'outils beaucoup plus sophistiqués. Mais justement, l'emploi des outils mathématiques ne doit plus se faire à tort et à travers. Il s'agit d'instruments puissants. Il faut apprendre à les manier à bon escient, c'est-à-dire en étant guidé par des hypothèses rationnelles. L'analyse statistique permettra alors de tester leur valeur différentielle, de façon à retenir les combinaisons les plus simples et les plus efficaces. Mais ces hypothèses ne peuvent plus être inférées directement – ou plutôt uniquement – de l'observation empirique. Il ne suffit pas d'exprimer l'articulation entre la différenciation sociale et la configuration de l'espace – ce que nous avons fait – pour expliquer la production de ces formes. La réflexion sur les processus qui président à la production de l'espace humanisé dans lequel nous vivons n'est encore que dans l'enfance. Elle est préalable à tout essai d'expérimentation statistique.

Berry, B.J.L. (1965): «International Structure of the City». Law and Contemporary Problems, p. 111–119.

Racine, J.B. (1972): Un type nord-américain d'expansion métropolitaine: la couronne urbaine du Grand Montréal (Géographie factorielle d'un phénomène suburbain). Th. Doctorat d'Etat, Département de Géographie, Université d'Ottawa, p. 1105.

Racine, J.B. (1973): «Géographie factorielle de la banlieue montréalaise au sud du Saint-Laurent, 1° La différenciation factorielle des structures suburbaines.» Rev. Géogr.Montr., vol. XXVII, n° 3, p. 229–259.

Racine, J.B. (1974a): «Géographie factorielle de la banlieue montréalaise au sud du Saint-Laurent, 2° Les structures typologiques suburbaines.» Rev.Géogr.Montr., vol. XXVIII, n° 1, p. 55–78.

Racine, J.B. (1974b): «Géographie factorielle de la banlieue montréalaise au sud du Saint-Laurent, 3° Mesurer notre ignorance: la modélisation des composantes factorielles.» Rev.Géogr.Montr., vol. XXVIII, n° 3, p. 263–277.

Racine, J.B. et Lemay, Guy (1972): «L'analyse discriminatoire des correspondances typologiques dans l'espace géographique.» L'espace géographique, Tome I, n° 3, p. 145–166.

Racine, J.B. et Reymond, H. (1973): L'Analyse quantitative en géographie, Paris, PUF Coll. SUP., 316 pages.

2. Pierre-Alain Rumley (Université de Neuchâtel): Le Locle, cité horlogère, et ses problèmes de main-d'œuvre

Le Locle est une petite ville de 14000 habitants située au nord-ouest du canton de Neuchâtel, à 1000 m d'altitude. Parler de cette cité et de ses difficultés actuelles nous donne l'occasion de traiter de 3 problèmes plus généraux:

– l'étude des problèmes démographiques loclois nous amène à parler de l'inégal développement des différents districts du canton de Neuchâtel,

- l'étude des problèmes industriels au Locle nous permet de parler d'une part de l'économie neuchâteloise, d'autre part de l'horlogerie en Suisse,
- l'étude des problèmes de main-d'œuvre dans l'industrie locloise nous permet de parler de ce phénomène général en Suisse, en mettant l'accent sur la forte participation étrangère à l'économie locloise.

1. Etude des problèmes démographiques

Depuis une dizaine d'années, on assiste dans le canton de Neuchâtel d'une part à une très forte croissance du Bas du canton (districts de Neuchâtel et de Boudry), d'autre part à un fort dépeuplement dans les Montagnes neuchâteloises (districts du Locle et de La Chaux-de-Fonds) et dans le Val-de-Travers. Cet inégal développement va naturellement poser de grands problèmes d'aménagement du territoire, des mesures d'incitation économique devant être prises dans certaines régions, alors que des mesures de frein au développement devront être prises dans d'autres régions.

Les problèmes de protection de l'environnement, de lutte contre la pollution, de bruit, etc. ne se posent pas avec la même acuité dans toutes les régions du canton. Parler des problèmes loclois, c'est expliquer en fait les difficultés communes à une partie du canton de Neuchâtel.

La population locloise a atteint son maximum en 1968: 15062 habitants: Depuis lors, la diminution est forte: 1067 personnes de moins entre 1968 et 1973: 13995 habitants en 1973.

Si la diminution de la population totale a commencé en 1969, celle de la seule population suisse a débuté en 1960. Le dépeuplement s'accompagne naturellement de transformations structurelles qui se manifestent par un assez fort vieillissement de la population: Ainsi, les Suisses âgés de 0 à 19 ans formaient le 28,3% de la population totale en 1960, le 25,8% en 1970; ceux âgés de 20 à 65 ans le 59,4% de la population en 1960, le 57,7% en 1970; la part des personnes âgées a augmenté: les personnes de plus de 65 ans formaient le 12,3% de la population en 1960, le 16,5% en 1970.

Parallèlement, le nombre des étrangers a augmenté: ceux-ci en effet suite de la votation de 1970 sur l'initiative Schwarzenbach demandant une forte diminution de la population étrangère.

Il y avait encore 3585 étrangers en 1973 au Locle, soit à peu près le 25% de la population totale.

Cette diminution du chiffre de la population, ce vieillissement également dû au fait que ce sont surtout les jeunes qui émigrent, ont des causes qui sont d'ordre socio-économique.

Une enquête menée par la Section neuchâteloise de l'Aménagement du territoire, enquête menée auprès de personnes ayant quitté le Jura neuchâtelois, a prouvé que les départs n'étaient pas dus au climat, à l'altitude, à l'environnement culturel ou à l'état des communications, mais bien aux possibilités d'emploi offertes dans la région. La diminution du chiffre de la population est donc due à la situation de l'industrie dans ces régions; elle est due en fait aux conditions offertes dans l'horlogerie, branche dominante dans la région.

2. Etude des problèmes économiques

L'économie du canton de Neuchâtel est marquée par la nette prépondérance du secteur secondaire: 60,9% de la population active, et à l'intérieur de secteur secondaire par la forte domination de l'horlogerie: 51,5% du personnel occupé dans l'industrie l'est dans l'horlogerie.

L'horlogerie est une des branches industrielles les plus importantes de la Suisse: elle occupe le troisième rang des exportations après les machines et les produits chimiques; elle représente en fait le 10% des exportations totales du pays. Mais l'horlogerie est surtout une industrie typiquement suisse: elle est même devenue un symbole; elle importe le peu de matières premières dont elle a besoin, elle exporte la presque totalité de sa production (97%), elle offre sur le marché un produit de haute qualité ayant nécessité peu de matières premières et beaucoup de travail.

Par ailleurs, elle est la seule branche où la Suisse exerce un leadership mondial: les montres suisses représentent le 41,5% de la production mondiale de montres (en 1972), et le 67% des exportations mondiales de montres.

L'industrie horlogère employait en 1972 64499 personnes en Suisse, ce qui représente le 7% des personnes travaillant dans l'industrie. L'horlogerie occupe le quatrième rang de l'industrie suisse d'après le chiffre de main-d'œuvre employée, après les machines, la métallurgie et la chimie.

L'industrie horlogère est répartie dans quinze cantons: les cantons de Berne (23000 personnes employées), de Neuchâtel (16000), et de Soleure (11000) concentrent pourtant l'essentiel de l'industrie horlogère suisse.

Le canton de Neuchâtel est donc le deuxième canton horloger en importance; 3 districts neuchâtelois sont essentiellement horlogers: le Val-de-Ruz (78,7% de la main-d'œuvre industrielle travaille dans l'horlogerie), le district de La Chaux-de-Fonds (74,3%) et le district du Locle (76,8%).

En fait, cinq communes concentrent l'essentiel de la main-d'œuvre horlogère: La Chaux-de-Fonds (6529 personnes employées), Le Locle (3638), Fontainemelon (900), Fleurier (807) et Marin-Epagnier (793). Après cette brève présentation de l'horlogerie suisse et de l'économie neuchâteloise destinée à situer Le Locle dans ces cadres plus vastes qui l'influencent profondément, nous allons passer à l'étude des problèmes économiques loclois.

Le Locle se caractérise par la prépondérance du secteur secondaire (77,5% de la population active) et corrélativement par la faiblesse du secteur tertiaire (20,9%). Cette situation est une des causes de l'exode des jeunes qui ne trouvent pas sur place des emplois supérieurs auxquels ils aspirent. Cette faiblesse du secteur tertiaire s'explique d'une part par le fait que Le Locle est le chef-lieu d'un petit district, d'autre part par le fait que la zone d'influence du Locle est limitée à l'ouest par la frontière française, et à l'est par La Chaux-de-Fonds, ville de 40000 habitants qui polarise elle-même Le Locle dans des domaines comme la culture, les médecins spécialisés, etc.

Prépondérance donc du secteur secondaire et à l'intérieur de ce sec-

teur, nette domination de l'horlogerie: plus de 70% du personnel employé dans l'industrie l'est dans l'horlogerie.

Dominée par l'horlogerie, la ville du Locle a subi naturellement toutes les crises horlogères: la courbe du nombre de personnes employées dans les fabriques locloises nous permet de resituer parfaitement dans le temps les problèmes horlogers.

Les principales entreprises situées au Locle sont les suivantes: dans le domaine horloger, nous trouvons FAR (Fabrique d'Assortiments Réunies: cette entreprise a le quasi-monopole en Suisse de la production de trois pièces importantes de l'intérieur de la montre; l'entreprise fait partie de l'ASUAG), Tissot (fabrique d'horlogerie appartenant à la SSIH: Société Suisse pour l'Industrie Horlogère, qui est la plus ancienne, la plus importante d'après le chiffre d'affaires et la plus intégrée des concentrations horlogères suisses du produit fini), Zénith (fabrique d'horlogerie qui a été rachetée en 1970 par un groupe américain), Synchron, Zodiac, Rolex et Métalem (qui fabrique des cadrans).

Dans les secteurs non horlogers, les principales entreprises sont Dixi (machines-outils), Aciéra (machines) et Huguenin (médailles). En ce qui concerne les entreprises locloises, les points suivants méritent d'être relevés:

- Les entreprises sont d'assez grande taille, ce qui est un point très positif: il y a au Locle 107,4 personnes employées par entreprise: la moyenne est en Suisse de 76,4 et dans le canton de Neuchâtel de 61,2; pour la seule horlogerie, nous avons les chiffres suivants: au Locle: 117,3 personnes par entreprise; en Suisse: 58,5; dans le canton de Neuchâtel: 61,2.
- Les entreprises locloises se sont établies dans la ville il y a longtemps (au XIX^{e} siècle généralement); elles sont par conséquent bien implantées dans la région, ce qui est un élément important; ce qui est toutefois également à noter, c'est qu'il n'y a pas eu de nouvel établissement industriel important depuis la guerre.
- Etant donné le marché du travail extrêmement tendu, point sur lequel nous reviendrons, l'Association patronale veille à éviter le débauchage systématique et à uniformiser les conditions de salaire dans la région.
- La concentration actuelle dans l'industrie en général et dans l'horlogerie en particulier fait apparaître le danger de ne voir subsister au Locle que des ateliers de production. Ainsi, FAR appartient à l'ASUAG qui a son siège à Bienne et qui tend de plus en plus à concentrer dans la cité seelandaise des secteurs importants comme la recherche, l'informatique, la gestion financière, etc. Tissot appartient à la SSIH qui a également son siège à Bienne; la SSIH est un holding bientôt totalement intégré: les organismes de recherche, de marketing, d'informatique, de publicité, etc. sont localisés à Bienne. Zénith appartient à un groupe américain: il est dans ce cas impossible de dire quelle politique pourrait un jour être adoptée et jusqu'à quel point des secteurs importants (la recherche p.ex.) pourraient être transportés aux USA. Par ailleurs, signalons encore que les usines Synchron et Rolex au Locle ne

sont que des ateliers de remontage dépendant d'une direction localisée à Neuchâtel (Synchron) et à Genève (Rolex).

- Un autre problème important est celui du terrain industriel: l'impossibilité de trouver un terrain convenable a incité deux entreprises à quitter le Locle dans les années cinquante: l'une est allée s'établir sur le littoral neuchâtelois, à Boudry; l'autre s'est établie à Neuchâtel, en laissant toutefois un petit atelier au Locle. Les déplacements d'entreprises ne sont pas fréquents en Suisse: pour Le Locle, la perte est évidente: pertes fiscales tout d'abord; mais surtout, accentuation du caractère mono-industriel, les deux entreprises qui se sont déplacées n'appartenant en effet pas au secteur horloger.

Nous allons pouvoir passer à l'analyse de la main-d'œuvre industrielle locloise; le manque de main-d'œuvre est un phénomène général en Suisse; il est accentué au Locle par le dépeuplement et le vieillissement de la population, phénomènes dus d'une part à la faiblesse du secteur tertiaire, d'autre part à la structure industrielle rencontrée au Locle, donc à la prépondérance de l'horlogerie. Ce secteur en effet, après avoir été un des secteurs de pointe de l'industrie suisse, a connu de profondes mutations et de grandes difficultés: l'augmentation de la taille des entreprises, souhaitée par les organismes faîtiers de la branche, a entraîné une forte rationalisation qui a abouti à une spécialisation du travail, qui à son tour a fait disparaître le métier typique d'horloger complet. Par ailleurs, l'horlogerie se situe actuellement au milieu de l'échelle des salaires offerts dans l'industrie. Ces différents points influent naturellement beaucoup sur les jeunes à la recherche d'un métier; ils expliquent en partie les difficultés qu'a connues l'horlogerie pour le recrutement et la formation d'un personnel qualifié.

L'horlogerie n'est pas en crise, son expansion continue même assez rapidement. Mais les conditions de production font qu'elle n'est plus un secteur de pointe, sauf peut-être en ce qui concerne la recherche sur la montre électronique; cette recherche est actuellement concentrée à Bienne (SSIH) et dans l'agglomération de Neuchâtel (Ebauches SA à Marin; Centre électronique horloger: CEH à Neuchâtel), mais pas au Locle ou à La Chaux-de-Fonds.

Par ailleurs, les autres entreprises locloises n'appartiennent pas aux secteurs de pointe.

Ces différents points jouent un rôle important au Locle et expliquent la baisse du chiffre de la population.

Elles expliquent également pourquoi le problème de la main-d'œuvre se pose avec beaucoup d'accuité.

3. La main-d'œuvre locloise

Les différentes entreprises locloises emploient à peu près autant de femmes que d'hommes (50% pour chaque sexe); pour l'horlogerie, nous avons les chiffres suivants: 56% de femmes (moyenne suisse: 49%); pour les autres secteurs, nous avons 26% au Locle et 28% en moyenne en Suisse.

Par ailleurs, nous l'avons dit plus haut, il y a au Locle une forte proportion d'étrangers: 3585 étrangers, dont 2373 actifs en 1973; 88% des actifs étrangers sont employés dans le secteur secondaire. L'industrie locloise a une main-d'œuvre suisse pour 52% et étrangère pour 48% (moyenne suisse: 36% d'étrangers: moyenne neuchâteloise: 37,1%).

Pour l'horlogerie, nous avons les chiffres suivants: au Locle, 45% d'étrangers: la moyenne suisse est de 28%, celle du canton de Neuchâtel de 32,5%.

L'industrie locloise a fortement recours aux femmes et aux étrangers: cela traduit les points suivants:

- le bas niveau de vie général de la population; l'on sait bien que c'est dans les familles modestes que les femmes sont les plus nombreuses à travailler parce que leur salaire est un appoint indispensable au salaire du mari pour faire vivre la famille,
- le fait que la région a des industries stagnantes, qui n'offrent pas les meilleurs salaires et qui manquent de postes intéressants «en col blanc»,
- le fait que les entreprises de la région n'appartiennent pas à un secteur demandant une main-d'œuvre très qualifiée.

Nous avons pu nous en rendre compte lors de notre enquête: moins la qualification est demandée dans un secteur industriel et plus le nombre des étrangers est grand.

Il est bien clair que les étrangers sont souvent contraints de se contenter des emplois laissés vacants par les Suisses à la recherche d'activités plus rémunératrices et moins pénibles. – Mais quelle est la situation exacte des étrangers dans les entreprises?

3.1 Problème de la qualification

Comme nous l'avons dit plus haut, le nombre d'étrangers employés dans une entreprise est d'autant plus grand que le pourcentage total de personnes qualifiées est faible; ainsi, il y a proportionnellement plus d'étrangers dans l'industrie mécanique que dans l'horlogerie; des différences existent à l'intérieur même de ce dernier secteur: les manufactures p.ex. emploient plus d'étrangers que les établisseurs qui ne fabriquent pas certaines pièces constitutives de la montre (certaines ébauches p.ex.) et qui ne font que le remontage. Les étrangers sont donc souvent contraints à occuper les emplois laissés vacants par les Suisses, c'est-à-dire les emplois les plus pénibles et les moins intéressants, ceux qui demandent le moins de qualification: en effet, les étrangers sont proportionnellement qualifiés en moins grand nombre que les Suisses; cependant, cette situation a tendance à évoluer, même assez rapidement, et nombreux sont actuellement les étrangers (et pas seulement les jeunes) qui ont reçu une formation: ainsi, dans une entreprise locloise, le 37,4% des étrangers (hommes) a fait un apprentissage (Suisses: 50%). Les femmes (Suissesses et étrangères) qui travaillent en usine sont généralement formées «sur le tas».

3.2 Problème du salaire

Ce problème est assez difficile à examiner étant donné la réticence des entrepreneurs à en parler. Il aurait été intéressant en effet de connaître les éventuelles différences de salaire entre les Suisses et les étrangers, et ceci malgré les conventions salariales. Une approche a néanmoins pu être faite par l'examen du mode de traitement dans une entreprise: nous avons pu constater que les paiements à la pièce et au rendement étaient des modes de traitement en régression, ce qui est heureux car ils assimilent l'homme à la machine en lui demandant de produire le plus possible.

Par ailleurs, par l'examen du mode de traitement le plus social, soit le paiement au mois, nous avons pu remarquer qu'il n'y avait pas une grande différence entre les Suisses et les étrangers: 66,3% des Suisses étaient payés au mois contre 61,3% des étrangers; les pourcentages étaient nettement plus bas pour les femmes.

3.3 Problème du nombre d'années passées dans la même entreprise

C'est également un problème très important: nombre de chefs d'entreprise nous ont fait part de leur inquiétude à ce sujet: ainsi, dans une entreprise locloise, on évalue le taux de rotation annuel à 20%; cela coûte naturellement assez cher aux entreprises. Une idée assez répandue veut que les étrangers changent souvent d'employeur et qu'ainsi est justifiée leur situation dans les entreprises; cette idée s'avère partiellement fausse à la lumière des chiffres que nous avons obtenus: le 56% du personnel suisse masculin employé dans l'horlogerie locloise travaille dans la même entreprise depuis plus de 5 ans; pour les étrangers, nous avons le chiffre de 41,9%; les résultats concernant les femmes sont plus bas.

Ces chiffres prouvent donc que les étrangers également sont fidèles à l'entreprise qui les emploie.

3.4 Problème du genre de travail accompli

Nous l'avons dit plus haut, les étrangers accomplissent souvent les travaux les plus pénibles, ceux que les Suisses ne veulent plus faire, préférant travailler «en col blanc» dans les services administratifs des entreprises; ces éléments ressortent dans les chiffres suivants:

- dans une entreprise, 45% des Suisses (hommes) travaillent dans les services; 15,6% seulement des étrangers sont dans le même cas,
- dans une autre entreprise, 53% des Suisses travaillent en atelier, contre 80% des étrangers, 84% des étrangers et 75% des Suissesses.

3.5 Problème du niveau de responsabilité

Non seulement les étrangers accomplissent les travaux les moins intéressants, mais en plus ils ont assez peu de responsabilités en général à l'intérieur des entreprises: ainsi, dans une entreprise locloise, 39,4% des Suisses sont classés comme cadres (supérieurs, moyens ou subalternes); 10,7% des étrangers sont dans le même cas. Pour les femmes, les chiffres sont une fois de plus plus bas.

Grâce auc chiffres ainsi obtenus dans plusieurs entreprises locloises, il nous a été possible d'examiner la situation précise des étrangers (point sur lequel nous avons mis l'accent étant donné l'importance du problème en Suisse) et des femmes dans les différentes entreprises. Nous avons ainsi pu confronter les idées généralement répandues avec nos chiffres.

Il ressort de notre analyse les points suivants: la situation personnelle des étrangers dans une entreprise n'est pas toujours enviable; les Suisses ont une situation meilleure pour les raisons suivantes:

- ils sont Suisses,
- ils sont généralement encore mieux formés (cette situation évolue: cf. plus haut),
- ils travaillent depuis plus longtemps dans la même entreprise (quoique cette notion ne soit pas toujours vraie: cf. plus haut),
- ils sont plus âgés.

Par ailleurs, il ressort également de notre analyse que l'émancipation de la femme est loin d'être terminée: les femmes en général exercent des métiers demandant peu de qualification, elles ont peu de responsabilités, elles sont souvent payées à l'heure ou au rendement: ces éléments sont dus au fait que leur formation se fait souvent «sur le tas», à l'usine, qu'elles travaillent depuis peu de temps dans la même entreprise et qu'elles sont des femmes.

3.6 Importance économique des étrangers dans les entreprises

Ayant une situation peu enviable à l'intérieur des usines, les étrangers ont pourtant une grande importance économique, importance due d'une part à leur nombre (48% de la main-d'œuvre industrielle locloise est étrangère: cf. plus haut), d'autre part à leur âge: nous avons en effet calculé des taux de remplacement. Le principe est le suivant: nous prenons toutes les personnes âgées de 18 à 65 ans (18 ans: âge d'entrée en usine; 65 ans: âge de la retraite); nous formons ensuite deux classes: l'une est formée par les personnes âgées de 18 à 41 ans; l'autre par celles âgées de 42 à 65 ans; dans les deux cas, nous avons une période de 23 ans; nous divisons ensuite le nombre des personnes «jeunes» (18 à 41 ans) par le nombre des personnes «âgées» (42 à 65 ans); si le résultat obtenu est supérieur à 1, c'est que le remplacement de la main-d'œuvre «âgée» est assuré; si le résultat est inférieur à 1, c'est que le remplacement n'est pas assuré. Nous avons calculé un taux pour l'ensemble de la main-d'œuvre étudiée et un taux pour chaque usine. Les résultats sont toujours supérieurs à 1: le remplacement est donc assuré. Toutefois, si l'on ne compte que la main-d'œuvre suisse, les résultats sont toujours inférieurs à 1: le remplacement de la main-d'œuvre suisse n'est pas assuré; cela va naturellement poser de graves problèmes d'ici 15 à 20 ans si la tendance actuelle ne se renverse pas; il faut espérer que nous aurons pu alors résoudre le problème de l'assimilation des travailleurs étrangers d'une part, revaloriser le travail en usine d'autre part, ceci dans le but de lutter contre la crise actuelle des métiers.

3.7 Les frontaliers

Ayant longuement traité du problème des étrangers en Suisse et ayant montré leur importance économique, il ne nous reste qu'à consacrer quelques lignes à une catégorie particulière d'étrangers: les frontaliers. Ils sont un peu plus de 100000 en Suisse, représentant une main-d'œuvre importante dans les régions frontalières suisses (à Genève, Bâle, au Tessin p.ex.).

Au Locle, ils étaient plus de 1000 en 1973, soit à peu près le 20% de la population industrielle. Ils sont en augmentation depuis 1963, date du premier arrêté fédéral limitant la main-d'œuvre étrangère en Suisse, mais ne limitant pas le nombre des frontaliers.

Au Locle, la main-d'œuvre frontalière est en majorité masculine (65% d'hommes), jeunes (65% ont moins de 30 ans), et travaille essentiellement dans l'horlogerie; c'est normal si l'on se souvient que la région française frontalière (région du Doubs) est elle aussi traditionnellement horlogère. Ces Français viennent travailler chez nous comme frontaliers, ce qui oblige les entreprises françaises de la région à engager elles aussi de la main-d'œuvre étrangère (Nords-Africains p.ex.).

Les frontaliers sont en général plus qualifiés que le reste des étrangers; mais même à qualification égale, ils jouissent souvent d'un meilleur traitement (sont plus vite payés au mois, ont un peu plus de responsabilités, bien qu'ils soient là en moyenne depuis moins longtemps). Par rapport aux autres étrangers, ils ont en effet les avantages suivants:

- l'atout de la langue, ce qui élimine les problèmes de contact avec les Suisses,
- ils ne sont pas (ou pas encore) soumis à une limitation et sont donc très recherchés,
- ils sont souvent mieux formés, notamment dans l'horlogerie,
- ils semblent être moins touchés par la xénophobie actuelle.

4. Conclusion

En parlant du Locle, nous avons donc eu l'occasion de parler de trois problèmes plus généraux: de l'inégal développement des différentes parties du canton de Neuchâtel, de l'économie neuchâteloise située dans le cadre de l'horlogerie suisse, du problème de la main-d'œuvre en Suisse, en mettant l'accent sur la situation des étrangers à l'intérieur même des entreprises et sur leur importance économique. Le problème de la main-d'œuvre est à notre avis un des problèmes les plus importants auxquels doit faire face notre pays; nos pays voisins connaissent d'ailleurs le même problème.

Nous l'avons vu, le manque de main-d'œuvre se pose avec beaucoup d'acuité au Locle de par les difficultés démographiques que connaît cette ville, difficultés elles-mêmes dues à la faiblesse du secteur tertiaire d'une part, à la présence d'entreprises n'appartenant pas aux secteurs de pointe de l'industrie suisse, dont les centres de décision ne se trouvent pas toujours au Locle et où les salaires offerts sont en général inférieurs à ce

qu'ils sont dans d'autres régions d'autre part. Le Locle par ailleurs aurait un lourd tribut à payer en cas d'acceptation d'une initiative limitant la population étrangère: en cas d'acceptation de la troisième initiative p.ex., Le Locle perdrait à peu près 1500 actifs, soit un actif sur cinq. L'horlogerie, nous l'avons vu par ailleurs, emploie une forte proportion de femmes (56%). Afin de pouvoir attirer de la main-d'œuvre féminine dans l'horlogerie locloise, il faudrait que la ville ait d'autres types d'industrie pouvant employer les maris; comme dans toutes les régions monoindustrielles, une diversification est donc souhaitable; elle l'est d'autant plus au Locle que la branche dominante est l'horlogerie et qu'elle emploie une majorité de femmes.

Dans la conjoncture actuelle, l'établissement volontaire d'entreprises nouvelles au Locle nous semble problématique; l'avenir de la région est lié aux questions d'aménagement du territoire: quelle politique la Confédération et les cantons adopteront en cette matière?

Jusqu'à présent, les études de l'ORL ont plutôt condamné les Montagnes neuchâteloises; il appartient aux autorités neuchâteloises d'agir.

8. Sektion für Geologie

Schweizerische Geologische Gesellschaft
Société Géologique Suisse
Società Geologica Svizzera

Präsident: Dr. L. Hauber, Schlossgasse 26, 4125 Riehen
Sekretär: Dr. M. Weidmann, Musée de Géologie, Palais de Rumine, 1000 Lausanne

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Freitag, 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

Die Geologische Gesellschaft verzichtete an diesem Tage auf die Durchführung eigener Vorträge und Referate und nahm an den Jubiläumsvorträgen zum 50jährigen Bestehen der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft teil.

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

1. M. Burri: Sur la structure de la Zone houillère externe (Val d'Entremont, Valais)

2. A. Baud et H. Masson: Preuves d'une tectonique liasique de distension dans le domaine briançonnais: failles conjuguées et paléokarst à St-Triphon (Préalpes vaudoises)

3. P. A. Haldimann: Aroser Zone und Madrisa-Zone zwischen Klosters und dem Gafiental (St. Antönien)

4. H. Weissert: Zur Geologie der Casanna bei Klosters

5. G. Wiener: Ein Vorkommen von gediegenem Kupfer im Buntsandstein des Tafeljura (Kaiseraugst, Kt. Aargau, Schweiz)

6. L. Kiràly: Fissuration et décrochements: quelques mesures de fréquence dans le Jura neuchâtelois

7. P. Kellerhals: Neue geologische Kenntnisse aus künstlichen Aufschlüssen an der N5 und T6 (Jura-Südfuss)

8. R. Trümpy: Mitteilungen des Schweizerischen Komitees für Stratigraphie

Die Vorträge und Referate erscheinen in den «Eclogae geologicae Helvetiae».

9. Sektion für Geophysik

Schweizerische Gesellschaft für Geophysik
Société Suisse de Géophysique
Società Svizzera di Geofisica

Präsident: Dr. B. Primault, Meteorologische Zentralanstalt, Krähbühlstrasse 58, 8044 Zürich
Vizepräsident: Prof. Dr. St. Müller, Institut für Geophysik, ETH Aussenstation Hönggerberg, 8049 Zürich
Sekretär: Dr. H. W. Courvoisier, Meteorologische Zentralanstalt, Krähbühlstr. 58, 8044 Zürich

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

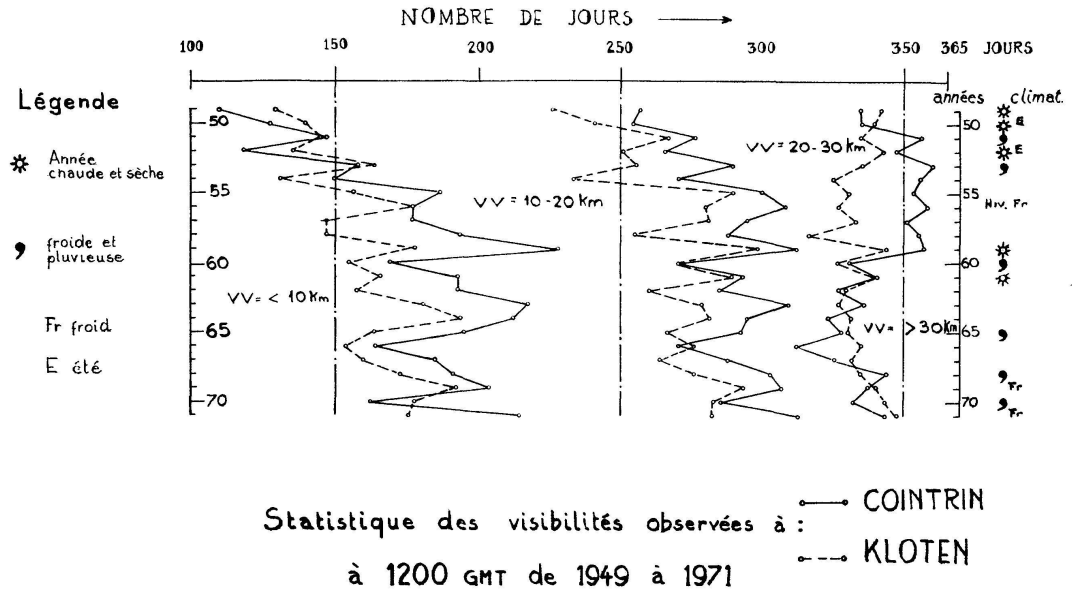
1. P.-L. Biéler (Genève) et A. M. Lemans (Zurich): Quelques commentaires sur les variations de la visibilité observées à Cointrin (Genève) et Kloten (Zurich) de 1949 à 1971

Sur la demande du professeur J. Piccard, nous avons entrepris d'étudier les variations de la visibilité observées à Cointrin et Kloten pour voir si l'impression générale d'une détérioration se confirme et si celle-ci est en relation avec la pollution générale de l'air, et dans quelle mesure.

Lemans a fait imprimer par l'ordinateur de l'EPFZ pour chaque année, dès 1949, le nombre d'observations à 12 h GMT avec une visibilité comprise entre 0 et 5 km, 5 et 10 km, etc. Nous avons groupé ces nombres en quatre classes plus étendues:

a) visibilité inférieure ou égale à 10 km
b) visibilité entre 10 et 20 km (limite supérieure comprise)
c) visibilité entre 20 et 30 km (limite supérieure comprise)
d) visibilité supérieure à 30 km

Sur le diagramme ci-dessous, nous avons reporté les sommes cumulées: nombre d'observations dans la classe a, puis a+b, a+b+c, la somme totale étant toujours 365 ou 366 (a+b+c+d).
Remarquons tout d'abord que les observateurs devaient toujours chiffrer la visibilité d'après un code international malheureusement variable. Jusqu'au 31.12.1954 la notation «30 km» représentait en réalité une visibilité comprise entre 20 et 40 km. Par suite, pendant les 6 premières années, notre classe c) comprend trop de cas au détriment de la classe d). Dès 1955 le code OMM prescrivait une division plus fine des visibilités supérieures à 16 km. Malgré cela, les grandes visibilités n'ont jamais été



Statistique des visibilités observées à : COINTRIN, KLOTEN

à 1200 GMT de 1949 à 1971

d'un intérêt particulier pour l'aviation et d'ailleurs il est difficile, sinon impossible de trouver des repères à grande distance situés dans le plan horizontal de l'observateur.

Le diagramme nous suggère les commentaires suivants:

1. Les faibles visibilités, jusqu'à 10 km, ont tout d'abord augmenté à Cointrin de quelque 60% en dix ans, pour rester stationnaire dans la décennie suivante. Par contre, à Kloten l'on remarque une augmentation assez régulière, qui atteint quelque 40% en 22 ans. Actuellement donc, la visibilité ne dépasse pas 10 km pendant la moitié des jours de l'année, au moment de la culmination du soleil. Depuis 1955 les jours à faible visibilité sont plus fréquents à Cointrin qu'à Kloten (20 à 25 jours par an), mais cette différence semble diminuer.

2. Le nombre de jours avec une visibilité comprise entre 10 et 20 km (inclus) est voisin de 110 à Cointrin et à Kloten, sans qu'on puisse déceler une tendance nette (trend). Le nombre total de jours avec une visibilité inférieure ou égale à 20 km (classes a + b) croît jusqu'en 1955 et reste ensuite constant en moyenne, ceci pour les deux stations, comme le montrent les courbes au milieu de la figure.

3. Le nombre des visibilités entre 20 et 30 km devrait être diminué d'un tiers pendant les années 1949 à 1954 pour la raison citée plus haut. Cette correction étant faite, la classe c) montre peu de variation à Kloten, tandis que Cointrin accuse une certaine baisse dans la seconde décennie.

4. Les visibilités supérieures à 30 km (corrigées pour 1949 à 1954) accusent une baisse très sensible à Cointrin et Kloten dans le premier tiers de la période d'observation. A Kloten la situation reste stationnaire de 1957 à 1967, après quoi une nouvelle baisse s'amorce. A Cointrin, les fortes visibilités se font beaucoup plus nombreuses dès 1960 avec un

maximum autour de 1965. Le déplacement (en 1959) du poste d'observation d'un lieu ne possédant pas de repères éloignés à une place plus favorable près du seuil de la piste peut y être pour quelque chose.

Causes des variations de visibilité: Nous avons indiqué dans le diagramme par des signes le caractère prépondérant de certaines années, mais ni ces indicateurs ni les moyennes annuelles du vent n'ont permis de déceler une liaison avec les variations de la visibilité.

Le cas particulier de Cointrin: Ici nous admettons que l'augmentation pendant la première décennie des cas de faible visibilité (classe a) et la diminution des cas de forte visibilité (d) sont dues à la pollution de l'atmosphère. Pourquoi alors l'amélioration entre 1960 et 1970? Une petite enquête auprès des entreprises de la région nous a fourni les détails suivants:

A. L'usine à gaz a cessé en 1963 d'utiliser du charbon pour fabriquer le gaz de ville et a remplacé cette méthode par le procédé de craquage de pétrole, qui est nettement moins polluant.

B. Alors que la production de l'usine de ciment de Vernier doublait entre 1957 et 1961 (de 25 000 à 50 000 t), des mesures efficaces ont été prises pour mieux filtrer les poussières. Actuellement, la source polluante est d'ailleurs stoppée, puisqu'il ne se fabrique plus de ciment à Vernier même.

D'autre part, nous savons que dans le domaine de l'aéronautique, de nombreuses études ont abouti à des mesures techniques efficaces tendant à lutter contre la pollution de l'air. Ainsi, par les diverses mesures prises par les industries locales et les constructeurs d'avion, on a réussi à «juguler» la «nuisance» due à la pollution de l'air, pour qu'elle ne suive plus la courbe ascendante de la production.

Il est réjouissant de constater que, même s'il y a encore beaucoup à faire dans la lutte pour la sauvegarde de l'environnement, nous avons la preuve, par cette petite étude, que des mesures techniques ont été prises pour lutter contre la pollution de l'air et que ces mesures ont été efficaces.

2. G.A. Gensler (Meteorologische Zentralanstalt Zürich): Der Jahresgang der temporären Schneegrenze in der Ostschweiz aufgrund von Beobachtungen vom Säntis und von Zürich aus

Die bisherigen Veröffentlichungen über Schneegrenzen in der Schweiz beziehen sich auf das 19. und den Beginn des 20. Jahrhunderts (H. H. Denzler 1855, J. Maurer 1909, J. Lugeon 1928). Einige ihrer Ergebnisse sind in der Fig. 1 enthalten.

Angaben über temporäre Schneegrenzen sind bis heute noch nicht auf elektronische Datenträger aufgenommen worden. Aus den «Annalen» der MZA wurden daher alle Notierungen über die Höhenlage der unteren Schneegrenze für den Säntis (1891–1960) und Zürich (1910–1950) entnommen und von Hand bearbeitet.

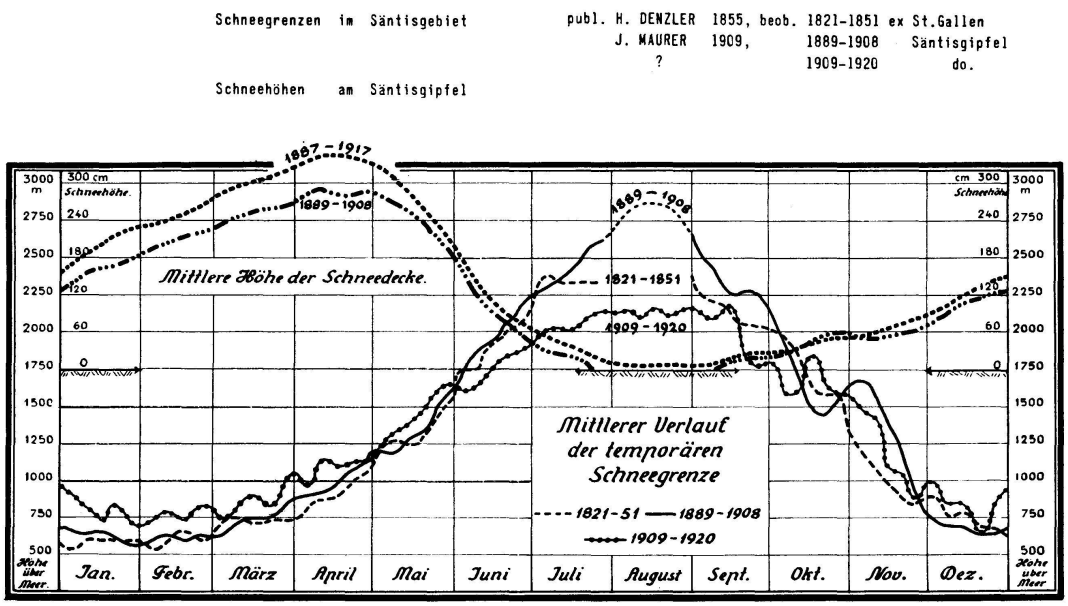


Fig. 1 Schneegrenzen Ostschweiz und Schneehöhen Säntisgipfel

Vom Gipfelobservatorium des Säntis aus wurde ab 1889 an nordexponierten Höhenmarken der Appenzeller, St.-Galler und Rheintaler Alpen möglichst oft die temporäre Schneegrenze (50% des Bodens schneefrei) bestimmt. Es standen für die 70 Jahre 3283 Werte zur Verfügung. Pro Dekade und Jahr, wofür zwischen 0 und 6 Angaben vorhanden waren, wurde die höchste und die tiefste Höhenangabe entnommen und pro Jahrzehnt gemittelt. So entstanden in Fig. 2 die mittleren Höchst- und Tiefstwerte HXM und HNM.

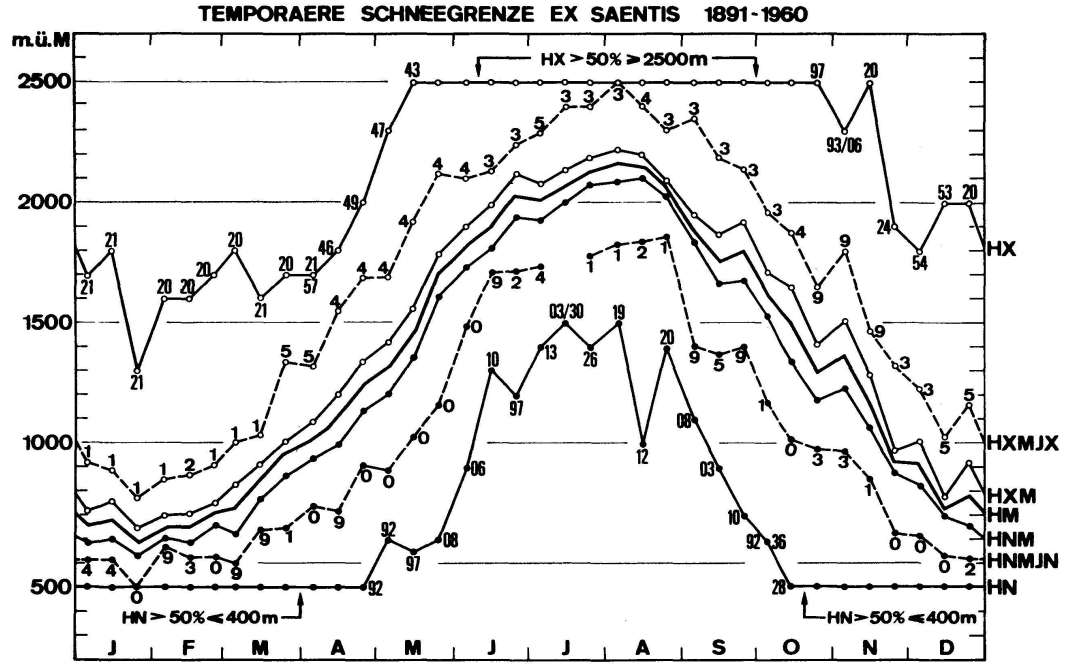


Fig. 2 Temporäre Schneegrenzen vom Säntis aus; Erläuterungen im Text.

Das Dezennium mit dem höchsten bzw. tiefsten Dekadenwert wurde mit HXMJX bzw. HNMJM markiert; die Zahl gibt das dazugehörige Jahrzehnt an. Die absoluten Extrema pro Dekade finden sich bei HX und HN. Das Gesamtmittel entspricht der HM-Linie.

In Fig. 2 sind die Jahresamplituden aus zwei Gründen gedämpft: die Minimalhöhe von 400 m ü.M. entspricht dem Bodenseeniveau, die Maximalhöhe von 2500 m dem Säntisgipfel. Sobald sich im Hochsommer die Winterschneegrenze über den Gipfel hinaus anhob, unterblieben weisungsgemäss Angaben. Sind solche, vor allem im August, dem wärmsten Monat, notiert (August 104, September 163, Juli 177 Fälle), handelt es sich um Neuschnee nach Kaltlufteinbrüchen. So weichen die HM-Höhen von Juni bis September (1900, 2160, 2120 und 1800 m) nur wenig von den mittleren monatlichen Tiefstlagen der Nullgradgrenze an der Nordalpenkette ab (1700, 2100, 2150 und 1500 m). Besonders bei den unterdurchschnittlich tiefen Schneegrenzlagen, nach Kaltlufteinbrüchen, können 2 bis 4 Tage verstreichen, bis der Säntis erstmals tagsüber nebelfrei wird. Einige Fälle mit sehr später bzw. früher Schneedecke in Zürich zeigen, dass die Säntisnotierungen als erste Meldung eine bereits um 200 bis 500 m höhere Schneegrenze angeben als während des Herunterschneiens tatsächlich entstanden ist.

Von Zürich aus wurden vor allem Nordlagen der Schwyzer und Glarner Alpen beobachtet. Zwischen 1910 und 1950 finden sich 391 Werte für die Ausaperungs- und 243 für die Einschneiphase. Für jede 100-m-Stufe wurde das mittlere Eintrittsdatum berechnet und mit beiden benachbarten Höhenstufen rechnerisch ausgeglichen, wodurch in Fig. 3 die HM-Linienzüge entstanden sind.

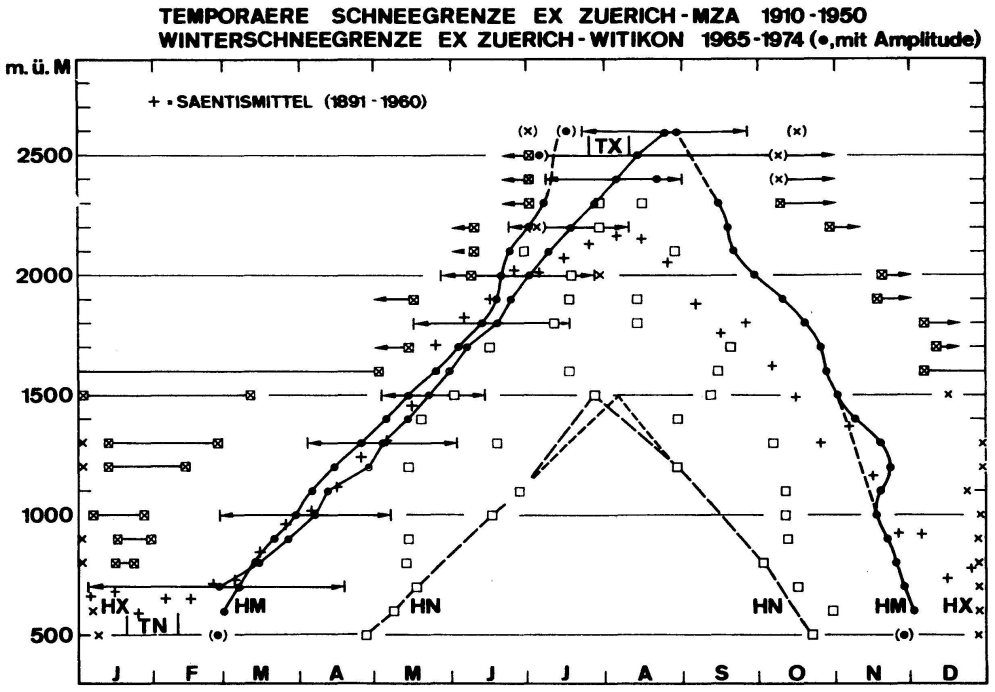


Fig. 3 Temporäre Schneegrenzen von Zürich aus; Erläuterungen im Text.

Leere Vierecke kennzeichnen die minimalen Ausaperungsstände HN. Vierecke mit einem X darin stellen die höchsten Schneegrenzlagen HX dar. Die Frühjahrs- und Herbst-HX-Termine bestimmen die beobachtete Mindestdauer der Winterschneedecke in diesen 40 Jahren (kurze Pfeile). Das Ausapern steigt im Mittel zwischen 600 und 1900 m ü. M. recht regelmässig um 8 bis 9 Tage um 100 m; das Einwintern senkt sich rascher mit 3,5 bis 4 Tagen für 100 m. Zwischen 1200 und 1000 m ü.M. erscheint eine Umkehr, die wohl mit den häufigen spätherbstlichen Temperaturinversionen mit Hochnebeln in Verbindung steht (Aufspalten der Schneegrenze). Das Auseinandergehen der Zürcher und Säntis-Werte (+ in Fig. 3) ab Juli ist durch die fehlenden Säntisangaben bedingt.

Als Ergänzung der ab 1950 fehlenden Säntisnotierungen von der MZA aus sind in Fig. 3 mit umkreisten Punkten neue Beobachtungen durch den Autor vom Vorort Witikon von 1965 bis 1974 verwertet worden. Es wurde ausschliesslich das Abschmelzen der Winterschneedecke verfolgt; vorübergehende Rückschläge durch Spätschneefälle wurden ausgeschlossen. Es lagen 160 Daten vor, deren Schwankungsbereich für einige Höhenstufen mit zweiseitigen horizontalen Pfeilen gekennzeichnet ist. Gegenüber Zürich 1910–1950 sind trotz Weglassen der Neuschneefälle Verspätungen von 5 bis 10 Tagen ersichtlich. Eine Ursache hiezu zeigt ein Vergleich der Frühlings- und Sommertemperaturen auf dem Säntis für die hier verwendeten Beobachtungsperioden: Frühling 1891–1960 −3,9 Grad, 1910–1950 −3,6 und 1965–1974 jedoch −4,4 Grad; Sommer: +4,5, +4,6 und +4,2 Grad. So wirkt sich die jüngste Abkühlungsphase, nebst geänderten Niederschlags- und Albedoverhältnissen, merkbar aus. Den mittleren Kulminationspunkt erreicht die Periode 1965–1974 bei 2700 m ü.M. oder rund 4 Wochen nach dem Wärmemaximum TX (1901–1960) in Fig. 3. Dieses Niveau kann als orographische Schneegrenze für Nordexpositionen über unvergletscherter Unterlage angesprochen werden. Es entspricht etwa der klimatischen Schneegrenze über einer horizontalen Eisfläche und liegt gut 200 m unter derjenigen auf einer horizontalen, eisfreien Unterlage.

Schneegrenzenauswertungen zeigen Klimapendelungen (vgl. 40er Jahre in Fig. 2 und 3) rasch an. Leider fehlen aber solche Beobachtungen weitgehend. Indessen werden in naher Zukunft Satellitenbilder in grösseren Massstäben als bisher eine regelmässige und umfassende Überwachung und Auswertung der Expositions-, Höhen- und Gebietsabhängigkeit der temporären, orographischen und klimatischen Schneegrenzen erlauben.

Literatur

Denzler, H.H.: Die untere Schneegrenze während des Jahres vom Bodensee bis zur Säntisspitze. Memoiren der Schweiz.Naturf.Ges. 1855, 59 S.

Lang, H. und Gail, D.: Beitrag zum Problem der klimatischen Schneegrenze. Verh.der Schweiz.Naturf.Ges. 1973, S. 158–160.

Lugeon, J.: Le Cycle des Précipitations Atmosphériques. Diss. 1928, 368 S.

Maurer, J.: Temporäre Schneegrenze und mittlere Schmelzwasserhöhen im schweizerischen Alpengebiet nach neueren Erhebungen. Met.Zeitschr. 12/1909, S. 539–546.
Mosimann, HP.: Die Abhängigkeit der Schneedauer von klimatischen Faktoren in den Berner und Walliser Alpen. Geographica Helvetica 4/1973, S. 218–224.
Vorndran, G.: Die Höhe der Schneegrenze in der Silvrettagruppe. Mitt.d.Geogr.Ges. München 55/1970, Teil 2, S. 155–167.

3. Alessandro Rima, Ing. civ. ETH, Locarno-Muralto: Anemologia Mendrisiense

Riassunto
Vengono elaborate le osservazioni anemologiche di Genestrerio, Stabio e San Martino (periodo dal 1964 al 1967). Si mette in evidenza la persistenza del vento notturno e diurno proveniente da nord e da sud per San Martino, da sud e da sud-ovest per Stabio e Genestrerio. La velocità del vento per tutte le stazioni si manifesta in marzo più accentuata per i valori diurni. Il 0,5% dei casi supera la velocità di 30 km/ora.

La nuova legge sulla «protezione dell'ambiente» in preparazione, imporrà una maggiore indagine sugli elementi idrologici e meteorologici locali. È con le stesse finalità che sono state condotte le osservazioni anemologiche eseguite per un periodo limitato, ma comunque espressive, di tre luoghi della regione del Mendrisiotto. Le stazioni disponibili prima del 1962 attorno a Mendrisio erano Mezzana, Mendrisio e Brusata, gestite dall'Istituto Svizzero di Meteorologia, con le seguenti caratteristiche di luogo, di tempo e di misura:

Tab. I

N°	STAZIONI	INTERV. OSSERV.	MEZZO	LONG.	LAT.	H m.s.m.
1	MENDRISIO	1864 1866	VENTOLA	8°59'	45°52'	355
2	MEZZANA	1946 1955	VENTOLA	9°00'	45°51'	339
3	BRUSATA	1952 1961	ANEMOSCOP.	8°58'	45°51'	415

Mendrisio (1 termine) fornisce solo indicazioni nelle 8 direzioni principali in modo approssimativo, Mezzana indicazioni più significative (3 termini). Brusata dà dei valori attendibili (6 termini) con indicazioni della velocità del vento al suolo.

Il problema dell'insediamento di una centrale termoelettrica alla «Tana» presso Mendrisio ha imposto alla AET (Azienda Elettrica Ticinese) un'indagine sulla meteorologia locale, particolarmente del vento.

Fu indagata la regione con la posa di anemografi a 10 m dal suolo in tre località: Genestrerio, San Martino, Stabio, con le caratteristiche di luogo seguenti:

Tab. II

N°	STAZIONI	PERIODI	COORDINATE	H msm
4	GENESTRERIO	5/1964 5/1966	79'731/718'415	343
5	S.MARTINO	6/1965 5/1966	82'064/719'815	320
6	STABIO	7/1966 4/1967	77'758/716'279	351

Da queste stazioni a 12 termini (ogni 2 ore) vengono forniti i dati diurni (dalle 08.00 alle 18.00) e notturni (dalle 20.00 alle 06.00).

La zona d'interesse è attraversata dal Laveggio, che ha le sorgenti nelle regioni sopra Brusata e Stabio e che sfocia nel Lago di Lugano presso Riva S. Vitale. Sulla sua sinistra ha le stazioni di Stabio e sulla destra Brusata, Genestrerio e Mendrisio, Mezzana già verso Balerna e San Martino in prossimità del Laveggio.

Vengono quindi controllati i venti che si incanalano principalmente nella zona del pianoro della valle del Laveggio, costeggiata da tutte le alture delle quali l'unica misurazione di una certa altezza è quella di Brusata (a 100 m ca. più in alto delle altre).

Le direzioni principali del vento possono essere sommariamente definite nella linea «Nord–Sud» e viceversa del Laveggio. Si presentano per Stabio e Genestrerio, quale frequenza principale di direzione quella proveniente da sud-ovest per Brusata, per San Martino da nord e da sud e per Mezzana da nord. Occorre notare che Mezzana si trova decentrata rispetto alla valle del Laveggio, mentre che per San Martino ci sono due direzioni prettamente definite (sud o nord). A Stabio e Genestrerio, per i valori notturni e diurni, abbiamo pure delle provenienze significative di vento anche da sud.

Ne fa stato la tabella indicante le rose dei venti (tabelle III e IV):

Tab. III Frequenze di direzione in % dei totali per Mendrisio, Brusata e Mezzana secondo i periodi di osservazione sopra esposti (8 direzioni).

DIREZIONE	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
MENDRISIO%	33.71	11.19	7.33	8.10	9.00	4.76	7.72	18.14
BRUSATA %	12.51	12.56	12.40	15.98	21.25	11.73	8.55	5.01
MEZZANA%	58.58	9.93	15.36	3.17	4.40	0.26	1.36	6.93

Mezzana offre un vento preponderante da Nord, particolarmente per le osservazioni notturne (ore 21.30) con 1,84% dei casi per tutte le stagioni. Brusata con direzione preponderante da Sud, particolarmente in ottobre (28%), sensibilmente anche in dicembre (20%) da S–E e da S (25%); per le osservazioni delle 18.45 e 21.45 notiamo una frequenza superiore al 50% in settembre e ottobre per i venti da S. L'88% dei casi a Brusata non supera 6 nodi e l'8% i 14 nodi, solo 10 casi in media all'anno superano i 36 nodi (con 6 termini).

Tab. IV Frequenze in % di direzione dei venti a Genestrerio, San Martino, Stabio (con indicazioni degli intervalli di osservazione) riferiti alle 12 direzioni, in °.

DIREZIONE	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
GENESTRERIO % 5/1964-4/1965	1.33	5.96	2.11	3.99	9.55	5.17	0.47	49.54	4.97	1.23	4.58	11.10
GENESTRERIO % 6/1965-5/1966	4.16	2.50	6.50	0.57	5.10	11.76	0.76	14.10	47.05	0.02	0.05	7.44
S. MARTINO % 6/1965-5/1966	0.08	0.02	0.28	0.05	0.69	50.80	0.71	0.20	0.18	-	0.97	46.01
STABIO % 7/1966-4/1967	0.28	6.35	4.12	0.19	1.07	16.63	4.21	50.78	3.71	0.22	0.13	11.76

Genestrerio marca nel I° periodo (64–65) una frequenza massima del 49% da 240°, nel II° del 47% da 270°, ossia una deviazione verso sud-ovest.

I valori diurni, sempre per Genestrerio, presentano una maggiore frequenza a 180° con 21%, i notturni a 270° con 60% per il II° periodo; mentre per il I° periodo i notturni notano a 240° il 62% e i diurni il 37%.

San Martino presenta una direzione preferenziale da 180° con 51% e da 360° (Nord) con 46%, percentuali che rispecchiano anche i valori diurni e notturni per tutti i mesi.

A Stabio la direzione più frequente è da 240° con 51%, preponderante pure per i diurni e notturni, quest'ultimi fino al 67% dei casi. I valori mensili manifestano pure la stessa caratteristica:

Tab. V Densità di frequenza in % per Genestrerio, San Martino e Stabio per rapporto ad un intervallo di velocità del vento in km/ora.

Km/ora	1	2	3	4	5-6	7-8	9-10	11-14	15-20	21-30	>30
GENESTRERIO 5/1964-4/1965	0.84	24.99	14.80	11.75	18.74	9.84	6.09	6.09	4.42	2.11	0.29
GENESTRERIO 6/1965-5/1966	21.25	11.31	13.89	11.73	17.75	8.97	4.78	3.68	4.37	1.97	0.23
S.MARTINO 6/1965-5/1966	9.90	7.05	9.45	8.30	17.65	13.60	9.40	9.10	6.50	3.95	3.45
STABIO 7/1966-4/1967	20.04	9.99	11.37	10.81	14.74	12.19	5.46	5.02	3.20	2.51	1.88

È stato messo chiaramente in evidenza come le velocità più significative si presentino di giorno (fig. 2), in particolare per il mese di marzo, con delle punte anche nel mese di settembre, come fanno stato qui le curve di probabilità del 5% al 95% delle velocità del vento in km/ora. Per Genestrerio (fig. 1) il numero più frequente in cui le velocità raggiungono o superano i 30 km/ora si registra nel mese di aprile (marzo) con lo 0,1% dei casi.

A Stabio la velocità diurna che raggiunge e supera i 30 km/ora è proveniente da 360° con il 2% dei casi. Lo stesso dicasi per San Martino ove si notano 40 casi (il 2,5%) con velocità > di 30 km/ora da 360°; velocità forti da sud risultano estremamente scarse.

In generale per la zona occorre osservare che ci sono delle punte con velocità superiori ai 30 km/ora, lo 0,5% dei casi annuali per tutte le stazioni.

Dalla figura allegata di Genestrerio, del resto analoga per Stabio e San Martino, con irregolarità più marcate per quest'ultima nelle curve di probabilità inferiore al 25%. Si nota un andamento regolare per tutte le curve di probabilità fino al 25%, con un massimo nel mese di marzo.

Per valori di probabilità verso il 10% si nota pure una punta in settembre.

L'andamento medio (prossimo alla curva di probabilità del 50%) presenta il massimo di marzo con 6 km/ora, e il minimo di gennaio, dicembre con ca. 2 km/ora.

Fig. 1 Genestrerio. Curve di probabilità dal 5% al 95% della velocità del vento in km/h valori diurni (1964–1966)

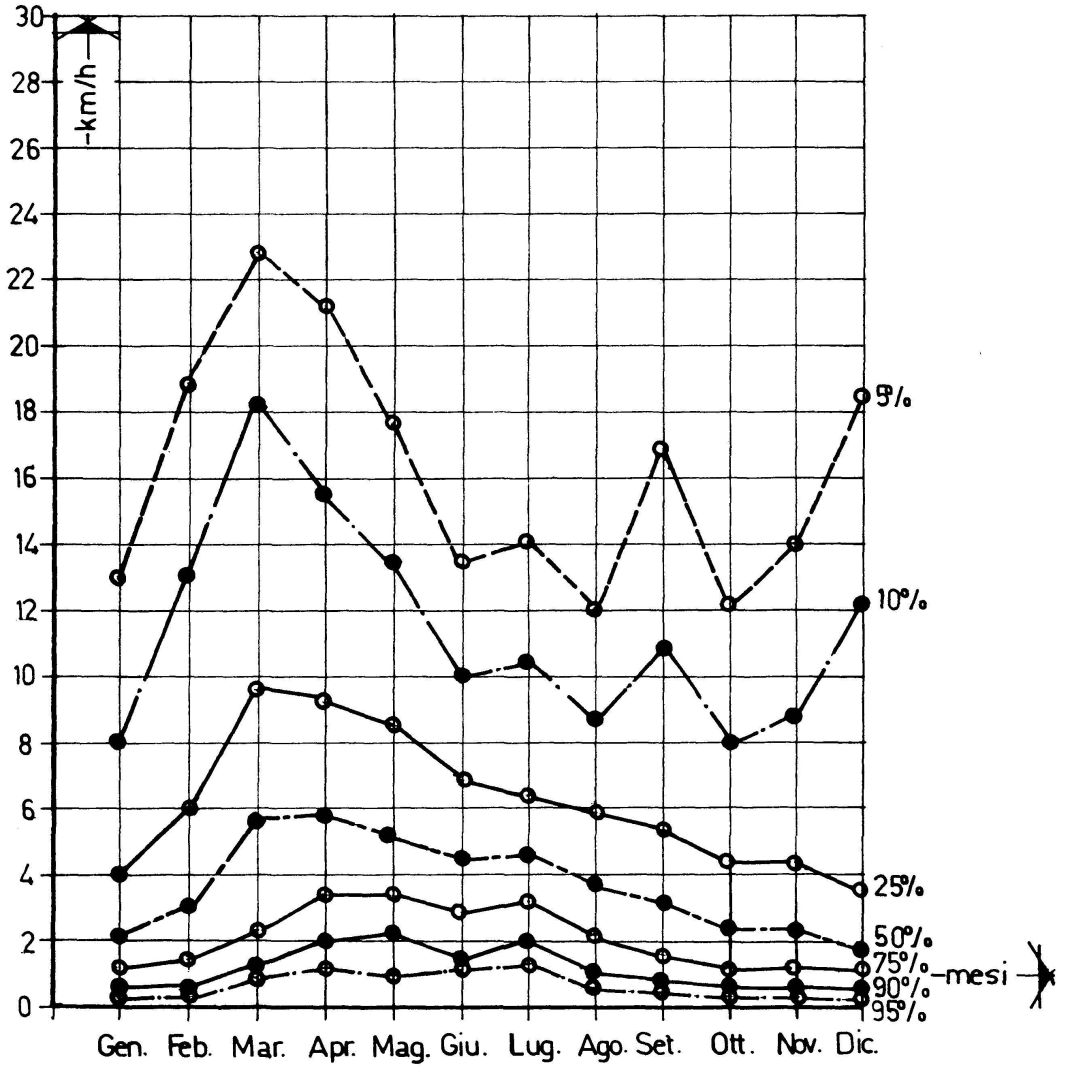
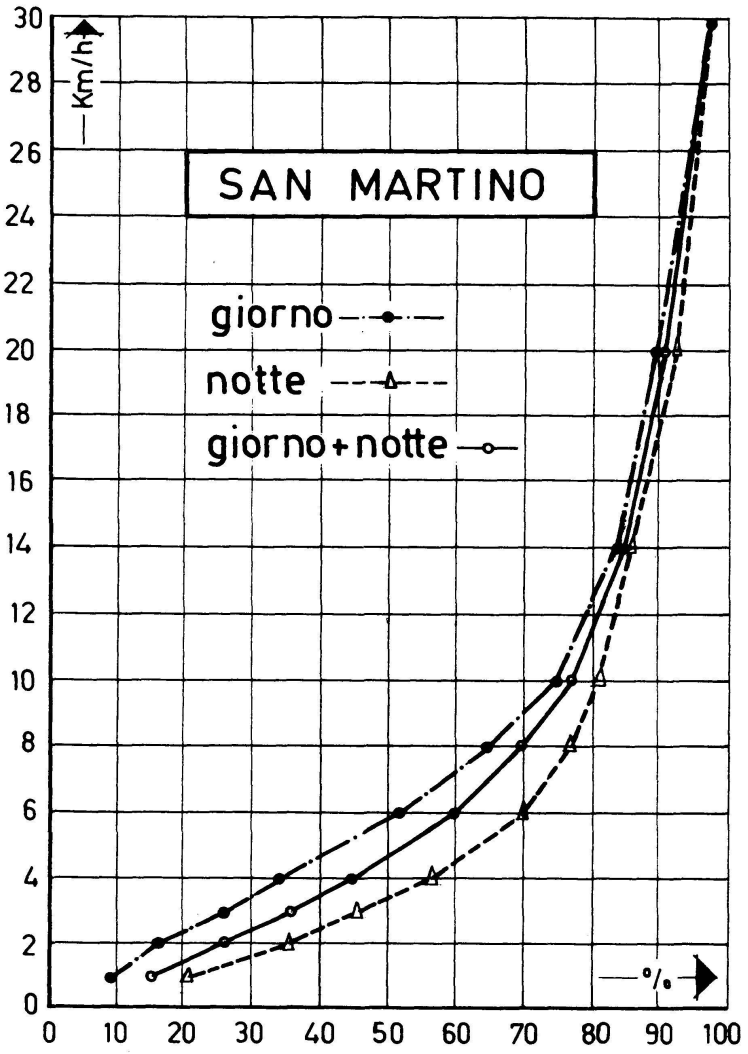


Fig. 2 Curve cumulate delle frequenze del vento orario per rapporto alla velocità in km/ora, intervallo giugno 1965 – maggio 1966



Bibliografia

1. Rima, Al.: «Sulle osservazioni anemologiche nel Ticino». Dipartimento delle Opere Sociali, Bellinzona. No.XXIII (febbraio 1966).
2. Rima, Al.: Stazione anemologica di Stabio, luglio 1966 – aprile 1967 (6 maggio 1974). Nota 92.
3. Rima, Al.: Stazione anemologica di San Martino, giugno 1965 – maggio 1966 (23 aprile 1974). Nota 90.
   – Giugno e luglio 1965 e 1966, II. (18 giugno 1974). Nota 95.
4. Rima, Al.: Stazione anemologica di Genestrerio, giugno 1965 – maggio 1966, II. (30 aprile 1974). Nota 91.
   – Maggio 1964 – maggio 1966, III. (15 giugno 1974). Nota 94.

N.B. Le note sono inedite e disponibili.

4. H. U. Dütsch (Labor für Atmosphärenphysik ETH Zürich): Berechnung der Divergenz des Ozonflusses über mittleren Breiten aus Beobachtung und photochemischer Theorie

Es ist seit langem bekannt, dass der Jahresgang und die Breitenabhängigkeit des atmosphärischen Ozons mit der photochemischen Theorie allein nicht erklärt werden können, sondern dass Transportvorgänge wesentlich zu der beobachteten Verteilung beitragen. Auch die rasche Entwicklung, welche die Theorie im vergangenen Jahrzehnt durchgemacht hat, mit der nun das Ozon als zentrale Substanz eines komplexen Systems erscheint, das fast die Gesamtheit der heute bekannten Spurenstoffe in der Stratosphäre umfasst, hat an dieser Aussage nichts Wesentliches geändert.

Durch Kombination des beobachteten Jahresganges der vertikalen Ozonverteilung mit den Ansätzen der photochemischen Nichtgleichgewichtstheorie soll nun versucht werden, quantitative Aussagen über den durch die allgemeine Zirkulation bewirkten Ozonfluss zu erhalten, über den bisher nur qualitative Vorstellungen (oder Ergebnisse von Modellrechnungen) vorhanden sind. Für jeden Monat muss in jedem Niveau die Beziehung

$$n_3(t_1) + \int_{t_1}^{t_z} (P(t) - D(t) - \operatorname{div} \vec{F}_{OZ})\, dt = n_3(t_2)$$

erfüllt sein, wobei $n_3\ (t_1)$ der beobachtete Wert zu Beginn, $n_3\ (t_2)$ zu Ende des Zeitabschnittes ist, P die photochemische Produktion, D die entsprechende Zerstörung von ungeraden Sauerstoffteilchen und div $\vec{F}_{OZ}$ die Divergenz des Ozonflusses. Letztere kann durch einen iterativen Prozess aus dieser Gleichung gewonnen werden.

Dieses Verfahren wurde auf die Ozonverteilung über der Schweiz angewendet, die durch eine sechsjährige Messreihe festgelegt [1] ist, wobei in den photochemischen Ansätzen [2] vereinfachend angenommen wurde, dass die Spurenstoffe mit sehr grosser photochemischer Halbwertszeit (wie Wasserdampf, gesamtes NO_X usw.) keinen Jahresgang aufweisen, sondern nur eine Funktion der Höhe sind, während für diejenigen mit kleiner photochemischer Relaxationszeit die Einstellung eines momentanen Gleichgewichts mit O_3 und den langsam veränderlichen angenommen wurde. Ein direkter Transporteinfluss innerhalb der untersuchten Zeitabschnitte wurde damit nur für das Ozon angenommen. Die Berechnungen der Divergenz des Ozonflusses können nach oben nur bis zum 10 mb-Niveau ausgedehnt werden, da bei den hohen Geschwindigkeiten der photochemischen Vorgänge in noch grösseren Höhen kleine Fehler in der Beobachtung (die hier die geringste Genauigkeit besitzt) oder in der Theorie zu unvernünftigen Werten für die Divergenz führen.

Die Ergebnisse können kurz folgendermassen zusammengefasst werden: Die stärkste Konvergenz des Ozonflusses ergibt sich im Winter in der mittleren Stratosphäre, wo dank des Transports das rein photochemisch zu erwartende «Ozonloch» verhindert wird. Die Transportge-

winne sind hier wesentlich grösser als in den darunter liegenden Schichten, wo der stärkste winterliche Anstieg beobachtet wird; das hier deponierte Ozon wird aber grösstenteils durch die photochemischen Prozesse laufend zerstört. In der untersten Stratosphäre ist anderseits der photochemische Beitrag (der im wesentlichen in einer ganzjährigen Zerstörung des Überschussozons besteht) gering; die Jahresschwankung ist hier im wesentlichen durch den Wechsel zwischen Konvergenz des Flusses im Winter und Divergenz im Sommer bestimmt. Es zeigt sich aber, dass noch im Bereich des Ozonmaximums bis zu 20 km herunter die photochemische Zerstörung einen wesentlichen Beitrag zum Abbau des während der Wintermonate durch die allgemeine Zirkulation angehäuften Überschussozons leistet (diese Ozonzerstörung findet schon während des Winters selbst statt und erreicht im Frühjahr ihre stärkste Ausprägung).

Der gesamte Transportgewinn zwischen Tropopause und gut 30 km Höhe macht von September bis März 300 D (1 D = 10^{-3} cm reines Ozon NTP) aus, d.h. 90% des Gesamtozonwertes, während dieser gleichzeitig nur um 82 D ansteigt; der Transportgewinn ist also in mittleren Breiten (genauer über der Schweiz) mehr als 3mal so gross wie der beobachtete Anstieg; mehr als $\frac{2}{3}$ des angehäuften Ozons werden schon während des Winters photochemisch zerstört. Die sommerliche Abbauphase lässt sich weniger einheitlich darstellen; der Transportverlust von 100 D übertrifft den beobachteten Rückgang des Gesamtozons nur wenig; einer photochemischen Nettoproduktion in der mittleren Stratosphäre steht eine weiterlaufende Zerstörung in tieferen Schichten gegenüber.

In dieser Untersuchung musste ein Ansatz für die aus Messungen noch zu wenig genau bekannte NO_X-Konzentration (als Funktion der Höhe) gemacht werden. Es zeigte sich dabei, dass zwischen 20 und 30 km, im Bereich der am meisten zur photochemischen Bilanz beiträgt, diesem angenommenen Wert relativ enge Grenzen gesetzt sind (etwa $\pm 15\%$ gegenüber dem hier verwendeten Ansatz), wenn die berechnete Konvergenz resp. Divergenz sich in einem mit unserem Verständnis der stratosphärischen Vorgänge verträglichen Rahmen halten soll. Dem gesamthaft berechneten Transportgewinn von 300 D kommt damit auch ungefähr diese Genauigkeit zu.

Durch Ausdehnung solcher Rechnungen auf andere Breiten (wobei allerdings z.T. die Beobachtungsgenauigkeit noch zu wünschen übrig lässt), wird es möglich sein, aus dem so erhaltenen Divergenzfeld den eigentlichen Ozonfluss zu berechnen und damit die globale Bilanz des atmosphärischen Ozons besser in den Griff zu bekommen.

Literatur

1. H.U. Dütsch and Ch. Ch. Ling: Six years of regular ozone soundings over Switzerland. Pure Appl. Geophys., 107, 1151–1168, 1973.
2. H.U. Dütsch: Ozone Research, Present and Future. Int. conference on structure, composition and general circulation of the upper and lower atmospheres and possible anthropogenic perturbations, Vol. 1, 321–339, 1974.

5. W. Nater (Labor für Atmosphärenphysik der ETH Zürich): Möglichkeiten und Grenzen bei Sondierungen der Atmosphäre mittels akustischer Methoden

Von den drei bekannten akustischen Methoden zur Sondierung der Atmosphäre (anomale Schallausbreitung, Raketen-Granaten-Methode und Akustisches Echo-Sounder [AES]) soll hier die letztgenannte besprochen werden.

Beim AES – oft auch Sodar, Sonar oder Acdar genannt – handelt es sich um ein Gerät mit folgendem Funktionsprinzip: Ein sehr kurzer (= 100 ms) akustischer Impuls (Frequenz $1 \div 4$ kHz) wird über einen Verstärker und Lautsprecher in die Atmosphäre abgestrahlt. Mittels eines empfindlichen Empfängers wird die Intensität des von der Atmosphäre zurückgestreuten Echos empfangen und als Funktion der Zeit – und somit der Höhe – aufgezeichnet. Durch Wiederholen der Pulse erhält man ein Zeit-Höhen-Diagramm. Dieses Instrument ist somit das akustische Analogon zum Radar.

Entweder wird das AES monostatisch (d.h. Sender und Empfänger sind in der gleichen Antenne untergebracht) oder bistatisch (Sender und Empfänger in örtlich getrennten Antennen) betrieben. Die theoretische Voraussetzung zum AES bildet die Streugleichung für Schallwellen in turbulenter Luft, hergeleitet von Kallistatova und Monin.

Wind- und Temperaturfluktuationen führen zu zwei Effekten:
1. Streuung der Schallwellen durch Turbulenzen
2. Fluktuationen der Schallwellenparameter (Amplitude und Phase)

Für die Herleitung der Streufunktion wird die Bewegungsgleichung in Eulerscher Form und die Adiabatengleichung angesetzt. Die Lösung des Differentialgleichungssystems wird als Störungsrechnung mit Bornscher Näherung unter verschiedenen Annahmen durchgeführt. Die allgemeine Streufunktion lautet dann:

$$\mathrm{d}\sigma(\theta) = \frac{32\pi^5 \cos^2\theta}{\lambda^4}\left[\frac{\Phi(\vec{u})\left\{\frac{4\pi}{\lambda}\sin\frac{\theta}{2}\right\}\cos^2\frac{\theta}{2}}{c_0^2} + \frac{\Phi(T)\left\{\frac{4\pi}{\lambda}\sin\frac{\theta}{2}\right\}}{4T^2}\right]\mathrm{d}\Omega$$

wobei:
- λ Wellenlänge der Schallwellen
- θ Streuwinkel (Rückstreuung: $\theta = 180°$)
- T absolute Temperatur
- c_0 Schallgeschwindigkeit unter Normalbedingungen
- $\Phi(\vec{u})$ Spektraldichte der Windfluktuation
- $\Phi(T)$ Spektraldichte der Temperaturfluktuation
- Ω Raumwinkel

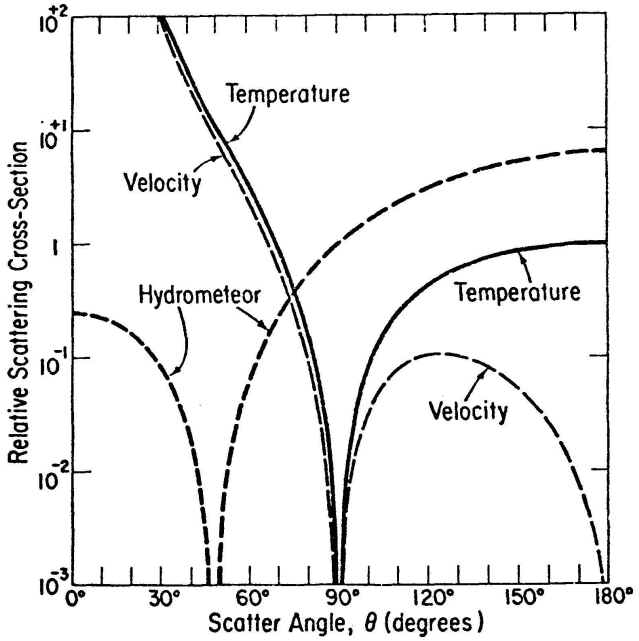
Unter Annahme eines Kolmogorov-Spektrums für die Turbulenz hat die Streugleichung folgende Eigenschaften:

1. σ hängt schwach von λ ab: $\sigma \sim \lambda^{-1/3}$
2. für $\theta = 90°$ ist $\sigma = 0$
3. für $\theta = 180°$ gibt es keinen Streuungsanteil von der Windfluktuation: $\sigma = 0{,}00715\ c^2{}_T/\lambda^{1/3}\ T^2$
4. Der grösste Anteil der Streuung ist Vorwärtsstreuung als Folge des Faktors $(\sin \theta/2)^{-11/3}$.

Mit dem AES lässt sich die Intensität der zurückgestreuten Schallwellen bei gegebenem Streuwinkel (abhängig von der Empfangskonfiguration) als Funktion der Höhe des Streuvolumens bestimmen. Somit können mit dem AES nur die Zonen grosser Temperatur- und Windfluktuationen ausgemacht werden. Folgende Parameter sind messbar:

1. Vertikalprofil der Windgeschwindigkeit und -richtung unter Verwendung der tristatischen Dopplermethode. Genauigkeit: $<5\%$ für Geschwindigkeiten <15 m/s
2. Vertikalprofil der Feuchtigkeit bei abwechselnder Verwendung von zwei Frequenzen und Vergleich der verschiedenen Absorptionen
3. Dreidimensionales Spektrum der Temperaturfluktuation mittels dreier monostatischer Systeme (Ungenauigkeit bis Faktor 2). Bei einer Änderung des Gradienten von 1°/100 m auf 2°/100 m infolge Turbulenzen wird das empfangene AES-Signal viermal intensiver. Mit $c_T = 0{,}018$ grad $m^{-1/3}$ wird $\sigma\ (180°) = 6{,}14\ 10^{-9}\ m^{-1}$
4. dreidimensionales Spektrum der Windfluktuation (tristatische Konfiguration)

Fig. 1 Streuquerschnitt als Funktion des Streuwinkels



Die Anwendung des AES ist noch nicht problemlos. Vor allem fehlen eingehende Parallelmessungen mit Fesselballonen, die eine eindeutige Interpretation der AES-Aufzeichnungen ermöglichen würden. Oft treten nämlich Turbulenzen unabhängig von Inversionen auf, so dass es nicht möglich ist, die beiden Phänomene zu identifizieren. Ebenso lässt sich die Temperatur als Funktion der Höhe aus AES-Aufzeichnungen noch nicht bestimmen, da die theoretischen Grundlagen fehlen. Hingegen hat sich das AES zur Bestimmung des Windprofils bewährt und wird bereits operationell von verschiedenen Flugsicherungsdiensten eingesetzt.

Literatur

Little, C.G.: Prospects for Acoustic Echo Sounding (Chapter 19 in Remote Sensing of the Troposphere by Derr V.E. [NOAA]) 1972.

Monin, A.S.: Characteristics of the scattering of sound in a turbulent atmosphere. Soviet Phys.Ac. 7, 1962.

Nater, W.: Voruntersuchungen zum Bau eines akustischen Echo-Sounders. LAPETH-9, Zürich, 1974.

6. M. Krammer (Abteilung für Meteorologie, Gesundheitsamt Basel): Vorläufige Ergebnisse der Sodar-Registrierungen in Basel

In Basel wurden in der Zeit vom 20.Januar bis 25.Februar 1974 an insgesamt 34 Tagen Sondierungen der unteren Luftschicht – meist bis 530 m Höhe über dem Standort des Gerätes – mit einem Acoustic Sounder der Forschungsanstalt der Schwedischen Armee durchgeführt. Die Funktionsweise des Apparates ist in zahlreichen Veröffentlichungen erörtert, wir verweisen auf die Arbeit von W.Nater in diesem Heft [1] sowie auf Nater [2], Ottersten et al. [3], die beiden Letztgenannten mit reicher Bibliographie.

Das Gerät war auf dem Areal des Gutes Brüglingen, im Osten Basels aufgestellt (265 m ü.M.). Zu einer ersten Voruntersuchung wurde aus den Registrierungen die mixing height (als MH bezeichnet), die obere Grenze der bodennächsten, stabilen Sicht, bestimmt und diese mit den Windregistrierungen sowie mit den Messungen des SO_2-Gehaltes in Muttenz, 2,5 km östlich und 25 bzw. 15 m höher als Brüglingen gelegen, verglichen. Die MH sind zwischen 22 und 6 Uhr nachts in 80–90% aller Stunden definiert, zwischen 14–16 Uhr mittags nur etwa in 20% aller Fälle. Wenn wir das Material nach östlichen (08–12) und südwestlichen (22–28) Windrichtungen unterteilen (zusammen mehr als 75% aller Stunden), lässt sich für die erstgenannte Gruppe die MH maximal in 100% (23–24 und 4–5 Uhr), minimal in 25% aller Fälle definieren, für die zweite Gruppe höchstens in 75% aller Fälle, während tagsüber – zwischen 13–16 Uhr – die MH nur in 0–10% aller Fälle bestimmbar ist.

Die Zeit der Messungen zeichnete sich durch weit unterdurchschnittliche Luftverunreinigung aus. So konnte für die 34 Tage ein mittlerer SO_2-

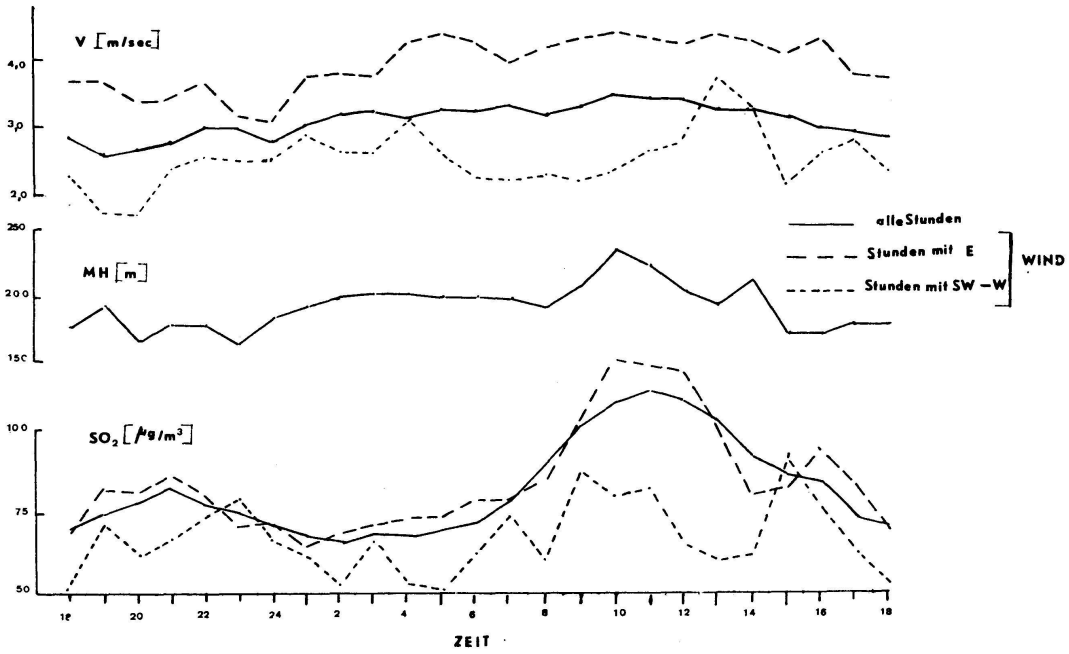
Gehalt von 81 µg/m³ berechnet werden. (Arithmetisches Mittel mit 30 min «sampling time».) Zum Vergleich die Monatsmittelwerte der letzten Januar- und Februarmonate daselbst: 1971: 240 und 110, 1972: 175 und 215, 1973: 175 und 100 µg/m³, im Mittel also etwas mehr als das Zweifache des für unsere 34 Tage berechneten Mittelwertes. (Die Zahlen sind den Jahresberichten des Amtes für Lufthygiene Baselland, Liestal, entnommen.)

In der folgenden Tabelle sind einige Zahlen zur Darstellung der Verhältnisse zusammengestellt.

		Arithm. Mittel	Streuung	Log. Norm. Vert.	Median Mittel	Dichte-mittel
MH	(m)	190	73	191	177	152
MH 08–12		195	67	195	184	163
MH 22–28		189	86	194	171	133
SO_2	(mg/m³)	81	49	82	66	42
SO_2 08–12		84	32	85	75	57
SO_2 22–28		67	47	70	50	27
v	(dm/sec)	30	20			
v 08–12		39	20			
v 22–28		24	16			

Die östlichen Winde waren in dieser Zeit stärker, bei ihrer Vorherrschaft war die MH besser definiert und lag allgemein etwas höher als bei südwest-westlichen Winden.

Fig. 1 Tagesgang der Windgeschwindigkeit, der mixing height und des SO_2-Gehaltes in der Zeit vom 20.1.–25.2.1974 in Muttenz für alle Beobachtungsstunden sowie für Stunden mit östlichen (08–12) bzw. südwest-westlichen (22–28) Winden.



Den Tagesgang der MH, der Windgeschwindigkeit und des SO_2-Gehaltes veranschaulicht die Abbildung. Sie zeigt die wohlvertraute Doppelwelle für das SO_2, einfache Tageswellen der Windgeschwindigkeit und der MH, beide mit Maximum um 10 Uhr vormittags. Nach 10 Uhr nimmt die Häufigkeit der östlichen Winde merklich ab, dies zeigt, wie stark die Windverhältnisse in Muttenz vom katabatischen Wind beeinflusst sind.

Literatur

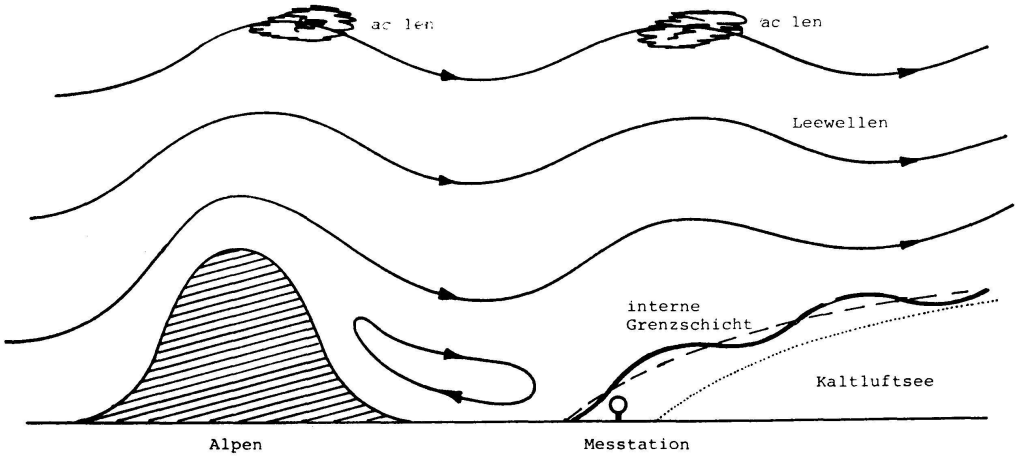
1. Nater, W.: Möglichkeiten und Grenzen bei Sondierungen der Atmosphäre mittels akustischer Methoden. Verh.SNG 1974 (S. 143, gleicher Band).
2. Nater, W.: Voruntersuchungen zum Bau eines akustischen Echo-Sounders. LAPETH-9, Zürich, 1974.
3. Ottersten, H. et al.: Radar and Sodar probing of waves and turbulence in statically stable clear-air layers. Bound.-Lay.Met. 4, 47–89 (1973).

7. H. Richner (Labor für Atmosphärenphysik der ETH Zürich): Interne Grenzschichten als Quelle von raschen Druckschwankungen

Statistische Untersuchungen haben gezeigt, dass zwischen raschen Druckschwankungen am Boden und der Wetterlage eine eindeutige Beziehung besteht: Die Amplitude der Druckschwankungen mit Periodendauern von 4 bis 10 Minuten erhöht sich signifikant beim Herannahen von Fronten und bei Föhnlagen; also immer dann, wenn interne Grenzschichten vorhanden sind.

Es scheint naheliegend, dass die quasi-periodischen Druckschwankungen durch ebenfalls periodische Phänomene in der freien Atmosphäre erzeugt werden. Bei Föhn könnten somit Leewellen oder die in der internen Grenzschicht zwischen Kaltluftsee und Föhnströmung vorhandenen Kelvin-Helmholtz-Wellen Ursache von Druckschwankungen sein (Fig. 1).

Fig. 1 Leewellen und Grenzschichtwellen bei Föhn. Die Periodendauer der an der Messstation registrierten Druckschwankungen hängt von der Höhe des Kaltluftkeils über der Station ab



Von beiden potentiellen Quellen sollen einige Parameter diskutiert und anschliessend mit Messungen verglichen werden. Dabei besteht nicht die Absicht, einen Wirkungsmechanismus nachzuweisen; vielmehr soll geprüft werden, ob und wie ein solcher aufgrund der heute bekannten Theorien über Wellen allenfalls postuliert werden darf.

Bei einer Windgeschwindigkeit von 20 m/s erhält man für die natürliche Wellenlänge von Leewellen rund 13,4 km. Die zur Diskussion stehenden Druckschwankungen haben Periodendauern von 4 bis 10 Minuten. Dies bedeutet, dass die Phasengeschwindigkeit der Leewellen um 25 m/s betragen müsste! Theorie und Beobachtungen zeigen aber, dass es sich bei Leewellen um stationäre Erscheinungen handelt, womit diese als Quelle für die Druckschwankungen ausscheiden müssen.

Registrierungen der Druckschwankungen sprechen ebenfalls dagegen, dass Leewellen die Quelle dieser Schwankungen sind: Die fraglichen Druckschwankungen verschwinden, sobald sich die Registrierstation nicht mehr im überströmten, stagnierenden Kaltluftsee, sondern in der Föhnströmung selbst befindet. Könnten aber von Leewellen erzeugte Druckschwankungen im Kaltluftsee registriert werden, so sollten diese in der Strömung selbst noch leichter nachgewiesen werden können. Die erwähnte Beobachtung deutet darauf hin, dass Druckschwankungen mit der internen Grenzschicht zwischen Kaltluftsee und Föhnströmung im Zusammenhang stehen dürften.

Wellen an einer Diskontinuität haben eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von:

$$c = \underbrace{\frac{\varrho u + \varrho' u'}{\varrho + \varrho'}}_{A} \pm \sqrt{\underbrace{\frac{gL}{2\pi}\frac{\varrho - \varrho'}{\varrho + \varrho'}}_{B} - \underbrace{\varrho\,\varrho'\left(\frac{u - u'}{\varrho + \varrho'}\right)^2}_{C}} \tag{1}$$

ϱ: Dichte
u: Strömungsgeschwindigkeit
L: Wellenlänge
(indizierte Variablen beziehen sich auf die obere, weniger dichte Masse)

A ist ein konvektiver Term, der die mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit der ungestörten Strömung darstellt. Der Wurzelausdruck stellt den dynamischen Term dar, der in einen Schwereterm (B) und in einen Scherungsterm (C) zerfällt. Für stabile Wellen muss B grösser als C sein, d.h. es gibt eine minimale kritische Wellenlänge L_{krit} für stabile Wellen:

$$L_{krit} = \frac{2\pi}{g}\varrho\,\varrho'\frac{(u-u')^2}{\varrho^2 - \varrho'^2} = \frac{2\pi}{g}\frac{TT'(u-u')^2}{T'^2 - T^2} \tag{2}$$

$$\text{da } \varrho \infty \frac{1}{T}$$

Für $\Delta T = 12°$ und $\Delta u = 12$ m/s ergibt sich eine kritische Wellenlänge von 1087 m. Mit $T = 290$ °K und $u = 0$ berechnet sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit c für eine Welle mit kritischer Wellenlänge zu 6,2 m/s. Für einen feststehenden Beobachter ergibt das eine Periodendauer von 175 s, was in befriedigender Übereinstimmung mit den Periodendauern der Druckschwankungen steht.

Formel (1) gilt aber strenggenommen nur, wenn beide Luftmassen unendlich tief sind. Bei endlicher Dicke des Kaltluftsees ist der Schwereterm unter der Wurzel mit tanh $(2\,\pi d/\mathrm{L})$ zu multiplizieren, wobei d die Dicke oder Tiefe des Kaltluftsees darstellt. Ist die Wellenlänge L gross gegenüber der Dicke d, so wird:

$$\tanh(2\pi d/L) = 2\pi d/L$$
$$L \gg d$$

$$c = A \pm \sqrt{gd \cdot \frac{\varrho - \varrho'}{\varrho + \varrho'} - C} \tag{3}$$

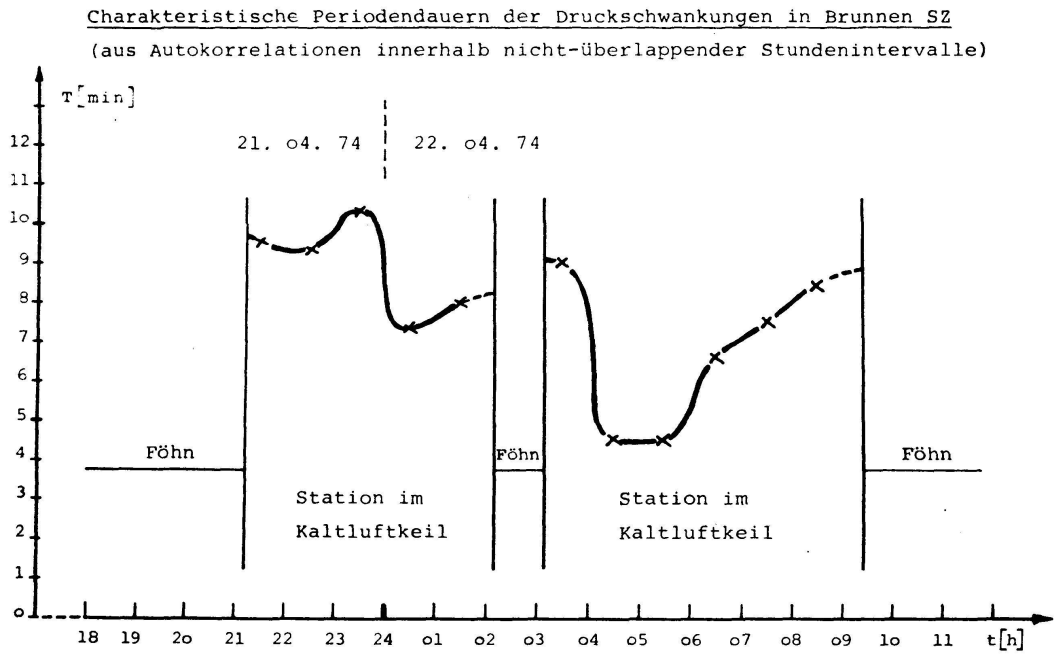
Die Ausbreitungsgeschwindigkeit wird somit um so geringer, je seichter der Kaltluftsee ist.

Dieses Phänomen wurde experimentell bei praktisch jedem Föhneinbruch beobachtet und schliesslich auch quantitativ ausgewertet. Für die in Brunnen vom Januar 1974 bis Mai 1974 digital erfassten Druckschwankungen wurde das Powerspektrum für jedes Stundenintervall berechnet, und die charakteristischen Periodendauern wurden bestimmt. Figur 2 zeigt die Periodendauer als Funktion der Zeit während eines Föhnfalles, bei dem sich die interne Grenzschicht für kurze Zeit nach Süden zurückzog und die Station für einige Stunden im Kaltluftsee stand. Die grösseren Periodendauern unmittelbar nach dem Aufhören bzw. unmittelbar vor dem Einsetzen des Föhns lassen sich mit der geringeren Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen auf dem seichten Kaltluftsee plausibel erklären.

Der Mechanismus der Druckerzeugung durch eine Welle ist weitgehend unbekannt. In der Literatur wurden bisher nur zwei recht grobe Ansätze benutzt, die hier durch einen dritten, ebenfalls sehr einfachen Ansatz ergänzt werden sollen: Eine Druckänderung kommt lediglich dadurch zustande, dass bei einem Wellenberg ein Teil der warmen, weniger dichten Luft durch kalte und dichtere Luft ersetzt wird. Die daraus resultierende hydrostatische Kraftänderung wird am Boden als Druckerhöhung registriert. Für einen Temperaturunterschied der beiden Luftmassen von $\Delta T = 12°$ wären so Amplituden von rund 70 m notwendig, um am Boden Druckamplituden von 0,25 mb zu erzeugen. Messungen deuten darauf hin, dass die tatsächlichen Wellenamplituden geringer sind. Wahrscheinlich verstärken hydrodynamische Effekte (Bernoulli) in der Grenzschicht die hydrostatisch hervorgerufenen Druckänderungen.

Nach diesen Überlegungen scheint es durchaus statthaft, die Hypothese aufzustellen, dass rasche atmosphärische Druckschwankungen durch Kelvin-Helmholtz-Wellen in internen Grenzschichten erzeugt werden.

Fig. 2 Charakteristische Periodendauern der Druckschwankungen während einer Föhnphase, bei der die Messstation zeitweise wieder im Kaltluftsee lag. Bei Föhn an der Station lagen die Periodendauern unter 2 Minuten



Literatur

Alaka, M.A. (ed.): The Airflow over Mountains. WMO-No. 98. TP. 43, Technical Note No. 34, Geneva 1960.

Lamb, H.: Hydrodynamics. Sixth edition, Cambridge University Press 1932.

Nicholls, J.M.: The Airflow over Mountains. WMO-No. 355, Technical Note No. 127, Geneva 1973.

Richner, H.: Rasche Luftdruckschwankungen und Wetterlage. Verh.Schweiz.Naturforsch.Ges. 1972.

8. B. Federer und A. Waldvogel (Labor für Atmosphärenphysik ETH Zürich): Hagelkornstrukturen in einem schweren Gewitter

Im Napf-Gewitter vom 6.Juli 1973 wurden während der intensivsten Phase mit einem instrumentierten Messwagen Tropfen- und Hagelkornspektren gemessen (Anzahl als Funktion des Durchmessers). Der starke Hagelschlag bei Entlebuch bestand aus verschiedenen Hagel-Zellen mit sehr hohen Konzentrationen von Hagelkörnern (Federer und Waldvogel, 1974). In Abständen von etwa 5 Minuten wurden auf dem Boden drei

Proben von Hagelkörnern gesammelt, die mehr oder weniger den verschiedenen Zellen zugeordnet werden können. Aufgrund der hergestellten Korn-Dünnschnitte und der Interpretation von Form und Struktur versuchen wir die folgenden Fragen abzuklären:

1. Ist der Wachstumsprozess der Hagelkörner in den verschiedenen Zellen der gleiche gewesen?
2. Gibt es Hagelkörner mit gefrorenen Tropfen als Embryos, was auf die Existenz einer Akkumulationszone nach dem russischen Hagelgewittermodell hindeuten würde?

Hagelkornstrukturen

In allen drei Proben lassen sich 3 verschiedene Typen unterscheiden, welche auf eine unterschiedliche Wachstumsgeschichte hinweisen.

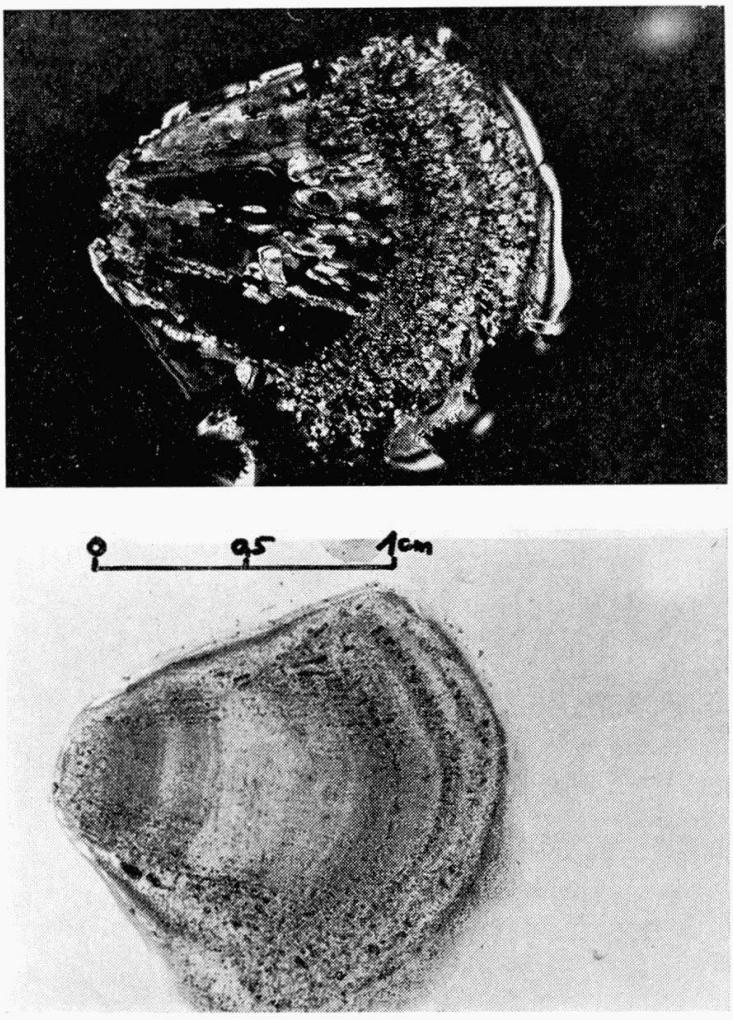


Fig. 1 Konisches Hagelkorn mit grosskristallinem Embryo, im Durchlicht und in polarisiertem Licht photographiert

a) Embryo[1] konisch, grosskristallin mit verschiedenen Schichten von feinen Blasen (Fig. 1 und 2).
Hagelkorn konisch, in Stufen gewachsen, begrenzt durch Klareis und Ringe von kleinblasigem, kleinkristallinem Eis.

b) Embryo kugelig, grosskristallin, blasenfrei.
Hagelkorn kugelig oder konisch mit abrupter Änderung zwischen Embryo und Korn zu kleinkristallin. Viele längliche, grosse Blasen (Fig. 3).

c) Hagelkorn rund oder himbeerförmig ohne eigentlichen Embryo, von uniformer Textur und Blasenanordnung (Fig. 4).

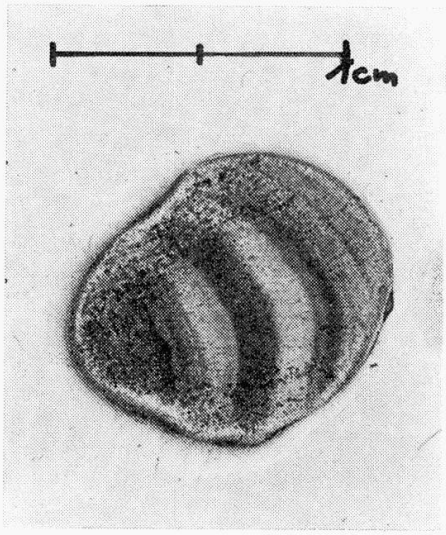


Fig. 2 Konisches Hagelkorn im Durchlicht. Man beachte die ausgeprägte Schichtstruktur. Hyperfeine Blasen wechseln mehrmals mit Klareisschichten ab.

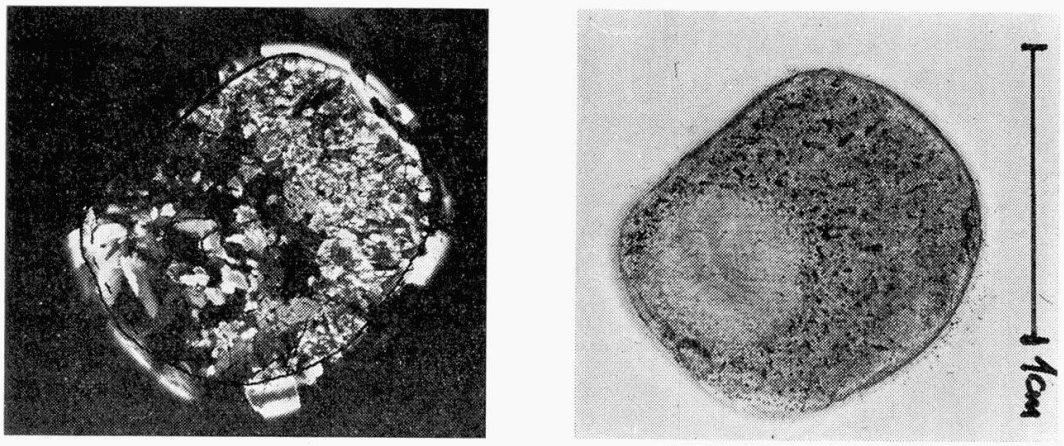


Fig. 3 Hagelkorn mit kugeligem Klareisembryo im Durchlicht und in polarisiertem Licht. Auffallend sind die beiden grossen Einkristalle im Zentrum des Embryos, welche auf ein gefrorenes Tröpfchen hindeuten (Durchmesser etwa 1,5 mm)

[1] Als Embryo wird hier ein eindeutig erkennbares Wachstumszentrum verstanden. Die Definition des Embryos wird aber in der Literatur nicht einheitlich gehandhabt (s. Knight und Knight, 1970).

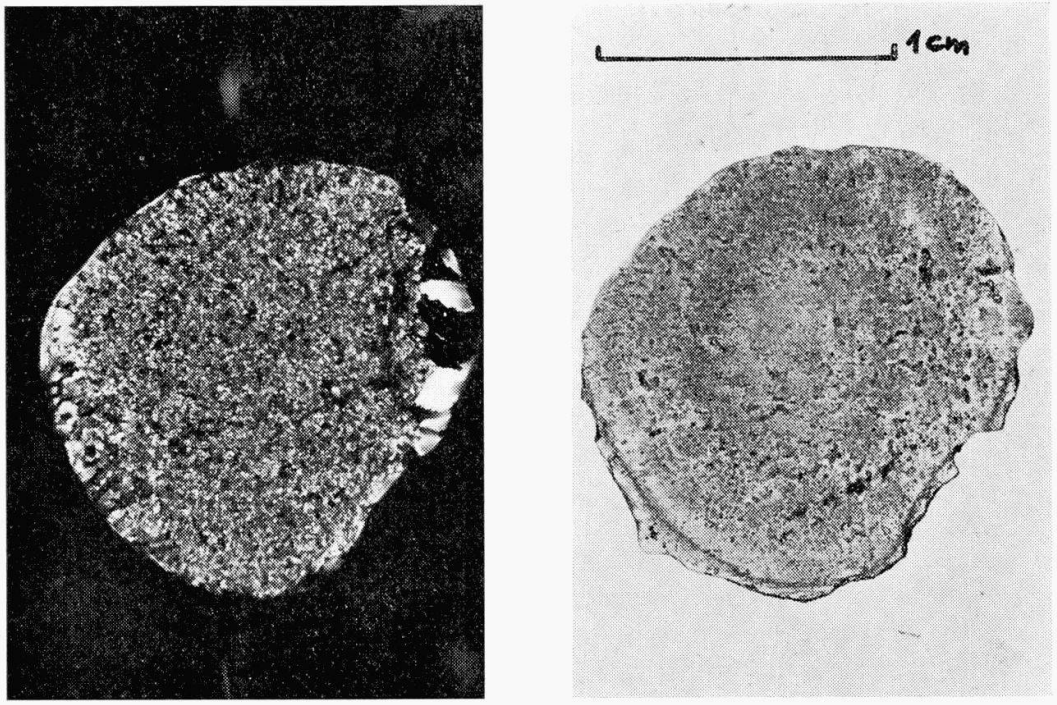


Fig. 4 Rundes Hagelkorn mit uniformer Textur und Blasenanordnung. Weder im Durchlicht noch im polarisierten Licht ist ein Embryo zu erkennen

Daneben gibt es noch eine kleinere Zahl von Körnern, welche einen aus den 3 angegebenen Grundstrukturen zusammengesetzten Charakter haben.

Die Interpretation dieser drei Grundstrukturen wird dadurch erleichtert, dass die Mehrzahl der Hagelkörner nur zwei Wachstumszonen durchlaufen haben, nämlich ein Embryowachstum in einer bestimmten Umgebung und ein Kornwachstum in einer anderen Umgebung. Es ist natürlich auch denkbar, dass die beiden Wachstumsarten nur durch die Änderung der aerodynamischen Verhältnisse hervorgerufen wurden (List et al. 1973).

Beim Spezialfall c), wo kein Embryowachstum unterschieden werden kann, bleibt das gesamte Wachstum bis zur Endgrösse auf eine Umgebung beschränkt.

Interpretation

- Gruppe a): Diese Hagelkörner haben als Embryo eine durchnässte Graupel. Diese dürfte bei hohen Temperaturen gewachsen sein. Nach den Experimenten von Levi und Aufdermaur (1970) kann man nur sagen, dass $T > -20$ °C war. Die hyperfeinen Blasenringe senkrecht zur Wachstumsrichtung deuten darauf hin, dass jeweils ein Wasserfilm gefroren ist (Bailey und Macklin, 1968) und die im Wasser gelöste Luft zu Ringen führte (Carte, 1961), dass aber auch ein Teil des flüssigen Wassers in die Graupelstruktur hineinfloss, was zu den grossen Blasen führte. Die grossen Kristallite parallel zur Wachstumsrichtung zeigen an, dass diese Embryos in der Nähe der nassen Wachstumsgrenze mit kleiner Wachstumsgeschwindigkeit entstanden

sind. Solche Embryos sind sehr häufig (Knight und Knight, 1970). Das weitere Wachstum des Korns spielte sich in kälteren Regionen ab. Das Klareis ohne Blasen, abwechselnd mit Ringen sehr kleiner Blasen und kleineren Kristalliten, zeigt, dass es sich hier um trockenes Wachstum handelt, welches in einer Temperaturregion < -14 °C stattfand (Aufdermaur und Mayes, 1965).

- Gruppe b): Der Embryo dieser Hagelkörner aus grosskristallinem, blasenfreiem Klareis läßt typisch das nichtschwammige Wachstum leicht unterhalb des Gefrierpunktes erkennen. Einige Körner dieser Klasse haben auch einen grossen Eiseinkristall in der Mitte des Embryobereiches, was bei einem Durchmesser von rund 1 mm auf ein gefrorenes Tröpfchen hindeutet. Die Embryo-Struktur im polarisierten Licht sieht denn auch der von Murray und List (1972) angegebenen Struktur von gefrorenen Tropfen sehr ähnlich.
  Die abrupte Änderung zu kleinkristalliner Struktur beim Beginn des eigentlichen Hagelkorns bedeutet den Übergang zu trockenem Wachstum. Dieser Übergang wurde auch von Knight und Knight (1970) beschrieben (siehe auch ihre Fig. 9).
- Gruppe c): Die uniforme Textur und Blasenstruktur, ohne einen eigentlichen Embryo, deutet auf ein Wachstum bei tiefer Temperatur hin. Da das gesamte Korn kleinkristallin ist und keine runden Blasen vorkommen, muss es trockenes Wachstum gewesen sein. Diese Körner sind wahrscheinlich auf einem sehr kleinen Embryo (Schneekristall oder gefrorenes Tröpfchen) bei tiefer Temperatur gewachsen. Das Wachstumszentrum ist aber nicht mehr zu erkennen.

Es ist auffallend, dass in den analysierten Proben (total 187 Stück), die natürlich eine sehr kleine Stichprobe des aus dieser Zelle gefallenen totalen Eises (200 000 Tonnen in 13 Minuten) darstellen, nur wenige Ausnahmen von diesen 3 Grundtypen vorkommen. Man ist deshalb versucht, auf folgenden generellen Wachstumsprozess zu spekulieren: Zuerst ein Embryowachstum in Höhenlagen mit Temperaturen um 0 °C und in der Nähe der nassen Wachstumsgrenze, anschliessend Transport in kältere Temperaturregionen und eindeutig trockenes Hagelkornwachstum. Bei den konischen Formen (Fig. 1) dürften Eiskristalle den Embryo gebildet haben, bei den runden Formen ist in vielen Fällen ein gefrorenes Tröpfchen der Ursprung des Embryos. Es ist bemerkenswert, dass konische und runde Formen am Anfang des Hagelschlages (erste 5 Minuten) etwa gleich zahlreich sind (je 40%), dass im weiteren aber die runden Formen auf über 60% zunehmen und die konischen auf unter 20% abnehmen. Eine Interpretation dieses Sachverhaltes ist schwierig, da die Kristallit- und Blasenstrukturen nicht sehr verschieden sind.

Es ist möglich, aufgrund eines eindimensionalen stationären Wolkenmodells (Weinstein und Davis, 1968) zusammen mit der Sondierung von Payerne am 6.Juli 1973, 13 Uhr, die Struktur der Haupttypen a) und b) zu erklären. Für einen Aufwindradius von $R = 2$ km und eine Gefriertemperatur von -5 °C erhalten wir ein Aufwindmaximum $w_{max} = 18{,}6$

ms^{-1} in 5800 m Höhe bei einer Temperatur $T = -12$ °C und einem Flüssigwassergehalt $L = 7{,}4\ g\,m^{-3}$. Nach List (1961) führen diese Bedingungen für Embryos $D < 0{,}5$ cm zu nassem oder schwammigem Wachstum. Ein solcher Embryo hat eine Endgeschwindigkeit

$$v_t = 16{,}2 \cdot D^{1/2} = 11{,}4\ m\,s^{-1} \qquad (D \text{ in cm})$$

d.h. der Embryo wird mit 7,2 $m\,s^{-1}$ im Aufwind in kältere Regionen getragen und wächst gemäss:

$$dR/dt = (EL/4\varrho_i)\,(8R\varrho_i g/3C_D\varrho_L)^{1/2} = 4{,}2\ 10^{-3}\ cm\,s^{-1}$$

wobei die Symbole folgende Bedeutung haben:

R	=	Radius des Korns
ϱ_i, ϱ_L	=	Dichten von Eis und Luft
C_D	=	Widerstandskoeffizient des Korns = 0,5
E	=	Einfangswahrscheinlichkeit Korn–Tröpfchen
g	=	Schwerebeschleunigung
$ER^{1/2}$		wurde zu 0,6 genommen

Nach 100 Sekunden erreicht das wachsende Korn eine Höhe von 6500 m, in der, immer nach den Modellresultaten, ein Aufwind von 13,2 $m\,s^{-1}$ und eine Temperatur von -17 °C herrschen. Das Korn hat jetzt einen Durchmesser von

$$D = 0{,}5 + 4{,}2 \cdot 10^{-1} = 0{,}92\ cm$$

und beginnt mit 15 $m\,s^{-1}$ gegen den Aufwind zu fallen. Das Wachstum ist jetzt trocken (kleine Kristalle), aber beim erneuten Durchfallen der Wolke können nochmals Bedingungen angetroffen werden, welche zu grossen Kristalliten und Blasen in Schichten führen. Das Modell sagt also grosskristalline Embryos und kleinkristalline Hagelkörner voraus, wie sie zur Hauptsache auch angetroffen wurden. Es scheint also, dass dieser Hauptwachstumsprozess in allen Zellen der gleiche gewesen ist. Der Mechanismus, der zu den weniger häufigen Strukturen c) führte, unterscheidet sich von diesem Hauptwachstumsprozess dadurch, dass der Embryo auch in kalten Regionen gewachsen ist.

Als Antwort auf die eingangs gestellten Fragen können wir also folgern, dass

1. in jeder Zelle zur Hauptsache 2 Wachstumsprozesse stattfinden, welche über den ganzen Hagelschlag die gleichen bleiben;
2. die Anzahl der Embryos, welche als gefrorene Tröpfchen identifiziert werden können, sehr klein ist. Aufgrund dieser Messungen kann also die Existenz einer Akkumulationszone nicht nachgewiesen werden;
3. bei Anwendung eines Wolkenmodells auf die Radiosondierung an diesem Hageltag Bedingungen erhalten werden, welche die Entstehung der häufigsten Struktur der Hagelkörner in *einem* Auf- und Abstieg erklären.

Literatur

Aufdermaur, A.N. und Mayes, W.C. (1965): Correlations between hailstone structures and growth conditions. Proc.1st Conf.Cloud Physics, Tokyo, 281–285.

Bailey, I.H. und Macklin, W.C. (1968): The surface configuration and internal structure of artificial hailstones. Q.J.R.MS. 94, 1–11.

Carte, A.E. (1961): Air bubbles in ice. Proc.Phys.Soc. 77, 757.

Federer, B. und Waldvogel, A. (1974): Hail and Raindrop-Spectra from a Swiss Multicell Storm. To be published in J.appl.Meteorology.

Levi, L. und Aufdermaur, A.N. (1970): Crystallographic Orientation and Crystal Size in Cylindrical Accretions of Ice. J.atm.Sci. 27, 443–452.

List, R. (1961): On the Growth of Hailstones. Nubila 4, 29–38.

List, R., Rentsch, U.W. und Byram, A.C. (1973): On the Aerodynamics of Spheroidal Hailstone Models. J.atm.Sci. 30, 653–661.

Knight, C. und Knight, N.C. (1970): Hailstone Embryos. J.atm.Sci. 27, 659–666.

Murray, W.A. und List, R. (1972): Freezing of water drops. J.of Glaciol. 11, 415–429.

Sulakvelidze, G.K., Bibilashvili, H.S. und Lapcheva, O.F. (1965): Formation of Precipitation and Modification of Hail Processes. IST Jerusalem, 208 p.

Weinstein, A. und Davis, L.G. (1968): A parameterized numerical model of cumulus convection. Report 11 Dept.Meteor., Penn.State University.

9. K. Lenggenhager (Bern): Basale Regenbogenspektren auf ruhigen Seeoberflächen

Pernter erwähnt Regenbogenspektren, die er auf über dem See liegende Dunstschichten bezieht (S. 601). Gleicher Ansicht ist auch Hamm, der die Fusspunkte eines Regenbogens beschrieb, «der nur in dem Nebeldunst über dem Boden seinen Ursprung haben konnte».

Nach Angaben Pernters bilden jedoch erst Tropfen über 200 μ Durchmesser ein Spektralrot (S. 582). So grosse Tropfen kommen jedoch im Nebel praktisch (nach eigenen Erfahrungen) nicht vor.

In der ausführlichen Arbeit «Der Regenbogen» von Volz werden einige fremde Beobachtungen erwähnt, «welche als Ursache die Auflösung eines herbstlichen Morgennebels annehmen mit sekundärer Tau-Kondensation, welche sich auf die Wasserfläche senke», S. 1016.

Wahrscheinlich waren aber die Farben der sedimentierten Tröpfchen infolge des Nebels primär noch nicht sichtbar gewesen. Für eine solche Auffassung scheint folgende Eigenbeobachtung zu sprechen, welche am 2.2.1958, einem schönen, windstillen Tage zwischen 15.45 Uhr und 16.50 Uhr gemacht wurde und durch 6 Farbfotos belegt werden kann.

Knapp ausserhalb Genf, am nördlichen Ufer der schmalen Seezunge des Genfersees, auf über dem See erhöhter Stelle des Weges angelangt, sah ich auf der ferneren Seeoberfläche, ohne sichtbaren Dunst, einen schmalen Spektral-Farbstreifen, gleich der Basis eines hohen Regenbogens. Aussen in bezug auf den Sonneneinfall war das Rot, innen das Violett zu sehen, siehe Fig. 1.

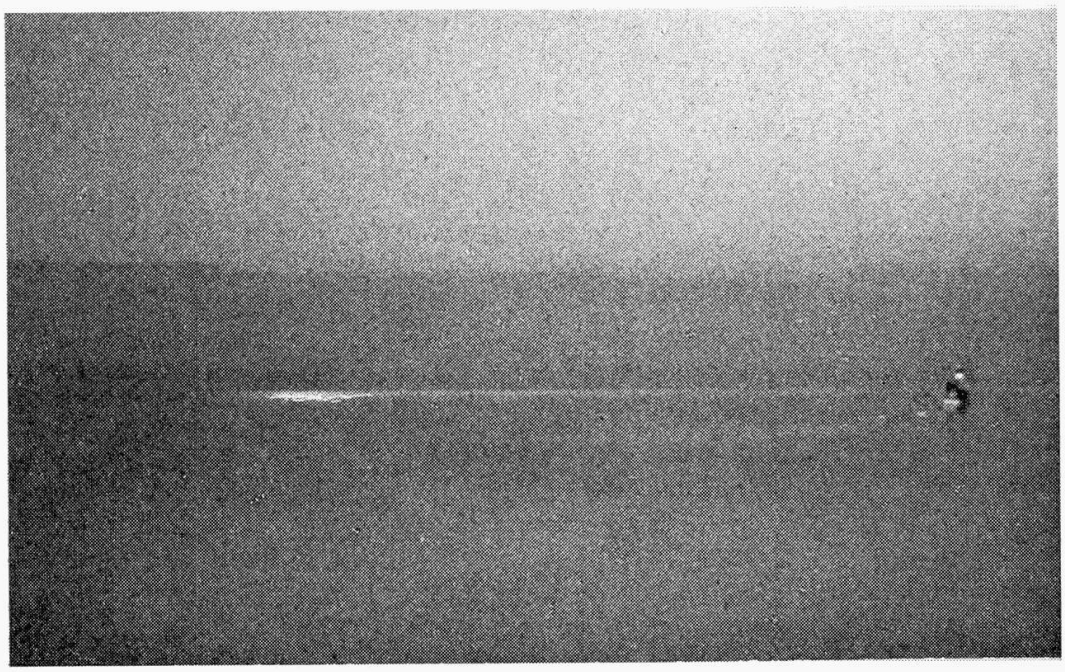


Fig. 1 In der Höhe schmales, aber im horizontalen Durchmesser normal breites, linksseitiges Regenbogenspektrum direkt auf der ferneren, ruhigen Seeoberfläche vom 2.2.1958, 17.10 Uhr



Fig. 2 Die rechtsseitige «Regenbogenbasis» auf der Seeoberfläche, um 17.45 Uhr fotografiert

Zufällig hatte ich ein Winkelmessgerät in der Tasche. Anhand meines Körperschattens konnte ich von dessen Mittellinie aus den Abstand des mittleren Rots zu etwa 40° bestimmen, wobei die Sonne noch rund 15° über dem Horizont stand. Demnach musste es sich praktisch um die ferne Basis eines Regenbogens bei tieferem Sonnenstande handeln.

In seiner Höhe war dieses Spektrum sehr schmal. Da ich auf kleiner Anhöhe stand, lagen offenbar Ein- und Ausfallswinkel dieser Brechstrahlen nur wenig zueinander gekippt. Dies gab die Erklärung für den Abstand von etwa 40° für das Rot dieses Spektrums vom Sonnen-Gegenvertikal. Da die unterste Seepartie schmal ist, konnte das Gegengleich des Spektrums von meinem Standpunkt aus zunächst noch nicht gesehen werden. Erst beim Rückgang zur Stadt, zwischen 16.25 und 16.55 Uhr, konnte nun auch das farbumgekehrte Gegenstück gesehen werden, siehe Fig. 2. Dies erklärt sich aus der SSW-Richtung des See-Endes und der progressiv sich nach Westen senkenden Sonne.

Diesmal betrug der Abstand dieses Rots zur Mitte meines Körperschattens um 41°, da mein neuer Standpunkt nun tiefer lag, womit die Winkel für Licht-Ein- und -Ausfall gegenüber dem Horizont nahezu identisch wurden. (Sonnenstand um 16.55 Uhr nur noch rund 5° über dem Horizont.)

Damit musste es sich bei diesen Erscheinungen um kleine, schwimmende Wassertröpfchen handeln.

Niemand der zahlreichen befragten Spaziergänger wollte diese Erscheinung vorher je gesehen haben.

Die Angabe von Volz, wonach Regentropfen sich beim Fallen oder auf einer Unterlage basal abflachen und anormale Brechwinkel bedingen, gilt offenbar für die kleinen Kondenstropfen von nur $^1/_5$–$^1/_4$ mm Durchmesser noch nicht. Deren Oberflächenspannung ist so gross, dass ihre runde Form beim Fallen in Luft sich erhält. Nur so erklären sich ja die 3–4 inneren Nebenregenbögen! Demnach können auch auf einer Wasserfläche schwimmende, kleine Tröpfchen ideal kugelig verbleiben.

Gegen nebelbedingte Regenbogenspektren sprechen nun aber auch jahrzehntelange Beobachtungen mit Farbfotos, wonach im besonnten Nebel praktisch keine Regenbogenfarben gesehen werden, sondern nur der weisse, farblose Nebelregenbogen (Fotos wurden gezeigt).

Im beschriebenen Falle am Genfersee konnten sich diese grösseren Wassertröpfchen durch die Kondensierung bei abendlicher Abkühlung aus der feuchten Luft auf die (verschmutzte?) Wasseroberfläche niederschlagen und schwimmend lange Zeit erhalten.

Ein gewisses Analogon hierzu bildet die viel bessere Kondensierung des Wassers der Ausatmungsluft in kalter, durch Auspuffgase verunreinigter Luft.

Literatur

Hamm, H.: Meteorol.Z. 20, 520; 1903.

Pernter, J.M. und Exner, F.M.: Meteorolog.Optik, 2.Aufl., Wien und Leipzig, W.Braumüller Verlag, 1922.

Volz, F.: Der Regenbogen. Handbuch der Geophysik 8, 943; 1961.

10. G. Fischer et P.-A. Schnegg (Observatoire Cantonal, Neuchâtel, Suisse): Relevé du champ géomagnétique en Suisse

Résumé: A la suite d'un mandat reçu de la Commission de Géophysique de la SHSN, l'Observatoire cantonal de Neuchâtel a entrepris un nouveau relevé du champ géomagnétique en Suisse. Une instrumentation nouvelle a été créée à cet effet. Les mesures ont débuté au printemps 1974 et s'achèveront probablement à la fin de 1976.

Un nouveau relevé du champ géomagnétique est en cours sur l'ensemble du territoire suisse. Les éléments mesurés sont: Champ total F, déclinaison D et inclinaison I. Pour la mesure de D et I une version moderne de l'inducteur terrestre a été créée; elle consiste à faire tourner une sonde de «fluxgate» sur un axe de rotation qu'on aligne jusqu'à disparition des signaux alternatifs. Cet axe de rotation donne alors la direction du champ terrestre. La détermination de I se fait ensuite au moyen d'un niveau de précision et celle de D à l'aide d'un gyroscope qui s'oriente vers le nord géographique. La précision du nouvel instrument excède la minute d'arc.

La première campagne de levés s'est déroulée dans le courant de 1974. La totalité du pays a été couverte avec une maille triangulaire de 25 km de côté environ. Plus de 100 sites ont été visités. Dans le cours des deux années à venir, on se propose de faire une mesure à l'intérieur de chaque triangle de la maille de 25 km. Cette procédure fournira environ 200 levés additionnels et correspondra à une maille triangulaire d'environ 15 km.

La réduction de nos mesures afin d'éliminer les variations temporelles du champ est faite à l'aide des valeurs enregistrées aux observatoires de Fürstenfeldbruck (près de Munich) et Dourbes (Belgique). Nous espérons disposer bientôt de notre propre station de référence dans les environs de Neuchâtel.

Nous étudions présentement divers procédés de traitement des données en vue de la présentation des résultats sous forme de nouvelles cartes géomagnétiques. L'impression et la distribution de ces cartes est d'ores et déjà assurée par le Service topographique fédéral.

11. G. Hirschi (Richterswil): Der natürliche Zirkulationsausgleich und der künstliche Kollaps im Raumenergiesystem.

Le fond de l'exposé sera repris ultérieurement et mis en relation avec les travaux récents se rapportant aux «phénomènes fluctuants», entre autres ceux de Piccardi, Giordano et Capel-Boute.

10. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Schweizerische Gesellschaft für Geschichte der Medizin
und der Naturwissenschaften
Société Suisse d'Histoire de la Médecine et des Sciences naturelles
Società Svizzera di Storia della Medicina e delle Scienze Naturali

Präsident: Prof. Dr. H. Buess, Bernoullistrasse 20, 4000 Basel
Sekretär: Prof. Dr. H. M. Koelbing, Medizinhistorisches Institut der Universität Zürich, Rämistrasse 71, 8006 Zürich

Symposium:

«Le rôle de la Suisse romande dans l'histoire de la médecine et des sciences naturelles»

Vendredi 11 octobre / Freitag, 11. Oktober

A. Histoire des sciences

A. 1. Président: Prof. J.-P. Portmann (Neuchâtel)

1. J. Starobinski (Genève): Les principes philosophiques de Charles Bonnet (1720–1793): une version augmentée inédite

2. Cléopâtre Montandon (Genève): Sciences et société à Genève aux XVIII^{e} et XIX^{e} siècles

3. **Antoinette Virieux-Reymond (Pully): Jean-Pierre de Crousaz et les sciences naturelles**

Jean-Pierre de Crousaz (1663–1750) est né à Lausanne alors que le Pays de Vaud était sous la domination bernoise. Après avoir été pasteur (il ne l'oubliera jamais), il fut nommé professeur de philosophie, de physique et de mathématiques à l'Académie de Lausanne: sa liberté d'esprit l'amena souvent à rompre avec les autorités dont il dépendait et fit de sa vie une vie mouvementée. Ses fréquents déplacements ne l'empêchèrent pas de produire de nombreux ouvrages de logique, de physique et de mathématiques plus un «Traité du Beau» qui semble avoir été le premier traité d'esthétique.

S'il ne consacra pas d'ouvrage aux questions de sciences naturelles, on se rend compte en lisant la correspondance qu'il entretint avec Réaumur[1] du point où ces questions l'intéressaient. Parmi ces lettres, inédites à ma connaissance tout au moins, j'ai choisi une lettre où il parle des coquilles trouvées dans de la marne à Vaumarcus, qui m'a semblé intéressante, parce qu'elle montre qu'à cette époque la classification des vivants n'était pas encore fixée: de Crousaz rattache les escargots aux insectes et l'on discute pour savoir si les coraux sont des plantes ou des animaux. J'y ai joint deux lettres sur les couleurs où de Crousaz ne craint pas de ne pas être en désaccord avec Newton!

De Crousaz a été en correspondance avec toute l'Europe savante de son époque, comme on s'en rend compte en lisant la thèse de Jacqueline de la Harpe: Jean-Pierre de Crousaz et le conflit des idées au siècle des lumières (Genève – Droz et Lille – Giard 1955). Cette correspondance est, en grande partie, inédite. Elle mériterait d'être éditée dans son entier.

A. 2. Président: Prof. J. Starobinski (Genève)

4. J.-P. Portmann (Neuchâtel): Deux siècles de géologie à Neuchâtel

5. Heinz Balmer (Konolfingen und Zürich): Edouard Desor und sein Landhaus Combe-Varin

Edouard Desor (1811–1882) war ein Abkömmling aus südfranzösischer Familie, die seit langem in Friedrichsdorf bei Frankfurt am Main niedergelassen war, aber ihre französische Überlieferung bewahrt hatte. Nach dem Besuch des französischen Gymnasiums studierte Edouard in Giessen und Heidelberg die Rechte. Da er an einer politischen Bewegung teilnahm, musste er Deutschland verlassen. In Paris betätigte er sich als Privatlehrer und als Übersetzer von Carl Ritters Geographie. Er kam nach Bern und fand Aufnahme in der Familie des Medizinprofessors Philipp Friedrich Wilhelm Vogt, den er von Giessen her kannte. Vater Vogt empfahl ihn Louis Agassiz, der einen Sekretär suchte, und so kam Desor 1837 zu dem grossen Naturforscher nach Neuchâtel. Bald wurde er Agassiz' tüchtigster Mitarbeiter. Im Haus an der Seepromenade diktierte er einem jungen Gehilfen die Beschreibung der Versteinerungen in die Feder. Von 1840 an bereitete er die Gletscheraufenthalte vor, die Agassiz plante. Dabei erwies sich Desor als kühner Kletterer und besorgte die Vorstösse auf die Gipfel. In mehreren Schriften berichtete er von diesen Berg- und Gletscherfahrten. Bevor er mit Agassiz 1847 nach den Vereinigten Staaten ging, unternahm er eine Reise nach Schweden und Norwegen, um die Gletschererscheinungen auch dort zu untersuchen. In Paris traf er wieder mit Agassiz zusammen, vollendete ein Schlusswerk über die Gletscher (Système glaciaire) und schloss seine eigenen Arbeiten über die

[1] On trouve cette correspondance à la Bibliothèque des manuscrits (Bibliothèque cantonale Lausanne).

Seeigel vorläufig ab. Er hatte sich zum selbständigen Forscher entwickelt. Dies führte in Amerika zum Bruch mit Agassiz. Desor trat in den staatlichen Küstendienst ein und beteiligte sich an geologischen Aufnahmen. 1849 war er am Lake Superior tätig, dann in Pennsylvanien. Die Winter brachte er in Cambridge bei Boston zu. Der Theologe Theodore Parker, ein Bekämpfer der Sklaverei, wurde sein Freund.

Edouard Desor blieb unverheiratet. Sein einziger naher Verwandter war sein älterer Bruder Fritz, der sich als Arzt in Boudry am Neuenburgersee niedergelassen und 1850 Charlotte de Pierre aus einer alten Familie geheiratet hatte. Sie brachte ihm ein Haus in der Stadt und das Landgut Combe-Varin in die Ehe. Da sie 1852 kinderlos starb, blieb Fritz Desor allein zurück. Er rief seinen Bruder wieder nach Europa. Edouard erhielt in Neuchâtel eine Geologieprofessur. Der Bruder starb 1858 und vermachte ihm sein Vermögen. Nun erwarb Edouard Desor das Bürgerrecht von Neuenburg. Er wurde Grossrat und Nationalrat. Doch blieb er unermüdlich als Naturforscher tätig, lieferte Werke über die Seeigel, den Neuenburger Jura, den Gebirgsbau der Alpen. 1863 bereiste er mit Arnold Escher von der Linth und Charles Martins die Sahara. Nachdem Ferdinand Keller 1854 die Pfahlbauten entdeckt hatte, begann Desor am Neuenburgersee zu sammeln. Seine Monographie darüber gab der Verleger Ch. Reinwald 1865 in Paris heraus. Ein zweites Foliowerk über die Bronzezeit erschien 1874. Desor dehnte seine Forschungen auf die Seen von Oberitalien aus. Schädelfunde brachten ihn der Anthropologie nahe.

Der Name «Moränenlandschaft» (paysage morainique) geht auf Desor zurück. 1875 erschien seine Arbeit, die diesen Titel trug. Zwanzig Jahre währte seine Mitarbeit an der Geologischen Karte der Schweiz. Hier waren seine Kollegen Bernhard Studer (Bern), Peter Merian (Basel), Arnold Escher (Zürich), Alphonse Favre (Genf), Perceval de Loriol (Genf) und (als Eschers Nachfolger) Franz Vinzenz Lang (Solothurn). In seinem Stadthaus, dessen Garten bis an den See reichte, brachte Desor seine Fossilien und prähistorischen Sammlungen unter.

Jeden Sommer wohnte er etwa vier Monate in Combe-Varin. Dieses Landhaus liegt im Neuenburger Jura auf 1021 m Höhe, eine Stunde über Noiraigue, zwischen einem Wald und dem weiten Hochmoor im Vallée des Ponts. Desor lud seine Freunde ein, die von allen Seiten dort zusammentrafen. Man widmete sich der Forschung und traf sich bei den Mahlzeiten. 1861 erschien ein «Album von Combe-Varin» mit Arbeiten dort besammelt gewesener Gäste.

Vom Hause ging eine lange Allee aus. Desor schrieb die Namen seiner Besucher auf die Rinde der Baumstämme und frischte diese Inschriften alljährlich auf. Bei seinem Tode schenkte er Combe-Varin seinem Freunde Eugène Borel, dem früheren Bundesrat und Gründer des Weltpostvereins (1835–1892). Dessen Enkel Eduard Ruprecht hat das Haus mit allen Gästezimmern in seinem alten Zustand bewahrt und auch die «Allee der Naturforscher» bis heute weitergepflegt.

6. C. Secrétan (La Tour-de-Peilz): Historiographie des sciences mathématiques, physiques et naturelles en Suisse romande

L'enquête à laquelle s'est livré l'auteur a abouti à l'établissement de deux fichiers parallèles – d'un peu plus de mille fiches chacun – classés l'un par auteurs, l'autre par matières. S'ils sont loin d'être complets, ils n'en fournissent pas moins une première série de renseignements bibliographiques sur les biographies des savants de la Suisse romande, l'évolution de la recherche scientifique dans ses différentes parties et sur les publications de ses savants et philosophes concernant l'histoire des sciences.

Utilisant les indications consignées dans ses fiches, l'auteur tente de montrer comment les conditions locales ont influencé la marche de la recherche scientifique. Dès que l'autorité théocratique y a desserré son étreinte, Genève – avec ses artisans à la pointe des techniques, sa haute bourgeoisie amie de l'étude et ennemie du luxe – constitue le terrain le plus propice à la germination de la science. A Lausanne, jusqu'au premier tiers du XIX^{e} siècle, l'Académie n'encourage guère l'enseignement scientifique. Les chercheurs se groupent néanmoins à la fin du régime bernois. Dès 1819, la Société vaudoise des sciences naturelles mène une vie régulière mais pâtit de la concurrence des associations de spécialistes. Neuchâtel présente les mêmes conjonctures que Genève: haut pays peuplé d'artisans ingénieux, bords du lac habités en partie par des familles aisées et studieuses. Dans ce milieu favorable, l'enthousiasme du jeune Agassiz agit comme un catalyseur. Dès lors la recherche prospère d'autant mieux que la Société neuchâteloise des sciences naturelles constitue un lien entre autodidactes et universitaires. A Fribourg comme en Valais, les naturalistes se recrutent d'abord surtout dans le clergé séculier. La création à Fribourg d'une faculté des sciences permet à la recherche d'aborder des questions exigeant des études préliminaires et un matériel coûteux, ce qui intimide parfois les autodidactes. Pareil phénomène psychologique s'était produit en pays vaudois vers le milieu du siècle passé. La Murithienne se voue d'abord à la seule botanique puis s'intéresse aussi aux autres sciences pour se consacrer enfin à l'étude du canton du Valais envisagé sous tous ses aspects. La Société valaisanne des sciences naturelles compte une proportion très élevée de membres vaudois et genevois. Dans le Jura, la fondation de la Société jurassienne d'émulation marque le début de travaux scientifiques de tout premier ordre, en particulier dans les domaines de la géologie, de la paléontologie et de la botanique.

Partant d'une ébauche de bibliographie, l'auteur a donc essayé de donner une première image du déroulement de la recherche scientifique dans la Suisse d'expression française.

B. Histoire de la médecine I

B.1. Président: Prof. H. Buess (Bâle)

7. H.M. Koelbing (Zurich): Que devons-nous, en médecine, à la Suisse romande?

Après avoir passé en revue l'œuvre d'une bonne vingtaine de médecins et savants romands, l'auteur arrive aux conclusions suivantes: il est malaisé de tirer des conclusions d'ordre général d'un aperçu aussi fragmentaire que celui qu'il vient de donner. Il paraît, toutefois, que les contributions des Romands à la médecine se distinguent, pour la plupart, par leur valeur pratique et que plusieurs d'entre elles traduisent la préoccupation sociale de leurs auteurs. On y trouve le pragmatisme helvétique aussi bien que la clarté latine, et on y trouve un sens de la juste mesure.

L'histoire de la médecine en Suisse romande, c'est un passé dont l'étude peut nous passionner et, en outre, nous éclairer en nous aidant à voir dans des proportions plus justes les problèmes de la médecine d'aujourd'hui. Mais pour cela, un symposium, même de deux jours, ne suffit pas. Il faut un effort continu: il vaudrait vraiment la peine de créer, en Suisse romande, un centre de recherches et d'enseignement en histoire de la médecine, que ce soit à Genève, ou à Lausanne, ou bien – pourquoi pas? – à Neuchâtel.

8. J.-P. Peter (Paris): Les années d'études d'Alexandre Yersin à Paris: un regard sur l'enseignement de la médecine, l'hôpital et la recherche en France dans l'année 1880.

9. M.-A. Barblan (Genève): La santé publique vue par les rédacteurs de la Bibliothèque britannique.

B.2. Président: D[r] R. Joris (Nyon)

10. Marie-Louise Portmann (Bâle): Jean-Jacques Manget (1652–1742), médecin, écrivain et collectionneur genevois

La médecine à Genève, au dix-septième et au dix-huitième siècle, a été étudiée à fond par le médecin et historien Léon Gautier (1853–1916) dans son livre fondamental qui porte le titre «La médecine à Genève jusqu'à la fin du dix-huitième siècle» et qui a paru à Genève en 1906. C'est dans ce livre que Gautier nous présente Jean-Jacques Manget en compagnie de ses contemporains Théophile Bonet (1620–1689), auteur du fameux «Sepulchretum», et Daniel Le Clerc (1652–1728), qui écrivit une histoire de la médecine depuis les origines jusqu'au temps de Galien. Gautier nous présente Manget comme compilateur éminent en lui contestant toute originalité. Or, la compilation n'avait rien de honteux au dix-septième siècle. Théophile Bonet, à son tour, ne faisait rien d'autre que de collec-

tionner les observations anatomo-pathologiques des médecins d'autrefois dans son «Sepulchretum» et fit ainsi naître plus tard de nouvelles idées chez Giovanni Battista Morgagni (1682–1771), fondateur de la pathologie moderne. Le travail unique sur la vie de Manget était jusque là celui déjà mentionné de Léon Gautier. Mais Gautier ne semble pas avoir feuilleté les vingt énormes volumes contenants les œuvres principales de Manget, autrement il ne lui serait pas échappée la courte autobiographie, que Manget insère dans sa «Bibliotheca scriptorum medicorum veterum et recentiorum», parue à Genève en 1731. Cette autobiographie nous donne beaucoup plus d'informations sur Manget que Gautier ne nous en fournit. L'auteur nous parle de sa famille, de ses études et surtout de son activité littéraire. Non sans vanité, il énumère les noms de beaucoup de médecins célèbres qui lui ont exprimé leur admiration. Manget doit avoir entretenu une vaste correspondance, dont il nous donne quelques preuves dans sa «Bibliotheca scriptorum medicorum». Puis la manière dont Manget composa ses œuvres est examinée et la «Bibliotheca scriptorum medicorum», qui est aussi la plus intéressante pour l'historien de la médecine, est prise en exemple. Manget y donne des listes des écrits de tous les médecins anciens et modernes, précédées par une courte biographie. Pour atteindre un nombre de médecins contemporains aussi grand que possible, Manget fit imprimer une «schedula invitatoria», une lettre d'invitation, dans laquelle il pria les médecins de lui envoyer leurs biographies et les listes de leurs écrits. Ce fut surtout de l'Italie qu'il reçut beaucoup de réponses. L'œuvre de Manget se base du reste sur celle des auteurs précurseurs Johannes Antonides van der Linden (1609–1664) et Georg Abraham Mercklin (1644–1700). Tandis que les derniers avaient mentionné les prénoms des écrivains par ordre alphabétique, Manget choisit un ordre plus moderne en mettant les noms de famille en première place. En outre Manget enrichit son œuvre par de beaux portraits. J'attire l'attention sur celui de Giovanni Battista Morgagni qui le montre jeune homme. Les écrits de Manget ont laissé des traces; pour ne mentionner qu'Albrecht Haller (1708–1777), qui avait 34 ans à la mort de Manget. D'après les mots de Haller dans sa «Bibliotheca medicinae practicae» il était parent ou allié par mariage à la famille de Manget. Et ce n'est pas par hasard que deux œuvres encyclopédiques de Haller portent le même titre que les volumes de Manget, j'entends par là la «Bibliotheca anatomica» et la «Bibliotheca medicinae practicae». Bien que les œuvres de Haller soient beaucoup plus originales et plus ingénieuses que celles de Manget, Haller fut certainement influencé par le médecin genevois.

11. Marc Cramer (Musée d'Histoire des sciences, Genève): Un précurseur de Pinel: Abraham Joly

Docteur-médecin de Montpellier en 1771, Abraham Joly (1748–1812) est agrégé à la «Faculté» de Genève en 1774, mais il renonce à la pratique urbaine dès 1780 pour être nommé, l'année suivante, l'un des Directeurs de l'Hôpital, puis en 1787 «Hospitalier». L'Hôpital général du XVIII^{e}

siècle, comme la plupart de ses contemporains rappelle plus un hospice ou un bureau de bienfaisance qu'un hôpital au sens moderne du mot. D'après Joly: «La maison de charité au service de laquelle il est attaché étant un hôpital de pauvres valides, de vieillards, d'enfans trouvés en même tems qu'il l'est de malades.»

Remarquons d'ailleurs que l'héritier direct de l'ancien «Hôpital général» est, non point l'actuel Hôpital cantonal, mais bien l'Hospice général, institution charitable d'Etat chargée de distribuer des secours, mais nullement de soigner des malades. Les «Directeurs» étaient, avant tout, chargés d'inspecter le quartier qui était échu à chacun d'eux, d'y identifier les pauvres et les infirmes plus ou moins indigents et de surveiller la distribution des secours qui leur étaient alloués.

Quant à l'Hospitalier, c'était la cheville ouvrière de l'Hôpital qu'il était chargé de gérer; rien ne s'y faisait que par lui. Avec la collaboration de l'«Hospitalière» (nous dirions la gouvernante) il gérait et administrait la maison en toute liberté. On trouve dans les registres officiels, lors du «grabeau» annuel de très grands éloges sur la gestion, le dévouement, la compétence, autant de Joly que de l'Hospitalière, qui était Mme Joly.

En 1788, l'Hôpital comptait une centaine de malades, dont une vingtaine d'aliénés. Non seulement, Joly gérait l'Hôpital, mais il était fréquemment appelé à agir comme médecin-chef, le médecin attaché à l'établissement n'y logeant pas et se contentant d'une visite plus ou moins quotidienne.

Suivant les habitudes de l'époque, les malheureux fous étaient, non seulement enfermés à la «discipline» pêle-mêle avec les condamnés de droit commun, mais, la plupart du temps, enchaînés. A ce propos, Gautier, dans sa belle «Histoire de la médecine à Genève», écrit: «Précurseur de Pinel, Abraham Joly fit cesser à l'Hôpital de Genève l'emploi des chaînes et autres barbares moyens de coercition dont on se servait alors partout sous prétexte de soigner les aliénés» mais Gautier ne donne aucune référence. Or, aucun registre officiel (Chambre de santé, Hôpital, même Registres du Conseil) ne fait une allusion quelconque à la délivrance des aliénés; on pouvait donc se demander si Gautier s'était laissé tromper par de vagues rumeurs.

Nous avons pu mettre la main sur une brochure publiée par Guillaume Firmin Moultou lors des études préliminaires pour la construction d'un nouvel hospice des aliénés en 1830.

G. F. Moultou, le fils de l'«ami de Rousseau» a vécu de 1767 à 1832. Il a travaillé de nombreuses années à l'ancien Hôpital général avant d'en être nommé l'un des Directeurs, poste qu'il occupa de 1823 jusqu'à sa mort. Il a donc certainement connu Joly personnellement et a dû avoir accès à toute la documentation médicale relatant la vie au jour le jour, de l'Hôpital. Il écrit:

«Genève n'était pas plus juste et plus humaine pour ses aliénés que les autres pays. Elle fut longtemps sous l'influence et l'empire des préjugés qui maîtrisaient l'Europe; l'établissement où ils étaient enfermés avait ses chaînes, ses chambres noires et nos fous étaient abandonnés, pour

ainsi dire, aux seuls soins des infirmiers. Un Hôpitalier philanthrope, M.Joly, en introduisant de grandes améliorations dans notre Hôpital, s'occupa aussi de notre discipline, nom qu'à toujours porté la maison où sont mises les personnes atteintes d'aliénation; il substitua le corset de force en toile aux chaînes et aux colliers de fer dont on se servait pour contenir les fous furieux.»

Comme Joly fut Hospitalier de 1787 à 1792, il résulte que la réforme du traitement des aliénés dut être à peu près contemporaine de celle de Daquin à Chambéry et antérieure de plusieurs années à celle de Pinel à Paris qui fit si grand bruit (Bicêtre 1798; Salpêtrière 1801).

Concluons: Gautier avait donc raison de considérer Joly comme un précurseur de Pinel.

12. A.-Th. Franceschetti (Vésenaz): Jean-Pierre Maunoir (1768–1861), chirurgien et oculiste

(Herr **Franceschetti** hielt den Hauptvortrag; Herr **Mayer** sprach anschliessend über die Briefe.)

12a. R. Mayer (Genève): La correspondance de Jean-Pierre Maunoir

Le Musée d'Histoire des sciences de Genève possède une très importante correspondance, reçue par J.-P. Maunoir tout au long de sa vie. Ces documents représentent un matériel de premier choix pour l'étude de la biographie de Maunoir mais également pour la connaissance de la petite histoire de cette époque. Leur intérêt historique, médical, humain et psychologique est immense et cette brève communication a comme but d'en faire connaître l'existence et de l'illustrer par quelques exemples.

Un premier grand chapitre est constitué par les nombreuses consultations qui sont demandées à Maunoir de toute l'Europe. Trois exemples en sont donnés ici. Le premier relate une demande de consultation ophtalmologique concernant un personnage important de l'Empire de Russie, le conseiller privé de Popoff. Les documents reçus par Maunoir sont au complet et comprennent quatre status ophtalmologiques et les lettres d'accompagnement. Nous avons eu la chance de découvrir dans d'autres papiers la réponse de Maunoir qui est un chef-d'œuvre de diplomatie et d'intelligence médicale: devant un cas très difficile de cécité, avant de donner une réponse définitive, il pose des questions très pertinentes avec le souci de ne pas se limiter à l'aspect local de la maladie oculaire mais de l'intégrer à la personne tout entière. Le deuxième exemple est celui d'une modeste couturière, adressée à Maunoir par le curé de sa paroisse, alors que le troisième expose les mésaventures survenues à S.E. le Cardinal de Clermont-Tonnerre, victime à 80 ans, d'une fracture du col du fémur et que deux médecins d'Aix-les-Bains adressent en consultation à Maunoir en souhaitant «expressis verbis» voir ce dernier partager leur opinion!

La correspondance reçue par J.-P. Maunoir n'est pas faite que de consultations. Il reçoit de nombreuses lettres de savants, de confrères, portant sur les sujets les plus variés, des recherches scientifiques complexes aux plus mesquines chicanes d'amour propre!

D'autres lettres traitent des honoraires, d'autres des affaires privées de Maunoir. Un certain nombre de sujets font l'objet de plusieurs lettres ce qui permet d'en suivre le déroulement à travers les années.

Deux exemples de ce genre sont cités: D'abord celui de l'évolution d'une tuberculose osseuse chez une jeune fille de 14 ans, évolution que nous suivons à travers les lettres de la patiente, de son père et du médecin traitant et qui se terminera par la mort après de nombreuses souffrances. Ensuite l'extraordinaire affaire d'une jeune enfant – née probablement d'une grossesse illégitime – et que sa mère a confiée aux soins de Maunoir pour qu'il la place chez des parents nourriciers. Cette histoire compliquée dont les rebondissements ne sont pas tous compréhensibles nous plonge – la réalité dépassant la fiction – en plein mélodrame du XIX^{e} siècle.

En conclusion cette correspondance, donnée au Musée d'Histoire des sciences de Genève par des descendantes de J.-P. Maunoir et qui a été aimablement mise à notre disposition par le Professeur Cramer, méritera une étude approfondie car elle représente une somme de richesses médicales, historiques et psychologiques pour l'étude aussi bien de la biographie de J.-P. Maunoir que de son époque.

Samedi 12 octobre / Samstag, 12. Oktober

C. Histoire de la médecine II

C.1. Président: Prof. E.-H. Ackerknecht (Zurich)

13. Rose-Claire Schüle (Crans-sur-Sierre): Médecine laïque et populaire en Valais

14. H.-H. Walser (Zürich): Westschweizer Psychiater

C.2. Président: Prof. H.-H. Walser (Zurich)

15. G. Grosch (Königstein-Falkenstein): Jean-André Venel (1740–1791) und die Begründung der «klassischen Orthopädie»

16. U. Tröhler (Berne): Les années chaux-de-fonnières (1892–1910) de F. de Quervain

La rencontre de l'esprit physiopathologique et d'avant-garde du grand chirurgien suisse F. de Quervain avec celui de la ville où «le futur a toujours déjà commencé» a été fructueuse de part et d'autre. Le bernois de Quervain trouva dans cette ville de Suisse romande une base pratique, solide et élargie par le contact avec «l'école française de médecine» et sut s'y créer un tremplin idéal pour sa future carrière scientifique internationale. Il y édita une encyclopédie de la chirurgie avec son maître Kocher

et y écrivit notamment son fameux «Traité de diagnostic chirurgical» et ses travaux originaux sur la tendovaginite sténosante et la thyroïdite subaiguë non suppurée qui portent encore son nom. La Chaux-de-Fonds, elle, passa très vite grâce à lui de l'ère de la médecine pragmatique à celle de la médecine scientifique. De Quervain y introduisit au siècle passé déjà les moyens techniques et les procédés de diagnostic les plus modernes: Autoclaves et tables d'opération développés par lui-même, la radioscopie et radiographie, les scopies compliquées (cystoscopie, œsophagoscopie, etc.) et les méthodes de laboratoire clinique. Les années chaux-de-fonnières de F. de Quervain apparaissent comme un témoignage frappant de l'ouverture d'esprit qui peut résulter des échanges entre représentants réceptifs de diverses cultures. La Suisse, n'offre-t-elle pas dans ce sens de rares et précieuses possibilités? Et ne devrait-on pas toujours à nouveau y rendre attentives les jeunes générations d'étudiants?

Les conférences et communications ont paru in extenso dans la revue «Gesnerus», vol. 32, 1975.

Markus Guggenheim – Gedenkvortrag

der Sektion Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften:
Prof. Dr. N. Mani (Institut für Geschichte der Medizin, Bonn): L'origine de la physiologie scientifique au XVII^{e} siècle.

11. Sektion für Kristallographie

Schweizerische Gesellschaft für Kristallographie
Société Suisse de Cristallographie
Società Svizzera di Cristallografia

Präsident: Dr. E. Ascher, Battelle, 7, route de Drize, 1227 Carouge
Sekretär: Dr. P. Engel, Mineralogisch-petrographisches Institut, Sahlistrasse 6, 3012 Bern

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

Generalversammlung gemeinsam mit der Sektion für Kristallwachstum. – Assemblée générale commune avec la section pour l'étude de la croissance cristalline.

1. A. Edenharter und W. Nowacki (Bern): Kristallstruktur von Fülöppit (Mitt. Nr. 256 b)

Die Kristallstruktur von Fülöppit wurde mittels dreidimensionaler Zählrohrdaten bestimmt. Vier Formeleinheiten $Pb_2Sb_8S_{15}$ befinden sich in der monoklinen Elementarzelle mit den Gitterkonstanten $a_0 = 13{,}435 \pm 0{,}005$, $b_0 = 11{,}727 \pm 0{,}004$, $c_0 = 16{,}934 \pm 0{,}005$ Å, $\beta = 94°42' \pm 5'$, Raumgruppe C_{2h}^6—$C2/c$. Die Kristallstruktur wurde durch direkte Phasenbestimmung nach dem symbolischen Additionsverfahren ermittelt. Die Verfeinerung mit der Methode der kleinsten Quadrate ergab unter Berücksichtigung von anisotropen Temperaturfaktoren und anomaler Streuung einen R-Wert von 3,8% für die beobachteten Reflexe.

Pb(1) ist von acht, Pb(2) von sieben S-Atomen umgeben. Die Koordination ist unregelmässig. Die Sb-Atome besitzen trigonal-pyramidale Koordination durch die S-Atome. Die Sb-Pyramiden bilden zusammen Sb_8S_{15}-Gruppen, die durch die Pb-Atome eng verknüpft werden und so das Gitter aufbauen.

2. Jan Portheine und W. Nowacki (Bern): Verfeinerung der Kristallstruktur von Emplektit, $CuBiS_2$ (Mitt. Nr. 263 a)

Die Kristallstruktur des Emplektits, $CuBiS_2$, wurde auf Grund von 3dimensionalen Röntgendaten verfeinert. Die Raumgruppe ist Pnma und die Gitterkonstanten betragen: $a = 6{,}1426(3)$, $b = 3{,}9189(4)$ und $c = 14{,}5282(7)$ Å. Die Intensitäten wurden mit Hilfe eines Supper-Pace-Autodiffraktometers unter Verwendung von CuK_α-Strahlung gemessen. Für die 375 unabhängigen Reflexe ist der endgültige R-Wert gleich 0,063.

Die erhaltene Struktur stimmt mit derjenigen von Hofmann (1933) und Kupčík (1965) überein. Die kürzesten (Bi–S)-Abstände [2,536(4) und 2^{mal} 2,653(2) Å] spannen eine trigonale Pyramide mit Bi als Spitze auf. Die BiS_3-Pyramiden sind über gemeinsame Ecken zu endlosen Ketten verknüpft, welche die Zusammensetzung BiS_2 und die Periode b haben. Cu ist von 4 S-Atomen [mit den Abständen 2,304(5), 2,317(5) und 2^{mal} 2,343(3) Å] in Form eines fast regulären Tetraeders koordiniert. Die BiS_2-Ketten bilden zusammen mit den CuS_4-Tetraederketten Schichten//(001). Wegen der endlosen BiS_2-Ketten muss die Emplektitstruktur dem Typ IV.a_3 der Klassifikation von Nowacki (1969) zugeordnet werden.

Die bekannten Strukturen der Cu, Bi-führenden Sulfosalze $CuBi_5S_8$, $Cu_{2+x}Bi_{6-x}S_9$(x = 1,21), Hodrushit, $Cu_4Bi_4S_9$ und Emplektit weisen gemeinsame strukturelle Einheiten, die als Doppelketten von viereckigen BiS_5-Pyramiden beschrieben werden können, auf. Solch eine Pyramide wird von den fünf nächsten S-Nachbarn des Bi-Atoms gebildet, während das Bi-Atom selber dem Zentrum der Basisfläche naheliegt. Jede BiS-Pyramide besitzt zwei gegenüberliegende Basiskanten, die mit angrenzenden Pyramiden gemeinsam sind, wodurch eine erste endlose Kette entsteht und zwei Nicht-Basiskanten, die zu anderen angrenzenden Pyramiden gehören, welche eine zweite, mit der ersten parallele und äquivalente Kette bilden. Die Doppelkette hat eine Zusammensetzung von Bi_2S_4 und eine Periode von 4 Å, die mit der kleinsten Gitterkonstanten der genannten Strukturen übereinstimmt.

3. J.-D. Scott: The crystal structure of the silicate miserite.

4. J.-M. Moreau et E. Parthé: Détermination de structures d'alliages Ln_3Ni_2 (Ln: Tb, Dy, Ho, Er) et leur relation avec d'autres types de structures.

5. K. Yvon: Quelques aspects structuraux de Mo_8Ga_{41} et de Mo_6Ga_{31}.

6. K. Girgis et W. Petter: Der Strukturtyp V_8Ga_{41}.

7. B. Guigas: Zur Konvergenz des «distance least squares'-Verfahrens» (DLS).

8. H. Wondratschek: Symmetrie von Schnitten und Projektionen von Kristallstrukturen.

9. H.-D. Flack: Une correction d'absorption automatique.

10. B.-W. Liebich et E. Parthé: Structure moléculaire et cristalline de hydroxy-2-methoxy-4-benzophénone.

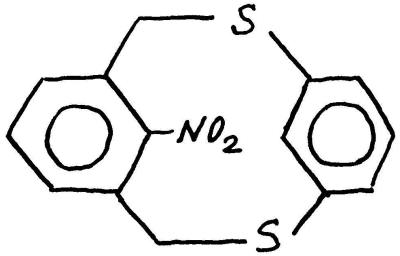
11. J. Allemand et R. Gerdil: Structure cristalline du composé d'association équimoléculaire triphénylméthane-benzène.

12. K. Matsumoto und W.Nowacki (Bern): Die Kristallstruktur einer S-Brücken-Verbindung (Mitt. Nr. 258 a)

Die Kristallstruktur von 2,17,32,35-Tetrathia [3.3.3.3](3,3',5,3')-biphenylo⟨4⟩phan wurde mittels 3dimensionaler Röntgendaten bestimmt. Die Verbindung kristallisiert in $P2_1/c$ mit $Z = 4$ Molekülen in der Elementarzelle der Dimensionen $a = 19{,}416(3)$, $b = 7{,}206(2)$, $c = 19{,}568(3)$ Å und $\beta = 110.76(3)°$. Die Struktur wurde mit Hilfe des symbolischen Additionsverfahrens erhalten und mittels der Block-diagonal least-squares-Methode bis zu $R = 0{,}078$ (4849 Reflexe) verfeinert. Das Molekül besteht aus zwei gekreuzten Biphenyleinheiten, welche durch vier —CH_2—S—CH_2—-Brücken miteinander verbunden sind.

13. S. Kiryu and W.Nowacki (Bern): The crystal and molecular structure of 8-nitro-1,10-dithia[2.2]-metabenzenophan (Contribution No. 270 a)

As part of a program for the study of the structures of metacyclophanes and similar compounds, the structure of the title compound was determined. The triclinic cell parameters are $a = 13.856$, $b = 7.626$, $c = 6.988$ Å, $\alpha = 120.07°$, $\beta = 84.13°$ and $\gamma = 94.44°$, $Z = 2$ and space group $P\bar{1}$. The structure was solved by direct methods and refined by block-diagonal least-squares methods ($R = 0.055$).



The molecule in highly strained and marked deviations of atoms from the best planes of benzene rings are observed. Two benzene rings are almost parallel (13°) and the nitro group plane is inclined by 47° with respect to the benzene ring.

14. B. Prelesnik and W.Nowacki (Bern): The crystal structure of 2,6-dichloro-9thiabicyclo-[3.3.1]-3,7-nonadien, $C_8H_8Cl_2S$ (Contribution No. 257 a)

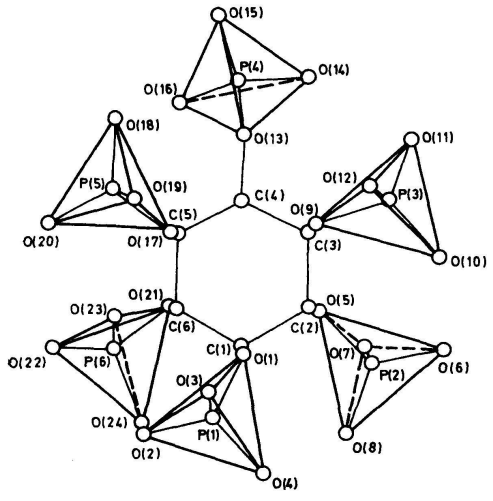
2,6-Dichloro-9thiabicyclo-[3.3.1]-3,7-nonadien, $C_8H_8Cl_2S$ crystallizes in the orthorhombic space group Cmcm with cell dimensions $a = 13.24 \pm 0.01$, $b = 9.32 \pm 1.01$, $c = 7.34 \pm 0.01$ Å and four molecules in the unit cell. The structure was solved by the interpretation of three-dimensional Patterson functions and refined by least squares procedure to a final value of $R = 0.116$ for 463 observed and independent reflexions. The crystal structure consists of statistically in the crystal space distributed enantiomers of $C_8H_8Cl_2S$ molecules. The molecule itself can be described as a

distorted adamantane structure which is opened on one side. The bond lengths C–S and C–Cl are 1.80 and 1.81 Å respectively, the bond angle C–S–C being 94.2°. The average C–C bond in the molecule is 1.50 Å, the average bond angle around the carbon atoms 114.0°. Each molecule in the crystal structure is bonded to adjacent ones by van der Waals forces.

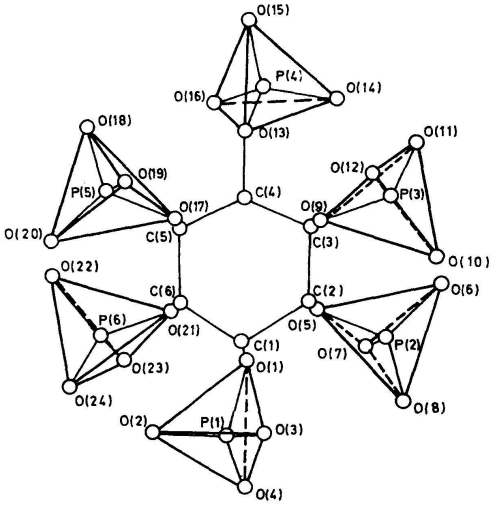
15. P. Engel und W. Nowacki (Bern): Die Kristallstruktur des 32-Hydrates des Natriumsalzes der Phytinsäure, $C_6H_6(PO_4)_6Na_{12} \cdot 32\ H_2O$ (Mitt. Nr. 241 b)

Strukturuntersuchungen am Na-Phytat · 38 H_2O [1,2] haben gezeigt, dass die Phytinsäure in axialer Konformation vorliegt. Johnson und Tate gelang die Kristallisation von Na-Phytat · 31 H_2O [3]. Die vorliegende Untersuchung wurde durchgeführt, um abzuklären, ob die Phytinsäure in anderer Umgebung die axiale Konformation beibehält.

Das Salz kristallisiert in der monoklinen Raumgruppe $P2_1/c$ mit den Gitterkonstanten a = 12,08, b = 31,95, c = 16,93 Å, β = 121°42′. Vier Formeleinheiten $C_6H_6(PO_4)_6Na_{12} \cdot 32H_2O$ befinden sich in der Elementarzelle. Mit der statistischen Phasenbestimmungsmethode konnte die vollständige Struktur direkt ermittelt werden. Die Verfeinerung mit der Ausgleichsrechnung ergab einen R-Wert von 8%. Im Verlaufe der Verfeinerung ergab sich eindeutig, dass 32 Kristallwasser vorhanden sind. Als Hauptergebnis lässt sich feststellen, dass die Phytinsäure in beiden Kristallarten die axiale Konformation einnimmt. Für die mittleren Bindungslängen wurden in beiden Fällen entsprechende Werte berechnet.



32 H_2O



38 H_2O

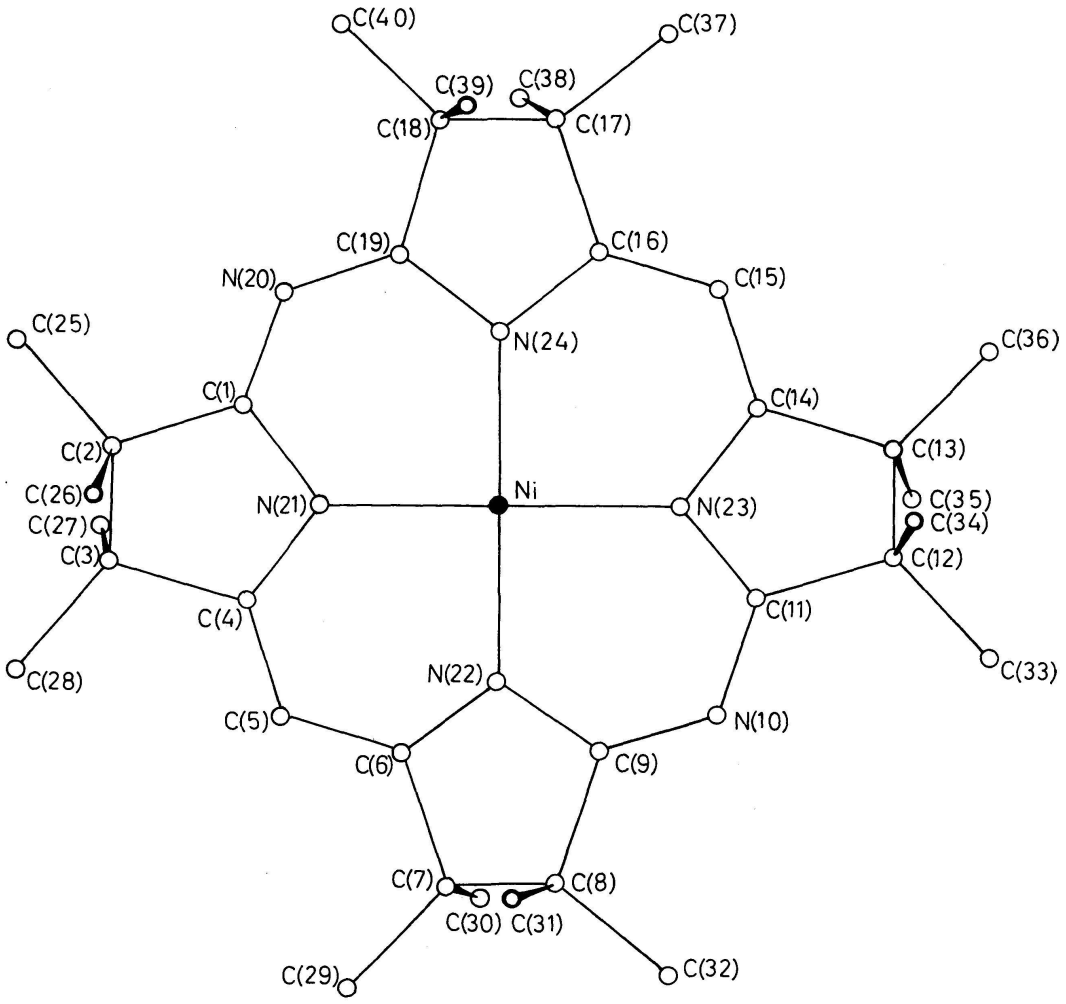
Der mittlere C–C-Abstand ist 1,53 Å. Der mittlere C–O-Abstand beträgt 1,44 Å. Die mittlere Bindungslänge P–O, mit dem am Mesoinosit gebundenen Sauerstoff, ist mit 1,63 Å bedeutend länger als der mittlere Abstand der übrigen P–O-Bindungen mit 1,52 Å.

Literatur

1. Posternack, S.: Helv. 4 (1921) 150–165.
2. Engel, P. und Nowacki, W.: Verhandlungen der SNG 152 (1972) 270.
3. Johnson, L.F. and Tate, M.E.: Can.J.Chem. 47 (1969) 63–73.

16. P. Engel und W. Nowacki (Bern): Strukturbestimmungen von porphinoiden Ni-Komplexen (Mitt. Nr. 261/262)

Metallkomplexe mit porphinoidem Ligandsystem eignen sich als Modellverbindungen zur Untersuchung der Wirkungsweise biochemischer Reaktionen [1]. Durch die Röntgenstrukturanalyse konnte die genaue Gestalt der Molekel zweier Ni-Komplexe bestimmt werden.

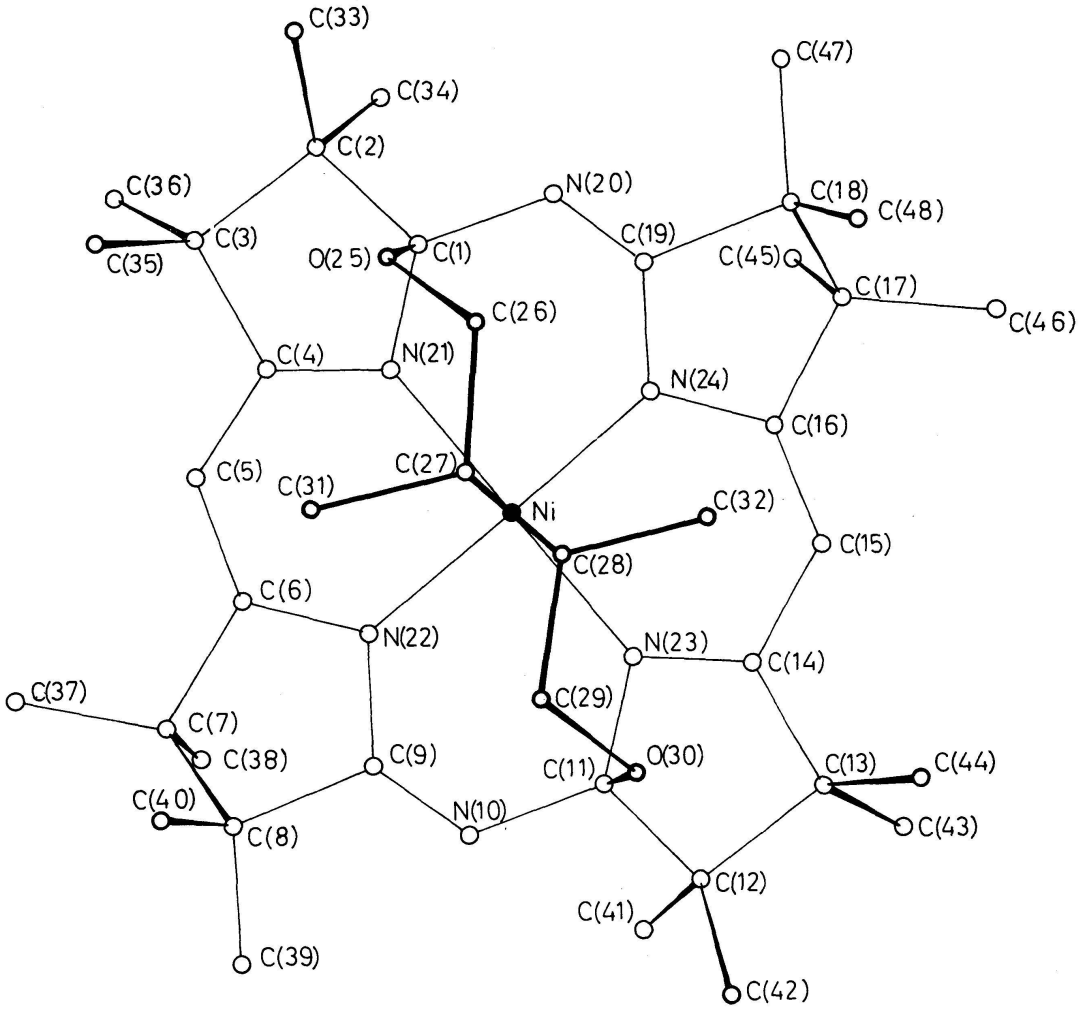


1. Hexadecamethyl-10,20-diaza-hexahydro-porphin-nickel(0)-Komplex, [6H-HDP-nickel(0)]

Die Verbindung kristallisiert in der monoklinen Raumgruppe $P2_1/c$ mit den Gitterkonstanten $a = 11{,}45$, $b = 6{,}75$, $c = 22{,}16$ Å, $\beta = 104°36'$. Die Elementarzelle enthält zwei Formeleinheiten $C_{34}H_{50}N_6Ni$. Erste Strukturteile konnten aus der Pattersonsynthese gewonnen werden, die vollständige Struktur liess sich dann mit der Fouriermethode bestimmen. Die Verfeinerung mit der Ausgleichsrechnung ergab einen *R*-Wert von 9%. Die Molekel ist sattelförmig mit der Symmetrie C_{2v}. Der 16-Zentren-Ring zeigt Bindungslängenausgleich durch Mesomerie.

2. 1,11-(trans-2,3-Dimethyl-2-buten-1,5-dioxy)-10H-HDP-nickel(II)

Die Verbindung kristallisiert in der monoklinen Raumgruppe $P2_1/n$ mit den Gitterkonstanten $a = 11{,}30$, $b = 30{,}67$, $c = 10{,}97$ Å, $\beta = 100°36'$. In der Elementarzelle befinden sich vier Formeleinheiten $C_{40}H_{60}N_6O_2Ni$. Die Strukturbestimmung erfolgte durch Interpretation der Pattersonsynthese und nach der Fouriermethode. Die Verfeinerung mit der Aus-



gleichsrechnung ergab einen R-Wert von 10%. Das porphinoide Ligandsystem ist deformiert sattelförmig. Der 16-Zentren-Ring zeigt keinen Bindungslängenausgleich. Das trans-2,3-Dimethyl-2-buten ist vollkommen eben. Die Doppelbindung C(27)=C(28) liegt symmetrisch zum Nickelatom und besitzt von diesem einen Abstand von 3,0 Å. Die Länge der Doppelbindung ist mit 1,38 Å etwas länger als die normale C=C Doppelbindung von 1,34 Å. Die Molekülsymmetrie ist C_2.

Literatur

Scheffold, R., Löliger, J., Blaser, H. und Geisser, P.: Synthese und Reaktionen von Metallkomplexen mit porphinoidem Ligandsystem. Helv. 58 (1975) 49–64.

12. Sektion für Kristallwachstum der SGK

Sektion für Kristallwachstum der SGK
Section pour l'étude de la croissance cristalline de la SSC
Sezione per la crescita dei cristalli della SSC

Präsident: PD Dr. E. Kaldis, Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Hönggerberg, 8049 Zürich
Sekretär: Dr. H. Arend, Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Hönggerberg, 8049 Zürich

Generalversammlung gemeinsam mit der Sektion für Kristallographie. – Assemblée générale commune avec la section de cristallographie.

Kristallwachstum und Interdisziplinarität

Die Sektion für Kristallwachstum wurde als unabhängige Sektion im Rahmen der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie gegründet. Obwohl die SGK Mitglied der SNG ist, sind die Ziele und Tätigkeit unserer Sektion den meisten Mitgliedern der SNG unbekannt. Im folgenden werden die historische Entwicklung des Kristallwachstums und die Ziele der SKW kurz skizziert.

Die Bedeutung der Kristallisationsvorgänge der Materie ist für viele naturwissenschaftliche Disziplinen anorganischer und organischer Richtung seit Ende der 40er Jahre in einem steilen Anstieg begriffen.

Das historisch überlieferte Interesse der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie an den Vorgängen des Kristallwachstums wurde seit der Entdeckung des Transistors von den Festkörperwissenschaften (Festkörperphysik, Festkörperchemie, Elektronik u.a.) übernommen. War für die ersteren Disziplinen akademische Neugier das Motiv ihres Interesses, so wurde die Dringlichkeit der Interessen der Festkörperwissenschaften an den Vorgängen des Kristallwachstums durch das Erkennen seines geschwindigkeitsbestimmenden Einflusses auf ihre eigene Entwicklung bestimmt. In der Tat wären die bekannten grossen Erfolge der Festkörperwissenschaften in den letzten 30 Jahren undenkbar ohne die entsprechende Entwicklung der «materials science[1]» und speziell ohne die grossen Fortschritte im Verständnis der Mechanismen des Kristallwachstums und ihrer Anwendungen.

Sind diese Interessen hauptsächlich auf die Kristallisation der anorganischen Materie konzentriert, so steigt in den letzten Jahren zunehmend das Interesse anderer Disziplinen auf die Kristallisationsvorgängen der orga-

[1] Diese ist hier im Sinne einer Wissenschaft der «electronic materials» zu verstehen, die mit den bei uns bekannten «Materialwissenschaften» in einer gewissen Beziehung – speziell über die physikalische Metallurgie – steht.

nischen Materie. Die erste Anregung in dieser Richtung hat die Erkenntnis der Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften organischer Polymere vom Mechanismus ihrer Kristallisation gebracht. Die faszinierende Entdeckung der «Faltung» der Makromoleküle, die das Wachstum der Einkristalle ermöglicht, hat eine Weiterentwicklung der mechanischen Eigenschaften der organischen Polymere erlaubt.

Zurzeit kommt durch die rasche Entwicklung der Bio-Wissenschaften eine Anzahl von Fragen an uns heran betreffend den Mechanismus der Kristallisation von biologisch interessanten Stoffen. Wir wissen heute zu wenig über die Kristallisationsvorgänge anorganischer Stoffe in lebenden Organismen (Schalen, Knochen, Nierensteine usw.) und über Mechanismen und Methoden der Kristallisation biologisch wichtiger Stoffe. Die Entwicklung der Naturwissenschaften durch die Jahrhunderte hat uns aber gelehrt, dass viele neue Fragen die beste Motivierung für eine Weiterentwicklung liefern.

Aus der hier rudimentär skizzierten Geschichte der interdisziplinären Entwicklung des Kristallwachstums kann man auch einige Gefahren ablesen, die einer freien Entfaltung der Wissenschaft des Kristallwachstums im Wege stehen. Das zweckgebundene, wohlgemeinte Interesse der obenerwähnten klassischen Wissenschaften hemmt oft die Grundlagenforschung der Kristallisationsvorgänge. Physiker, Chemiker und Kristallographen unterliegen leicht der Gefahr, «nur» Kristalle für ihre Zwecke züchten zu wollen ohne jegliche Kenntnis der Mechanismen des Wachstums. Für zahlreiche Fälle ist dies möglich. Für die interessantesten neuen Materialien braucht man aber sehr oft neue Züchtungsmethoden, die auf dem Verständnis des Wachstumsmechanismus beruhen. Nur Züchten führt früher oder später in eine Sackgasse. Die Situation wird noch schwieriger, weil es an Ausbildungsmöglichkeiten fehlt und die Originalliteratur einen nicht mehr leicht übersehbaren Umfang erreicht hat. Im Gegensatz zu USA und UdSSR gibt es in den europäischen Hochschulen fast keine Ausbildungsstätten für das Gebiet des Kristallwachstums, und obwohl in den letzten Jahren einige Monographien erschienen sind, fehlen immer noch didaktisch gut geschriebene Lehrbücher.

Unter diesen Umständen war die Gründung einer Gesellschaft, die die wissenschaftliche Entwicklung und industrielle Anwendung des Kristallwachstums fördert, naheliegend. Die Sektion für Kristallwachstum wurde als zweite wissenschaftliche Gesellschaft dieser Richtung in der Welt im Jahre 1968 gegründet. Den historischen Gegebenheiten folgend wurde damals auf die Gründung einer neuen Gesellschaft verzichtet und die Sektion für Kristallwachstum als eine weitgehend unabhängige Sektion im Rahmen der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie gegründet.

Um ihre Ziele zu verwirklichen, steht die Sektion in engster Zusammenarbeit mit den ausländischen Schwestergesellschaften und war an der Gründung der «International Organisation for Crystal Growth» (IOCG), in deren Executive Committee sie auch einen «chair» innehat, beteiligt.

Trotz diesen Bemühungen zur Förderung der wissenschaftlichen Eigenständigkeit des Kristallwachstums wurde die Wichtigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit mit den klassischen Disziplinen Physik, Chemie und Kristallographie nicht vernachlässigt. Zurzeit führt Professor F.C. Frank, der Präsident der IOCG, Verhandlungen mit UPAP, UPAC und IUCr, um den Status einer assoziierten Organisation an diese drei Unions auch formell zu beschliessen.

Die wissenschaftliche Tätigkeit der Sektion für Kristallwachstum war seit ihrer Gründung sehr rege. Ausser den Jahrestagungen im Rahmen der Naturforschenden Gesellschaft wurden mehrere Arbeitstagungen in deutsch und französisch sprechenden Teilen des Landes sowie mehrere Reihen von Vorträgen organisiert. Einige davon in Zusammenarbeit mit dem Institut für anorganische Chemie der Universität Zürich und dem Institut für Kristallographie der ETH Zürich. Im Jahre 1970 hat die Sektion für Kristallwachstum die erste internationale Tagung für «Vapour Growth and Epitaxy» in Zürich veranstaltet. 1972 wurde in Deutschland eine gemeinsame Tagung mit der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung und 1974 in Holland gemeinsam mit den holländischen und deutschen Gesellschaften organisiert.

Für die kommenden Jahre werden gemeinsame Tagungen mit den deutschen, holländischen und englischen Gesellschaften für Kristallwachstum geplant sowie die Durchführung der ersten europäischen Tagung für Kristallwachstum (Zürich 1976).

Diese intensive Tätigkeit der Sektion ist von einem zunehmenden Interesse der Hochschul- und Industrieforschung für das Gebiet des Kristallwachstums begleitet und findet seinen Niederschlag in den Arbeiten der Laboratorien für festkörperphysikalische Forschung an der ETHZ, EPUL, Université de Genève, BBC, RCA, IBM, Alusuisse, der Uhrenindustrie u.a.

PD Dr. E. Kaldis (Leiter der SKW)

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

1. H. Scholz (Philips Forschungslaboratorium Aachen, Deutschland): Die Kristallzucht von HgJ_2 aus der Gasphase als Beispiel für die Leistungsfähigkeit von Gradientumkehrmethoden

Die Methoden der Kristallzucht durch dynamische Gradientumkehr sind dadurch gekennzeichnet, dass Wachstums- und Auflösungsvorgänge periodisch abwechseln. Dies hat zur Folge, dass die Gleichgewichtseinstellung während des Kristallisationsprozesses kontrolliert und gesteuert werden kann und dabei der Zustand niedrigster freier Enthalpie begünstigt wird.

Am Beispiel des HgJ_2 wird gezeigt, dass die in-situ-Nukleation von zwillings- und mosaikbaufreien Einkristallen möglich ist. Für die bisher als metastabil geltende orange Modifikation konnte durch pseudomorphe Umwandlung gezeigt werden, dass sie einen Stabilitätsbereich von etwa 10° hat.

Die Umwandlung von Kristallen der gelben Modifikation in die rote führt zu polykristallinen Aggregaten. Kleine Kristalle der orangen Modifikation (beobachtet bei Kristallen bis 1 mm Grösse) wachsen nach Umwandlung in die rote Modifikation als Einkristalle weiter.

Der hohe Bandabstand des Materials und die hohe Ordnungszahl des Quecksilbers lassen die Verbindung als γ-Strahlendetektor für die γ-Spektrometrie bei Zimmertemperatur interessant erscheinen.

Einkristalle bis zu 150 g bei einem Dampfdruck $<0{,}1$ Torr erhalten.

2. H. Arend (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich): Kristallzucht aus wässerigen Lösungen

Die Kristallzucht aus wässerigen Lösungen arbeitet mit Nährphasen, die Mehrkomponentensysteme darstellen. Vor- und Nachteile solcher Systeme vom Standpunkt der Kristallzüchtung werden unter Berücksichtigung besonderer physikalischer und chemischer Phänomene (wie z. B. Phasenumwandlungen oder Zersetzungserscheinungen) sowie apparativer Fragen erörtert.

Das Problem der Bestimmung von Phasendiagrammen in binären und ternären Systemen mit kongruent und inkongruent löslichen Verbindungen wird behandelt. Die bestehenden Kristallzuchttechniken werden auf Grund charakteristischer Grössen, die aus diesen Diagrammen abgeleitet werden können, beschrieben.

An Hand einiger wichtiger piezo- und ferroelektrischer Kristalltypen werden Anwendungsbeispiele dieser Techniken für technische Anwendungen gezeigt.

Abschliessend wird über neue Einsatzmöglichkeiten dieser Techniken auf dem Gebiet der Festkörperforschung berichtet.

3. R. Kern (Université Aix Marseille III CNRS, Laboratoire des Mécanismes de la Croissance Cristalline, Marseille, France): Mécanismes de l'épitaxie

Selon les énergies de surface respectivement du substrat et du dépôt, ainsi que de l'énergie interfaciale d'une épitaxie, l'on prévoit deux mécanismes extrêmes:

- l'un remontant à Volmer considère la formation épitaxique de cristallites tridimensionnels à partir d'une phase adsorbée très diluée,
- l'autre pour lequel à l'opposé se forme l'épitaxie par croissance couche après couche.

Ces deux cas, bien que généraux, sont illustrés d'une part sur les systèmes métaux CFC sur halogénures alcalins, d'autre part pour les gaz sur graphite. Des observations en microscopie et diffraction électroniques, en ellipsométrie, spectroscopie Auger servent de techniques expérimentales.

Un mécanisme intermédiaire, c'est-à-dire la formation d'une phase monocouche suivi de cristallites tridimensionnels, existe dans les cas des métaux CFC sur les cristaux type diamant.

Quelques considérations d'ordre pratique sont faites en guise de conclusion.

4. W. Stählin und W. Schmidt (Schweiz. Aluminium AG, Forschung und Entwicklung, Neuhausen a. R.): Automatische Regelung der Kristallzucht nach Czochralski

Die Kristallzucht nach Czochralski erstreckt sich meist über viele Stunden bis wenige Tage. Die Überwachung eines solchen Verfahrens muss demnach automatisiert werden. Zudem zeigt es sich, dass eine gute automatische Regelung meist einen entscheidenden Einfluss auf die Kristallqualität hat.

Die heute, meist erst in Entwicklungslaboratorien, verwendeten Systeme – optische oder röntgenoptische Verfahren oder Wägemethoden – werden vorgestellt. Das in unserem Labor entwickelte System wird besprochen. Die damit hergestellten Kristalle von Gadolinium-Gallium-Granat genügen den Anforderungen für Substrate für Bubble-Memories.

Die automatische Regelung besteht aus einer Waage (Mettler PT 1200) mit Digitalausgang, Uhr, Interface und Rechner (HP 9810 A). Die Auswertung erfolgt digital, wobei das Gewicht der Schmelze mit einem mit Hilfe eines Programmes errechneten Gewichtswert verglichen wird. Die Abweichung zwischen Soll- und Istgewicht wird in eine Leistungsänderung umgesetzt und dieses Signal der Heizung der Kristallzuchtanlage zugeführt.

5. W. Schmidt (Schweiz. Aluminium AG, Forschung und Entwicklung, Neuhausen a. R.): Wachstumsdefekte in Gadolinium-Gallium-Granat

$Gd_3Ga_5O_{12}$(GGG) wird als Substrat zur epitaktischen Abscheidung von magnetischen Granatschichten verwendet. Die Anwendung dieser Schichten für Magnetblasenspeicher erfordert eine Einheitlichkeit der Gitterkonstanten von $\pm 0{,}0003$ Å über die gesamte Oberfläche des Substrates. Wachstumsdefekte können lokale Verspannungen des Gitters bewirken und müssen daher möglichst vermieden werden. An Defekten sind bekannt: Lokal unterschiedliche Konzentration von Punktdefekten (Coring, Banding), Versetzungen (Stufen- oder Schraubenversetzungen sowie Mischtypen), Einschlüsse (Iridium, Ausscheidungen sowie Gasblasen).

Die meisten dieser Defekte können durch Wahl der Ausgangsstoffe und durch sorgfältige Regelung der Kristallzucht eliminiert bzw. vermindert werden.

6. Z. Hauptman (Department of Geophysics and Planetary Physics, School of Physics, The University of Newcastle upon Tyne, England): Crystal growing and the earth sciences

The theories of the drifting continents, the geomagnetic dynamo and the reversals of geomagnetic field are now generally accepted due to the ever mounting evidence provided chiefly by palaeomagnetic research.

The basic source of experimental data for the latter research comes from countless tiny crystals of magnetic minerals contained in almost all igneous rocks. These crystals possessing natural remanent magnetisation (NRM) may be looked upon as the "memory bytes" carrying a record of the direction and sometimes also of the intensity of the geomagnetic field of the geological epoch in which they became consolidated. However the reliability of such a record must be carefully tested as the individual minerals, or their intergrown assemblages, very often show rather an intriguing magnetic behaviour. It is the main objective of the field of rock and mineral magnetism to provide a sound physical basic for understanding the mechanisms by which the magnetic crystals acquire a remanent moment which can be stable over millions of years. Fruitful research in the latter field requires experimental work with natural samples as well as with their synthetic equivalents. The inherent smallness of crystals of magnetic minerals in igneous rocks poses the task of preparing synthetic single crystals. This gives a challenging opportunity to the crystal maker.

By far the most common magnetic minerals in igneous rocks are spinel titanomagnetites. In their natural occurrence they are quite complex oxides in that they are very often non-stoichiometric and, besides their major constituents – iron and titanium – they contain varying concentrations of minor elements. To synthetise their single crystal equivalents requires a somewhat different approach from that used in most other fields of crystal growing. As the purpose is to simulate nature rather than to prepare pure, nearly perfect crystals, the approach is similar to that of an experimental petrologist.

At Newcastle we have developed a novel version of a strip-crucible technique for growing single crystals of titanomagnetites from the melt. This method is applicable to substances which do not severely attack platinum or iridium. The melt is contained in a depression in a strip of platinum or iridium which is heated directly by applying a low a.c. voltage to its terminals. The strip crucible can be shaped so as to create the desired temperature field for the particular growth mode selected (e.g. Kyropoulos or Bridgman-Stockbarger). A number of simple and complex spinal titanomagnetites have been successfully grown and their characteristics are briefly reported. The growing process takes place under controlled oxygen partial pressure. The technique also enables the thermal analysis of the solidification process to be carried out.

In co-operation with the Crystal Growing Section of the Clarendon Laboratory, Oxford, successful experiments have been performed in

which titanomagnetites have been grown also from a $BaO-B_2O_3$ flux in an iron crucible under reducing conditions.

7. S.Vepřek und H.R. Oswald (Anorganisch-chemisches Institut der Universität Zürich): Abscheidung von Phosphor durch Plasmatransport

Es ist bekannt, dass die Verdampfung des roten Phosphors unter Assoziation stattfindet, $P(f, rot) \rightarrow P_4(g)$, was einen sehr kleinen Verdampfungskoeffizienten zur Folge hat ($\alpha \sim 10^{-6}$). Umgekehrt wird aus der Gasphase unter Gleichgewichtsbedingungen nur die metastabile Modifikation, der weisse Phosphor, abgeschieden: $P_4(g) \rightarrow P_4(f, weiss)$.

Die hohe Aktivierungsenergie der Oberflächenreaktion $4P \rightleftarrows P_4$ kann dem System mittels eines nichtisothermen Niederdruckplasmas vorteilhaft zugeführt werden: Wird eine Niederdruckentladung im Dampf des weissen Phosphors aufrechterhalten, so scheidet sich roter Phosphor ab.

Eine andere Möglichkeit bietet der chemische Transport: Bei Anwendung einer Wasserstoff-Niederdruckentladung gelingt es, den roten Phosphor im Plasmagradienten zu transportieren. In diesem Fall wird sowohl die kinetische Barriere der Verdampfung [$P(f, rot) \rightarrow P_4(g)$] als auch diejenige der Abscheidung [$P_4(g) \rightarrow P(f, rot)$] überwunden. Das Produkt wird vorerst in röntgenamorpher Form abgeschieden und rekristallisiert durch Tempern bei ca. 200 °C in der Entladung.

8. U. Flückiger, H. Arend (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich und anorganisch-chemisches Institut der Universität Zürich): Die Rolle der Gasphase bei der Züchtung von $KNbO_3$-Kristallen aus der Schmelze

Beim Tempern von $KNbO_3$-Kristallen an Luft tritt oberhalb 1000 °C K_2O-Verlust ein, der unter Zersetzung zur Bildung K_2O-ärmerer Phasen führt. Der Vorgang wird durch H_2O beschleunigt. Unter Quasi-Gleichgewichtsbedingungen wurden $KNbO_3$-Kristalle über Schmelzen mit verschiedenem $K_2O : Nb_2O_5$-Verhältnis getempert und dabei je nach Temperatur und Zusammensetzung der Schmelze durch K_2O-Transport über die Gasphase sowohl K_2O-ärmere als auch reichere Phasen gefunden.

Die Resultate werden vom Standpunkt der top-seeding-Technik der $KNbO_3$-Zucht analysiert.

13. Sektion für Mathematik

Schweizerische Mathematische Gesellschaft
Société Mathématique Suisse
Società Svizzera di Matematica

Präsident: Prof. André Haefliger, 11, route de Divonne, 1260 Nyon
Sekretär: Prof. André Delessert, 1099 Servion

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

1. F. Borel: Sur les H-espaces à groupe fondamental fini

2. S. Conod, M. Favre, P. de la Harpe (Lausanne): Sur le deuxième nombre de Betti des algèbres de Lie nilpotentes et les suites du type (2, 8, 20, 40, 70, ...)

Soient E un espace vectoriel sur C de dimension n, $\mathrm{Lie}(E)=\bigoplus_{k\geqslant 1} L^k$ son algèbre de Lie libre graduée canoniquement, et $C^p\,\mathrm{Lie}\,(E)$ les termes de sa suite centrale descendante. On note $\boldsymbol{m}(E,p)$ le quotient de $\mathrm{Lie}\,(E)$ par $C^{p+1}\,\mathrm{Lie}\,(E)$ où $p=1, 2, 3, \ldots$; on l'appelle modèle de type n et de classe p, et on sait qu'il joue un rôle important dans l'étude des algèbres de Lie nilpotentes (voir par exemple les thèses de D. Amiguet et G. Favre).

Nous montrons que le deuxième espace de cohomologie de $\boldsymbol{m}(E,p)$ à coefficients scalaires triviaux est canoniquement isomorphe au dual de L^{p+1}; on en déduit par exemple que le deuxième nombre de Betti $b_2(\boldsymbol{m}(E,2))$ des modèles de classe 2 vaut $\frac{1}{3}(n+1)\,n\,(n-1)$, ce qui excuse notre titre.

On en déduit aussi une borne supérieure pour $b_2(\boldsymbol{q})$ valable pour toute algèbre de Lie nilpotente complexe; cette borne s'exprime en fonction de $m=\dim(\boldsymbol{q})$ et de $n=\dim(\boldsymbol{q}/[\boldsymbol{q},\boldsymbol{q}])$. Plus précisément:

$$b_2(\boldsymbol{q})\leq(n-1)\left(m-\frac{n}{2}\right)-S$$

où l'on doit prendre $S=0$ si $\boldsymbol{q}$ est abélienne et où l'on peut prendre $S=n-2$, ou même $S=\sup_{1\leq k\leq K}(k(n-1-k))$ avec $K\leq\min\left(\frac{n}{2}, \dim(C^2\boldsymbol{q}/C^3\boldsymbol{q})\right)$ dans les autres cas.

D'où évidemment (via les travaux de Matsushima et Nomizu) la même borne supérieure pour le deuxième nombre de Betti $b_2(M)$ d'une variété nilpotente compacte M («nilmanifold») en fonction de $m = \dim(M)$ et de $n = b_1(M)$. Quelques exemples montrent que cette borne supérieure peut être atteinte.

Références

Bourbaki, N.: Groupes et algèbres de Lie, chapitre 2.

Favre, G.: Système de poids sur une algèbre de Lie nilpotente; Manuscripta math. 9 (1973) 53–90.

Matsushima, Y.: On the discrete subgroups and homogeneous spaces of nilpotent Lie groups; Nagoya Math. J. 2 (1951) 95–110.

Nomizu, K.: On the cohomology of compact homogeneous spaces of nilpotent Lie groups; Ann.of Math. 59 (1954) 531–538.

3. F. Ronga: Singularités d'applications équivariantes

4. M. Huber (Zürich): Moduln über Dedekindringen und Satz von Stein-Serre

Für einen kommutativen Ring R werden Klassen $\boldsymbol{C}$ von R-Moduln mit folgender Eigenschaft gesucht:

Ist A ein R-Modul mit $\mathrm{Hom}_R(A,R) \in \boldsymbol{C}$ und $\mathrm{Ext}_R(A,R) \in \boldsymbol{C}$, so ist auch $A \in \boldsymbol{C}$.

Beschränkt man sich auf Dedekindringe R mit $\mathrm{Ext}_R(Q,R) \neq 0$, wo Q den Quotientenkörper von R bezeichnet, so erhält man mit Hilfe von Mächtigkeitsbetrachtungen Klassen der gesuchten Art. Die Bedingung $\mathrm{Ext}_R(Q,R) \neq 0$ ist dann und nur dann erfüllt, wenn für Moduln über R der (verallgemeinerte) Satz von Stein-Serre gilt:

Ist A ein R-Modul von abzählbarem Rang mit $\mathrm{Ext}_R(A,R) = 0$, so ist A projektiv.

5. O. Burlet: Sur une classe d'applications différentiables génériques.

6. J.-C. Hausmann: Sur la classification des sphères d'homotopie.

7. M.-A. Knus: Le cocycle de Teichmüller.

8. Pierre de la Harpe (Lausanne): Sous-groupes distingués du groupe général linéaire d'un espace de Hilbert

Soit H un espace de Hilbert complexe, séparable et de dimension infinie. Soient $L(H)$ l'anneau des opérateurs linéaires bornés sur H et $GL(H)$ son groupe des unités. Si q est un idéal bilatère de $L(H)$, nous notons π_q la restriction à $GL(H)$ de la projection canonique de $L(H)$ sur $L(H)/q$; nous écrivons alors $GL(H,q)$ et $GE(H,q)$ les images inverses par π_q de l'identité et du centre dans le groupe des unités de $L(H)/q$. Soient enfin C l'idéal des opérateurs compacts dans $L(H)$, C_0 l'idéal des opérateurs

de rang fini, et $SL(H, C_0)$ le groupe dérivé de $GL(H, C_0)$. Le résultat principal de notre travail s'exprime comme suit.

Proposition. Soit G un sous-groupe distingué non trivial de $GL(H)$. Alors:

(i) ou bien G est central et s'identifie à un sous-groupe du groupe multiplicatif des nombres complexes non nuls $\boldsymbol{C}^*$,

(ii) ou bien $SL(H, C_0) \subset G \subset GE(H, C_0)$.

Si l'on considère maintenant $GL(H)$ comme muni de la topologie définie par la norme usuelle sur $L(H)$, on obtient facilement (puisque C est l'adhérence de C_0):

Corollaire. Soit G un sous-groupe distingué non trivial fermé de $GL(H)$. Alors:

(i) ou bien G est central et s'identifie à un sous-groupe fermé de $\boldsymbol{C}^*$,

(ii) ou bien G est un sous-groupe de congruence selon l'idéal C:
$GL(H, C) \subset G \subset GE(H, C)$
et $G/GL(H, C)$ est un sous-groupe fermé de $GE(H, C)/GL(H, C)$, donc un sous-groupe fermé de $\boldsymbol{C}^*$.

La preuve de la proposition utilise principalement les ingrédients suivants: 1° Un lemme crucial de Brown et Pearcy caractérisant les opérateurs de $GL(H)$ qui n'appartiennent pas à $GE(H, C)$; voir le corollaire 3.4 de [1]. 2° L'isomorphisme (non naturel) de $GL(H)$ avec le groupe $GL_2(L(H))$ des (2×2)-matrices inversibles à coefficients dans l'anneau $L(H)$, c'est-à-dire avec le groupe $GL(H \oplus H)$. 3° Le résultat classique selon lequel tout idéal bilatère non trivial de $L(H)$ contient C_0 et est contenu dans C; voir le lemme 11 et le théorème 11 du chapitre I dans [2]. 4° Un résultat technique apparemment nouveau sur les sous-groupes distingués de $GL_2(A)$, où A appartient à une très large classe d'anneaux contenant $L(H)$. 5° Le fait que $GL(H)$ s'identifie à son groupe des commutateurs et qu'il est algébriquement engendré par un voisinage convenable de l'identité dans l'algèbre normée $L(H)$; voir par exemple le problème 192 dans [3], et se rappeler que le groupe $GL(H)$ muni de la norme usuelle pour les opérateurs est un groupe topologique connexe.

Le corollaire lui-même était déjà connu: c'est un résultat dû à Kadison [4], dont la preuve originale est très différente de celle mentionnée ci-dessus. On voudra bien se référer à [5] pour une rédaction détaillée du travail annoncé dans cette note.

Références

1. Brown, A. et Pearcy, C.: Structure of commutators of operators. Ann.of Math. 82 (1965) 112–127.
2. Schatten, R.: Norm ideals of completely continuous operators. Springer 1960.
3. Halmos, P.R.: A Hilbert space problem book. Van Nostrand 1967.
4. Kadison, R.V.: Infinite general linear groups. Trans.AMS 76 (1954) 66–91.
5. de la Harpe, P.: Invariant subgroups in the general linear group of a Hilbert space. Septembre 1973 (non publié).

Nous remercions le Fonds national suisse pour la recherche scientifique, qui a supporté notre travail.

9. Sophie Piccard (Neuchâtel): Quelques propriétés du groupe saturé des transformations périodiques de période n (n=entier$\geqq 2$) de l'ensemble $\boldsymbol{Z}$ des entiers rationnels

Résumé. On étudie le groupe de toutes les transformations périodiques de période entière $n \geqq 2$ quelconque de $\boldsymbol{Z}$ et on établit quelques résultats généraux relatifs à ce groupe qui est fondamental de rang 2 et qui possède un treillis distributif de sous-groupes invariants.

Soit n un entier fixe $\geqq 2$. Une transformation périodique t, de période n, de l'ensemble $\boldsymbol{Z}$ des entiers rationnels (t.p.p. n) est une application bijective de l'ensemble $\boldsymbol{Z}$ sur lui-même qui fait passer de tout entier rationnel z à son image $t(z)$ de façon que $t(z+z'n) = t(z)+z'n$, quels que soient z et $z' \in \boldsymbol{Z}$.

Le produit de deux t.p.p. n est une t.p.p. n, l'inverse d'une t.p.p. n est une t.p.p. n, de sorte que l'ensemble de toutes les t.p.p. n de $\boldsymbol{Z}$ est un groupe noté G_{sn}, appelé le groupe saturé des t.p.p. n de $\boldsymbol{Z}$.

Un ensemble A de générateurs d'un groupe multiplicatif G est dit irréductible au sens strict si, quelle que soit la partie finie $A_1 = \{a_1, a_2, \ldots, a_k\}$, $k \geqq 1$, de A et quelle que soit la partie finie $B = \{b_1, b_2, \ldots, b_l\}$ de G, de puissance $l < k$, l'ensemble $(A - A_1) \cup B$ n'est pas générateur du groupe G. Le groupe G est dit fondamental s'il possède au moins un ensemble irréductible au sens strict de générateurs et tout ensemble irréductible au sens strict de générateurs de G constitue une base de ce groupe. La puissance d'une base d'un groupe fondamental est un invariant du groupe, appelé le rang du groupe fondamental.

On démontrera que le groupe G_{sn} est fondamental de rang 2, quel que soit l'entier $n \geqq 2$. Quel que soit l'élément t de G_{sn} et quels que soient les entiers $i, j \in \boldsymbol{Z}$, $i \not\equiv j \pmod n$, on a $t(i) \not\equiv t(j) \pmod n$. Il s'ensuit que quels que soient les entiers $i_1, i_2, \ldots, i_n$, présentant tous les restes possibles modulo n, la transformation t est bien définie par les nombres $t(i_1) = j_1$, $\ldots$, $t(i_n) = j_n$. En particulier on peut prendre $i_1 = 0$, $i_2 = 1$, $\ldots$, $i_n = n-1$; on représente alors t par le symbole

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & \ldots & n-1 \\ t(0) & t(1) & \ldots & t(n-1) \end{pmatrix}_n .$$

Soit $t(l) = i_l + j_l n$, où $i_l, j_l \in \mathbf{Z}$ et où $0 \leqq i_l \leqq n-1$, $l = 0, 1, \ldots n-1$. L'élément t prend alors la forme

$$t = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \ldots & n-1 \\ i_0 + j_0 n & i_1 + j_1 n & \ldots & i_{n-1} + j_{n-1} \end{pmatrix}_n ,$$

où $i_0, i_1, \ldots, i_{n-1}$ est une permutation des nombres $0, 1, \ldots, n-1$ et $j_0, j_1, \ldots, j_{n-1}$ sont n entiers rationnels quelconques. Soit $\mathfrak{S}_n$ le groupe symétrique des substitutions des éléments de l'ensemble $\{0, 1, \ldots, n-1\}$. Un élément quelconque du groupe $\mathfrak{S}_n$ est de la forme

$$s = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & n-1 \\ i_0 & i_1 & \dots & i_{n-1} \end{pmatrix}.$$

Il existe un homorphisme entre les deux groupes G_{sn} et $\mathfrak{S}_n$. On dit que la substitution s est associée à la transformation t si la permutation $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}$ est la même dans s et dans t. On répartit les éléments de G_{sn} en deux classes d'équivalence: celle des éléments pairs et celle des éléments impairs. On dit qu'une transformation t de G_{sn} est paire si la substitution associée s est de classe paire, t est dite impaire si la substitution associée s est de classe impaire.

L'ensemble des t.p.p. n paires de $\boldsymbol{Z}$ forme un sous-groupe invariant maximal d'index 2 du groupe G_{sn}. Soient

$$t_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & & n-1 \\ i_0+j_0 n & i_1+j_1 n & \dots & i_{n-1}+j_{n-1} n \end{pmatrix}_n$$

$$t_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & & n-1 \\ i'_0+j'_0 n & i'_1+j'_1 n & \dots & i'_{n-1}+j'_{n-1} n \end{pmatrix}_n$$

deux t.p.p. n quelconques de $\boldsymbol{Z}$ et soit $t_1 t_2 = t_3$ le produit de t_1 à droite par t_2. t_3 est une t.p.p. n de $\boldsymbol{Z}$ de la forme

$$t_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & & n-1 \\ i''_0+j''_0 n & i''_1+j''_1 n & \dots & i''_{n-1}+j''_{n-1} n \end{pmatrix}_n,$$

où $i''_0, i''_1, \dots, i''_{n-1}$ sont définis par l'égalité

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & & n-1 \\ i_0 & i_1 & \dots & i_{n-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 & & n-1 \\ i'_1 & i'_2 & \dots & i'_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & n-1 \\ i''_0 & i''_1 & \dots & i''_{n-1} \end{pmatrix}$$

donnant la valeur du produit de la substitution de $\mathfrak{S}_n$ associée à t_1 par la substitution du même groupe associée à t_2. Quant à $j''_0, j''_1, \dots, j''_{n-1}$, ce sont des éléments de $\boldsymbol{Z}$, tels que

$$\sum_{l=0}^{n-1} j_l + \sum_{l=0}^{n-1} j'_l = \sum_{l=0}^{n-1} j''_l.$$

On déduit de cette propriété l'existence d'un ensemble dénombrable de sous-groupes invariants de G_{sn}. Notamment quel que soit l'entier $m \geqq 2$, l'ensemble G_m des éléments de G_{sn} de la forme

$$t = \begin{pmatrix} 0 & 1 & & n-1 \\ i_0+j_0 n & i_1+j_1 n & \dots & i_{n-1}+j_{n-1} n \end{pmatrix}_n,$$

où $j_0+j_1+\dots+j_{n-1} \equiv 0 \pmod{m}$, est un sous-groupe invariant d'index m de G_{sn}. Quel que soit $i = 0, 1, \dots, n-1$, appelons t^*_i l'élément de G_{sn} défini par la formule

$$t_i^* = \begin{pmatrix} 0\ 1\ \dots\ i-1\ i & i+1\ \dots\ n-1 \\ 0\ 1\ \dots\ i-1\ i+n & i+1\ \dots\ n-1 \end{pmatrix}_n.$$

Les éléments $t_0^*, t_1^*, \dots, t_{n-1}^*$ sont commutables deux à deux et ils engendrent un groupe abélien libre de rang n dont ils forment un ensemble de générateurs libres. Donc, quel que soit l'entier $n \geqq 2$, le groupe G_{sn} possède un sous-groupe abélien libre de rang n.

Soit $\mathfrak{S}_n^*$ le sous-groupe de G_{sn} formé de tous les éléments

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & n-1 \\ i_0 & i_1 & \dots & i_{n-1} \end{pmatrix}_n$$

où $i_0, i_1, \dots, i_{n-1}$ est une permutation quelconque des nombres $0, 1, \dots, n-1$. La substitution

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & n-1 \\ i_0 & i_1 & \dots & i_{n-1} \end{pmatrix} \in \mathfrak{S}_n.$$

Les deux groupes $\mathfrak{S}_n^*$ et $\mathfrak{S}_n$ sont isomorphes. Tout élément du groupe G_{sn}:

$$t = \begin{pmatrix} 0 & 1 & & n-1 \\ i_0 + j_0 n & i_1 + j_1 n & \dots & i_{n-1} + j_{n-1} n \end{pmatrix}_n$$

peut se mettre sous la forme d'un produit de l'élément

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & n-1 \\ i_0 & i_1 & \dots & i_{n-1} \end{pmatrix}_n$$

de $\mathfrak{S}_n^*$ par un produit de puissances entières des éléments $t_0^*, t_1^*, \dots, t_{n-1}^*$. On a notamment

$$t = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & n-1 \\ i_0 & i_1 & \dots & i_{n-1} \end{pmatrix}_n t_0^{*j_0} \dots t_{n-1}^{*j_{n-1}}.$$

Pour qu'un élément t de G_{sn} soit central, il faut et il suffit qu'il soit de la forme

$$t = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \dots & n-1 \\ kn & 1+kn & \dots & n-1+kn \end{pmatrix}_n = t_0^{*k} t_1^{*k} \dots t_{n-1}^{*k},\ k \in \mathbf{Z}.$$

Il s'ensuit que le centre de G_{sn} est le groupe cyclique engendré par l'élément $t_0^* t_1^* \dots t_{n-1}^*$. On sait (voir Publications du Séminaire de Géométrie de l'Université de Neuchâtel, Série III, vol. 1) que le groupe G_{s2} est fondamental de rang 2. Montrons que, quel que soit l'entier $n \geqq 3$, le groupe G_{sn} est également fondamental de rang 2. On démontre sans peine que le groupe G_{sn} n'est pas cyclique. Montrons que, quel que soit l'entier $n \geqq 3$, le groupe G_{sn} est engendré par les deux éléments

$$t_1 = \begin{pmatrix} 0\,1 \ldots n-1 \\ 1\,2 \ldots n \end{pmatrix}_n \quad \text{et} \quad t_2 = \begin{pmatrix} 0\,1\,2 \ldots n-1 \\ 1\,0\,2 \ldots n-1 \end{pmatrix}_n.$$

En effet, on a, d'une part,

$$t_1^n = \begin{pmatrix} 0\,1 & 2 & & n-1 \\ n\,1+n & 2+n & \ldots & n-1+n \end{pmatrix}_n = t_0^*\, t_1^* \ldots t_{n-1}^*.$$

D'autre part, on a

$$t_1 t_2 = \begin{pmatrix} 0\,1\,2 \ldots n-1 \\ 2\,1\,3 \ldots n \end{pmatrix}_n, \quad (t_1 t_2)^{n-1} = \begin{pmatrix} 0\,1\,2 & \ldots n-1 \\ n\,1\,2+n & \ldots n-1+n \end{pmatrix}_n =$$

$$= t_0^*\, t_2^* \ldots t_{n-1}^*,$$

$$t_1^n (t_1 t_2)^{-n+1} = t_1^*,\ t_1^{-1} t_1^* t_1 = t_0^*,\ t_1^i t_1^* t_1^{-i} = t_{1+i}^*,$$

$i = 1, 2, \ldots, n-2$. Donc les n éléments t_i^*, $i = 0, 1, \ldots, n-1$ sont engendrés par composition finie des éléments t_1 et t_2. Or

$$t_1 t_{n-1}^{*-1} = \begin{pmatrix} 0\,1\,2 \ldots n-2\ n-1 \\ 1\,2\,3 \ldots n \quad\ 0 \end{pmatrix}_n.$$

Les deux substitutions

$$\begin{pmatrix} 0\,1\,2 \ldots n-2\ n-1 \\ 1\,2\,3 \ldots n \quad\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{pmatrix} 0\,1\,2 \ldots n-1 \\ 1\,0\,2 \ldots n-1 \end{pmatrix}$$

sont, comme on sait, génératrices du groupe $\mathfrak{S}_n$ et, en vertu de l'isomorphisme des groupes $\mathfrak{S}_n$ et $\mathfrak{S}_n^*$, les éléments $t_1 t_{n-1}^{*-1}$ et t_2 engendrent le groupe $\mathfrak{S}_n^*$. Or, d'après ce qui précède, tout élément du groupe G_{sn} peut se mettre sous la forme d'un produit d'un élément de $\mathfrak{S}_n^*$ par un produit de puissances entières des éléments $t_0^*, t_1^*, \ldots, t_{n-1}^*$. Donc tout élément de G_{sn} peut être obtenu par composition finie des deux éléments t_1 et t_2 qui sont bien générateurs du groupe G_{sn}. Il s'ensuit que le groupe G_{sn} est fondamental de rang 2 et que le couple d'éléments t_1, t_2 en constitue une base, quel que soit l'entier $n \geqq 2$.

10. T. Rychener: Riesz-Potentiale von Funktionen beschränkter mittlerer Oszillation

11. H.-M. Maire (Genève): Image de fonctions généralisées et distributions invariantes

Résumé. Soit F une fonction analytique réelle sur un ouvert relativement compact de $\boldsymbol{R}^n$. Il existe une application F^*, généralisant l'image réciproque des fonctions C^∞, définie sur un espace de fonctions généralisées.

L'image de F^* est formée de distributions invariantes par les difféomorphismes conservant F.

Soient N et n deux entiers ≥ 1 et $c<d$ deux nombres réels. Nous noterons $\mathscr{A}^{N,n}([c,d])$ le sous-espace de $C^\infty(R^*)$ formé des fonctions f à valeurs complexes, nulles pour $t<c$ et $t>d$, admettant en 0 un double développement asymptotique de la forme

$$f(t)\sim \sum_{j\in \mathbf{N}^*} \sum_{0<k\leqslant n} a^{\pm}_{jk} |t|^{(j-N)/N} (\log |t|)^{k-1},\ \pm t>0,$$

dérivable terme à terme. Nous munirons l'espace $\mathscr{A}^{N,n}([c,d])$ de la topologie engendrée par les semi-normes

$$f\to |a^{\pm}_{jk}|,\ j\in N^*,\ 0<k\leq n,$$

$$f\to \sup_{0\neq t\in[c,d]} |D^l(f(t)-A_hf(t))|,\ 0\leq l \text{ entier } \leq h\in \mathbf{N},$$

où $A_hf(t)=\sum_{j\leqslant (h+1)N} \sum_{0<k\leqslant n} a^{\pm}_{jk} |t|^{j-N/N} (\log |t|)^{k-1}$, si $\pm t>0$. Avec cette topologie, $\mathscr{A}^{N,n}([c,d])$ devient un espace de Fréchet-Montel.

Lorsque J est l'un des intervalles $]\alpha,0]$, $[0,\beta[$, $]\alpha,\beta[$ où $\alpha<0<\beta$, l'espace $\mathscr{A}^{N,n}(J)$ des fonctions test singulières de type (N,n) est défini par la limite inductive des $\mathscr{A}^{N,n}([c,d])$, pour $c\leq 0\leq d$ et $[c,d]\subset J$. C'est un espace de Montel complet; son dual, noté $\mathscr{A}'^{N,n}(J)$, est par définition l'espace des fonctions généralisées singulières de type (N,n).

Soit F une fonction analytique réelle définie sur un ouvert U relativement compact de $\boldsymbol{R}^n$ telle que 0 soit la seule valeur critique de F et que $F(U)$ soit un intervalle J comme ci-dessus. On sait que les valeurs critiques de F sont isolées, donc ces hypothèses ne sont pas trop restrictives.

L'application image directe des distributions à support compact $F_*\colon \mathscr{E}'(U)\to\mathscr{E}'(R)$ (cf. [3]) donne par restriction une application, notée encore F_*, de $\mathscr{D}(U)$ dans $\mathscr{E}'(R)$. Dans [2], P.Jeanquartier a montré qu'il existe un entier $N\geq 1$ tel que $F_*(\mathscr{D}(U))$ s'identifie à un sous-espace vectoriel de $\mathscr{A}^{N,n}(J)$ et que l'application (encore notée F_*) $F_*\colon \mathscr{D}(U)\to \mathscr{A}^{N,n}(J)$ est linéaire continue. La démonstration de ce résultat repose sur le théorème de résolution de Hironaka.

Nous redémontrons ces affirmations en considérant le prolongement analytique méromorphe dans $\boldsymbol{C}$ de la distribution F^λ, $\lambda\in\boldsymbol{C}$, $\mathrm{Re}\lambda\geq 0$ sur $U_+=\{x\in U;\ F(x)\geq 0\}$ (cf. [1]). De plus, nous obtenons le résultat suivant:

Théorème. L'espace vectoriel $\mathscr{A}_F(U)=F_*(\mathscr{D}(U))$ est fermé dans $\mathscr{A}^{N,n}(J)$ et il existe une section linéaire continue de $F_*\colon \mathscr{D}(U)\to\mathscr{A}_F(U.)$ En particulier, la transposée F^* de cette application est injective et son image, notée $\mathscr{D}'_F(U)$, est facteur direct de $\mathscr{D}'(U)$.

Les distributions appartenant à $\mathscr{D}'_F(U)$ sont invariantes par tout difféomorphisme local de U conservant F. Dans certains cas particuliers, on sait montrer qu'il n'y a pas d'autres distributions invariantes que ces images réciproques de fonctions généralisées.

Références

1. Atiyah, M.F.: Comm.on pure and applied Math. 23 (1970) 145–150.
2. Jeanquartier, P.: C.R.Acad.Sc. 271 (1970) 1159–1161.
3. Schwartz, L.: Théorie des distributions, Hermann, Paris 1966.

12. P.-L.Aubert: W-algèbre et produit croisé.

13. A.Banyaga: Sur le groupe des difféomorphismes symplectiques.

14. N.Medici: Construction d'éléments finis bidimensionnels de classe C^1.

15. W.Meier (Zürich): Phantomabbildungen und klassifizierende Räume

Unter den Abbildungen von einem unendlichen CW-Komplex X in einen topologischen Raum B werden diejenigen betrachtet, die auf jedem Gerüst X^n von X nullhomotop, aber auf ganz X wesentlich sind.

Solche Abbildungen werden Phantomabbildungen genannt.

Von einem Satz von Milnor ausgehend, werden notwendige und hinreichende Bedingungen für die Existenz von Phantombildungen in Form eines Konvergenzkriteriums für die von Dold verallgemeinerte Atiyah-Hirzebruch-Spektralreihe für den Funktor $[\sum -, B]$ hergeleitet.

Dieses Kriterium wird in eine Rangbedingung abgewandelt, mit deren Hilfe eine Verallgemeinerung eines Satzes von Buhstaber und Miscenko bewiesen wird.

Die erhaltenen Sätze werden mit einer Methode von B.I.Gray auf konkrete Probleme angewendet. Damit ergeben sich klassische und neue Beispiele von Phantomabbildungen.

16. C.Kratzer: L-théorie d'un anneau de matrices.

14. Sektion für Mineralogie und Petrographie

Schweizerische Mineralogische und Petrographische Gesellschaft
Société Suisse de Minéralogie et de Pétrographie

Präsident: Dr. A. Spicher, Bernoullianum, 4056 Basel
Sekretär: Dr. H. A. Stalder, Naturhistorisches Museum, Bernastrasse 15, 3005 Bern

Jubiläumsvorträge zum 50jährigen Bestehen der SMPG

Freitag, 11. Oktober / vendredi 11 octobre

- E. Niggli (Bern): Lagerstättenforschung in der Schweiz
- M. Vuagnat (Genève): Les ophiolites: Faits, hypothèses et problèmes*
- E. Wenk (Basel): Zur alpinen Metamorphose*
- A. Niggli (Zürich): Kristallographie in der Schweiz während der letzten 50 Jahre

Wissenschaftliche Sitzung

Samstag, 12. Oktober / samedi 12 octobre

1. H.-U. Nissen (Zürich): Plagioklase in alpinen Gesteinen

2. A. Burkhard (Basel): Baryt-Coelestin-Mischkristalle aus dem Jura und den Alpen

3. K. Bächtiger (Zürich): Subaquatische Roteisenerze mit Chlorit und Sulfiden des Eisens und Kupfers in der Quarten-Serie (Keuper) des Schilstales (Sankt-Galler Oberland)

4. M. Müller-Vonmoos (Zürich): Zur Anwendung der Thermoanalyse in der Petrographie

5. B. Ayranci (Zürich): Neues zur chemischen Ca- und Mg-Bestimmung in Mineralien und Gesteinen*

6. V. Köppel und M. Grünenfelder (Zürich): U-Pb-Altersbestimmungen an Monaziten aus den Zentralalpen*

7. R. Hänny, B. Grauert und G. Soptrajanova (Zürich): Über das Alter der Migmatite und der Metamorphose in der östlichen lepontinischen Gneisregion

8. E. Jäger (Bern), M. Grünenfelder und V. Trommsdorff (Zürich): Neue geochronologisch-petrographische Ergebnisse aus dem Bernina-Gebiet

9. J. Abrecht, Tj. Peters (Bern) und V. Trommsdorff (Zürich): Experimentelle Untersuchungen im System $MnSiO_3$-$CaSiO_3$-CO_2-H_2O

10. Tj. Peters (Bern): Konstruktion von petrogenetischen Netzen aus experimentellen Daten im System Mn-Si-C-O-H zur Ermittlung der physikalisch-chemischen Bedingungen während der Bildung einiger metamorpher Manganlagerstätten

11. M. Frey, J.-C. Hunziker (Bern) und J.-R. O'Neil (Menlo Park): Ungleichgewichtsparagenesen aus Monte-Rosa-Granitgneisen: Mineralogisch-petrographische Rb-Sr- und O^{18}/O^{16}-Daten

12. W.-B. Stern (Basel): Der Chlorgehalt einiger koexistierender Silikatmineralien aus dem Lepontin und dessen petrogenetische Bedeutung

13. R. Schmid (Zürich): Petrogenetische Daten aus der Ivreazone

14. W. Frisch (Wien) und H. Keusen (Zollikofen): Eine neue ultramafitisch-alkalische Intrusion in Ost-Grönland*

15. J. Bertrand und M. Vuagnat (Genève): Sur la présence de basaltes en coussins dans la zone ophiolitique méridionale de la Cordillère centrale du Guatemala*

Die mit * bezeichneten Referate erscheinen in den Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen 1975, Band 55/1.

15. Sektion für Paläontologie

Schweizerische Paläontologische Gesellschaft
Société Paléontologique Suisse
Società Svizzera di Paleontologia

Präsident: Dr. K. A. Hünermann, Paläontologisches Institut
und Museum der Universität, Künstlergasse 16, 8006 Zürich
Sekretär: Dr. H. Schäfer, Naturhistorisches Museum, 4000 Basel

Gemeinsame Sitzungen mit der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft
Séances en commun avec la Société Suisse de Géologie

16. Sektion für Pflanzenphysiologie

Schweizerische Pflanzenphysiologische Gesellschaft
Société Suisse de Physiologie végétale
Società Svizzera di Fisiologia vegetale

Präsident: Prof. Dr P.-A. Siegenthaler, Laboratoire de physiologie végétale et biochimie, Université de Neuchâtel, 18, rue de Chantemerle, 2000 Neuchâtel
Sekretärin: Dr Lucia Graf, Laboratoire de physiologie végétale et biochimie, Université de Neuchâtel, 18, rue de Chantemerle, 2000 Neuchâtel

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique
Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

1. **Annemarie Kopp, U. Feller, K. H. Erismann (Pflanzenphysiologisches Institut, Universität Bern): Hat bei *Lemna minor L.* die Stickstoffquelle (Ammonium/Nitrat) einen Einfluss auf den Gehalt der Stärke und der freien Zucker?**

Bei Gurkenpflanzen zeigen sich unter dem Einfluss des Ammoniumangebots in der Nährlösung Änderungen im Zuckerstoffwechsel (Matsumoto et al. 1968). Ammonium in steigender Konzentration bewirkt eine Anhäufung von Glukose; der Stärkegehalt ist reduziert. Die Ursache dafür liegt in einer Hemmung der Stärkesynthetase (Matsumoto et al. 1971). Breteler (1973) weist an Zuckerrüben nach, dass bei Ammoniumernährung der Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten gegenüber demjenigen in Pflanzen mit Nitraternährung vermindert ist. Chlorellen zeigen eine erhöhte Aminosäuresynthese, wenn Ammonium die Stickstoffquelle darstellt (Kanazawa et al. 1970). Die verstärkte Abwanderung von C-Skeletten in die Aminosäuren geschieht auf Kosten der Saccharosesynthese, die Stärkesynthese ist nur geringfügig vermindert.

Lemna minor weist bei Ammoniumernährung einen höheren Gehalt an Gesamtstickstoff und an freien Aminosäuren auf als bei Nitraternährung (Feller, 1971). Es interessiert in diesem Zusammenhang die Frage, ob die regulatorische Wirkung der Stickstoffquelle auch in den Kohlehydraten zum Ausdruck kommt.

Lemna minor wurde auf einer modifizierten Nitrat- bzw. Ammonium-Nährlösung (Erismann, Finger 1968) angezogen. Die Stickstoffkonzentration von Nitrat und Ammonium betrug je 3,34 mMol. Das pH wurde, wo nicht speziell erwähnt, auf 6,5 eingestellt. 6tägige Kulturen wurden geerntet, gefriergetrocknet und analysiert. Der Nachweis der Stärke und der freien Zucker erfolgte mit Anthronreagens (Fluri 1959). Der Gesamtstickstoff wurde nach Bohley (1967) bestimmt. Der dort beschriebene photometrische Test wurde auch für die Bestimmung des Ammoniums

verwendet. Das Nitrat wurde nach Feller et al. (1971), der α-Aminostickstoff nach Cramer (1958) bestimmt.

Extreme Ernährungsbedingungen, wie Stickstoffmangel, erhöhte Molybdatkonzentration, pH-Änderungen und andere Modifikationen der Nährlösung bewirken bei *Lemna minor* eine Erniedrigung der Wachstumsrate und des Gesamtstickstoffgehaltes. Damit korreliert ist in der Regel eine Erhöhung des Stärkegehaltes. Diese kann sehr massiv sein und bis zu 400% des Kontrollwertes betragen. Dieses Verhalten zeigt sich sowohl bei Nitrat- als auch bei Ammoniumernährung der Pflanzen.

Tab. I Poolgrössen von Nitrat- bzw. Ammoniumlemnen bei verschiedenen pH-Werten der Nährlösung

		Nitratlemnen			Ammoniumlemnen		
pH-Werte der NL		6,1	7,1	7,7	4,7	6,2	7,0
Wachstumsrate							
(ϱ-100-Wert)		2,5	2,8	2,9	2,5	2,9	2,9
N_{tot}	µg/mgTG	35,8	41,4	42,7	47,2	54,4	56,1
Nitrat	µg/mgTG	1,9	2,5	3,3	–	–	–
NH_4	µg/mgTG	1,5	1,3	1,2	1,3	2,2	2,3
α-NH_2 · N	µg/mgTG	3,5	2,6	2,4	5,1	4,1	3,4
freie Z	µg/mgTG	53,4	35,7	33,5	57,8	55,6	37,4
Stärke	µg/mgTG	239,4	99,0	96,8	263,7	134,6	73,9

Tabelle I gibt einen Überblick über die Poolgrössen der interessierenden Inhaltsstoffe von Nitrat- und Ammoniumlemnen bei verschiedenen pH-Werten der Nährlösung. Die Resultate sagen aus, dass bei unterschiedlichen pH-Werten die charakteristischen Unterschiede zwischen Nitrat- und Ammoniumlemnen in bezug auf die Stickstoffverbindungen nicht verschwinden. Die Zuckerpools weisen bei Nitrat- und Ammoniumlemnen ungefähr die gleiche Grösse auf. Die Grösse des Stärkepools wird durch die pH-Veränderungen am stärksten betroffen. Die Schwankungen sind beträchtlich, die Abhängigkeit bleibt jedoch bei Ammonium- und Nitratlemnen im wesentlichen dieselbe: in beiden Fällen nimmt mit abnehmendem pH der Stärkegehalt zu.

Exogene Glukose wirkt sich sowohl auf den Glukose- als auch auf den Aminosäuregehalt aus. Der Einfluss auf die Aminosäuren ist grösser. Der Gehalt an freien Zuckern und Aminosäuren ist nach Glukosefütterung (2%ige Lösung) gegenüber der Kontrolle ohne Glukose bei Ammoniumlemnen höher als bei Nitratlemnen (162% und 239% gegenüber 140% und 175%). Der gleichzeitig erhöhte Stärkegehalt (etwa 350% bei beiden Lemnenkulturen) lässt vermuten, dass die Stärke als Auffangpool der überschüssigen Glukose dient.

Über eine allfällig direkte Wirkung der Stickstoffquelle Nitrat und Ammonium auf die Poolgrössen von Stärke und Zucker lässt sich nach den vorliegenden Resultaten nichts aussagen. Es geht jedoch deutlich aus den Resultaten hervor, dass andere Faktoren, insbesondere der pH-Wert, einen starken Einfluss ausüben. Da die Art der Stickstoffquelle sehr häufig die pH-Veränderung in der Nährlösung bestimmt, dürfte ihre Wirkung in erster Linie eine indirekte sein.

Literatur

Bohley, P.: Hoppe Seylers Z.Physiol.Chem. 348, 100 (1967).
Breteler, H.: Neth.J.agric.Sci. 21, 227 (1973).
Cramer, F.: Papierchromatographie, Verlag Chemie 1958, Weinheim (s. 102).
Erismann, K.H./Finger, A.: Ber.Schweiz.Bot.Ges. 78, 5 (1968).
Feller, U./Erismann, K.H.: Verh.Schweiz.Naturforsch.Ges. 71, 96 (1971).
Feller, U./Bauer, A./Erismann, K.H.: Schweiz.Landw.Forschung 10, 249 (1971).
Fluri, R.: Arch.Mikrobiol. 33, 195 (1959).
Kanazawa, T./Kirk, M.R./Bassham, J.A.: BBA 205, 401 (1970).
Matsumoto, H./Wakiuchi, N./Takahashi: Physiol.Plant. 21, 1210 (1968).
Matsumoto, H./Wakiuchi, N./Takahashi: Physiol.Plant. 24, 102 (1971).

2. H. Fankhauser, Dr. Chr. Brunold, Prof. Dr. K.H. Erismann (Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Bern): Der Einfluss von SO_2 im Bereich der Grenzkonzentration auf die Netto-Stoffproduktion bei Lemna minor L.

Eine ganze Anzahl recht verschiedenartiger phytotoxischer Eigenschaften des als Verbrennungsprodukt entstehenden SO_2 sind von verschiedenen Autoren beschrieben worden, wobei sich nur schwer allgemeingültige Gesetzmässigkeiten in der Wirkung erkennen lassen. In vielen Arbeiten wurden dabei SO_2-Konzentrationen verwendet, die weit über der in der Atmosphäre herrschenden Schadgaskonzentration liegen. Es schien uns daher angebracht, vorerst die von der Eidg. Kommission für Lufthygiene festgelegten Immissionsgrenzwerte für SO_2 (für den Sommer: 0,3 ppm als Halbstundenmittel, 0,2 ppm als Tagesmittel; für den Winter: 0,5 bzw. 0,3 ppm) bei unserem Testorganismus *Lemna minor L.* in bezug auf die Netto-Stoffproduktion zu prüfen, um dann später in spezielleren Untersuchungen nach dem Wirkungsmechanismus zu forschen. Als Testgrössen dienten das Wachstum, charakterisiert durch die Wachstumsrate, das mittlere Trockengewicht pro Glied und die Gliedergrösse, im weiteren der Protein- und der Stärkegehalt sowie die Chlorophyllkonzentration.

Die Versuchspflanzen wurden über eine Zeit von 8 Wochen auf der von Erismann und Brunold [1] beschriebenen Kulturanlage unter standardisierten Bedingungen konstanten SO_2-Konzentrationen von 0, 0,15, 0,3 und 0,6 ppm ausgesetzt. Kulturbedingungen: Dauerbeleuchtung von oben 4500 ± 100 Lux; Nährlösung E-NO_3^- pH 6,4, modifiziert nach Erismann und Finger [2]; Durchflussrate 40 ml / h / Kulturgefäss; Begasung mit Luft mit etwa 0,03% CO_2, Belüftungsrate mindestens 20 l / h / Kul-

turgefäss; SO_2-Konzentration: SO_2-freie Luft (Kontrolle), 0,15, 0,3, 0,6 ppm; Raumtemperatur 24–25 °C; Inoculum ca. 20 Glieder. Im Laufe der SO_2-Inkubationszeit wurden die einzelnen Testgrössen mehrmals untersucht. Die Wachstumsmessungen wurden wie in [1] beschrieben durchgeführt. Der Proteingehalt wurde mit der Biuret-Reaktion nach Deveny und Gergely [3] sowie als Kontrolle mit der Mikrokjeldahl-Methode nach Bohley [4] bestimmt. Die Stärkebestimmung erfolgte enzymatisch nach einer Arbeitsvorschrift von Boehringer [5]. Die Chlorophyllkonzentration wurde nach Arnon [6] bestimmt.

Die folgenden Resultate stellen stets Mittelwerte von 6 Parallelen dar. Bei SO_2-Konzentrationen von 0,15 und 0,3 ppm lassen sich die Wachstumsraten nicht signifikant von den Kontrollen unterscheiden. Bei 0,6 ppm SO_2 erfolgte nach rund 2 Wochen eine Depression der Wachstumsrate um 25%. Die Rate stieg dann in der Zeit von 4 Wochen wieder auf das Niveau der Kontrolle an, was für eine Adaptation an die SO_2-Behandlung spricht.

Die Bestimmung des mittleren Trockengewichts pro Glied ergab keine eindeutigen Unterschiede zwischen Kontroll- und SO_2-inkubierten Pflanzen. Dagegen zeigte die Grössenbestimmung der Glieder eine statistisch gesicherte Verschiebung zu kleineren Gliederdurchmessern um eine Grössenklasse von 0,25 mm. Die dadurch leicht verringerte Gliederfläche vermag keine merkbare Änderung im Trockengewicht pro Glied zu bewirken.

Das SO_2 scheint keinen Einfluss auf den Proteingehalt auszuüben, wurden doch bei Kontroll- wie auch bei SO_2-behandelten Pflanzen Proteingehalte um 25% des Trockenmaterials gemessen.

Die Resultate der Stärkebestimmung deuten auf eine Stoffwechselumstellung hin, indem bei 0,3 und 0,6 ppm SO_2 der Stärkegehalt im Vergleich zu den Kontrollen sofort um mindestens 20% erniedrigt war und in der Folge auf diesem Niveau blieb, während er bei 0,15 ppm erst nach längerer Zeit auf denselben Wert absank.

In der Chlorophyllkonzentration können zwischen Kontrollen und SO_2-Behandlungen keine Unterschiede gesichert werden.

Zusammenfassend könnte man sagen, dass das SO_2 auch unterhalb der tolerierten Immissionsgrenzwerte eine Wirkung auf die Stoffproduktion bei *Lemna minor* ausübt. Allerdings werden keine akuten Schädigungen hervorgerufen, es stellt sich vielmehr ein neuer steady state ein, was aus den konstant bleibenden Werten in Wachstum und Stoffproduktion hervorgeht.

Literatur

1. Erismann, K.H., und Brunold, Chr., 1973: Ber.Schweiz.Bot.Ges. 83 (3), 213–222.
2. Erismann, K.H., und Finger, A., 1968: Ber.Schweiz.Bot.Ges. 78, 5–15.
3. Deveny, T., und Gergely, J., 1968: Analyt.Methoden zur Untersuchung von Aminosäuren, Peptiden und Proteinen, Akad.Verlagsgesellschaft, Frankfurt a.M.
4. Bohley, P., 1967: Hoppe Seyler's Z.Physiol.Chem. 348, 100–110.
5. Boehringer, Mannheim GmbH, Biochemica, 1971: Enzymatische Analysen für die Lebensmittelchemie.
6. Arnon, D.J., 1949: Plant Physiol. 24, 1.

3. B. Stöckli (Universität Bern): Zur Thymidinphosphorylierung bei *Lemna minor L.*

4. **Dr. Lucia Graf (Université de Neuchâtel, Laboratoire de Physiologie Végétale et Biochimie): Effekte spezifischer Immunseren und Normalseren auf die verschiedenen Aktivitäten der Nitratreduktase aus Spinat (Spinacea oleracea L.) und Anwendung einer immunologischen Methode zum Nachweis von katalytisch inaktivem Enzym-Protein**

Zusammenfassung

Immunseren, gewonnen gegen partiell gereinigte Präparate von Nitratreduktase aus Spinatblättern, enthalten einerseits spezifische Antikörper, welche die NADH-Aktivität und die Benzylviologen-Aktivität der Spinat-Nitratreduktase inaktivieren, anderseits aber auch Antikörper, die vor allem die Benzylviologen-Aktivität stimulieren. Normalseren stimulieren beide Aktivitäten, vor allem aber die Benzylviologen-Aktivität, die in Abhängigkeit von der Serumkonzentration 4- bis 5fach erhöht wird. Extrakte aus Molybdän-Mangelpflanzen wurden durch Reihentitrationen mit spezifischen anti-Nitratreduktase-Seren auf das Vorhandensein von katalytisch inaktivem Nitratreduktase-Apoprotein geprüft.

Literatur

Notton, B.A./Graf, L./Hewitt, E.J./Povey, R.C.: The Role of Molybdenum in the Synthesis of Nitrate Reductase in Cauliflower (*Brassica oleracea L.* var. *Botryris L.*) and Spinach (*Spinacea oleracea L.*). Biochim.Biophys.Acta 364, 45–58 (1974).

Graf, L./Notton, B.A./Hewitt, E.J.: The effects of immune and non-immune rabbit sera on the various activities of spinach (*Spinacea oleracea L.*) nitrate reductase. Plant Science Letters (im Druck).

Graf, L./Notton, B.A./Hewitt, E.J.: Serological estimation of spinach nitrate reductase. Phytochemistry (im Druck).

5. **R. Bachofen (Institut für Allgemeine Botanik der Universität Zürich): Fest gebundenes ATP als Intermediärprodukt der elektronentransportgekoppelten ATP-Bildung**

Obwohl sehr intensiv an der Aufklärung des Mechanismus der elektronentransportgekoppelten Phosphorylierung gearbeitet wird, hat das vor längerer Zeit aufgestellte Schema

$$\text{Elektronentransport} \rightarrow X \sim I \rightarrow X \sim P \rightarrow ATP$$

kaum Modifikationen erfahren.

Der Vorläufer von ATP, das energiereiche Zwischenprodukt $X \sim P$, liess sich zwar kinetisch demonstrieren, eine chemische Isolierung dagegen gelang nie. Das 1964 zur Diskussion stehende Phosphohistidin, das verschiedene kinetische Kriterien eines Vorläufers erfüllte, musste bald wieder fallengelassen werden. In den vergangenen 10 Jahren konzentrierte

man sich mehr auf X~I, das nicht phosphorylierte, energiereiche Zwischenprodukt. Heute stehen 3 Hypothesen für die Natur dieses X~I zur Wahl, die chemische, die chemiosmotische und die konformative Hypothese. Nach der ersten soll X~I eine chemisch definierbare Verbindung, nach der zweiten ein elektrochemisches Potential quer zur Organellenmembran und nach der letzten eine energiereiche Konformation einer Membrankomponente sein. Über die Art der Kopplung dieser Vorstufe X~I mit dem Einbau von Phosphat zu X~P bestehen kaum konkrete Vorstellungen.

Vor kurzem hat sich in verschiedenen Laboratorien an verschiedenen energieumsetzenden Membranen ergeben, dass als direkter Vorläufer des bei der Phosphorylierung frei werdenden ATP, d.h. als X~P, eine fest an die Membran gebundene Form von ATP wahrscheinlich ist. Dessen Extraktion ist nur unter drastischen Bedingungen möglich; normales Abtöten der Zellorganellen mit verdünnten Säuren genügt nicht zur Solubilisierung des fest gebundenen ATP.

Die folgenden Daten, erhalten an Membranen photosynthetischer Organismen (Chromatophoren von Rhodospirillum rubrum und Spinatchloroplasten), sollen die Eigenschaften dieses fest gebundenen ATP demonstrieren. Ähnliche Beobachtungen sind an Mitochondrien und Membranen heterotropher Bakterien gemacht worden.

Die Markierung des fest gebundenen ATP mit Phosphat geschieht sowohl im Licht wie im Dunkeln; mit Puffer oder Säure ablösbares ATP dagegen wird nur bei Energiezufuhr synthetisiert. Von besonderem Interesse ist eine teilweise Unabhängigkeit der Bildung sowohl der säurelöslichen wie des festgebundenen ATP von der Gegenwart von Entkopplern und Hemmstoffen des Energietransfers. Agentien, welche den Kopplungsfaktor entfernen oder modifizieren wie EDTA oder NEM, reduzieren dagegen die Menge des vorhandenen gebundenen ATP in gleichem Umfang wie die Phosphorylierungsaktivität.

Die Kapazität, in einer der Belichtung anschliessenden Dunkelreaktion in Gegenwart von ADP freies ATP zu bilden, ist eng korreliert mit der Menge des zuvor in der Membran vorhandenen fest gebundenen ATP, und während der Bildung des freien ATP in Gegenwart von ADP nimmt der Gehalt der Membranen an fest gebundenem ATP ab.

Die Versuche zeigen damit, dass die Synthese von festgebundenem ATP mit geringem oder sogar ohne Aufwand an Energie von der Elektronentransportkette abläuft und dass Entkoppler und Hemmstoffe des Energietransfers vor allem die Umsetzung des gebundenen ATP in dessen freie Form blockieren. Isotopenkonzentrierungsexperimente zeigen allerdings, dass es sich beim letzteren Vorgang nicht um eine einfache Ablösung des festgebundenen ATP von der Membran handelt, sondern dass das festgebundene ATP hydrolisiert und die dabei frei werdende Energie zur Synthese des säure- und pufferlöslichen ATP genutzt wird [1–4]. Zu ähnlichen Vorstellungen für diesen letzten Schritt der Phosphorylierung gelangte man unabhängig davon auch aufgrund von Experimenten mit Analogen von Adeneninnukleotiden [5].

Obwohl mit dem von uns vorgeschlagenen Modell noch nicht alle experimentellen Befunde sauber erklärt werden können, lassen sich die gemachten Beobachtungen klarer deuten als mit den Modellen von Moudrianakis [6], Boyer [7] oder Slater [8].

Literatur

1. Bachofen, R./Beyeler, W./Dahl, J.S./Lutz, H.U./Pflugshaupt, Ch.: In Membrane Proteins in Transport and Phosphorylation, G.F.Azzone, M.E.Klingenberg, E.Quagliariello und N.Siliprandi (eds), North-Holland, Amsterdam, 1974, p. 61.
2. Lutz, H.U./Dahl, J.S./Bachofen, R.: Biochim.Biophys.Acta 347, 359, 1974.
3. Beyeler, W./Lutz, H.U./Bachofen, R.: J.Bioenergetics, im Druck.
4. Pflugshaupt, Ch./Bachofen, R.: unveröffentlicht.
5. Horak, A./Zalik, S.: Nature 249, 858, 1974.
6. Roy, H./Moudrianakis, E.N.: Proc.Nat.Acad.Sci.USA 68, 2720, 1971.
7. Boyer, P.D.: Biochim.Biophys.Acta, im Druck.
8. Slater, E.C./Rosing, J./Harris, D.A./Van de Stadt, R.J./Kemp, A.: In Membrane Proteins in Transport and Phosphorylation, G.F.Azzone, M.E.Klingenberg, E.Quagliariello und N.Siliprandi (eds), North-Holland, Amsterdam, 1974, p. 137.

6. F. Depéry et P.A. Siegenthaler (Laboratoire de physiologie végétale, Institut de Botanique, Université de Neuchâtel): Influence des acides gras sur le pH interne des thylacoïdes et sur le transport de protons à travers la membrane

1. Introduction

Le pH a une influence déterminante sur les activités photochimiques des chloroplastes, en particulier sur la photophosphorylation et sur les divers transports d'électrons dans la chaîne photosynthétique. Récemment, nous avons démontré [1] qu'en présence d'acides gras non saturés en C_{18}, le pH externe optimum est déplacé vers l'acidité. Par exemple, la photoréduction du ferricyanure par des chloroplastes isolés est optimale à un pH externe de 8,5; l'addition d'acide gras provoque un déplacement de pH de 1 à 2 unités vers l'acidité.

Ce phénomène nous a fait pressentir l'importance du pH interne dans ces diverses conditions [1, 2]. En effet, d'après la théorie chimio-osmotique de Mitchell, le flux d'électrons initié par la lumière entraîne un gradient de protons à travers la membrane qui acidifie l'intérieur du thylacoïde créant ainsi les conditions optimales pour le transport d'électrons.

Les acides gras empêchent l'établissement des conditions optimales du flux d'électrons en modifiant le mouvement de protons de façon telle que l'intérieur du thylacoïde s'alcalinise, condition défavorable au transport d'électrons [2].

La détermination précise du pH interne ne peut se faire d'après la méthode de Neumann et Jagendorf [3] en estimant la quantité de protons incorporés par la mesure de la variation du pH externe, car il existe à l'intérieur des thylacoïdes une grande capacité tampon qui masque le véritable pH interne.

Dans ce travail, nous avons estimé le pH interne en utilisant la méthode préconisée par Schuldiner et al. [4], qui est basée sur la détermination, par fluorimétrie, de l'incorporation d'une amine fluorescente dans les thylacoïdes. En accord avec notre hypothèse [1, 2], nous démontrons que l'addition d'acides gras provoque une diminution du ΔpH et une augmentation du pH interne. Cette observation est mise en relation avec les résultats obtenus auparavant sur le transport d'électrons [1].

2. Matériel et Méthode

Des chloroplastes entiers, c'est-à-dire ayant subi un choc osmotique dans un milieu HEPES-saccharose (pH 7,6), sont obtenus à partir de feuilles d'épinard selon la méthode utilisée précédemment [5, 6]. Le mélange réactionnel contient 30 mM Tricine-Maléate (pH 7) ou Tricine-Glycine (pH 8–9), 40 mM NaCl, 0,5% éthanol ou de l'acide linolénique à diverses concentrations, 0,8 µM 9-aminoacridine et 20 µg de chlorophylle par ml.

La fluorescence est mesurée à l'aide d'un fluorimètre Perkin-Elmer type 204, légèrement modifié. L'excitation de l'acridine se fait avec un filtre Klett 42 (370–440 nm); l'émission de la fluorescence est recueillie à 90°, à 505 nm. La lumière actinique (10^{-5} à 10^{-6} erg · cm^{-2} · sec^{-1}) est définie par une lampe halogène et un filtre rouge (Corning CS 260).

3. Relation entre le ΔpH et le quenching de la fluorescence de l'acridine

L'amine fluorescente est la 9-aminoacridine (A) caractérisée par deux fonctions amines ayant des pK respectifs de -2 et de 10. Au pH physiologique, seules les formes non protonée A et protonée AH^+ sont présentes dans le milieu [4]. L'amine ne peut traverser la membrane du thylacoïde que sous forme non chargée. D'après Schuldiner et al. [4], nous avons la relation suivante:

$$[A]_{T,int} / [A]_{T,ext} = [H^+]_{int} / [H^+]_{ext} \quad (1)$$

qui établit un rapport direct entre les concentrations de l'amine totale et des protons à l'intérieur et à l'extérieur du thylacoïde.

L'amine pénètre dans le volume osmotique défini par Rottenberg et al. [7]. La fraction de ce volume par rapport au volume total est appelé V. Dans nos conditions expérimentales, V est égal à $6{,}5 \cdot 10^{-4}$.

Dans le milieu réactionnel, la fluorescence de l'amine est de 100% par définition. L'amine qui entre dans le compartiment interne du thylacoïde ne peut plus fluorescer, ce qui entraîne une extinction rapide (ou quenching Q) de la fluorescence de l'acridine (par exemple Q est de 36% à un pH externe de 8,0 en présence de ferricyanure). Cette extinction est proportionnelle à la quantité d'amine entrée, c'est-à-dire au mouvement de protons à travers la membrane (voir relation 1) ce qui permet d'écrire [4]:

$$\Delta pH = \log \frac{Q}{1-Q} \cdot \frac{1}{V} \quad (2)$$

où le ΔpH est une fonction logarithmique de Q et de l'inverse de V. Un quenching de 36% correspond par exemple à un ΔpH de 2,9: si le pH externe est 8,0, le pH interne est donc égal à 5,1.

Le phénomène du quenching est bien une expression du phénomène physiologique qui se déroule à la lumière. La lumière provoque une acidification du compartiment interne du thylacoïde dont l'entrée de l'amine A et par conséquent la diminution de la fluorescence en sont l'expression. A l'obscurité, le pH interne tend à rejoindre le pH externe; l'amine ressort et la fluorescence prend à nouveau sa valeur initiale de 100%.

4. Résultats et Discussion

Le tableau I illustre la relation entre le pH externe et le pH interne des thylacoïdes en présence ou non d'acide linolénique. Une diminution du pH externe provoque une diminution du pH interne sous l'action de la lumière. Par exemple, pour les témoins, c'est-à-dire en absence d'acides gras, un quenching de 25% à un pH externe de 9,0 correspond à un ΔpH de 2,7 et à un pH interne de 6,3; un quenching de 12% à un pH externe de 8,0 correspond à un ΔpH de 2,3 et à un pH interne de 5,7.

L'addition d'acide linolénique aux concentrations indiquées provoque une augmentation du pH interne (correspondant à une diminution du ΔpH). Par exemple, en présence de 50 μM d'acide linolénique, le pH interne est égal à 9,0 si le pH externe est 9,0 et 6,5 si le pH externe est 8,0.

Dans nos conditions, le pH externe optimum pour le transport d'électrons est voisin de 9,0 correspondant à un pH interne optimum de 6,3. L'augmentation du pH interne due aux acides gras défavorise donc le transport d'électrons. Pour obtenir les conditions optimales au transport d'électrons en présence d'acides gras, il est nécessaire d'abaisser le pH interne en acidifiant le mélange réactionnel. En effet, le tableau I montre qu'à des concentrations croissantes d'acide linolénique, le pH interne de 6,3 ne peut être maintenu que dans la mesure où le pH externe est abaissé (voir les astérisques dans le tableau I).

Notons qu'en présence d'un accepteur d'électrons, on observe des variations de pH internes similaires, caractérisées cependant par des pH internes plus acides. Par exemple, en présence de ferricyanure à un pH externe de 8,5, le pH interne est de 5,3.

Tab. I pH interne du thylacoïde en fonction du pH externe et de concentrations croissantes d'acide linolénique

pH externe	pH interne			
	Concentrations d'acide linolénique, μM			
	0	20	40	50
9,0	6,3*	7,8	9,0	9,0
8,5	6,0	6,3*	7,1	8,5
8,0	5,7	5,8	6,3*	6,5
7,0	5,3	5,5	5,9	6,0*

Ces résultats préliminaires semblent indiquer qu'en présence d'acides gras, la membrane perd son intégrité structurale et devient beaucoup plus perméable aux ions et en particulier aux protons [1, 2]. Les acides gras interagissent avec la membrane en créant des modifications (des «pores» par exemple) telles que le pH externe doive être abaissé pour maintenir constant un pH interne favorable au flux d'électrons. Ces résultats pourraient expliquer le déplacement vers l'acidité du pH optimum du transport d'électrons en présence d'acides gras libres [1].

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (contrat n° 3.2470.74). Le fluorimètre nous a été aimablement prêté par le Prof. A. Burger du laboratoire d'hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel.

Références

1. Siegenthaler, P.A. (1973): Biochim.Biophys.Acta 305, 153.
2. Siegenthaler, P.A. (1972): Actes Soc.Helv.Sci.Nat., p. 159.
3. Neumann, J./Jagendorf, A.T. (1965): Biochim.Biophys.Acta 109, 383.
4. Schuldiner, S./Rottenberg, H./Avron, M. (1972): Eur.J.Biochem. 25, 64.
5. Siegenthaler, P.A./Horakova, J. (1974): III^{e} Congrès International de Photosynthèse, Rehovot (Israël), M. Avron (ed). Elsevier Sci. Publ. Company, Amsterdam, The Netherlands, 1974, p. 655.
6. Kalberer, P.P./Buchanan, B.B./Arnon, D.I. (1967): Proc.Nat.Acad. Sci.USA 57, 1542.
7. Rottenberg, H./Grunwald, T./Avron, M. (1972): Eur.J.Biochem. 25, 54.

7. K.H.Erismann (Universität Bern): Regulation der Photosyntheseinduktionsprozesse bei *Lemna minor L.*

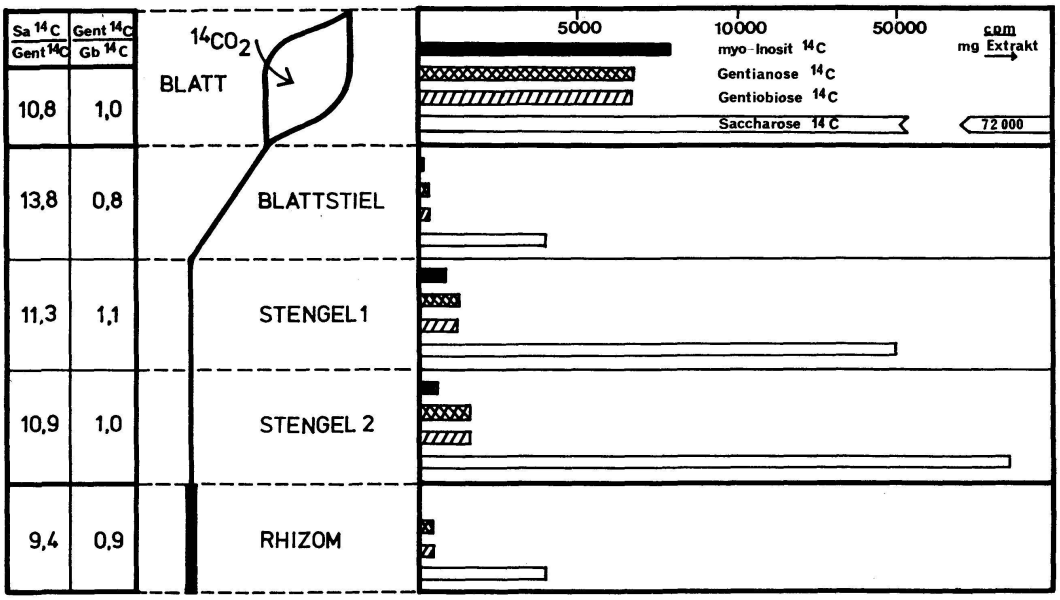
8. H.Meier/G.Franz (Université de Fribourg): Über den Mannosemetabolismus bei der Mobilisierung von Reservemannanen.

9. F. Keller, G. Franz (Institut für Botanische Biologie und Phytochemie der Universität Freiburg i.Ue.): Bildung und Transport des Trisaccharides Gentianose in *Gentiana lutea L.*

Gentianose (O-β-D-Glucopyranosyl-(1→6)-α-D-Glucopyranosyl-(1→2)-β-D-Fructofuranosid) kommt in Blättern und unterirdischen Speicherorganen von vielen Arten der Gattungen *Gentiana* und *Swertia* vor [2]. Bis jetzt standen nur Angaben über perennierende Pflanzen zur Verfügung. Um weitere Auskunft über die chemotaxonomische Verbreitung der Gentianose und ihre Bedeutung als Reservezucker zu erhalten, wurden die Untersuchungen auch auf annuelle *Gentiana*-Arten ausgedehnt. In Blättern, Stengeln und Wurzeln von *Gentiana utriculosa L.* konnte die Anwesenheit von Gentianose und Gentiobiose bestätigt werden, während diese Zucker bei *Gentiana ramosa Hegetschw.* und *Gentiana campestris L.* chromatographisch nicht nachgewiesen werden konnten.

Diese beiden «gentianosefreien» Arten werden von den Systematikern einer separaten Sektion *(Endotricha Koel.)* zugeordnet. Erst empfindlichere Analysenmethoden und ausgedehntere Untersuchungen werden über die Wichtigkeit der Gentianose als chemotaxonomisches Merkmal definitiv entscheiden.

Franz u. Meier (1972) zeigten in Fütterungsversuchen mit markierten Zuckern, dass Gentianose *in vivo* durch Anlagerung eines Glukoserestes an Saccharose gebildet werden kann. Um besseren Einblick in die Biosynthese der Gentianose zu erhalten, wurden durch Fütterung an Blattstückchen zwei weitere mögliche Synthesewege getestet: 1. myo-Inosit, das in der Raffinosefamilie in Form des Galaktinols (O-α-D-Galaktopyranosyl-(1→1)-myo-Inosit) als Donor von Galaktose zur Raffinose- und Stachyosebildung dient; 2. Gentiobiose, da bei *Gentiana lutea L.* nach $^{14}CO_2$-Photosynthese Gentiobiose-^{14}C stets vor Gentianose-^{14}C aufzu-



Translokation von ^{14}C-Photoassimilaten in *Gentiana lutea L.* (relative Aktivitäten nach 1 h CO_2-Fütterung, Distanz markiertes Blatt–Rhizom = 30 cm)

treten scheint. Markiertes myo-Inosit wurde in den Blättern nicht umgesetzt. Nach Fütterung mit Gentiobiose-^{14}C an Blättern von *Gentiana lutea L.* wurden Gentianose-^{14}C und geringe Mengen von Saccharose-^{14}C gefunden. Ähnliche Resultate konnten bei Untersuchungen an *Gentiana Kochiana L.* erhalten werden. Um daraus Rückschlüsse ziehen zu können, muss die Markierungsverteilung in den verschiedenen Zuckern der neugebildeten Gentianose-^{14}C und Saccharose-^{14}C untersucht werden.

Der intrazelluläre Syntheseort der Gentianose scheint nicht in den Chloroplasten zu liegen, wie ursprünglich angenommen wurde. Nach $^{14}CO_2$-Photosynthese konnte in den Chloroplasten nach wässriger Isolation derselben [1] keine Gentianose-^{14}C nachgewiesen werden, wohl aber im restlichen Cytoplasma. Dieses Resultat steht in Einklang mit

neueren Befunden, dass auch Saccharose, die bei der Synthese von Gentianose beteiligt sein kann, ebenfalls ausserhalb der Chloroplasten gebildet wird [3]. Da die Chloroplastenmembran für das Disaccharid Saccharose nicht permeabel ist [4], wird sie es noch weniger für das Trisaccharid Gentianose sein. Um eine mögliche Auswaschung von hypothetischer Chloroplasten-Gentianose während der Chloroplastenisolation völlig ausschliessen zu können, müssen die Resultate mit solchen einer nichtwässrigen Methode verglichen werden.

Gentianose kann in den Blättern synthetisiert werden, wogegen in Rhizom und Wurzel nach Fütterung mit Glukose-^{14}C und Saccharose-^{14}C keine markierte Gentianose auftritt [2]. Im folgenden soll daher von Untersuchungen über die aus den Blättern basipetal transportierten Assimilate berichtet werden.

Blätter von *Gentiana lutea L.* wurden während 60 min mit $^{14}CO_2$ begast. Anschliessend wurden die Pflanzen in Blatt, Blattstiel, Stengel und Rhizom aufgeteilt und die Teile wie bei [2] weiter verarbeitet.

Danach ist der Haupttransportzucker Saccharose-^{14}C (Fig. 1). Im markierten Blatt, in Blattstiel, Stengel und Rhizom treten aber auch beträchtliche Mengen von Gentianose-^{14}C und Gentiobiose-^{14}C auf. Da sich das Verhältnis Gentianose-^{14}C/Gentiobiose-^{14}C im Verlauf des basipetalen Transportes nicht ändert und zudem etwa gleich gross ist wie im markierten Blatt, wird angenommen, dass Gentiobiose nicht das Spaltprodukt von Gentianose ist [2]. Diese Annahme wird noch dadurch bekräftigt, dass bei *Gentiana lutea L.* nach $^{14}CO_2$-Photosynthese Gentiobiose-^{14}C zeitlich vor Gentianose-^{14}C aufzutreten scheint.

Das Verhältnis Saccharose-^{14}C/Gentianose-^{14}C nimmt rhizomwärts leicht ab. Diese Abnahme wird um so grösser, je länger die Aufenthaltsdauer der Assimilate im Rhizom wird. Im Rhizom nehmen Saccharose-^{14}C und Gentiobiose-^{14}C nach längerer Aufenthaltsdauer ab, Gentianose-^{14}C nimmt zu. Falls die Zunahme der Gentianose auf Kosten von Saccharose und Gentiobiose erfolgt, wären folgende Konsequenzen denkbar:

1. Gentianose kann auch im Rhizom gebildet werden. 2. Neben Saccharose ist Gentiobiose an der Biosynthese von Gentianose beteiligt. An Rhizome gefütterte Gentiobiose-^{14}C und Saccharose-^{14}C wurden jedoch nicht zu Gentianose-^{14}C umgesetzt. Ob dieser Widerspruch nur an der Unzulänglichkeit der Applikationsmethode liegt, werden weitere Versuche zeigen müssen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in Blattstielen und Stengeln von *Gentiana lutea L.* neben Saccharose-^{14}C auch Gentianose-^{14}C und Gentiobiose-^{14}C basipetal transportiert werden. Vorläufig kann das Rhizom als weiterer Syntheseort (neben den Blättern) nicht ausgeschlossen werden.

Literatur

1. Cockburn, W./Walker, D.A./Baldry, C.W.: Biochem.J. 107, 89 (1968).
2. Franz, G./Meier, H.: Z.Pflanzenphysiol. 66, 433 (1972).
3. Heber, U.: Ann.Rev.Plant Physiol. 25, 393 (1974).
4. Heldt, H.W./Sauer, F.: Biochim.Biophys.Acta 234, 83 (1971).

17. Sektion für Physik

Schweizerische Physikalische Gesellschaft
Société Suisse de Physique
Società Svizzera di Fisica

Präsident: Prof. J. L. Olsen, Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Hönggerberg, 8049 Zürich
Sekretär: Prof. M. Guenin, Département de Physique théorique, 32, boulevard d'Yvoy, 1211 Genève 4

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Freitag, 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

A. Physique de la matière condensée

Président: W. J. Merz (RCA, Zurich)

Supraleiter

1. P.-A. Probst, W. M. Mac Innes et R. Huguenin (Institut de Physique Expérimentale de l'Université de Lausanne): Influence de l'épaisseur de l'échantillon et de la fréquence sur la libre parcours moyen électronique mesuré par l'effet de taille en radiofréquences

2. J. Lammer, E. Posada, L. Rinderer (Institut de Physique Expérimentale de l'Université de Lausanne), H. Hahn (Brookhaven N. L.): Oberflächeneffekte und deren Einfluss auf die supraleitenden Eigenschaften einer Niobium-1%-Zirkonium-Legierung

3. O. Daldini, C. Leemann and P. Martinoli (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Flux flow in superconducting films with modulated thickness

Elektronische Struktur

4. U. Tellenbach (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Inst. für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen): Berechnung des radialen Verlaufs des Kristallpotentials

5. E. Doni und G. Grosso (Universität Pisa), G. Harbeke und E. Meier (Laboratories RCA, Zürich), E. Tosatti (Universität Stuttgart): Einfluss der Zwischenschicht-Wechselwirkung auf die optischen Eigenschaften von 2H- und 4H-PbI_2-Polytypen

6. G. Harbeke (Laboratories RCA, Zürich) und E. Tosatti (Inst. für theoretische Physik, Universität Stuttgart): Elektron-Phonon-Wechselwirkung und Bandkantenverschiebungen in zwei- und eindimensionalen Halbleitern

7. E. Kaldis, A. Schlegel und P. Wachter (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich, Hönggerberg, 8049 Zürich): Elektronische Struktur von DyP, HoP und GdBi

8. A. Baldereschi und K. Maschke (Laboratoire de Physique Appliquée, EPF Lausanne): Einfluss von nichtlokaler Abschirmung auf die Bandstruktur von binären Mischkristallen

9. A. Schweiger (Phys. Chemie ETHZ): ESR-ENDOR-Spektren und Struktur des Defekts $Co^{+2}(b):\alpha Al_2O_3$

Exzitonen in Halbleitern (ExH)

10. W. Czaja, D. Baeriswyl und C. F. Schwerdtfeger (Laboratories RCA Ltd., Zürich): Exziton-Zustände und Bose-Einstein-Kondensation in AgBr

11. J. P. Voitchovsky et A. Mercier (Laboratoire de Physique Appliquée, EPF Lausanne): Résonance entre l'exciton direct et la bande de conduction dans les cristaux mixtes GaS_xSe_{1-x}

12. M. Chabr und I. Zschokke-Gränacher (Institut für Physik der Universität Basel): Schwachfeld-Resonanzen bei der Magnetfeldabhängigkeit der Triplett-Triplett-Annihilation in organischen Kristallen

13. M. Wittmer, I. Zschokke-Gränacher (Institut für Physik der Universität Basel): Wechselwirkung von Ladungsträgern mit Triplett-Exzitonen in Anthracen-Kristallen

Optische Eigenschaften in Halbleitern (OpH)

14. Le Chi Thanh, C. Depeursinge et F. Lévy (Laboratoire de Physique Appliquée, EPF Lausanne): Propriétés optiques du PbI_2

15. C. Depeursinge et Le Chi Thanh (Laboratoire de Physique Appliquée, EPF Lausanne): Absorption optique des cristaux mixtes GaS_xSe_{1-x}

16. B. Batlogg, J. Schoenes, P. Wachter (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich, Hönggerberg, 8049 Zürich): Optische Untersuchungen zum druckinduzierten Halbleiter-Metall-Übergang in SmS

17. A. Mercier et J. P. Voitchovsky (Laboratoire de Physique Appliquée, EPF Lausanne): Transitions radiatives indirectes dans les cristaux mixtes GaS_xSe_{1-x}

Defekte in Ionenkristallen (DeI)

18. J. Balmer, H. Burkard und W. Känzig (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich): Elektromechanisches Verhalten von Paraelektrischen Systemen bei tiefen Temperaturen

19. T. Sidler, J. P. Pellaux, M. Aegerter (Institut de Physique, Université de Neuchâtel): Phosphorescence et thermoluminescence dans CsI: Na

20. J. P. Pellaux, T. Sidler, M. Aegerter (Institut de Physique, Université de Neuchâtel): Propriétés optiques d'un nouveau défaut dans CsI

21. M. Roulet, H. Huber, C. Jaccard (Institut de Physique, Université de Neuchâtel): Etude du désordre thermique dans AgBr par canalisation de protons de 100 keV

22. C. Jaccard, M. Ecabert, M. Aegerter (Institut de Physique, Université de Neuchâtel): Détection optique de la RMN des paires courtes de centres F dans KCl

23. G. Süss (Institut für Physik der Universität Basel), W. Czaja (Lab. RCA, Zürich): Messung von Punktdefekten in GaP während des Temperns unter Phosphordruck

Mechanische Eigenschaften von Metallen (MeM)

24. C. Bonjour, W. Benoit (Laboratoire de Génie Atomique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne): Influence des atomes de solute sur les pics de Bordoni et de Hasiguti dans les alliages or-cuivre à faible concentration de cuivre

25. R. Rossier, G. Gremaud, R. Schaller, F. Baudraz (Laboratoire de Génie Atomique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne): Etude du couple de diffusion Al-Ag

26. B. Tirbonod, B. Vittoz (Laboratoire de Génie Atomique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne): Etude de la fatigue dans l'aluminium par la mesure du pic de Hasiguti en fonction de la fréquence

Magnetische Eigenschaften von Metallen (MaM)

27. A. H. Millhouse and A. Furrer (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Inst. für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen): Crystal-Field Splitting in γ-Ce and Ce-Y Alloys

28. G. Meier, O. Vogt und W. Hälg (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Inst. für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen): Magnetische Eigenschaften von $Ce_{1-x}(La_{0.76}Y_{0.24})_xSb$

29. A.J.Perry, H.Nagel and A.Menth (Brown Boveri Research Centre, CH-5401 Baden): Permanent magnetic materials on the basis of RE (Co, Cu)

Geladene Sonden (GeS)

30. J.T.Muheim (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich, Hönggerberg): Nachweis von Gitterkonstantenänderungen über das Festkörperfunkenplasma?

31. P.Cotti, P.Oelhafen (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich, Hönggerberg): Photoemission aus flüssigen Quecksilber-Indium-Legierungen

32. J.Brunner und M.Thüler (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Winkelverteilung von Röntgen-Photoelektronen aus $BaTiO_3$-Einkristallen

B. Physique appliquée et autres domaines de la physique

Président: W.Baumgartner (ETH Zurich)

1. S.Vepřek (Institute of Inorganic Chemistry, University of Zurich), D.L.Cocke and K.A.Gingerich (Dept.of Chemistry, Texas A&M University): Application of matrix isolation spectroscopy for the diagnostic investigation of low pressure plasma

2. P.Kocian (Laboratoire de Physique Appliquée, EPF Lausanne): Spektroskopische Untersuchungen des Niederdruckplasmas im Stickstoff

3. A.S.Tai (Laboratoire de Génie Atomique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne): Une méthode de détermination du temps de transfert dans un système formé de deux zones multiplicatrices de neutrons

4. A.Oggenfuss (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Präzisions-Scanning mit Annihilationsstrahlung

5. F.H.Worm (Département de recherche et développement, SEN Genève): Analyseur de hauteur d'impulsions CAMAC en temps réel multitâches

6. Y.Baer, G.Busch et P.Cohn (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Monochromateur de rayons X pour un appareillage de photoémission

7. Gaston Fischer (Observatoire Cantonal, Neuchâtel): Un magnétomètre vectoriel d'un nouveau type

8. René Keller (Institut für angewandte Physik, Universität Bern): Über das Deformationsverhalten von gepulsten Doppel-Heterostruktur-Diodenlasern

9. H.J. Schötzau, F. Kneubühl (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Hönggerberg, 8049 Zürich): Chemische Reaktionen im TEA-CO_2-Laserplasma

10. Walter Schnell and Gaston Fischer (Observatoire Cantonal, Neuchâtel): Detection of air pollutants with a tunable CO_2 laser

11. B. Lehmann und M. Wahlen (Physikalisches Institut, Universität Bern): Bestimmung von Isotopenverhältnissen in Gasen mit Hilfe eines abstimmbaren Lasers.

C. Physique théorique

Président: F. Rys (ETH Zurich)

12. H. Ruegg, C.A. Savoy (Département de Physique Théorique, Université de Genève): Constituent quarks, current quarks and duality

13. B. Humpert (Dept. of Theor. Physics, University of Geneva): Why is scaling violated in e^+e^- annihilation?

14. H. Beck (Institut für theoretische Physik, Universität Zürich): Über das Temperatur-Verhalten von zweitem Schall und Poiseuilleflow

15. D. Straus (Cornell University, Ithaca, N.Y.) und H. Beck (Institut für theoretische Physik, Universität Zürich): Metallischer Wasserstoff und Helium und deren Legierungen

16. C.P. Enz (Département de Physique Théorique, Université de Genève): Classical many-body theory of dynamical fluctuations

17. R.K. Wehner und D. Baeriswyl (Laboratories RCA Ltd., Zurich): Statistical mechanics of particles in double-well potentials

18. W.R. Schneider (Brown Boveri Forschungszentrum, 5401 Baden): Dichteoperatoren für unendlich starke Wechselwirkung

19. S. Sarbach, T. Schneider and E. Stoll (IBM Zurich Research Laboratory, 8803 Rüschlikon): The ising model as a limit case of a model for distortive phase transitions

20. T. Schneider and E. Stoll (IBM Zurich Research Laboratory, 8803 Rüschlikon): Critical dynamics of a spherical model and exact verification of dynamic scaling

21. P. Hoyningen-Huene (Inst. für theoretische Physik der Universität Zürich): On the time dependence of the coarse-grained entropy

22. D. Bovet (Laboratoires de Géotechnique et d'Hydraulique de l'EPFL): Questions d'un profane aux spécialistes de la thermodynamique relativiste

D. Physique nucléaire et corpusculaire

Président: W. Beusch (CERN, Genève)

1. E. Bovet, F. Foroughi et J. Rossel (Institut de Physique, Université de Neuchâtel): Diffusion quasi-libre neutron-neutron à 14,1 MeV

2. R. Casparis, M. Preiswerk, H. Rudin, R. Wagner, P. Zupranski (Institut für Physik der Universität Basel): Streuung von polarisierten 14,2-MeV-Neutronen an ^{2}H und ^{12}C

3. I. Sick (Institut für Physik, Universität Basel): Zweideutigkeit der experimentell bestimmten ^{40}Ca-Ladungsdichte

4. W. Beer, J.-Cl. Dousse, J. Kern, Th. v. Ledebur, A. Raemy und W. Schwitz (Physikalisches Institut der Universität Freiburg, Schweiz): (n,γ)-Messungen mit Kristallspektrometer

5. D. Aebischer, B. Favier, G. Greeniaus, R. Hess, A. Junod, C. Lechanoine, J. C. Niklès, D. Rapin, D. Werren (Dépt. de physique nucléaire, Université de Genève): Mesures de polarisation à petits angles dans la diffusion élastique p-p entre 400 et 580 MeV.

6. D. Aebischer, B. Favier, G. Greeniaus, R. Hess, A. Junod, C. Lechanoine, J. C. Niklès, D. Rapin, D. Werren (Département de physique nucléaire, Université de Genève): Etude de la réaction $pp \rightarrow \pi^{+}d$ à 576 MeV

7. P. Extermann, J. Fischer, O. Guisan, R. Mermod, L. Rosselet et R. Sachot (Université de Genève), P. Bloch, S. Bréhin, B. Devaux, A. Diamant-Berger, H. Do Duc, G. Marel et R. Turlay (CEN, Saclay): Désintégration du K^{+} en $\pi^{+}e^{+}e^{-}$

8. W. Wetzel, K. Freudenreich (ETH Zürich), W. Beusch, A. Birman, D. Websdale (CERN, Genève): Untersuchung der $\pi\pi \to K\bar{K}$-Streuung am Experiment $\pi^- p \to K_S^0 K_S^0 n$ bei 9 GeV/c

9. J. Pernegr, K. Freudenreich, F. X. Gentit, P. Mühlemann, W. Wetzel (ETH Zürich), G. Bellini, M. di Corato, G. Vegni (Univ. Milano), C. Bemporad, W. Beusch, E. Polgár, D. Websdale (CERN, Genève): Spin-parity analysis of coherently produced 3π-states and their absorption in nuclear matter

E. Post-Deadline-Papers

Président: J. L. Olsen (ETH Zurich)

10. J. Chevalier (Université de Genève, Section de physique théorique): Effet Lense-Thirring et localisabilité de l'énergie-impulsion gravitationnelle

11. M. Zulauf (Biozentrum der Universität Basel), E. Serrallach (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Photonenstatistik zur Bestimmung der Rayleigh-Linienbreite

12. B. Steinle, H. P. Baltes (Zentrale Forschung und Entwicklung, Landis & Gyr AG, Zug), M. Pabst (Institut für theoretische Physik, Freie Universität Berlin): Temporal Coherence of a Finite Blackbody

13. A. Hintermann, C. Gruber (Laboratoire de Physique Théorique, EPF Lausanne): Asano contractions and zeroes of the partition function for lattice systems of arbitrary spin

14. J. Bernasconi, S. Strässler and R. S. Perkins (Brown Boveri Research Centre, 5401 Baden): Simple model for the coercivity of hard magnetic materials

15. G. Kaech (Laboratoire du Corps Solide et Institut de Métallurgie Physique, EPF Zurich): Effets métallurgiques et physiques de l'interaction d'un faisceau laser TEA-CO_2 avec une cible de tungstène monocristallin

16. M. Siegrist, F. Müller, F. Kneubühl (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Einfluss des Umgebungsgases auf den laserinduzierten Druck

17. B. Adam, H. Juillerat, F. Kneubühl (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Moden eines rechteckigen Metall-Dielektrikum-Hohlleiters für Infrarotlaser

18. C. Amsler, C. F. Perdrisat, P. Weymuth (ETHZ), L. Dubal, G. H. Eaton, R. Frosch, P. Funk, P. C. Gugelot, A. Janett, S. Mango, F. Pozar (SIN): First results on pion scattering by polarized protons at SIN

19. P. Ebersold, B. Aas, W. Dey, R. Eichler, H. J. Leisi und W. W. Sapp (Laboratorium für Hochenergiephysik der ETHZ): Einfang von negativen π-Mesonen an ^{165}Ho und ^{175}Lu

20. P. Ebersold, B. Aas, W. Dey, R. Eichler, J. Hartmann, H. J. Leisi und W. W. Sapp (Laboratorium für Hochenergiephysik der ETHZ): Bestimmung des spektroskopischen Quadrupolmomentes von ^{165}Ho aus pionischen Röntgenstrahlen

Die Beiträge werden in den «Helvetica Physica Acta» bzw. in der «Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik» veröffentlicht.

18. Sektion für Umweltforschung

Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Umweltforschung
Association suisse pour la recherche sur l'environnement

Präsident: Prof. Dr. P. Tschumi, 3045 Grächwil
Sekretär: Prof. Dr. H. Mislin, Al Miniroccolo, 6914 Carona

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Freitag, 11. Oktober / Vendredi 11 octobre

Workshop über das Nationalfondsprojekt «Wachstum – Umwelt»

1. Kurzorientierung über das Projekt «Wachstum – Umwelt»
2. Orientierung und Aussprache über das Inventar von Umweltforschungsprojekten in der Schweiz sowie über das Umwelt-Konzept der Arbeitsgruppe Dr. E. Merian

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

Symposium:
«L'aide écologique et économique aux régions de montagne»
«Ökologische und ökonomische Hilfe an Bergregionen»

1. Prof. Dr Gaston Gaudard (Fribourg): Exposé synthétique théorique sur le problème des régions de montagne
2. Prof. Dr Jean Billet (Grenoble): Le point de vue du géographe
3. Dr Remigio Ratti (Bellinzona): Le point de vue pratique
4. Dr. Stephan Bieri (Aarau/Zürich): Die politökonomischen Aspekte der Berggebietsförderung
5. Dr. E. Locatelli (Strassburg): Der Standpunkt des Europarates bei den Fragen der Förderung der Bergregion

Im Anschluss an die Kurzvorträge Diskussion der Modellstudie: «Entwicklungsprojekt für das obere Maggiatal» mit geladenen Diskussionsteilnehmern

Alle Vorträge sollen in deutscher, französischer und italienischer Sprache in einer Sondernummer der «Experientia» publiziert werden.

19. Sektion für Zoologie

Schweizerische Zoologische Gesellschaft
Société Suisse de Zoologie
Società Svizzera di Zoologia

Präsident: Prof. André Aeschlimann, Institut de zoologie, 11, rue Emile-Argand, 2000 Neuchâtel
Sekretär: Prof. W. Matthey, Institut de zoologie, 11, rue Emile-Argand, 2000 Neuchâtel

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Samstag, 12. Oktober / Samedi 12 octobre

Gemeinsame Sitzung mit der Schweizerischen Entomologischen und mit der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft / Séance en commun avec la Société Entomologique Suisse et avec la Société Suisse de Zoologie

1. B. Pelvat et G. de Haller (Biologie des Protistes, Département de Biologie animale, Université de Genève): Caractéristiques de l'ADN de Stentor coeruleus (Cilié hétérotriche)

Comme la plupart des ciliés, *Stentor coeruleus* possède un micronoyau diploïde et un macronoyau très riche en ADN.

Les synthèses d'acides nucléiques (ADN, ARN) dans le macronoyau jouent un rôle important dans les mécanismes morphogénétiques (division, régénération) (B. Pelvat, N. Hyvert, G. de Haller 1973).

En vue d'étudier l'aspect moléculaire de ces processus de développement cellulaire, il était nécessaire de connaître quelques caractéristiques du génome de ce cilié.

La technique de préparation de l'ADN est celle de Marmur (déprotéinisation au phénol, traitements à la pronase, RNAse, précipitation à l'éthanol). La pureté de l'ADN est vérifiée par spectrophotométrie U.V.

Nous avons pu déterminer les caractéristiques suivantes:
Contenu en GC

Le profil de dénaturation thermique (Tm) indique que l'ADN de *Stentor* a un contenu en GC relativement bas: 33 moles %.

Estimation du P.M.
La détermination de ce paramètre a été menée par 3 méthodes:

a) chromatographie sur DEAE-cellulose et élution par des molarités croissantes de NaCl dans du tampon phosphate,

b) centrifugation sur gradient de saccharose (5–30%) et détermination du coefficient de sédimentation,
c) mesures directes sur micrographies électroniques (méthode de Kleinschmidt).

Ces diverses méthodes nous permettent d'attribuer à l'ADN de *Stentor coeruleus* un poids moléculaire moyen de l'ordre de $4 \cdot 10^6$ daltons.

Taille du génome

Britten et Kohne (1968) ont montré que par l'étude de la cinétique de réassociation ADN:ADN, on pouvait avoir une bonne information sur la taille du génome et son degré de complexité (séquences uniques ou répétitives).

Techniquement, l'ADN purifié est passé aux ultrasons, puis dissocié par chauffage et les fragments sont incubés à 60 °C à différents temps et concentrations. Les conditions de renaturation s'expriment alors en fonction du Cot (concentration en DNA × durée de l'incubation).

Le taux de réassociation est mesuré par séparation de l'ADN monocaténaire et bicaténaire (réassocié) sur colonne d'hydroxylapatite (HAP).

La chromatographie sur HAP révèle que le génome de *Stentor coeruleus* est relativement simple.

Il s'approche par ce caractère de ceux de *P. aurelia* et *T. pyrif.* (Allen et Gibson 1972).

L'ADN de *Stentor coeruleus* se divise essentiellement en 2 classes: 85–90% du génome est formé de séquences uniques (ou peut-être répétées un très petit nombre de fois) parmi lesquelles se trouvent les gènes de structure, le 10% est formé de séquences répétées de nucléotides (renaturation aux valeurs de Cot les plus faibles).

Le Cot ½ (50% de renaturation) peut être mis en relation avec la taille du génome.

Calculée par rapport à *E. coli* ($2{,}5 \cdot 10^9$ daltons), la taille du génome haploïde de *Stentor coeruleus* s'élève à $6{,}1 \cdot 10^{10}$ daltons, c'est-à-dire que l'on a affaire à un cilié possédant un génome de taille moyenne, voisin par exemple de celui de *T. pyriformis:* $4{,}3 \cdot 10^{10}$ daltons (Flavell et Jones 1970).

Bibliographie

Allen et Gibson (1972): Biochem.Genetics 6, 293–313.
Britten et Kohne (1968): Science 161, 529–540.
Flavell et Jones (1970): Biochem.J. 116, 155–157.
Pelvat, Hyvert et de Haller (1973): Protistologica T. 9 fasc. 2, 255–267.

2. R.K. Peck (Biologie des Protistes, Département de Biologie animale, Université de Genève): Cortical proteins in Pseudomicrothorax (Holotrich Ciliate)

Abstract

A layer of epiplasm exists in many ciliates immediately under the inner pellicular membrane and it is continuous with the terminal plates of the

cortical basal bodies. Studies on basal body formation have shown arm-like projections from the sides of new basal bodies (Allen, R.D. 1969. J.C.B. 40; Tucker, J.B. 1971. J.Cell Sci 9). These projections later fuse with the epiplasm layer, possibly serving both to orient and insert new basal bodies into the cortical matrix. Thus, biochemical information about the epiplasm may be important in understanding the molecular events of cortical morphogenesis.

We have studied *Pseudomicrothorax dubius* because the epiplasm layer is thick, easily distinguishable ultrastructurally, and easily isolated for biochemical work. Several techniques were developed which permit isolation of either the entire cortex, including microtubular elements, or only the epiplasm. Additionally, epiplasm may be isolated either as fragments of cells broken by ultrasonication, or as entire epiplasmic «ghosts» which retain the original cell shape. Electron microscopical observations show that the isolated epiplasm is clean and free from membrane contaminates.

Polyacrylamide-SDS electrophoresis using the system of Laemmli (1970, Nature 227), adapted for a slab gel system, permits separation of proteins as a function of their molecular weight. The epiplasm shows 4 principal bands when electrophoresed in this system: one band with a molecular weight (m.w.) of ca. 80×10^3 daltons and three bands with m.w.'s between 9 and 11×10^3 daltons. Electrophoresis of the entire cortex shows, in addition to the 4 epiplasm bands, the alpha and beta tubulin monomers of the microtubules. The m.w. of alpha tubulin is ca. 55×10^3 daltons and of beta tubulin is ca. 52×10^3 daltons. Eleven standards were used for m.w. determinations and were chosen based upon the data presented by Dunker and Rueckert (1969, J.Biol.Chem. 244) and Weber and Osborn (1969, J.Biol.Chem. 244).

Following solubilization of the epiplasm with 75% formic acid, the 3 low m.w. proteins may be separated from the high m.w. protein by sequential precipitation in urea solutions. The low m.w. proteins are hydrophobic and precipitate from solutions which are 3–5 M in urea. The high m.w. protein remains in solution and may be precipitated only after extensive dialysis against distilled water.

3. C.-F. Dubochet et G. de Haller (Biologie des Protistes, Département de Biologie animale, Université de Genève): Essais de séparation des protéines de l'appareil oral de Stentor coeruleus (Cilié hétérotriche)

Ce travail est une étape préliminaire à l'étude de la synthèse des protéines de la zone de membranelles adorales (ZMA) au cours de la régénération orale chez Stentor coeruleus.

Le Stentor rejette sa ZMA en présence de certains produits chimiques (Tartar, 1957).

Les ZMA peuvent être rejetées en grand nombre, purifiées par plusieurs centrifugations et leurs protéines séparées par électrophorèse sur gel de polyacrylamide (technique d'électrophorèse de Laemmli, 1970).

Les gels présentent, de façon constante, 3 bandes principales: une bande majeure de poids moléculaire (PM) environ 50 000 et 2 bandes de PM élevé (au moins 180 000). La protéine de PM environ 50 000 est probablement la tubuline. En effet: 1. son PM mesuré selon la méthode de Shapiro et al. (1967) varie entre 50 et 55 000, alors que le PM de la tubuline est d'environ 52 000 (Bryan, 1974); 2. sa mobilité électrophorétique est comparable à celle de la tubuline d'autres structures, tels les cils de *Tetrahymena pyriformis* (isolés par la méthode de Rosenbaum et Carlson [1969], légèrement modifiée) et les pellicules de *T. pyriformis* et de *Pseudomicrothorax dubius* (isolées selon la méthode de Wolfe [1970], légèrement modifiée). Il est cependant intéressant de constater que toutes les tubulines connues présentent 2 bandes distinctes dans les mêmes conditions de séparation (Bryan, 1974). Des vérifications sont encore nécessaires avant de tirer une conclusion de cette observation.

Références

Bryan, J. (1974): Federation Proc. 33, 152.
Laemmli, U.K. (1970): Nature 227, 680.
Rosenbaum, J.L./Carlson, K. (1969): J.Cell Biol. 40, 415.
Shapiro et al. (1967): Biochem.Biophys.Res.Commun. 28, 815.
Tartar, V. (1957): Exp.Cell Res. 13, 317.
Wolfe, J. (1970): J.Cell Sci. 6, 679.

4. J. Fahrni: Morphologie du système excréteur chez *Spirochona gemmipara* Stein (Cilié chonotriche)

5. H. Tobler und S. Huber (Freiburg): Lokalisation der Anlagen für die thorakalen Farbstreifen in der Flügel-Imaginalscheibe von Zaprionus vittiger

Zusammenfassung

Durch Transplantation verschiedener Fragmente der Flügel-Imaginalscheibe von *Zaprionus vittiger* in verpuppungsreife Wirtslarven wurde ein Anlageplan für die thorakalen Primordien konstruiert. Dabei gelang sowohl die Lokalisation der Primordien für die thorakalen Farbstreifen als auch diejenige für die 11 thorakalen Makroborsten. Die vorliegenden Anlagepläne für die Flügel-Imaginalscheiben von *Zaprionus vittiger* und *Drosophila melanogaster* stimmen mit dem früher publizierten Anlageplan für *Drosophila melanogaster* (Hadorn und Buck, 1962) mit Ausnahme der medio-lateralen Orientierung der Primordien überein.

Die vorliegende Arbeit wird in Wilhelm Roux' Archiv 176 (1974) veröffentlicht.

6. J. Fantes et R. Camenzind: Die Soma- und Keimbahnchromosomen der Gallmücke *Heteropeza pygmaea.* Eine Karyotyp-Analyse mit Hilfe der differentiellen Giemsafärbung

7. E. Staedler: Wirtswahl und Chemorezeption bei der Larve von *Manduca sexta* (Lep. Sphingidae): Verhaltensstudien und elektrophysiologische Untersuchungen

8. A. Vanderborght-Elbl: Ecologie et dynamique des populations de tiques (Ixodidae) infestant le bétail à l'est du lac Kivu

9. M. Buscaglia (Station d'Endocrinologie de l'Université de Genève): Métabolisme iodé chez Xenopus laevis laevis (Daud.). Larvaires et adultes

On sait de longue date que la thyroïde joue un rôle essentiel dans le déclenchement de la métamorphose chez les Batraciens. L'évolution histologique de cette glande, au cours du développement, le déterminisme endogène de son fonctionnement ainsi que les effets biologiques des hormones qu'elle sécrète ont fait l'objet de nombreux travaux (Saxen et al., 1957).

En revanche, nos connaissances sur le métabolisme iodé thyroïdien sont insuffisantes, en particulier chez les Batraciens anoures. L'incorporation, pour des temps différents, d'isotopes radioactifs de l'iode (^{131}I, ^{125}I) dans la thyroïde de *Xenopus laevis* ainsi que la répartition des traceurs dans les divers précurseurs hormonaux iodés, ont été étudiées après attaque protéolytique (pronase) des thyroïdes et analysées par chromatographie sur papier (ButOH – EtOH – NH_4OH) et électrophorèse sur papier (Buscaglia, 1972, 1974).

Chez les animaux adultes, la plus grande partie de l'iode radioactif injecté est excrétée dans le milieu d'élevage. L'uptake thyroïdien, à 24 h, est généralement inférieur à 10%; il se stabilise en plateau vers la 100^{e} heure (tableau I).

Chez les têtards (fig. 1 et tableau I), nous observons, en accord avec d'autres auteurs, une augmentation de l'uptake thyroïdien à 24 h pendant la prométamorphose. Le taux maximum d'incorporation est atteint au début du climax.

Le rapport entre les quantités d'hormones thyroïdiennes (T_4, T_3) et leurs précurseurs (DIT+MIT) permet d'évaluer le taux de la synthèse hormonale. Ce rapport subit une évolution semblable à celle de l'uptake. Son brusque relèvement, observé juste après la métamorphose (st. 66), correspond probablement à une diminution de la décharge hormonale.

Le rapport entre les précurseurs monoiodé (MIT) et diiodé (DIT) augmente régulièrement pendant toute la métamorphose. Le taux d'iodure libre intrathyroïdien reste inférieur à 5%. Des traces de triiodothyronine (T_3) sont présentes. Dans le sang, même à long terme (96 h), l'iode radio-

actif circule principalement sous forme d'iodure libre non hormonal (90%).

TABLEAU 1

st.	n	t. (h)	upt.th.	CHROMATOGRAPHIE (thyroïdes) I^-	T_4	MIT/DIT	T_4/DIT+MIT
56	8	24	0,92±0,09	4,3±0,05	9,7±1,2	0,46±0,02	0,085±0,0145
	5	72	---	5,9	30,4	0,59	0,499
57	20	24	1.78±0,55	3,9±0,59	7,9±5,8	0,64±0,20	0,097±0,046
	4	48	4,5				
	10	72	3,85±1,66	1,5±0	8,9±0,2	0,65±0,03	0,038±0,038
58	5	24	---	4,7	14,1	0,67	0,2
	5	48	---	6,1	25,1	0,57	0,389
59/60	7	24	11,47±2	5,3±3	18,7±5,9	0,78±0,02	0,267±0,113
	5	48	4,6	10,6	20,82	0,6	0,32
61/62	14	24	16,7±2,1	4,4±0,7	15,6±1,5	0,83±0,14	0,204±0,025
	5	48	---	7,4±1,3	22,9±1,4	0,70±0,05	0,359±0,159
63/64	5	5	---	2,3	1	2,16	0,0104
	2	24	10,23	2,4	12,5	1	0,151
	9	48	19,38	2,6±0,4	5,4±0,3	0,89±0	0,059±0,002
	5	72	---	6,1	25,1	0,57	0,388
65	6	12	17,8	1,8	11,9	1,02	0,140
66	12	24	7,8±1,2	7,1±0,9	14,7±2,4	0,63±0,07	0,210±0,0539
	6	48	9,5±1,55	6,6±1	23,1-2,8	0,64±0,05	0,355±0,0704
	6	72	19,1±4,0	5,3±0,8	23,8±3,0	0,64±0,1	0,38±0,0737
	5	96	19,4±3,9	11,6±2,4	18,5±4,1	0,62±0,14	0,340±0,0714
Ad.	2	01	0,49±0,38	74,15±9,2	1,44±2,4	4,1±0,5	0,09±0,063
	5	24	8,06±1,75	4,87±1,59	2,98±1,06	0,89±0,04	0,034±0,013
	2	168	4,1±1,3	2,9±0,5	1,5±0,3	0,79±0,65	0,021

Abréviations:

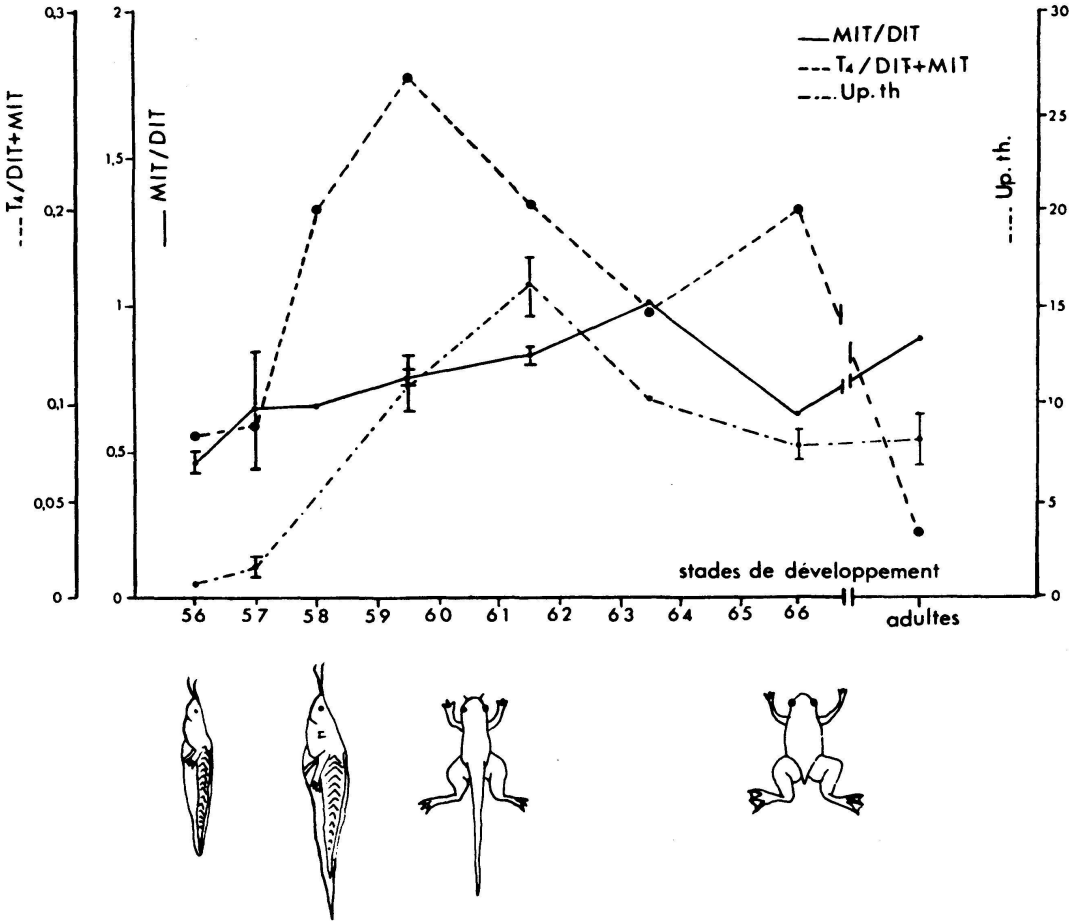
st. stade de développement selon Nieuwkoop et Faber (1967)
n. nombre d'individus par groupe
t. temps d'incorporation en heures
upt.th. uptake thyroïdien
I^- radioactivité de l'iodure libre en % de l'activité totale
T_4 thyroxine
MIT monoiodotyrosine
DIT diiodotyrosine

L'élévation pendant la prométamorphose et surtout après la sortie des pattes antérieures, pendant le climax, de l'uptake thyroïdien et de la biosynthèse de la thyroxine, peut être mise en parallèle avec le développement de l'appareil protéosynthétique (Coleman et al., 1968), l'augmentation de la biosynthèse de la thyroglobuline, de l'activité péroxydasique et du taux d'organification de l'iode in vitro (Regard et Mauchamp, 1971, 1973), de l'activité de désiodation dans les viscères (Yamamoto, 1964), ainsi que des propriétés électriques des follicules (Gorbman et Ueda, 1963).

L'ensemble de ces résultats confirme donc, au niveau thyroïdien, l'élévation de la sécrétion de la thyroxine, avant et pendant le climax, postulée par Etkin (1963).

Le texte complet de cette communication sera publié dans la Revue Suisse de Zoologie.

Fig. 1



Bibliographie

Buscaglia, M. (1972): Gen.Comp.Endocr. 18, 580.
Buscaglia, M. (1974): Thèse, Univ.Genève.
Coleman, R. et al. (1968): Gen.Comp.Endocr. 10, 34–46.
Etkin, W. (1963): Science 139, 810–814.
Gorbman, A./Ueda, K. (1963): Gen.Comp.Endocr. 3, 308–311.
Nieuwkoop, P./Faber, J. (1967): North Holland.Publ.Comp.
Regard, E./Mauchamp, J. (1971): J.of Ultrastr.Res. 37, 664–678.
Regard, E./Mauchamp, J. (1973): C.R.Acad.Sc. 276, 121–123.
Saxen et coll. (1957): Ann.Zool.Soc.«Vanamo» 18, 4, 1–44.
Yamamoto, K. (1964): Gen.Comp.Endocr. 4, 360–369.

10. P. Vogel: Zum Metabolismus europäischer und afrikanischer Soricidae

11. G. Pilleri, Margit Gihr, Carola Kraus, O. Bernath* (Hirnanatomisches Institut der Psychiatrischen Universitätsklinik Bern, *Audiologische Abteilung, Inselspital Bern): Lautäusserung und Verhalten beim jungen Biber (Castor canadensis) (Rodentia, Castoridae)

Die Mutter des Tieres, es handelt sich um die Rasse *Castor canadensis carolinensis* Rhoads 1898, wurde am 18. Mai 1971 gefangengenommen. Vier ihrer jungen Biber starben innerhalb weniger Wochen. Nur ein Weibchen, das auf den Namen «Beavs» hörte, konnte gerettet werden. Am 7.10.1971 kam Beavs per Flugzeug von Ohio, USA, nach Bern. Von der Transportkiste befreit, war Beavs nicht ermüdet, zeigte sich sehr unerschrocken und frass spontan die ihr angebotenen Birnen. Gegen Abend ging sie in eine bereitgestellte Schlafkiste und verbaute den Eingang mit Holzwolle. Nach 6 Tagen fand das Tier zum erstenmal allein den Weg ins Freigehege. Abends kam sie auf Anruf aus der hintersten Ecke des Freigeheges und folgte bereitwilligst in den Stall. Rief man ihr zu, so antwortete sie und kam aus ihrer Schlafkiste heraus. Sie begrüsste mit Lautäusserungen und schnupperte an den Schuhen herum. Sehr anhänglich folgte sie überall hin. Bemerkte man sie nicht gleich, so gab sie erregt Laute von sich und beruhigte sich erst, wenn man sie anredete und streichelte. Auf fremde Personen reagierte sie sehr abweisend, meistens ergriff sie die Flucht. Das Tier konnte auch sehr verstimmt sein.

Für die Darstellung der akustischen Äusserungen wurde der Sonograph Nr. 6061 B von Kay Electronics und der Echtzeitanalysator von Bruel und Kjaer Typ 3347 verwendet. Mit dem X-Test wurden jeweils Lautäusserungen zweier verschiedener Verhaltenssituationen auf signifikante Unterschiede hinsichtlich der Differenzwerte in dB geprüft.

Nach Novakowski (1969) vokalisierten einzeln gehaltene Individuen nicht. Im Gegensatz dazu zeigte unser als Einzeltier aufgezogener kleiner Biber sehr differenzierte Lautäusserungen. Die Dauer der Laute reichte bis zu 1 sec. Die Grundfrequenzspektren erstreckten sich von 400–900 Hz. Die Lautäusserungen bestimmter Verhaltenssituationen (Freude, Erregung, Zufriedenheit usw.) unterschieden sich hinsichtlich ihrer Dauer, zum Teil ihrer Grundfrequenz, ferner in der Frequenzmodulation verschiedener Frequenzbereiche sowie durch signifikante Abweichungen der dB-Differenzwerte bestimmter Frequenzen.

Literatur

Novakowski, N.S.: The influence of vocalization on the behaviour of beaver, *Castor canadensis* Kuhl. The Amer.Midland Naturalist 81, 198–204 (1969).

12. Carola Kraus, O. Bernath*, K. Zbinden, G. Pilleri (Hirnanatomisches Institut der Psychiatrischen Universitätsklinik Bern, *Audiologische Abteilung, Inselspital Bern): Zum Verhalten und Vokalisation von Tribonyx mortieri Du Bois 1840 (Aves, Rallidae)

Über die Nist- und Brutzeit des tasmanischen Wasserhuhns *(Tribonyx mortieri)* liegen aus der Literatur sowohl Beobachtungen an wildlebenden

Tieren als auch von solchen in Gefangenschaft vor. Bei der freilebenden *Tribonyx mortieri* beginnt nach Ridpath (1964) die Brutzeit zwischen Juli und September. Gefangenschaftstiere nisteten nicht vor Monat März (Wackernagel 1965). Von zwei Brutperioden pro Jahr, wie wir sie an unseren Wasserhühnern beobachten konnten, wird in der Literatur nicht berichtet.

Eine typische Eirollbewegung konnte bei *Tribonyx mortieri* beschrieben werden.

Unsere Wasserhühner verteidigen ihr Land- und Wasserrevier gegenüber Menschen, Truthühnern, Brand- und Schnatterenten, Staren und Bachstelzen. Erst nach längerer Zeit tolerierten sie auf dem Lande die Truthühner und Enten. In ihr Wasserrevier durfte sich allerdings kein Tier wagen.

Bei *Tribonyx mortieri* lassen sich zwei typische Lautäusserungen auseinanderhalten, die schon von Ridpath (1964) und Wackernagel (1965) als Warn- und Territoriumsruf beschrieben wurden. In vorliegender Studie wurden sie bioakustisch mit Hilfe eines Sonographen und eines Frequenzspektrum-Analysators genauer untersucht. Beide Rufe konnten bestimmten Verhaltensformen zugeordnet werden. Der Warnruf hat nur eine Funktion. Er wird bei akuter Gefahr als Einzellaut oder in 2–3 Lautfolgen vorgebracht. Die Dauer beträgt etwa 0,5 sec. Das Grundgeräusch reicht bis 8 kHz. Die Lautäusserung enthält ausser dieser leisesten Geräuschkomponente noch 5 Intensitätsstufen. Die lautesten Komponenten liegen im Bereich bis 1 kHz.

Der Territoriumsruf ist geschlechtsgebunden. Die Töne beim Männchen haben eine höhere Frequenz und eine stärkere Intensität als die des Weibchens. Zu dem im Crescendo vorgebrachten Duett kann jedes Tier bis zu 65 Einzeltöne während etwa 30 sec beitragen. Einzellaute haben eine Dauer von rund 0,15 sec. Es ist ein Grundgeräusch bis 8 kHz erkennbar. Ausser dem intensitätsmässig leisesten Grundgeräusch kann man im Sonogramm vier weitere Intensitätsstufen unterscheiden. Der Territoriumsruf trägt mehrere Funktionen und dient:

1. Periodisch über den Tag verteilt der Selbstkundgabe innerhalb des Reviers. So wird die eigene Anwesenheit angezeigt und anderseits das Revier markiert. Der Angriff auf Eindringlinge wird ebenfalls häufig vom Territoriumsruf begleitet.
2. Dem akustischen Kontakt mit dem Partner und hat somit eine soziale Bedeutung. Aus letzterem Grunde erscheint es naheliegend, den Begriff des Territoriumsrufes durch den Ausdruck «Duettruf» zu ersetzen.

Literatur

Ridpath, H.: The tasmanian native hen. Austral.Nat.Hist. 14, 346–350 (1964).
Wackernagel, H.: Vom tasmanischen Wasserhuhn. Bull.Zool.Garten Basel 15, 13–16 (1965).

13. R. Landolt: Beobachtungen zum Singen mit Zuhörern beim gelben Schilffink *(Lonchura flaviprymna)*

14. C. Mondadori (Pharmakologisches Institut, Universität Zürich): Gedächtnisprozesse unter Kontrolle von Belohnung und Bestrafung

Es ist möglich, elektrische Hirnaktivitäten (z.B. evozierte Potentiale, Theta-Rhythmus, «Spindling») durch Belohnung zu modifizieren. Da man allgemein annimmt, dass elektrische Vorgänge bei der Kurzzeitspeicherung eine bedeutende Rolle spielen, versuchten wir mit Belohnung oder Bestrafung direkt auf Gedächtnisprozesse einzuwirken. Um diese auszulösen, verwendeten wir eine sogenannte «passive avoidance»-Lernsituation, bei der die Versuchstiere (Mäuse) für ein bestimmtes Verhalten bestraft werden. Da es vollkommen unbekannt war, in welchem Zeitintervall die Behandlung wirksam ist, bekamen die verschiedenen Versuchsgruppen verschiedene Zeitintervalle (< 5, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 oder 90 sec) nach der Lernsituation Belohnung bzw. Bestrafung. Der Lernerfolg der Versuchstiere wurde nach 24 h mit dem Lernniveau der entsprechenden Kontrollgruppen verglichen. Es konnte ein kritisches Zeitintervall (40–60 sec) gefunden werden, in dessen Grenzen Belohnung ein signifikant verbessertes, Bestrafung ein signifikant gehemmtes Lernen bewirkte ($p < 0{,}001$ bzw. $p < 0{,}01$). Beide Behandlungen hatten weder vor noch nach dieser Zeitspanne einen signifikanten Einfluss.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass es möglich ist, Gedächtnisprozesse als solche direkt durch Belohnung bzw. Bestrafung zu beeinflussen.

D. Alphabetisches Namenregister der Autoren

D. Liste alphabétique des auteurs

D. Indice alfabetico degli autori

Aas, B. 215
Abrecht, J. 194
Achini, R. 108
Adam, B. 215
Aebischer, D. 213
Aegerter, M. 210
Allemand, J. 171
Ammeter, J.H. 104
Amsler, C. 215
Anderegg, G. 104
Arend, H. 180, 183
Arigoni, D. 107, 108
Aubert, P.-L. 192
d'Aujourd'hui, R. 41
Ayranci, B. 193

Bachofen, R. 200
Bächtiger, K. 193
Bader, H. 106
Baer, Y. 211
Baeriswyl, D. 209, 212
Baldereschi, A. 209
Balmer, H. 161
Balmer, J. 210
Baltes, H.P. 214
Banyaga, A. 192
Barblan, M.-A. 164
Bardet, L. 101
Batlogg, B. 209
Baud, A. 129
Baudraz, F. 210
Baumann, B.C. 109
Bay, R. 47
Beck, H. 212
Becker, J. 109
Beer, W. 213
Bellini, G. 214
Bemporad, C. 214
Benoit, W. 210
Bernasconi, J. 214
Bernasconi, P. 107
Bernath, O. 224
Bernauer, K. 105
Bertrand, J. 194
Beusch, W. 214
von Bézard, D.A. 109
Bhujle, V. 106
Biéler, P.-L. 130
Bieri, St. 216
Billet, J. 216
Birman, A. 214
Blauer, G. 106
Bloch, P. 213
Blöchlinger, R. 104
Bonjour, C. 210
Borel, F. 184
Borer, R. 108
Boschung, A.F. 109
Bourgeois, J.M. 108
Bouvier, P. 82
Bovet, D. 213
Bovet, E. 213
Branca, Q. 107
Bréhin, S. 213
Brossi, A. 108
Brunner, J. 211
Brunold, Chr. 198
Bucher, R. 104
Buffle, J. 104
Buil, P. 108
Burkard, H. 210
Burkhard, A. 193

Burlet, O. 185
Burnand, J. 100
Burri, M. 129
Buscaglia, M. 221
Busch, G. 211
Buser, R. 69

Camenzind, R. 221
Caputa, J. 102
Casparis, R. 213
Chabr, M. 209
Charollais, E. 107
Chastellain, F. 105
Chevalier, J. 214
Chmielewski, Y. 66
Cirelli, G. 106
Cocke, D.L. 211
Cohn, P. 211
Conod, S. 184
Consiglio, G. 109
di Corato, M. 214
Cotti, P. 211
Cramer, M. 165
Czaja, W. 209, 210

Dahn, H. 106
Daldini, O. 208
David, V. 108
Decorzant, R. 108
Delay, A. 105
Dell'Anna, A. 105
Delseth, C. 106
Delseth, R. 106
Depéry, F. 202
Depeursinge, C. 209
Devaux, B. 213
Dey, W. 215
Diamant-Berger, A. 213
Dinkel, R. 109
Do Duc, H. 105, 213
Dolivo, G. 107
Doni, E. 208
Dorn, F. 107
Dousse, J.-Cl. 213
Dreiding, A.S. 108, 109
Dubal, L. 215
Dubochet, C.-F. 219
Dütsch, H.U. 141

Eaton, G.H. 215
Ebersold, P. 215
Ecabert, M. 210
Edenharter, A. 170
Ehrenfreund, J. 109
Eichenberger, W. 108
Eichler, R. 215
Emmenegger, F.P. 105
Engel, P. 173, 174
Enz, C.P. 212
Erismann, K.H. 196, 198, 205
Etter, Hu.F. 38, 54
Evans, S. 109
Extermann, P. 213

Fahrni, J. 220
Fankhauser, H. 198
Fantes, J. 221
Favier, B. 213
Favre, L.-A. 92
Favre, M. 184
Federer, B. 150
Feller, U. 196
Fétizon, M. 22
Fischer, G. 159, 212
Fischer, H. 105
Fischer, J. 213
Flack, H.-D. 171
Flückiger, U. 183
Foroughi, F. 213
Franceschetti, A.-Th. 167
Franz, G. 205
Freudenreich, K. 214
Frey, M. 194
Fringeli, U.P. 106
Frisch, W. 194
Frosch, R. 215
Funk, P. 215
Furrer, A. 210

Galantay, E. 108
Ganter, C. 108
Gaoni, Y. 109
Garnero, J. 108
Gaudard, G. 216
Gäumann, T. 107
Gautier, A. 107
Geiger, R. 107
Geiss, J. 84
Gensler, G.A. 132
Gentit, F.X. 214
Gerdil, R. 171
Gerecke, M. 108
Gigon, A. 97
Gihr, M. 224

Gingerich, K.A. 211
Girgis, K. 171
Gloor, P.-A. 31, 34
Graf, F. 106
Graf, L. 200
Graf, W. 107
Grathwohl, Ch. 106
Grauert, B. 193
Gray, R.W. 108
Greeniaus, G. 213
Gremaud, G. 210
Grosch, G. 168
Grosso, G. 208
Gruber, C. 214
Grünenfelder, M. 193, 194
Guarnaccia, R. 109
Güdel, H.U. 105
Gugelot, P.C. 215
Guigas, B. 171
Guisan, O. 213
Günthard, Hs.H. 106

Haas, O. 104
Haerdi, W. 104
Hahn, H. 208
Haldimann, P.A. 129
Hälg, W. 210
de Haller, G. 217, 219
Hänny, R. 193
Hansen, H.-J. 107
Harbeke, G. 208, 209
Harder, R. 109
Hartmann, J. 108
Hartmann, J. 215
Haselbach, E. 107
Hauck, B. 56
Hauptman, Z. 182
Hausmann, J.-C. 185
Heinzelmann, W. 106
Heitzmann-Hofmann, A. 86
Hess, R. 213
Hintermann, A. 214
Hirschi, G. 159
Hoigné, J. 106
Hoyningen-Huene, P. 213
Huber, H. 210
Huber, M. 185
Huber, S. 220
Huguenin, D. 57
Huguenin, R. 208
Humpert, B. 212
Hunziker, J.-C. 194

Ischer, Ad. 29, 90
Itzel, H.-H. 105

Jaccard, C. 210
Jachimowicz, F. 107
Jacot-Guillarmod, A. 109
Jäger, E. 194
Janett, A. 215
Jefford, C.W. 109
Jeger, O. 109
Juillerat, H. 215
Junod, A. 213

Kaden, Th.A. 105
Kaech, G. 214
Kaldis, E. 177, 209
Kalvoda, J. 107
Känzig, W. 210
Karpf, M. 108
Kaufmann, B. 39
Kaufmann, H. 107
Keller, F. 205
Keller, R. 212
Kellerhals, P. 129
Kern, J. 213
Kern, R. 180
Keusen, H. 194
Kintzinger, J.P. 106
Kiràly, L. 129
Kiryu, S. 172
Kiss, J. 108
Kläntschi, K. 104
Kloster-Jensen, E. 109
Klötzli, F. 87
Kneubühl, F. 212, 214, 215
Knus, M.-A. 185
Koch, H.J. 107
Kocian, P. 211
Koelbing, H.M. 164
Kopp, A. 196
Kopp, F. 106
Köppel, V. 193
Krammer, M. 145
Kratzer, C. 192
Kraus, C. 224
Kummer, J.-P. 105
Kunz, F. 108
Kyburz, E. 108

de la Harpe, P. 184, 185
Lammer, J. 208
Landolt, E. 89

Landolt, R. 226
Landry, J.Cl. 104
Lechanoine, C. 213
Le Chi, Thanh 209
von Ledebur, Th. 213
Leemann, C. 208
Lehmann, B. 212
Leisi, H.J. 215
Lemans, A.M. 130
Lenggenhager, K. 156
Lerch, P. 105
Leuthold, Chr. 100
Lévy, F. 209
Liebich, B.-W. 171
Locatelli, E. 216
Loth, K. 106
Luisi, P.L. 109
Lüthy, Ch. 107

Mac Innes, W.N. 208
Maeder, A. 59
Maire, H.-M. 190
Mango, S. 215
Mani, N. 169
Marel, G. 213
Märky, M. 106
Martinet, L. 58
Martinoli, P. 208
Martinoni, B. 108
Marty, W. 104
Maschke, K. 209
Masson, H. 129
Matile, H. 84
Matsumoto, K. 172
Mayer, R. 167
Mayor, C. 109
Medici, N. 192
Meier, E. 208
Meier, G. 210
Meier, H. 205
Meier, W. 192
Menth, A. 211
Merbach, A.E. 105
Mercier, A. 209
Merian, E. 216
Mermod, R. 213
Meyer, M. 88
Millhouse, A.H. 210
Moll, H. 48
Mondadori, C. 226
Montandon, C. 160
Moreau, J.-M. 171
Moriarty, R.M. 109
Muheim, J.T. 211
Mühlemann, P. 214
Mühlethaler, K. 29, 106
Müller, E.A. 66
Müller, F. 214
Müller, P. 106, 109
Müller-Vonmoos, M. 193
Muthukrishnan, R. 108

Näf, F. 108
Nagel, H. 211
Nater, W. 143
Niggli, A. 193
Niggli, E. 193
Niklès, J.C. 213
Nissen, H.-U. 193
Nösberger, P. 106
Nowacki, W. 170, 172, 173, 174

Oelhafen, P. 211
Oggenfuss, A. 211
O'Neil, J.-R. 194
Oppolzer, W. 108
Oswald, H.R. 183
Oswald, N. 104

Pabst, M. 214
Parthé, E. 171
Patenaude, M. 82
Peck, R.K. 218
Pellaux, J.P. 210
Pelvat, B. 217
Perdrisat, C.F. 215
Perkins, R.S. 214
Perlberger, J.-C. 106
Pernegr, J. 214
Perry, A.J. 211
Peter, J.-P. 164
Peters, Tj. 194
Petter, W. 171
Pfister, H. 66
Piccard, S. 187
Pilleri, G. 224
Pino, P. 109
Polgár, E. 214
Porret, J. 109
Portheine, J. 170
Portmann, J.-P. 161
Portmann, M.-L. 164
Posada, E. 208
Pozar, F. 215

Preiswerk, M. 213
Prelesnik, B. 172
Probst, P.-A. 208

Quack, M. 107
Quarroz, D. 106

Racine, J.-B. 112
Raemy, A. 213
Rapin, D. 213
Ratti, R. 216
Richner, H. 147
Rigaud, P. 57
Rima, A. 136
Rinderer, L. 208
Rizzo, V. 109
Robert, J.-F. 97
Ronga, F. 185
Rossel, J. 213
Rosselet, L. 213
Rossi, M. 107
Rossier, R. 210
Roth, Chr. 100
Roulet, M. 210
Roussel, A. 109
Rudin, H. 213
Ruegg, H. 212
Rumley, P.-A. 119
Rychener, T. 190

Sachot, R. 213
Salzer, A. 105
Sapp, W.W. 215
Sarbach, S. 212
Savoy, C.A. 212
Schaller, R. 210
Scheffrahn, W. 52
Schetty, G. 104
Schiess, P. 109
Schilt, H. 84
Schläpfer, C.W. 105
Schlatter, H.-R. 107
Schlegel, A. 209
Schlosser, M. 108
Schluep, H.P. 104
Schmid, R. 194
Schmidt, W. 181
Schnegg, P.-A. 159
Schneider, T. 212, 213
Schneider, W. 104
Schneider, W.R. 212
Schnell, W. 212
Schoder, A. 104
Schoenes, J. 209
Scholl, Th. 107
Scholz, H. 179
Schötzau, H.J. 212
Schüle, R.-C. 168
Schwegler, Th. 49
Schweiger, A. 209
Schweingruber, F.H. 85
Schwerdtfeger, C.F. 209
Schwitz, W. 213
Scott, J.-D. 171
Secrétan, C. 163
Serrallach, E. 214
Shaw, D.M. 13
Sick, I. 213
Sidler, T. 210
Siegenthaler, P.A. 202
Siegrist, H.P. 108
Siegrist, M. 214
Soptrajanova, G. 193
Staedler, E. 221
Stahl, D. 107
Stählin, W. 181
Starobinski, J. 160
Steiger, O. 57
Steiner, E. 104, 107
Steinle, B. 214
Stern, Ch. 104
Stern, W.-B. 194
Stöckli, B. 200
Stoll, E. 212, 213
Strässler, S. 214
Straus, D. 212
Süss, G. 210

Tabacchi, R. 7, 108
Tai, A.S. 211
Tellenbach, U. 208
Thüler, M. 211
Tirbonod, B. 210
Tissot, P. 105
Tobler, H. 220
Tosatti, E. 208, 209
Troe, J. 107
Tröhler, U. 168
Trommsdorff, V. 194
Trümpy, R. 129
Tune, D. 105
Turlay, R. 213

Urbanska-Worytkiewicz, K. 89

Vaccani, S. 105
Valloton, M. 105
Vanderborght-Elbl, A. 221
Vegni, G. 214
Venanzi, L.M. 104
Vepřek, S. 183, 211
Viera da Silva, J. 97
Virieux-Reymond, A. 160
Vittoz, B. 210
Vogel, P. 106
Vogel, P. 223
Vogt, O. 210
Voitchovsky, J.P. 209
Vuagnat, M. 193, 194

Wachter, P. 209
Wagner, R. 213
Wagnière, G. 106, 107
Wahlen, M. 212
Walder, E. 106
Waldvogel, A. 150
Waldvogel, J. 77
Walser, H.-H. 168
Wartenweiler, J. 37
Weber, J.B. 109
Websdale, D. 214
Wehner, R.K. 212
Wehrli, A. 104
Weibel, O. 106
Weissert, H. 129
Wenk, E. 193
Wentrup, C. 109
Wermeille, M. 105
Werner, H. 105
Werren, D. 213
Wetzel, W. 214
Weymuth, P. 215
Wiener, G. 129
Wild, U.P. 106
Wirz, J. 109
Wittmer, M. 209
Wolf, H.R. 109
Wondratschek, H. 171
Worm, F.H. 211
Wüthrich, K. 106
Wyss, P.C. 108

Yvon, K. 171

Zbinden, K. 224
Zelenka, A. 63
von Zelewsky, A. 104, 105
Zeybek, N. 91
Zobrist, M. 105
Zschokke-Gränacher, I. 209
Zuberbühler, A. 105
Zulauf, M. 214
Zupranski, P. 213

Leere Seite
Blank page
Page vide

E. Nekrologe für verstorbene Mitglieder der SNG

E. Nécrologies de membres de la SHSN

E. Necrologie di soci della SESN



Angelo Bianchi

1892–1970

Mit Angelo Bianchi in Padua, Ehrenmitglied unserer Gesellschaft seit 1964, ist einer der Führer der alpinen Petrographie, der Begründer der petrographischen Schule von Padua, ein hervorragender und begeisternder akademischer Lehrer, ein glänzender Organisator und eine charaktervolle Persönlichkeit dahingegangen. Mit manchen seiner Schweizer Kollegen, welche in seinem Institut jederzeit willkommen waren, unterhielt er enge, freundschaftliche Beziehungen, so dass auch an dieser Stelle seiner gedacht werden soll.

Angelo Bianchi kam am 20. Dezember 1892 in Casalpusterlengo in der Lombardei als eines von 9 Kindern eines Arztes zur Welt. Nach Absolvierung des klassischen Gymnasiums in Lodi studierte er in Pavia

Naturwissenschaften. Als Schüler von L. Brugnatelli promovierte er 1915 mit einer Arbeit über Kluftmineralien des Val Devero (Ossola). Über das gleiche Thema folgten im Laufe der Jahre 14 weitere Arbeiten, welche den Schweizer Mineralogen interessante Vergleichsmöglichkeiten mit analogen Vorkommen ihres eigenen Landes boten.

Durch den ersten Weltkrieg, an welchem er als Offizier der Gebirgsartillerie teilnahm und schwer verwundet und verschiedentlich ausgezeichnet wurde, erfuhren seine Studien eine Unterbrechung. Seine Assistententätigkeit in Pavia konnte er erst nach Kriegsende wieder aufnehmen. Nach der 1923 erfolgten Habilitation erhielt er zuerst einen Lehrauftrag in Sassari, und nach dem Tode von R. Panebianco in Padua einen solchen an dieser altehrwürdigen Hochschule, an welcher er in der Folge, 1929, zum Ordinarius und Direktor des Mineralogisch-Petrographischen Institutes ernannt wurde. Diese Stellung hielt er bis zu seinem Rücktritt im Jahre 1963 bei, unter Ablehnung ehrenvoller Berufungen an die Universitäten von Bologna, Mailand, Rom und Turin. Im Jahre 1926 verheiratete er sich mit Camilla Gallo aus Pavia, einer promovierten Physikerin, mit welcher er in glücklichster Ehe lebte.

In Padua ging Bianchi mit aussergewöhnlicher Schaffenskraft an seine neue Aufgabe. Der Unterricht wurde modernisiert und das Institut ausgebaut und, zusammen mit den Sammlungen, auf den heutigen hervorragenden Stand gebracht. Seine ausgeprägte Fähigkeit zur raschen Erkenntnis des Wesentlichen und zur klaren Formulierung eines komplizierten Sachverhaltes, welche man bei ihm immer wieder bewundern musste, seine Begeisterungsfähigkeit, gepaart mit einem spontan in Erscheinung tretenden Wohlwollen gegenüber dem Gesprächspartner sowie ein nicht alltägliches didaktisches Geschick zogen bald eine grosse Anzahl von Studierenden an sein Institut, so dass er zum Begründer und Haupt einer bedeutenden petrographischen Schule wurde. Aus ihr sind nicht wenige der heutigen Ordinarien an den italienischen Hochschulen hervorgegangen. Seiner Universität diente er auch in verschiedenen wichtigen und verantwortungsvollen Ämtern, so u.a. von 1949–58 als Prorektor.

Neben dieser fruchtbaren Lehrtätigkeit steht eine an wissenschaftlichen Ergebnissen reiche Forschungsarbeit, welche an dieser Stelle nur kurz skizziert werden kann. Im Rahmen der durch seinen geologischen Kollegen Giorgio Dal Piaz organisierten Erforschung und Neukartierung der durch den Krieg gewonnenen Gebiete verfasste er 1934 den petrographischen Teil einer grossen Monographie des östlichen Alto Adige, zu welcher sein Schwager und späterer Kollege Giambattista Dal Piaz den geologischen Teil beisteuerte. Das Werk ist bis heute eine der bedeutendsten geologisch-petrographischen Monographien eines alpinen Gebietes geblieben. Zusammen mit Schülern bearbeitete er ferner die Vulkanite des Dodekanes, wobei diese Untersuchungen durch eine zusammenfassende Betrachtung dieser interessanten petrographischen Provinz des östlichen Mittelmeeres abgeschlossen wurden. Neben weiteren eigenen Arbeiten sind vor allem die zahlreichen durch ihn veranlassten und von ihm geleiteten Untersuchungen seiner Schüler zu erwähnen, welche das Adamello-

Massiv betreffen. Durch sie wurde dieser, vorher nur in seinen grossen Zügen bekannte, postalpine Eruptivstock zum besterforschten unter den sog. periadriatischen Massiven, und sie müssen als wegweisend für zukünftige Untersuchungen über diese bezeichnet werden. Auch Reisen nach Aethiopien brachten reiche Ausbeute, deren Bearbeitung zwar weit fortgeschritten ist, jedoch noch der Veröffentlichung harrt.

Der Lehr- und Forschungstätigkeit Bianchis steht eine nicht minder bedeutende Leistung als Organisator gegenüber. Diese spielte sich hauptsächlich im Rahmen des Nationalen Forschungsrates ab, welchem er seit 1938 in verschiedenen Funktionen angehörte, zu wiederholten Malen als Vorsitzender des geologischen Ausschusses. Von ihm ging auch die Initiative zur Schaffung von besonderen Forschungszentren geologisch-petrographischer Richtung aus, wie sie an verschiedenen italienischen Hochschulinstituten errichtet wurden. Sie widmen sich bestimmten Problemkreisen, und sie haben, nicht zuletzt dank der erheblichen zur Verfügung stehenden Mittel, bedeutende Erfolge aufzuweisen.

Als sich in Italien eine Reorganisation und Intensivierung der geologischen Landesaufnahme aufdrängte, da der Fortgang der Herausgabe der Kartenblätter in 1 : 100000 den modernen Bedürfnissen nicht mehr genügte und da zudem eine Reihe wichtiger Blätter vergriffen war, wurde Bianchi 1960–65 zum Präsidenten eines Spezialausschusses ernannt, der zu prüfen hatte, wie diesem unbefriedigenden Zustand abgeholfen werden könnte. Nachdem der Staat durch ein besonderes Gesetz über die Nachführung und Vollendung der Carta Geologica d'Italia während der Jahre 1960–70 die notwendigen Mittel bereitgestellt hatte, gelang es dem Organisationstalent von Bianchi im Verlauf dieses Dezenniums, durch Mobilisierung aller Kräfte der Landesanstalt und der massgebenden Hochschulinstitute 140 der insgesamt 278 Kartenblätter als Neuaufnahmen oder Revisionen herauszubringen. Auf diese Weise lag das vollständige Kartenwerk 1970, zum 100jährigen Jubiläum des Ufficio Geologico d'Italia, vollendet vor. Für die geologische Fachwelt war dies ein Ereignis von grösster Bedeutung, und Bianchi hatte sich zugleich mit seiner organisatorischen Leistung selbst ein imponierendes Denkmal gesetzt.

Ein Lebenswerk wie dasjenige von Angelo Bianchi war nur möglich, weil sich in ihm Schaffenskraft und intellektuelle Gaben mit entsprechenden Charaktereigenschaften in glücklichster Weise paarten. Bianchi war von unbestechlicher Geradheit und Integrität, dabei selbstlos und bescheiden, immer freundlich und hilfsbereit gegenüber jedermann, besonders auch gegenüber jungen Kollegen. Persönliche Interessen den sachlichen streng unterordnend, war er immer bestrebt, zu vermitteln und im Streit der Meinungen eine gerechte Lösung zu finden, ohne jedoch je zu leichten Kompromissen Zuflucht zu nehmen. In dieser harmonischen Ausgewogenheit von intellektuellen und moralischen Kräften lag das Geheimnis seiner Erfolge, wie auch der Autorität und des Ansehens, welche er verdientermassen überall genoss.

C. Burri

Weitere Nachrufe auf Angelo Bianchi:

Gb. Dal Piaz, Accad. Naz. Lincei, Celebrazioni Lincee 50 (1971), m. Publ. Verz. – Gb. Dal Piaz, Boll. Soc. Geol. Ital. 92 (1973), m. Publ. Verz. – R. Malaroda, Atti Accad. Sc. Torino 106 (1971–72) – G. Schiavinato, Ist. Lombardo, Accad. Sc. Lett. Rendic. 105 (1971), m. Publ. Verz. – B. Zanettin, Rendic. Soc. Ital. Min. Petr. 27 (1971), m. Publ. Verz. – B. Zanettin, Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti 129 (1971), m. Publ. Verz. – B. Zanettin, Atti Accad. Patavina Sc. Lett. Arti 84 (1971–72), m. Publ. Verz.

Hubert Bloch

1913–1974

Am 18. Mai 1974 verschied Prof. Hubert Bloch, Extraordinarius für Mikrobiologie, auf einer Skitour im Jungfraugebiet an einem Herzinfarkt. Der Rückblick auf sein reiches Leben kann bei der gebotenen Kürze nur stichwortartig sein. Am 26. 5. 1913 in Basel geboren, durchlief er hier die Schulen und bestand 1931 am hiesigen HG die Matur. Medizinstudium in Basel und Paris, Staatsexamen 1937 in Basel. Anschliessend arbeitete er zunächst bei der CIBA und dann als Assistent im Hygiene-Institut. Dort habilitierte er sich 1942 für Mikrobiologie. Nach Kriegsende erhielt er den Auftrag, in Meran und in der Tschechoslowakei Tbc-Spitäler einzurichten. Als Spezialist für Infektions-immunologische Fragen, speziell für solche der Tbc-Immunologie, wurde er 1948 zum Konsiliarius am neugegründeten Tbc-Forschungsinstitut der WHO in Kopenhagen ernannt. 1952 erhielt er ein Stipendium an das Rockefeller-Institut in New York und wurde von dort als Ordinarius für Mikrobiologie nach Pittsburgh berufen, wo er während 5 Jahren – bis 1961 – lehrte und forschte. Ab 1961 bekleidete er verschiedene leitende Posten bei der CIBA, zuletzt hatte er die Leitung des Friedrich-Miescher-Instituts für Grundlagenforschung inne.

Neben seiner wissenschaftlichen Tätigkeit übernahm er in den letzten Jahren mehr und mehr planerische und organisatorische Aufgaben auf dem Gebiet der nationalen und internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit. Er war Vorstand und Mitglied verschiedener Gremien, so auch der biologischen Abteilung des SNF. Überall wurde sein fundiertes, objektives und wohlwollendes Urteil gesucht und beachtet.

Nicht nur mit Verstand, sondern auch mit musischen Anlagen reich begabt, wusste er sich als Musiker und als Kunstkenner echte gleichgesinnte Freunde zu erwerben, wie überhaupt seine Begabung zu Freundschaft eine seiner hervorstechendsten Eigenschaften war. Deshalb war die Trauer, wie sie anlässlich der Abdankungsfeier in der Aula der Universität in zahlreichen Voten zum Ausdruck kam, echt und wahrhaftig. Hubert Bloch wird schwer zu ersetzen sein.

Dom José da Cunha

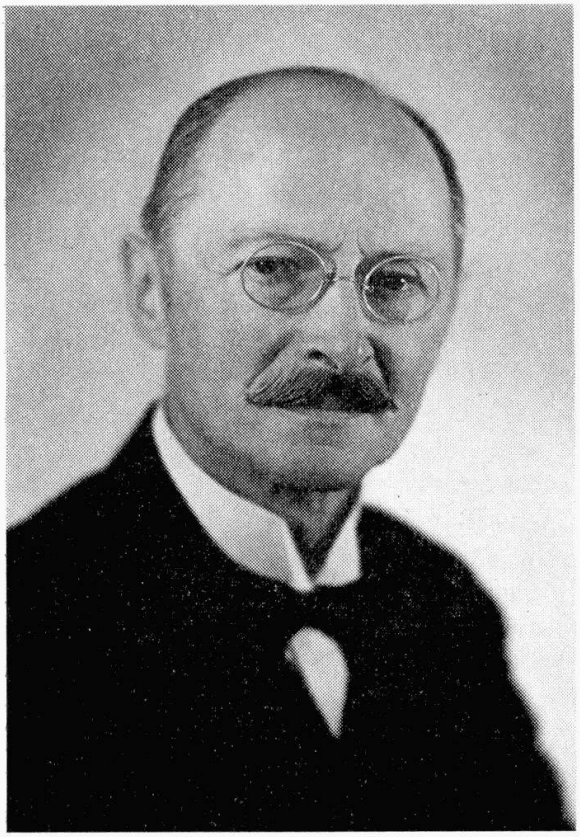
1890–1974

Am 23. März des verflossenen Jahres starb mit 84 Jahren in Bern einer der bekanntesten Ärzte: Dr. med. Dom José da Cunha. Er wurde 1890 in Lissabon als ältester Sohn der in Portugal historischen Familie da Cunha und einer deutschen Mutter geboren. Von seinem zehnten Jahre an besuchte er das Gymnasium in Hannover, bestand das Abitur und studierte hernach in Berlin Medizin bis und mit dem Staatsexamen. Beim Ausbruch des Ersten Weltkrieges siedelte er nach Bern über, wo er gemäss den damaligen Vorschriften Maturität wie Staatsexamen als Arzt wiederholen musste. Dank seiner Tüchtigkeit wurde er bald erster Assistent des bedeutenden Prof. Dr. Sahli und eröffnete dann 1934 seine eigene Praxis.

Zwei besondere Züge vereinigte Dr. da Cunha in seiner Persönlichkeit: Weltmännische Gewandtheit einerseits, anderseits wache Aufgeschlossenheit und warme Teilnahme am Menschlichen in allen Bevölkerungsschichten. Diese Weite bewies er auch in seiner ärztlichen Tätigkeit: Er verband die medizinische Betreuung mit dem Einbezug des ganzen Menschen samt seiner Umwelt. Dabei widmete er sich besonders den Epileptikern, die dank seiner grossen praktischen Erfolge aus der ganzen Schweiz und aus dem Ausland ihn aufsuchten. Sein Wunsch war es, die Erfahrungen mit seinen unzähligen Epileptikern wissenschaftlich zu bearbeiten, was leider die Anforderungen seiner Praxis verhindert haben. Die umfassende Betreuung der Patienten veranlasste Dr. da Cunha, der ein hervorragender Diagnostiker war, auch zur Zusammenarbeit als Arzt mit nicht-medizinischen Fachleuten, um im Einzelfall eine Festigung der Gesundheit wie des persönlichen und beruflichen Lebens zu erreichen. Dabei war Dr. da Cunha ein gläubiger Katholik und als Arzt überzeugt, dass Lebens-, Menschen- und Gottvertrauen die religiöse Grundlage für jegliche Gesundung auf allen Lebensgebieten bleiben. Sein persönlichstes Anliegen war die Lebenserfüllung als Arzt; dies kommt symbolisch auch darin zum Ausdruck, dass er bis zum Vortage des Todes – seit drei Jahren infolge einer Hüftarthrose vom Bett aus – seine anhänglichen Patienten betreut hat.

Als Siebzigjähriger entschloss sich Dr. da Cunha, der seinen portugiesischen Angehörigen innig verbunden blieb, noch zu einer Heirat, um auch sein Privatleben mit der Erfüllung von Familienpflichten abzurunden. Im Geiste dieser Menschlichkeit war er auch ein inniger Freund. Wer ihm nahestand, wird Dr. da Cunha immer verbunden bleiben; er ist ein treuer Portugiese geblieben und ein treuer Berner geworden.

E. Jeangros



Heinrich Greinacher

1880–1974

Heinrich Greinacher wurde am 31. Mai 1880 in St.Gallen geboren und starb am 17. April 1974 in Bern. Seine Eltern waren der aus Konstanz eingewanderte Schuhmachermeister und Tenorsänger Heinrich Greinacher (1838–1920) und Pauline Münzenmayer (1855–1921), die Tochter eines Weingärtners und Gemeindepräsidenten von Untertürkheim bei Stuttgart. Neben zwei Schwestern blieb er der einzige Sohn. Drei Gaben waren ihm verliehen: für physikalische Erfindungen, für Musik und für den schriftlichen Ausdruck. Als der Jüngling im Gymnasium war, wurden die Röntgenstrahlen und die Radioaktivität entdeckt. Die junge Strahlenforschung zog ihn in ihren Bann. Nach einem Semester in Zürich und zwei Semestern in Genf weilte er vier Jahre in Berlin. Dort promovierte er 1904 beim Experimentalphysiker Emil Warburg. In theoretischer Physik war sein Lehrer Max Planck, zu dem er zeitlebens als zu einem menschlichen Vorbild emporsah. Als Assistent mit geringem Monatslohn diente er je ein halbes Jahr bei Charles-Eugène Guye in Genf und bei Georg Quincke in Heidelberg. Da ihm dessen Nachfolger Philipp Lenard als unangenehmer Patron geschildert wurde, kehrte er 1907 in die Schweiz zurück. Der Aufenthalt im Ausland hatte seinen Blick geweitet. Er blieb 17 Jahre in Zürich, wo er sich unter Alfred Kleiner 1907 habilitierte und 1916 Titularprofessor wurde. Mit Freude folgte er 1924 dem Ruf nach Bern. Hier konnte er als einziger Vertreter der Experimentalphysik und Direktor des alten Physikalischen Institutes auf der Grossen Schanze ein

reiches Wirken entfalten. 1952 wurde er abgelöst von Fritz Houtermans. Es war ihm ein Lebensabend in Rüstigkeit beschieden.

Die Liste seiner Veröffentlichungen und Patente belegt die Ergebnisse seiner Arbeit. Als wichtigste stechen jene hervor, die zu neuen Verfahren und Erfindungen auf dem Gebiete der Atomphysik geführt haben. 1914 ersann er die Anordnung zur Erzeugung einer Gleichspannung vom doppelten Betrage einer Wechselspannung, die unter der Bezeichnung Greinacher-Schaltung allgemein bekannt geworden ist. So erzählte mir Dr. Walter Rieder, der 1930 an das Missionsgymnasium von Tsingtau berufen wurde, dass er den dortigen Physikprofessor, einen Chinesen, besucht und ihm gesagt habe, er sei Assistent Greinachers gewesen, worauf jener geantwortet habe: «Greinacher-Schaltung!» 1920 gelang es Greinacher ferner, eine Schaltung von Kondensatoren und Ventilen zu finden, die eine beliebige Spannungsvervielfachung ergibt. Der auf dieser Kaskadenschaltung beruhende Kaskadengenerator wurde anfangs der dreissiger Jahre von den Engländern Cockroft und Walton zur Erzeugung einer Hochspannung zum Zwecke künstlicher Atomumwandlung benützt. Der Kaskadengenerator wurde zu einem Konstruktionselement für das Synchrotron des CERN in Genf. 1926 beschrieb Greinacher einen neuen Korpuskelzähler, der von Rutherford die Bezeichnung Kammerzähler erhielt. Leider hat sich die Benennung nicht durchgesetzt. Der Zähler wird heute aber allgemein verwendet. Im Jahre 1934 konnte Greinacher über die Entdeckung eines weiteren Zählverfahrens berichten. Er taufte sein Gerät Funkenzähler. Es hat später beachtenswerte Anwendung erfahren. Da Greinacher neben der Forschungs- auch die Lehrtätigkeit sehr am Herzen lag, hat er sich eh und je bemüht, neue Demonstrationsversuche zu erfinden und auszuführen. Am bekanntesten ist wohl sein Wasserstrahlzähler geworden, der heute im Experimentalphysik-Kolleg vielerorts vorgeführt wird. Da sich Greinacher als Vorstand des Meteorologischen Observatoriums auch um die Belange der Lehre von Wetter und Klima zu kümmern hatte, widmete er sich auch diesem Gebiet. Am meisten Beachtung hat hierbei sein als Diffusionshygrometer bezeichneter Feuchtigkeitsmesser gefunden.

Als Persönlichkeit war Heinrich Greinacher durch äusserste Zurückhaltung gekennzeichnet. Ein Leben in stiller Zurückgezogenheit war ihm Bedürfnis. Als ich seinen 85. Geburtstag ohne Ankündigung verstreichen liess, seufzte er erleichtert auf. Jeder Trubel war ihm zuwider. Die vielen Examensprüfungen waren für ihn eine Qual, von der er sich in ländlichen Ferien beim Orgelspiel erholte.

Aus erster Ehe mit Maria Mahlmann hatte Heinrich Greinacher einen Sohn, der Ingenieur wurde, und eine Tochter, die Musikerin war und früh starb. 1933 heiratete er Frieda Urben von Inkwil, die ihn bis zu seinem Tode umsorgte.

Wer ihn besuchte, wurde beeindruckt von der Güte und Schlichtheit des fast im verborgenen lebenden Greises. Die Wohnung war geschmückt vom Blüthner-Flügel, auf dem er meisterhaft musizierte. Schon 1901 hatte er am Genfer Konservatorium als Pianist einen ersten Preis erhalten.

Noch mit über 80 Jahren erquickte er sich am gemeinsamen Kammerspiel.

In der Stille dichtete er ernste, fromme Verse, die er in vollendet schöner Weise vertonte. Einige dieser Weisen sind im «Säemann» erschienen. Er unterzeichnete nur mit «-er», wie es seiner Zurückhaltung entsprach. Im Alter fand er Musse zum Lesen. Gedichte hatte er besonders gern. Mit 80 Jahren bezog er seine letzte Wohnung an der Alpeneggstrasse. «Noch ist alles im Durcheinander und erinnert an das Boltzmannsche Theorem der völligen Unordnung, der alles zustrebt», schrieb er mir damals. Dies zeigt eine andere Seite seines Wesens: er konnte witzig sein. Dieser Humor belebte auch seine Vorlesungen, die peinlich genau vorbereitet waren, so dass die Versuche wie am Schnürchen abliefen. An der Wandtafel pflegte eine vorbereitete Zeichnung zu stehen. Sie stellte eine Schaltanordnung oder ein Instrument dar und passte in ihrer strengen Exaktheit zum Vortragenden, der das Beispiel stetiger Pflichterfüllung vorlebte. Fast alle seine Veröffentlichungen sind mit solchen Zeichnungen erläutert. Seine Handschrift blieb sich bis ins hohe Alter immer gleich: zierlich, klar und fein. So war auch seine Gestalt: klein, bescheiden, sorgfältig altväterisch gekleidet. Intrigen lagen seinem Wesen fern. Vertraute spürten seine warme Anteilnahme. Er freute sich an den Erfolgen anderer. Eine ganze Anzahl Professoren der Fakultät waren einst seine Schüler gewesen.

Kurz nach dem 90. Geburtstag brach er den Oberschenkelhals. Zum erstenmal musste er ein Spital aufsuchen. Er konnte bald heimkehren, da die Heilung überraschend gut erfolgte. Das Gehen war ihm fortan erschwert. Die Leistungen der Physik, besonders auf dem Gebiet der von ihm geförderten Hochspannungstechnik, durfte er weiter verfolgen bis zu seiner letzten kurzen Krankheit.

H. Balmer

Arbeiten von Heinrich Greinacher

Liste von ihm selbst, ergänzt von Heinz Balmer

1. Zusammenfassende Darstellungen (Bücher* und Broschüren)

- Einführung in die Theorie der Doppelbrechung, Leipzig (Veit) 1902.
- Radium, Leipzig (Veit) 1907.
- Über die Klassifizierung der neueren Strahlen. Antrittsvorlesung. (Aus: Naturwissenschaftliche Rundschau, Jg. 23.) Braunschweig (Friedrich Vieweg) 1908.
- * Die neueren Strahlen. Radium- (α-β-γ-) Strahlen, Kathoden-, Kanal-, Anoden-, Röntgenstrahlen. In leichtfaßlichen Einzeldarstellungen. Mit 66 Abb. Stuttgart (Ferdinand Enke) 1909.
- * Über Kathoden-, Röntgen-, Anoden- und Kanalstrahlen. Experimentalvorlesungen. Berlin (W. Moeser) 1915.

- * Einführung in die Ionen- und Elektronenlehre der Gase, Bern (Paul Haupt) 1923 (Vorlesungen).
- Ionen und Elektronen. Abhandlungen und Vorträge aus dem Gebiete der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik 9. Leipzig und Berlin (B.G.Teubner) 1924.
- Bausteine der Atome. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1924, 126.Stück. 31 S., 18 Fig.
- Über die Konstitution der Elektrizität, Bern (Paul Haupt) 1925.
- Die Verwertung der freien Elektronen, Bern und Leipzig (Paul Haupt) 1927.
- * Physik in Streifzügen. (Verständliche Wissenschaft, Bd. 40.) Berlin (Springer) 1939. 2., verbesserte Auflage 1943. VIII + 176 S., 64 Abb. Polnisch: Szlakami Fizyki.
- Welt der Atome, Aarau (H.R.Sauerländer) 1940. 2.Auflage 1941, 3.Auflage 1944, 4., erweiterte Auflage 1945.
- Uratome der Materie, Bern (A.Francke) 1946. 47 S., 20 Abb.
- * Ergänzungen zur Experimentalphysik. Einführende exakte Behandlung physikalischer Aufgaben, Fragen und Probleme. Wien (Springer) 1942. 2., vermehrte Auflage 1948, X + 186 S., 82 Abb.
- * Ausgewählte Aufgaben und Probleme aus der Experimentalphysik. Eine Einführung in die exakte Behandlung physikalischer Fragestellungen. Zugleich dritte, vermehrte Auflage der Ergänzungen zur Experimentalphysik. Wien (Springer) 1953. IX + 266 S., 117 Abb.

Handbuchbeiträge: Radioaktivität. In: Taschenbuch für Mathematiker und Physiker 1911. Ebenso in: Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen, 4.Auflage 1912.

Zusammenfassende Berichte über Radioaktivität und Elektronik erschienen früher (1906–1910) in: Naturwissenschaftliche Rundschau, Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Prometheus, Zeitschrift für physikalische Medizin, später in: Umschau, Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift, Schweizerische Technische Zeitschrift. Größere Berichte:

- Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Radioaktivität. (Von Anfang 1906 bis Mitte 1908.) In: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (Glarus) 1908, Bd. I, S. 63–98. Auch: Braunschweig (Friedrich Vieweg) 1908.
- Methoden und Apparate zur Messung kleinster elektrischer Ströme (Elektrische Radiometrie). In: Zeitschrift für Röntgenkunde und Radiumforschung, Jg. 12, 1910, S. 254ff.

2. Experimentelle und theoretische Abhandlungen

Abkürzungen:
(De) = Demonstrationsversuche
(Di) = Didaktische Arbeiten

- Bulletin SEV = Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Zürich
- Helv. Phys. Acta = Helvetica Physica Acta, Basel
- Phys. Zs. = Physikalische Zeitschrift, Leipzig
- Verh. Dt. Phys. Ges. = Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Braunschweig
- Zs. f. Physik = Zeitschrift für Physik, Braunschweig
- Zs. f. phys. u. chem. Unterr. = Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht, Berlin

- Über die Ursache des Voltaeffekts. Nach Versuchen des Hrn. Greinacher mitgeteilt von E. Warburg. In: Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, Bd. XXVI, Berlin 1904, S. 850–855; 1 Fig.
- Über die Ursache des Voltaeffekts. In: Annalen der Physik, 4. Folge, Bd. 16, Leipzig 1905, S. 708–734; 5 Fig. (Auszug aus der Berliner Diss.)
- Karl Herrmann, Ergänzungen zur Arbeit des Herrn Greinacher: «Über die Ursache des Voltaeffektes» (nach gemeinsam mit Herrn Greinacher angestellten Versuchen). In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. VII, Nr. 23, 1905, S. 443–446.
- H. Greinacher und K. Herrmann, Über eine an dünnen Isolatorschichten beobachtete Erscheinung. In: Annalen der Physik, 4. Folge, Bd. 17, Leipzig 1905, S. 922–934; 2 Fig.
- Über eine an dünnen halbleitenden Schichten beobachtete Erscheinung. Daselbst, Bd. 18, 1905, S. 1020–1030; 1 Fig.
- Über die Radioaktivitätsabnahme des Radiotellurs. In: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1905, 10 S.
- W. Marckwald, H. Greinacher und K. Herrmann, Über die Radioaktivitätskonstante des Radiotellurs. In: Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik, Leipzig 1905, Bd. II, Heft 2, S. 136–139; 1 Fig.
- Untersuchungen über die Abklingung der Radioaktivität des Radiotellurs. Daselbst, S. 139–142; 1 Fig.
- Über die durch Radiotellur hervorgerufene Fluoreszenz von Glas, Glimmer und Quarz. In: Phys. Zs., Jg. 7, No. 7, 1905, S. 225–228; 5 Fig.
- Fluoreszenz und Lambertsches Gesetz. Bemerkung zur Arbeit des Herrn R. W. Wood. Daselbst, No. 17, 1906, S. 608f.
- H. Greinacher und M. Kernbaum, Über das gasförmige Umwandlungsprodukt des Poloniums. Daselbst, Jg. 8, No. 10, 1907, S. 339–344; 3 Fig.
- Über die thermische Bestimmung der Radioaktivität gewöhnlicher Substanzen. In: Annalen der Physik, 4. Folge, Bd. 24, Leipzig 1907, S. 79–104; 2 Fig.
- Die Elektronenstrahlungen. In: Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Neue Folge VII, Jena 1907.
- Über die Strahlenverteilung an radioaktiven Körpern. In: Phys. Zs., Jg. 9, No. 12, 1908, S. 385–392. Mit Tafel. 2. Mitteilung in Jg. 10, No. 5, 1909, S. 145–152; 10 Fig.
- Über eine Methode zum direkten Nachweis der Ladung der α-Strahlen. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XI, Nr. 7, 1909, S. 179–184; 3 Fig.
- Influence des rayons α sur la conductibilité électrique des diélectriques solides. In: Le Radium, tome VI, Paris, Juillet 1909, S. 291–296; 3 Fig.
- Über die Erhöhung der Leitfähigkeit flüssiger Dielektrika durch α-Strahlen. In: Phys. Zs., Jg. 10, No. 25, 1909, S. 986–997; 12 Fig.
- Ein Ionisierungsgefäß zur Messung von Radium- und Röntgenstrahlen. Daselbst, Jg. 12, 1911, S. 209–214; 9 Fig.
- (De) Ein neues Radium perpetuum mobile. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XIII, Nr. 10, 1911, S. 398–404; 2 Fig. Vgl. Bulletin SEV, Jg. 3, 1912, S. 221.
- (De) Einige einfache Demonstrationsexperimente aus der neueren Physik. In: Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. XLIII, Heft 8/9, Leipzig und Berlin 1912, S. 414–416; 3 Fig.
- Über die Verwendung des Vibrations-Elektrometers in der Wheatstoneschen Brücke. In: Phys. Zs., Jg. 13, 1912, S. 388f.; 2 Fig. – Über die Verwendung des Vibrationselektrometers. II. Mitteilung: S. 433–435; 1 Fig.
- Über die Bestimmung der Radiumemanation in Quellwässern. Daselbst, S. 435f.; 1 Fig. Siehe auch in: Radium in Biologie und Heilkunde, Bd. 2, 1913, S. 167–172, und: Zeitschrift für Balneologie, Jg. VII, Berlin-Wien 1914/15.
- Über eine Anordnung zur Bestimmung von e/m. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XIV, Nr. 17/18, 1912, S. 856–864; 4 Fig.

- Über die Stromkurve für gleichförmig ionisierte Luft. In: Annalen der Physik, 4. Folge, Bd. 37, Leipzig 1912, S. 561–568; 2 Fig.
- Über das Vibrationselektrometer und dessen Verwendung bei Wechselstrommessungen. In: Archiv für Elektrotechnik, Bd. 1, Heft 11, Berlin 1913, S. 471–476; 5 Fig.
- Über wandernde Lichtbögen (Hörnerblitzableiter) und verwandte Erscheinungen. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XV, Nr. 5, 1913, S. 123–133; 14 Fig. Siehe auch: Bulletin SEV, Jg. 4, 1913, S. 117.
- Über den Einfluß der Glimmentladung auf den lichtelektrischen Effekt. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XV, Nr. 17, 1913, S. 797–808; 1 Fig.
- Über eine Methode zur Bestimmung der Radiumemanation in Quellwässern. In: Radium in Biologie und Heilkunde, Bd. 2, Heft 6, Leipzig 1913, S. 167–172; 1 Fig.
- Über einen direkt zeigenden Ionenmeßapparat (Ionometer). Daselbst, Heft 5, 1913, S. 137–143; 3 Fig. Siehe auch: Zeitschrift für Balneologie, Jg. VIII, Berlin-Wien 1915/16, S. 56–58.
- Das Ionometer und seine Verwendung zur Messung von Radium- und Röntgenstrahlen. In: Phys. Zs., Jg. 15, 1914, S. 410–415; 6 Fig. Siehe auch: Bulletin SEV, Jg. 5, 1914, S. 265; Zentralblatt für Röntgenstrahlen, Radium und verwandte Gebiete, Jg. 5, 1914, S. 223; Münchener medizinische Wochenschrift, Jg. 61, Nr. 32, 11. August 1914, S. 1778f.; 8 Fig. (Das Ionometer und seine Verwendung in der Röntgendosimetrie).
- Neuere Messungen des Radiumemanationsgehalts in Quellen. In: Zeitschrift für Balneologie, Klimatologie und Kurort-Hygiene, Jg. VII, Nr. 2, Berlin-Wien 1914/15, 2 S.
- Über eine neue Glühlampe. In: Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin 1914, Heft 10, 3 S.; 2 Fig.
- Das Vibrationselektrometer und dessen Verwendung bei Wechselstrommessungen. In: Elektrotechnik und Maschinenbau, Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien, 1914, Heft 20, 5 S.; 9 Fig.
- Über einen Gleichrichter zur Erzeugung konstanter Gleichspannung. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XVI, Nr. 7, 1914, S. 320–326; 3 Fig. Siehe auch: Elektrotechnik und Maschinenbau, Heft 23, 1914.
- (De) Serienentladungsröhren. In: Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. XXI, Hamburg 1914/15, S. 48f.; 3 Fig.
- Stoßionisierung und Magnetfeld. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XVII, Nr. 8, 1915, S. 131–151; 9 Fig.
- Ein direkt zeigender Emanationsmesser (Ionometer). In: Zeitschrift für Balneologie, Klimatologie und Kurort-Hygiene, Jg. VIII, Nr. 9/10, Berlin-Wien 1915/16, S. 56–58; 2 Fig.
- Eine neue Hochspannungsbatterie. In: Phys. Zs., Jg. 17, 1916, S. 343–346; 4 Fig. Vgl. Mitteilungen der Physikalischen Gesellschaft Zürich No. 18, 1916, S. 63; Bulletin SEV, Jg. 9, 1918, S. 85.
- Licht und Elektrizität im Selen. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XVIII, Nr. 4, 1916, S. 117–134; 8 Fig. Ebenso in: Elektrotechnik und Maschinenbau, Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien, 1916, Heft 25 und 26, 7 S.; 8 Fig.
- H. Greinacher und C. W. Miller, Anomale Gleichrichterwirkung im Selen. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XVIII, Nr. 10, 1916, S. 283–296; 10 Fig.
- Widerstand und Polarisation der Selenzellen. Daselbst, Jg. XIX, Nr. 7/8, 1917, S. 51–71; 9 Fig.
- (Di) Elementare Ableitung der Wegformel des freien Falles. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 29, Heft 1, 1916, S. 21f.; 1 Fig.
- (Di) Zwei Ableitungen aus der Mechanik (Stoßgesetz und Wurfgesetz). Daselbst, Jg. 30, Heft 3, 1917, S. 130–134; 2 Fig.

- Über Wechselstromversuche an Selenzellen (nach gemeinschaftlich mit Herrn H. A. Krähenbühl ausgeführten Versuchen). In: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (Zürich) 1917, II. Teil, S. 147–149; 1 Fig. Demonstration einer Hochspannungsbatterie. Daselbst, S. 149.
- (De) Aus der Ionenlehre der Gase. Einige Demonstrationsversuche. In: Phys. Zs., Jg. 19, 1918, S. 188–195; 5 Fig. und Tafel IV. – II./III. Mitteilung in Jg. 22, 1921, S. 289–297; 3/3 Fig.
- Zur Ionometerkonstruktion. In: Mitteilungen der Physikalischen Gesellschaft Zürich No. 19, 1919, S. 36–43; 4 Fig.
- Zur Messung der Radiumemanation in Quellwässern. In: Phys. Zs., Jg. 21, No. 10, 1920, S. 270–272.
- Erzeugung einer Gleichspannung vom vielfachen Betrage einer Wechselspannung ohne Transformator. In: Bulletin SEV, Jg. 1920, Heft 3, 8 S.; 6 Fig.
- Über die Bestimmung des Nullpunkts bei der Wage. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 33, Heft 2, 1920, S. 54–57; 1 Fig.
- Sur un effet d'ionisation observé avec de la vapeur d'iode. In: Communications de la Société suisse de physique, Avril 1920, S. 255–258; 1 Fig.
- (Di) Einfache Ableitung der Formel für die Empfindlichkeit einer Wage. In: Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, Jg. 52, 1921, S. 115f.
- Eine neue Ventilröhre. In: Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. XXVIII, Hamburg 1921/22, S. 179f.; 1 Fig.
- Über eine Methode, Wechselstrom mittels elektrischer Ventile und Kondensatoren in hochgespannten Gleichstrom umzuwandeln. In: Zs. f. Physik, Bd. 4, Heft 2, 1921, S. 195–205; 8 Fig. und Tafel. Vgl. Bulletin SEV, Jg. 11, 1920, S. 59–66.
- Muß bei ballistischen Eichspulen auf die magnetische Schirmwirkung Rücksicht genommen werden? In: Zeitschrift für Instrumentenkunde, Jg. 41, Berlin 1921, S. 240f.
- Beitrag zur Theorie der Wage. Daselbst, Jg. 42, 1922, S. 49–51.
- Über das Leuchten der Flammenionen im Luftfunken. In: Phys. Zs., Jg. 23, 1922, S. 65–69. Mit Tafel II.
- Über ein Differential-Ionometer und seine Anwendung zur elektrischen Messung des Staubgehaltes der Luft. In: Bulletin SEV, Jg. 13, Heft 8, 1922, S. 356–365; 3 Fig.
- Eine Methode, die Lichtgeschwindigkeit aus Ionisierungsmessungen zu bestimmen. In: Zs. f. Physik, Bd. 10, Heft 1, 1922, S. 63–68.
- Über die Charakteristik der Elektronenröhren. Daselbst, Bd. 11, Heft 4/5, 1922, S. 239–252; 5 Fig.
- Sur les caractéristiques des tubes d'électrons. In: Communications de la Société suisse de physique, Septembre-Octobre 1922, S. 385–388.
- (De) Ein einfacher Versuch zum Nachweis der Thermionisierung in Glühlampen. In: Zeitschrift für technische Physik, Jg. 4, Nr. 1, Leipzig 1923, S. 9–11; 2 Fig.
- H. Greinacher und H. Hirschi, Aktivitätsmessungen an Gesteinen unter Verwendung der Gitter-Elektronenröhren. In: Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, Bd. III, Heft 1/2, 1923, S. 153–159; 2 Fig.
- Über die Messung von Widerstandsänderungen bei nicht-ohmschen Leitern. In: Zeitschrift für Instrumentenkunde, Jg. 44, Berlin 1924, S. 44–55; 3 Fig.
- Über die akustische Beobachtung und galvanometrische Registrierung von Elementarstrahlen und Einzelionen. In: Zs. f. Physik, Bd. 23, Heft 6, 1924, S. 361–378; 5 Fig.
- Über die Beseitigung der Wechselstromparasiten bei Gleichstrom-Verstärkerröhren. Daselbst, S. 379–387; 3 Fig.
- (De) Die Demonstration des Photoeffektes mit der Glimmlampe. In: Phys. Zs., Jg. 26, 1925, S. 376–379; 1 Fig. – II. Mitteilung: Jg. 27, 1926, S. 402–404.
- Einfache Ableitung des Kirchhoffschen Strahlungsgesetzes. In: Zs. f. phys. u. chem.

Unterr., Jg. 39, Heft 3, 1926, S. 123–125; 2 Fig. Zum Beweise des Poiseuilleschen Gesetzes. Daselbst, S. 125–127; 1 Fig.
- Eine neue Methode zur Messung der Elementarstrahlen. In: Zs. f. Physik, Bd. 36, Heft 5, 1926, S. 364–373; 4 Fig.
- Über die Registrierung von α- und H-Strahlen nach der neuen elektrischen Zählmethode. Daselbst, Bd. 44, Heft 4/5, 1927, S. 319–325; 3 Fig.
- Die Leuchtanregung der Gase durch α-Strahlen. In: Zs. f. Physik, Bd. 47, Heft 5 und 6, 1928, S. 344–356; 4 Fig. Zusammenfassung in: Helv. Phys. Acta, Vol. I, Fasc. 4, 1928, S. 299f.
- Zur Lichtbeugung an weiten Spalten. In: Helv. Phys. Acta, Vol. I, Fasc. 4, 1928, S. 263–272; 5 Fig.
- Schwankungen der Ionisation einzelner α-Teilchen. Daselbst, Fasc. 7 und 8, 1928, S. 534–536; 1 Fig.
- Elektrische Anziehung und elektrostatischer Druck. Ein einfacher Beweis für das Gesetz der ponderomotorischen Kraft. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 42, Heft 2, 1929, S. 67–69; 3 Fig.
- Ein einfacher elektrostatischer Verstärker. Daselbst, Heft 6, 1929, S. 261–264; 3 Fig.
- Über das Verhältnis der Massen von Proton und Elektron. In: Zs. f. Physik, Bd. 60, Heft 5 und 6, 1930, S. 285–291; 1 Fig.
- Über die Grundlagen der elektrischen Maßsysteme, insbesondere über die Dimension der Dielektrizitätskonstanten und der Permeabilität. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 43, Heft 6, 1930, S. 257–261. Vgl. Schweizerische Technische Zeitschrift, Jg. 21, 1924, S. 108.
- Inwieweit können Sonnenstrahlung und interstellare Materie die Bahn der Erde beeinflussen? In: Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. 25, Heft 3/4, Leipzig 1930, S. 327–335; 2 Fig. Leicht verändert in: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Bd. 65, 1929 und 1930, S. 315–322; 2 Fig.
- Ein neues Verfahren zur Registrierung von Schall und Erschütterungen. In: Die Schalltechnik, Jg. 4, 1931, S. 94. Vgl. Schweizerische Technische Zeitschrift, Jg. 1932, Nr. 15, S. 225.
- (Di) Über eine einfache Herleitung des Biot-Savart'schen Gesetzes aus dem Induktionsgesetz. In: Helv. Phys. Acta, Vol. IV, Fasc. 2, 1931, S. 59–67; 4 Fig.
- Ein einfaches Verfahren zur Bestimmung der Brechkraft von Zerstreuungslinsen. Daselbst, Fasc. 6, 1931, S. 428–431; 2 Fig.
- Über die Beziehung zwischen Mikroskop und Fernrohr. Daselbst, 1931, S. 432–436; 2 Fig.
- (De) Ein einfacher Demonstrationsversuch über Wanderung und Raumladung von Luftionen. In: Phys. Zs., Jg. 32, Heft 10, 1931, S. 406–410; 7 Fig.
- Ueber das Verhältnis zwischen dem integralen und dem differentialen Biot-Savartschen Gesetz. In: Bulletin SEV, Jg. XXIII, Nr. 21, 1932, S. 551f.; 2 Fig.
- Optische Registrierung von Schall und Erschütterungen, ein neues Verfahren. In: Schweizerische Technische Zeitschrift, Zürich, 14. April 1932, No. 15, S. 225–229; 8 Fig.
- (De) Neun einfache Demonstrations- bzw. Meßversuche. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 45, Heft 1, 1932, S. 1–5; 7 Fig.
- (De) Einige einfache Demonstrationsversuche aus den verschiedenen Gebieten der Physik. In: Mitteilungen der Naturforschenden Ges. Bern aus dem Jahre 1932, S. V–VII.
- (Di) Lupe, Fernrohr und Mikroskop, eine einfache Darstellung ihrer geometrisch-optischen Beziehungen. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 45, Heft 2, 1932, S. 55–62; 7 Fig.
- Die diatonische Tonleiter als gesetzmäßiges Tonspektrum. In: Helv. Phys. Acta, Vol. VI, Fasc. 5, 1933, S. 305–308; 1 Fig. Vgl. Schweizerische Musikzeitung, Jg. 74, 1934, S. 226; Die Naturwissenschaften, Jg. 21, 1933, S. 824.

- Über einen hydraulischen Zähler für Elementarstrahlen. In: Helv. Phys. Acta, Vol. VII, Fasc. 3, 1934, S. 360–367; 4 Fig.
- Über den hydraulischen Zähler für Elementarstrahlen. (II. Mitteilung.) Messung des elementaren Photo-Effekts an Wasser. Daselbst, Fasc. 5, 1934, S. 514–519; 2 Fig.
- Über einen weiteren hydroelektrischen Zähler für Elementarstrahlen und Photo-Elektronen. (III. Mitteilung.) Daselbst, Vol. VIII, Fasc. 1, 1935, S. 89–96; 4 Fig.
- Neue Zählmethoden für Elementarstrahlen und Photoelektronen (Funkenzähler). In: Zeitschrift für technische Physik, Jg. 16, Nr. 6, Leipzig 1935, S. 165–170; 8 Fig.
- Elektrische Zählmethoden für Korpuskeln und Strahlquanten. In: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern aus dem Jahre 1935, S. IXf.
- Zur Kennzeichnung und Benennung der neuen Zähler für Elementarstrahlen und Photo-Elektronen. Der Funkenzähler. In: Helv. Phys. Acta, Vol. VIII, Fasc. 3, 1935, S. 265f.
- (Di) Spiegel- und Linsengleichung; ihre Ableitung und gegenseitige Beziehung. In: Orpho (Optische Rundschau und Photo-Optiker) Nr. 13 vom 1. Mai 1935, 2 S.; 3 Fig.
- (Di) Die Lupe, ihr Wesen und Verhalten. Daselbst Nr. 5 vom 11. Februar 1936, 2 S.; 1 Fig.
- Der Funkenzähler als Netzanschlußgerät zur Zählung von Korpuskeln und Photonen. In: Helv. Phys. Acta, Vol. IX, Fasc. 7, 1936, S. 590–595; 5 Fig.
- (Di) Kreisbewegung und Impulssatz. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 50, Heft 4, 1937, S. 141–143; 2 Fig.
- Über Gittersteuerung des Spitzen- und Koronastroms. In: Helv. Phys. Acta, Vol. X, Fasc. 4, 1937, S. 271–283; 9 Fig.
- H. Greinacher und W. Klein, Über einen Apparat zur Dauerregistrierung der spezifischen Ionenzahl der Atmosphäre. In: Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. 51, Heft 2/3, Leipzig 1937, S. 298–307; 5 Fig.
- (De) Demonstrationsapparat zur Wellenlehre; Gruppen- und Phasengeschwindigkeit. In: Helv. Phys. Acta, Vol. X, Fasc. 6, 1937, S. 490–494; 3 Fig.
- Über die Wirkungsweise des Funkenzählers: ein Netzanschlußgerät zur Zählung von Strahlquanten und Photoelektronen. In: Zeitschrift für technische Physik, Jg. 19, Nr. 5, Leipzig 1938, S. 132–134; 2 Fig., und Nr. 12, 1938, S. 592–594; 1 Fig.
- Über die Wirkungsweise des Funkenzählers. In: Phys. Zs., Jg. 39, Nr. 23/24, 1938, S. 906–908; 1 Fig.
- Masse und Energie im Schwerefeld. In: Helv. Phys. Acta, Vol. XII, Fasc. 5, 1939, S. 394–396.
- (De) Ein hydraulischer Demonstrationsapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents. Daselbst, Vol. XIII, Fasc. 3, 1940, S. 160–166; 3 Fig.
- (De) Einige einfache Demonstrationsversuche. Daselbst, Vol. XIV, Fasc. 7, 1941, S. 552–558; 5 Fig.
- Über den Spannungsaufbau im Kaskaden-Generator. Daselbst, Vol. XV, Fasc. 6, 1942, S. 518–522; 4 Fig.
- Der Kaskadengenerator als stabilisierte Spannungsquelle. Daselbst, Vol. XVI, Fasc. 3, 1943, S. 265–276; 9 Fig. Vgl. Vorläufiger Bericht (Daselbst, 1943, S. 221).
- (Di) Anwendung des Impulssatzes auf Kreis- und Wurfbewegung. In: Phys. Zs., Jg. 45, Nr. 3/4, 1944, S. 83–86; 2 Fig.
- Über reversible Kreisprozesse mit maximalem thermischem Wirkungsgrad. In: Helv. Phys. Acta, Vol. XVII, Fasc. 2, 1944, S. 133–138; 3 Fig.
- Ein neuer Feuchtigkeitsmesser: das Diffusionshygrometer. Daselbst, Fasc. 6, 1944, S. 437–454; 7 Fig.
- Über das Auflösungsvermögen von Mikroskop und Fernrohr. Daselbst, Vol. XX, Fasc. 1, 1947, S. 27–32; 3 Fig.

- (De) Vereinfachter Funkenzähler. Daselbst, Fasc. 2, 1947, S. 222–224; 3 Fig.
- Ein neuer Feuchtigkeitsmesser: Das Diffusionshygrometer. In: Schweizerische Technische Zeitschrift, Zürich 1947, No. 13, S. 189–192; 4 Fig.
- Das Diffusionshygrometer. In: Schweizer Bauzeitung, Bd. 127, Nr. 5 vom 2. Februar 1946, 1 S.; 3 Fig.
- Über eine Methode zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten von Flüssigkeiten. In: Helv. Phys. Acta, Vol. XXI, Fasc. 3 und 4, 1948, S. 261–272; 5 Fig.
- Über ein neues statisches Voltmeter. Daselbst, 1948, S. 273–277; 3 Fig. Vgl. Bulletin SEV, Bd. 40, 1949, S. 816f. Knapper Bericht in: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (St. Gallen) 1948, S. 107.
- Über ein neues statisches Voltmeter. In: Bulletin SEV, Bd. 40, Nr. 21, 1949, S. 816f.; 4 Fig.
- Das Diffusionshygrometer. In: Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik, Jg. 15, No. 11, November 1949, S. 353–355; 3 Fig. Vgl. Chimia 7, 1953, S. 11–16.
- Kreiselpräzession und Kurvenfahren. In: Schweizerische Technische Zeitschrift, Jg. 50, Nr. 18, Bern, 30. April 1953, S. 277–282; 9 Fig. Dazu Berichtigung in Nr. 21, 21. Mai 1953.
- Stabilität beim Kurvenfahren. Daselbst Nr. 24, 11. Juni 1953, S. 387–389; 3 Fig.
- Energie und Temperatur der Wärmestrahlung. Daselbst, S. 609–613; 3 Fig.
- Das Diffusionshygrometer, ein neuer Feuchtigkeitsmesser. In: Chimia, Bd. 7, Aarau 1953, S. 11–16; 6 Fig.
- Die Diffusion der Gase und ihre Anwendung. In: Technische Rundschau, Jg. 45, Nr. 23, Bern, 5. Juni 1953, S. 1f.; 11 Fig. Dazu Nachtrag in Nr. 28, 10. Juli 1953.
- Über ein linear anzeigendes statisches Voltmeter. In: Bulletin SEV, Bd. 44, Nr. 26, 1953, S. 1081–1083; 3 Fig.
- Zur Geschichte der Gleichrichterschaltungen. In: Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik, Jg. 19, Heft 6, Solothurn 1953, S. 174–177; 4 Fig.
- Was zeigt ein Thermometer an? In: Der Bund, Nr. 318, Bern, 12. Juli 1953, 1 S.
- Diffusionshygrometer mit direkter Ablesung. In: Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik, Jg. 20, Heft 6, Solothurn 1954, S. 198f,; 3 Fig.
- Die Entwicklung der Korpuskelzähler. In: Endeavour, Bd. XIII, Nr. 52, London, Oktober 1954, S. 190–198; 12 Fig. Englisch: The evolution of particle counters.
- Der Schall und seine Bewertung. In: Technische Rundschau, Jg. 47, Nr. 34, Bern, 12. August 1955, S. 1–3; 5 Fig.
- Spannung und Druck in rotierenden Massen. In: Schweizerische Technische Zeitschrift, Jg. 52, Nr. 43, Bern 1955, S. 782–787; 6 Fig. (Bilder 3 und 6 vertauscht.)
- Das Diffusions-Hygrometer. In: «Hauszeitung» Rüeger, Nr. 1, 1 S.; 2 Fig.
- Über den Druck in Ultrazentrifugen. In: Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik, Vol. VII, Fasc. 2, Basel 1956, S. 152–156; 3 Fig.
- Über das Gewicht bewegter Körper. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, Bd. X, Heft 3, Bonn und Frankfurt/M. 1957/58, S. 104–110; 7 Fig.
- Über Linsensysteme, dargestellt durch eine Spiegellupe. In: Praxis der Physik und Chemie, Jg. 6, 1957, S. 240–243; 4 Fig.
- Zur Physik der Schwere. In: Neue Zürcher Zeitung, Nr. 3765 vom 18. Dezember 1957, Blatt 10, 1 S.
- Zur Frage des Ersatzes psychrometrischer Tafeln durch Rechenschieber. In: Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie A: Meteorologie und Geophysik, Bd. 10, Heft 4, Wien 1958, S. 350–354.
- Über das Fließen in kapillaren Räumen. In: Zeitschrift für Physikalische Chemie, Neue Folge, Bd. 19, Heft 1/2, Frankfurt am Main 1959, S. 101–117; 7 Fig.
- (Di) Einfacher Nachweis der hohen Dielektrizitätskonstante des Wassers. In: Der

mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, Bd. XI, Heft 7, Bonn und Frankfurt/M. 1958/59, S. 317f.; 3 Fig.
- (Di) Elementare Berechnung der Figur der Erde. Daselbst, Bd. XIII, Heft 2, 1960/61, S. 59f.; 1 Fig.

3. Arbeiten von Schülern

a) Dissertationen (die ersten vier aus Zürich, die andern aus Bern)

- Alexander Trapesnikow, Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf flüssige Dielektrika. In: Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jg. 57, 1912, S. 227–281; 26 Fig.
- Arnold Liebert, Über die Ionisierungsstromkurven der α-Strahlen. Daselbst, Jg. 59, 1914, S. 117–144; 18 Fig.
- Jetty Kohn, Über den Einfluß des Magnetfeldes auf die Stoßionisierung. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XXI, 1919, S. 390ff.
- Arthur Krähenbühl, Gleichstrom und Wechselstrom im Selen. Diss. Zürich 1921.
- Edouard Ramelet, Über die neue, rein elektronische Verstärkung verwendende Zählmethode für Korpuskularstrahlen. In: Annalen der Physik, 4. Folge, Bd. 86, Leipzig 1928, S. 871–913; 18 Fig. und Tafeln XXI–XXV.
- Rudolf Stuber, Über die Wirkungsweise des Funkenzählers. In: Helv. Phys. Acta, Vol. XII, Fasc. 2, 1939, S. 109–146; 25 Fig.
- Pierre Jeanguenin, Mesure de l'effet photoélectrique des liquides à l'aide du compteur à étincelles. Daselbst, Vol. XVII, Fasc. 5, 1944, S. 319–345; 20 Fig.
- Paul Frey, Beiträge zur Wirkungsweise des Funkenzählers. Daselbst, Vol. XIX, Fasc. 2, 1946, S. 41–76; 24 Fig.
- Theodor Gerber, Über den Spannungsaufbau im Kaskadengenerator und in ähnlichen Spannungsvervielfachern. In: Bulletin SEV, Jg. 38, 1947, S. 700ff.
- Albrecht Rytz, Zur Kenntnis des Funkenzählers. In: Helv. Phys. Acta, Vol. XXII, Fasc. 1, 1949, S. 3–34; 16 Fig.

b) Weitere veröffentlichte Arbeiten

- Eduard Wertheimer, Messung der Stromkurve in Luft bei Ionisierung durch β- und γ-Strahlen. In: Phys. Zs., Jg. 14, No. 15, 1913, S. 711–717; 11 Fig. und Tafel XXVII. – Über den Einfluß der Glimmentladung auf den Volta-Effekt. In: Verh. Dt. Phys. Ges., Jg. XV, 1913, S. 1333. – Untersuchung des lichtelektrischen Effektes der Metalle bei Anwendung von Glimmentladungen. Daselbst, Jg. XVII, 1915, S. 289.
- Hans König, Über den Thermionenstrom in dichten Gasen bei zylindrischer Elektrodenanordnung. In: Helv. Phys. Acta, Vol. I, Fasc. 4, 1928, S. 277–286; 8 Fig.
- Paul Liechti, Eine neue Hochfrequenzmethode zur Registrierung von Bodenerschütterungen. In: Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. 23, Leipzig 1929, S. 213.
- Fritz Moning, Elementare Ableitung der adiabatischen Zustandsgleichung auf Grund der kinetischen Gastheorie. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 44, 1931, S. 130.
- Rudolf Wyß, Über eine optische Methode zur Messung stehender Ultraschallwellen in Flüssigkeiten. In: Helv. Phys. Acta, Vol. VII, Fasc. 4, 1934, S. 406–412; 3 Fig. – Beiträge zur Methodik der Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten mittels stehender Wellen. Daselbst, Vol. X, Fasc. 3, 1937, S. 237–252; 9 Fig.
- Ladislaus Ürményi, Über die Streuung der Ionisation einzelner α-Teilchen. In: Helv. Phys. Acta, Vol. X, Fasc. 4, 1937, S. 285–310; 14 Fig.
- Theodor Hügi, Vereinfachung des Fresnelschen Interferenzversuchs durch Verwendung eines Umkehr-(90°-)Prismas. In: Zs. f. phys. u. chem. Unterr., Jg. 50, 1937, S. 245.

- Martin Jaggi, Untersuchung des Aufladevorganges im Kaskadengenerator. In: Helv. Phys. Acta, Vol. XV, Fasc. 4, 1942, S. 339–341; 2 Fig. – Untersuchung des Aufladevorgangs im Kaskadengenerator zur Erzeugung hochgespannten Gleichstroms aus Wechselstrom. In: Bulletin SEV, Bd. 34, 1943, S. 386.

4. Patente

- Ionenmeßapparat. Deutsches Reichspatent Nr. 269436 vom 22. Mai 1912.
- Fadenelektrometer zur Feststellung elektrischer Spannungsschwankungen. Deutsches Gebrauchsmuster Nr. 523870 vom 21. September 1912.
- Hochspannungsglühlampe. Schweizer Patent Nr. 65232 vom 5. August 1913 und englisches Patent Nr. 18149 vom 31. Juli 1914.
- Gleichspannungsformer. Deutsches Gebrauchsmuster Nr. 619416 vom 17. April 1914.
- Verfahren zum Nachweis und zur Messung von Wechselströmen und anderen Strömen periodischen Charakters. Deutsches Reichspatent Nr. 298240 vom 23. Januar 1916.
- Schaltungsanordnung (Hochspannungsanlage) zur Erzeugung von hochgespanntem Gleichstrom aus Wechselstrom unter Verwendung von elektrolytischen Ventilzellen und Kondensatoren in Brückenschaltung. Schweizer Patent Nr. 80289 vom 2. Oktober 1917 und Deutsches Reichspatent Nr. 316106 vom 24. November 1917.
- Hochspannungskondensatorenbatterie. Schweizer Patent Nr. 89465 vom 29. Januar 1918 und Deutsches Reichspatent Nr. 336455 vom 13. Juni 1918.
- Vorrichtung zur Entnahme regelbaren konstanten Gleichstromes aus einem Wechselstromnetz, besonders für elektromedizinische Zwecke. Deutsches Reichspatent Nr. 327262 vom 1. August 1918.
- Heinrich Greinacher und Carl W. Miller, Methods and arrangements of apparatus for the detection and measurement of alternating currents and other currents of periodic nature. Amerikanisches Patent Nr. 1287970 vom 17. Dezember 1918.
- Verfahren zur Erzeugung einer Gleichspannung aus einer oszillierenden Spannung in einem beliebigen vielfachen Betrag derselben unter Verwendung mehrerer Grundgruppen, bestehend aus zwei Kondensatoren und zwei in Reihe geschalteten Ventilen. Schweizer Patent Nr. 93107 (Klasse 112) vom 24. Januar 1920 und Deutsches Reichspatent Nr. 422230 (Klasse 21g, Gruppe 11) vom 27. März 1920.
- Verfahren zum Messen des Staubgehaltes der Luft und Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens. Deutsches Reichspatent vom 1. Mai 1922.
- Elektrolytische Ventilzelle. Schweizer Patent Nr. 81050 vom 2. Oktober 1932.
- Gerät zur Zählung von Korpuskeln und Photonen durch Funkenauslösung. Schweizer Patent Nr. 187741 vom 25. März 1936.
- Elektrisches Verfahren zur Messung des Staub- und Rauchgehaltes von Gasen. Schweizer Patent Nr. 195697 vom 5. März 1937.
- Apparat zur Messung der Feuchtigkeit von Gasen. Schweizer Patent Nr. 252382 vom 21. Oktober 1944 und englisches Patent Nr. 612716 vom 17. Oktober 1945.
- Verfahren und Apparat zur Messung elektrischer Gleich- und Wechselspannungen (statisches Voltmeter). Schweizer Patent Nr. 265241 vom 1. Juni 1948.
- Hörnerblitzapparat. Schweizer Patent G 73607.

5. Gelegenheitsschriften

- Die Brücke mit dem hundertfachen Echo. In: Solothurner Tagblatt, 3. Oktober 1928, Blatt 1.
- Autorail. In: Neue Zürcher Zeitung, Nr. 1590, 9. September 1938, Blatt 4.
- Karl Paul Täuber (1867–1948). Nachruf mit Bildnis in: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (St. Gallen) 1948, S. 377–379.

- Prof. Dr. Paul Gruner 80jährig. In: Der Bund, Nr. 20, Bern, 13. Januar 1949.
- Zum Gedenken an Prof. Dr. Paul Gruner, Bern. Daselbst, Nr. 585, 15. Dezember 1957, S. 9.
- Besprechungen: Static Electrification. In: Bulletin SEV, Bd. 45, Nr. 6, 1954, S. 191. – Grimsehls Lehrbuch der Physik, Bd. 1 und Bd. 2. Daselbst, Nr. 24, S. 1057.
- Der Meter? In: Neue Zürcher Zeitung, Nr. 2184, 8. September 1954. Nachtrag in Nr. 2315 vom 22. September 1954.
- Atom- und Wasserstoffbombe. In: Aargauer Tagblatt, Nr. 247, Aarau, 21. Oktober 1955, 1 S.
- Sprichwörtlich gewordene Psalmworte. In: Der Säemann, Jg. 71, Nr. 11, Bern, November 1955, 1 S.
- Das Geheimnis der Materie. Daselbst, Jg. 73, Nr. 1, Januar 1957, S. 5f.
- Energie und Materie. Daselbst, Nr. 9, September 1957, S. 83f.
- Entwicklung und Bedeutung der Physik. In: Berner Schulblatt, Nr. 37/38, 21. Dezember 1957, S. 678. Französisch: Développement et importance de la physique, S. 690.

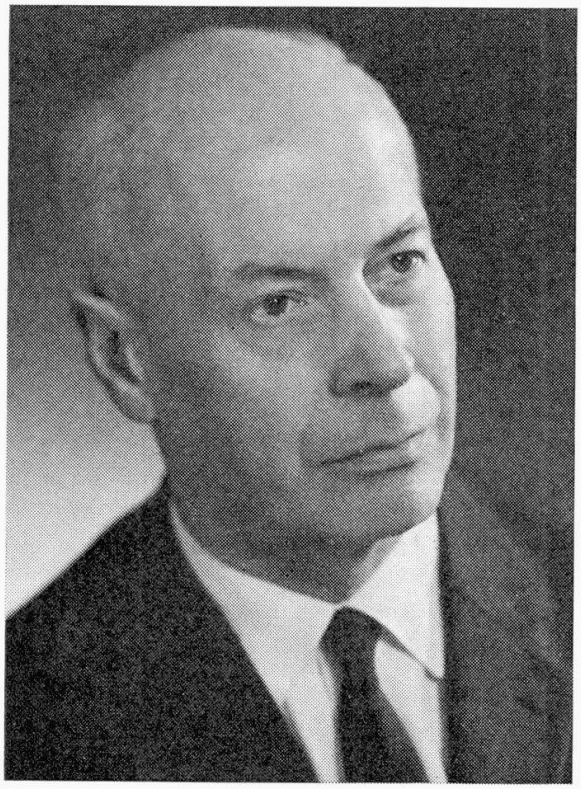
6. Kompositionen

Sieben Lieder, gedichtet und vertont von Heinrich Greinacher, sind erschienen im Monatsblatt der bernisch-reformierten Landeskirche «Der Säemann», Bern:
- Bettagslied. Jg. 72, Nr. 9, September 1956.
- Ebenso. Jg. 74, Nr. 9, September 1958.
- Lob und Preis, Jg. 75, Nr. 8, August 1959.
- Morgenweihe. Jg. 76, Nr. 1, Januar 1960, S. 7.
- Mit Gott. Jg. 76, Nr. 7, Juli 1960, S. 69.
- Neujahrs-Bitte und Dank. Jg. 77, Nr. 1, Januar 1961, S. 9.
- O du liebe Seele du. Jg. 77, Nr. 5, Mai 1961, S. 49.

Vervielfältigtes großformatiges Heft: Hage, Frohe Weisen für Klavier, 10 S.

7. Über Heinrich Greinacher

- Prof. Dr. Heinrich Greinacher 60jährig. In: Der Bund, Nr. 251, Bern, 31. Mai 1940, S. 4.
- Zum Rücktritt Prof. Greinachers. In: Berner Student, Jg. 20, Heft 4, Februar 1952, S. 115–117 (von Heinz Balmer).
- Prof. Dr. Heinrich Greinacher. Zum 80. Geburtstag. 31. Mai 1960. In: Der Bund, Bern. Kürzere Fassungen in: Emmenthaler Blatt, Langnau, Nr. 125, S. 4. St. Galler Tagblatt, Nr. 252, S. 27. Neue Zürcher Zeitung (Ein Jubilar).
- Heinrich Greinacher zum 90. Geburtstag am 31. Mai 1970. In: Physikalische Blätter, Jg. 26, Heft 5, Mai 1970, S. 220f. – Heinrich Greinacher zum Abschied. Daselbst, Jg. 30, Heft 10, Oktober 1974, S. 463–465.
- Armin Hermann, Lexikon Geschichte der Physik A–Z, Köln 1972 (Artikel Greinacher, S. 132).
- Heinrich Greinacher zum Gedenken. In: Der Bund, Nr. 94, Bern, 24. April 1974, S. 15 (Nachruf von Prof. Dr. Hans Oeschger).
- Professor Heinrich Greinacher: ein Erfindergeist. In: Berner Tagblatt, 23. April 1974, S. 7 (von Hans Oeschger).
- Zum Gedenken an Prof. Dr. H. Greinacher. In: Bernerspiegel (Beilage zur Berner Zeitung, Langnau, und zu den Tages-Nachrichten, Münsingen), 2. Mai 1974. Kürzer in: St. Galler Tagblatt, 30. April 1974, Nr. 99, S. 26, und in: Neue Zürcher Zeitung, 2. Mai 1974, Nr. 200, S. 35.
- Übersicht über Publikationen in Kürschners Deutschem Gelehrten-Kalender 1970.



Max Gschwind

1904–1973

Max Gschwind wurde am 30. September 1904 in Balsthal SO als Sohn des bekannten Lehrers Emil Gschwind geboren. Die sorgfältige und vielseitige Erziehung im Elternhause und das Aufwachsen inmitten der eindrücklichen Juralandschaft prägten den Jugendlichen schon sehr früh. Zeitlebens hing Max Gschwind mit grosser Liebe und Anhänglichkeit an seiner Heimat.

Nach Absolvierung der Primar- und Bezirksschule in Balsthal holte er sich von 1919–1923 an der Realabteilung der Kantonsschule Solothurn das geistige Rüstzeug für die Weiterbildung. Von 1923–1927 folgte das Studium an der Abteilung für Fachlehrer in Naturwissenschaften an der ETH in Zürich mit den Hauptfächern Geologie und Mineralogie, das mit dem Diplom seinen Abschluss fand. 1929 erschien die Dissertation «Untersuchungen über die Gesteinsverwitterung in der Schweiz». Von 1927–1930 war Max Gschwind Assistent am Mineralogischen Institut der ETH unter Prof. Dr. P. Niggli, und von 1930–1934 führte er als Assistent der Geotechnischen Kommission die Aufnahme der Ausbeutungsstellen von Rohstoffen in der Schweiz durch, welche die Grundlage für die Geotechnische Karte der Schweiz bildete. 1934 erschien das Buch: «F. de Quervain und M. Gschwind, Die nutzbaren Gesteine der Schweiz».

Nach dieser Zeit intensivster wissenschaftlicher Arbeit folgte Dr. Gschwind 1934 einem Ruf als Lehrer für Naturwissenschaften an das Landerziehungsheim Glarisegg. Er warf sich mit Hingabe auf diese neue Tätigkeit, und das Interesse an der erzieherischen Beeinflussung der Jugend sollte ihn bis zu seinem Tode nicht mehr verlassen. In den Kriegs-

jahren 1939–45 diente er seiner Heimat als Militärgeologe, wobei er die Trinkwasserversorgung für die Truppe in einzelnen Landesteilen abklärte.

1945 wurde Dr. Max Gschwind die Leitung des Hochalpinen Töchterinstitutes Ftan übertragen, eine in der Nachkriegszeit nicht leichte Aufgabe. Bis 1971 leitete er in der Folge diese Internatsschule und verhalf ihr zu internationalem Ruf.

Dr. Max Gschwind war eine ausgeprägte, starke Persönlichkeit, ein hingebungsvoller Wissenschafter, ein feinsinniger Pädagoge und verantwortungsbewusster Schulleiter. Seine Erfolge beruhten auf einer glücklichen Verbindung von hohen geistigen Gaben und Charaktereigenschaften wie auf einem vorbildlichen Verhältnis zum Lehrkörper und den Schülerinnen. Über das geistige Rüstzeug hinaus besass er die grossartigste aller Lehrgaben, nämlich die Pädagogik des eigenen Beispiels. Das Ziel, das ihm vorschwebte, nämlich die Erziehung zur Gesamtpersönlichkeit, hat sich in erfreulichster Weise erfüllt. Skeptisch und vorsichtig gegenüber unerprobten Neuerungen und pädagogischen Modeströmungen, war er doch stets für einen gesunden Fortschritt. Seine Kunst, die Menschen anzuregen, zu fördern und zu erziehen verband sich mit Güte und feiner Menschenkenntnis. Er war sich bewusst, dass Schulweisheit allein nicht den Ausschlag gebe, sondern dass der Erziehung des Charakters die höchste Beachtung zu schenken sei.

Als Zeichen der Verbundenheit mit der ihm lieb gewordenen zweiten Heimat im Engadin und als Anerkennung seiner grossen Verdienste um den Auf- und Ausbau der Schule verlieh die Gemeinde Ftan ihm und seiner Frau das Ehrenbürgerrecht.

Neben seiner vorbildlichen beruflichen Tätigkeit waren es vor allem Institutionen von Schule und Wissenschaft, welche Dr. Max Gschwind beanspruchten. So war er langjähriger Präsident der Schweizerischen Privatschulen und Erziehungsinstitute sowie Präsident der Arbeitsgemeinschaft Deutschschweizerischer Institutsleiter. 1962 leitete er als Jahrespräsident der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft die Jahresversammlung in Schuls und Ftan.

Nach seinem Rücktritt als Schulleiter kehrte Dr. Max Gschwind in seinen Heimatkanton Solothurn zurück und stellte ihm in verschiedenen Aufgaben seine grosse Erfahrung zur Verfügung.

Auf einer Wanderung in seinen geliebten Jurabergen zu einer Tagung von Schulinspektoren ist Dr. Max Gschwind unerwartet von dieser Welt abberufen worden.

PUBLIKATIONEN

Gschwind, M., Verwitterung an schweizerischen Sedimenten, Schweiz. Min. Petr. Mitteilungen, 1929.
- zusammen mit Niggli, P., Untersuchungen über die Gesteinsverwitterung in der Schweiz, Geotechn. Serie, XVII. Lieferung, 1931.
- zusammen mit Brandenberger, E., Über zwei neue Zeolithvorkommen im Tessin, Schweiz. Min. Petr. Mitteilungen, 1932.
- Geotechnische Untersuchungen von bodenkundlichem Interesse, Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte, 1933.

- zusammen mit de Quervain, F., Die nutzbaren Gesteine der Schweiz (Verlag Hans Huber, Bern 1934).
- Geologischer Überblick über das mittlere und untere Donaugebiet, Donau Rundschau, Nr. 9, 1935.
- Eine Fahrt an den Unterlauf der Donau, Solothurner Zeitung, 28. Okt./24. Nov. 1935.
- Die Landschaft im Unterlauf der Donau, Volkshochschule, H. 3, 1936.
- Der naturkundliche Unterricht in Glarisegg, Glarisegger Zeitung, 1936.
- Untersuchungen über die Verwitterung von Sedimentgesteinen in der Schweiz, Jubiläumsschrift Gregore Antipa, 1938, Rumänien.
- Gesteinsverwitterung und Bodenbildung von Sedimentgesteinen unter spezieller Berücksichtigung schweizerischer Verhältnisse, Geologische Rundschau, 1938.
- zusammen mit Niggli, P., de Quervain, F., Winterhalter, R. H., Die Geotechnische Karte der Schweiz 1: 200000, 4 Blätter, 1934—1939.
- Zweck u. Darstellung der Geotechn. Karte der Schweiz, Schweizer Geograph, 1939.
- Nutzbare mineralische Rohstoffe der Schweiz, Volkshochschule, 1941.
- Bodenschätze und Boden, Karte der Bodenschätze, Verhandlungen der Schweiz. Natf. Gesellschaft, Basel, 1941.
- à Porta Andrea Rosius, Lexikon der Pädagogik, Bd. III (Verlag Francke, 1952).
- Freizeitgestaltung in der Internatsschule, Neue Zürcher Zeitung, Nr. 446, 1953.
- Weg und Ziel der Mädchenerziehung (Engadin Press AG, Samedan 1956).
- Schule und Völkerverständigung, Schweiz. Erziehungs-Rundschau, Aug. 1956.
- Das Mädcheninternat, Schweiz. Erziehungs-Rundschau, Jubiläumsnummer, 1959.
- Das junge Mädchen im Internatsleben, Bündner Schulblatt, H. 4, 1960/61.
- Dr. Alfred Wartenweiler (Nachruf), Schweiz. Erziehungs-Rundschau, Febr. 1962.
- Private Bildungsstätten im Unterengadin, Terra Grischuna, Bündnerland, Vom Umbrail zum Muttler, Aug. 1962, Nr. 4, 21. Jahrgang 1962.
- Gottfried Ludwig Theobald, Eröffnungsansprache des Jahrespräsidenten der SNG, 142. Jahresversammlung der Schweiz. Natf. Gesellschaft in Schuls-Tarasp-Vulpera, 7.–9. Sept. 1962, Der Freie Rätier, 15. und 18. Sept. 1962.
- Zur Geschichte des Töchterinstituts Ftan, Jubiläumsheft 1913–1963, Schulj. 1962/63.
- Schulische und erzieherische Möglichkeiten in Ftan, Jubiläumsheft 1913–1963, Schuljahr 1962/63.
- Ansprache von Herrn Dr. M. Gschwind an der Pädagogischen Tagung des Zentralverbandes der Schweiz. Erziehungsinstitute und Privatschulen an der Expo in Lausanne, Schweiz. Erziehungs-Rundschau, 1964.
- Hochalpines Töchterinstitut Ftan, Bündnerwald, Organ des Bündner Forstvereins und der Selva, Mai 1966.
- Das Hochalpine Töchterinstitut Ftan, Terra Grischuna, Aug. 1966, Thema: Berge und Menschen mit Abschnitten, Bewährte Bündner Privatschulen, an der Generalversammlung der Schweiz. Erziehungsinstitute und Privatschulen.
- Eröffnungsansprache des Zentralpräsidenten M. Gschwind an der Pädagogischen Tagung des Zentralverbandes Schweiz. Erziehungsinstitute und Privatschulen, 2. und 3. Sept. 1966 in Scuol, Schweiz. Erziehungs-Rundschau, Nov. und Dez. 1966.
- Bericht über die Tätigkeit des Zentralverbandes während der Amtsdauer 1964/66 (Herbst 1966), Zentralverband Schweiz. Erziehungsinstitute und Privatschulen (mit Bericht über Arbeitsgemeinschaft deutschschweiz. Institutsleiter).
- Willy Overhage (Nachruf), Schweiz. Erziehungs-Rundschau, März 1968.
- Gottfried Ludwig Theobald, Festschrift Graubündner Kantonalbank 1970.
- Jahresberichte des Hochalpinen Töchterinstituts Ftan mit Beiträgen von Lehrern und Schülerinnen, 1946–1971.
- Internatserziehung und ihre Möglichkeiten, Erfahrungen eines Internatsleiters, Neue Zürcher Zeitung, 9. Sept. 1971.

Albert Jung

1901–1972

Nachruf – verfasst von A. Böni – erschienen in der Zeitschrift für angewandte Bäder- und Klimaheilkunde 20, 1973, Nr. 1/2.

Werner Kuhn

1918–1973

Nachruf – verfasst von E. Schwabe – veröffentlicht in Geographica Helvetica 3, 1973.



Hans Mollet

1892–1972

Am 15. November 1972 ist Dr. Hans Mollet, Bezirkslehrer in Olten, im 81. Lebensjahr zur ewigen Ruhe eingegangen. Mit seinem Heimgang hat sich ein reicherfülltes Leben vollendet. Der Verstorbene war eine markante Lehrergestalt, ein tüchtiger Offizier, ein begeisterter Sänger und während Jahrzehnten ein treues Mitglied der Schweizerischen astronomischen und der naturforschenden Gesellschaft. Seine Wiege stand im solothurnischen Bucheggberg. Von 1907 bis 1911 besuchte er das Lehrerseminar in Solothurn, und während fünf Jahren betreute der junge Lehrer eine Unterschule. Seinem Wissensdrang folgend, bezog er 1916 die Universität Bern, um Mathematik und Naturwissenschaft zu studieren. 1918 erwarb er sich das bernische Sekundarlehrer- und das solothurnische Bezirkslehrerpatent. Darauf folgten weitere Studien in Göttingen und Berlin, wo er sich der Mathematik und der Astronomie widmete und wo er Schüler der Professoren und späteren Nobelpreisträger Albert Einstein und Max Planck war. Nach Bern zurückgekehrt, erwarb er sich das Gymnasiallehrerpatent und doktorierte 1925 bei Professor Mauderli in mathematischer Astronomie. Diese Wissenschaft hatte es ihm besonders angetan. Das grösste Erlebnis seines Lebens war die Sonnenfinsternis-Expedition nach Sumatra und Java 1925/26, von der er immer wieder gerne erzählte oder Bilder zeigte. Auch bei späteren Reisen, die aus Anlass von Sonnenfinsternissen von der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft veranstaltet wurden, war er ein begeisterter Teilnehmer. Sie führten nach Italien und Griechenland sowie zweimal in den Norden.

Von 1927 bis 1958 wirkte der Verstorbene als Lehrer an der Bezirksschule Olten, wo er die mathematischen Fächer lehrte. Er schuf – zusammen mit seinem Kollegen Franz Müller in Biberist – ein neues Lehrmittel für den Mathematikunterricht, welches den Schülern Gelegenheit zu selbständigem Arbeiten gab und das während Jahrzehnten in praktisch allen Schulen der Schweiz Anwendung fand und immer noch findet.

Neben seiner Schularbeit war er jahrelang Schulinspektor. Ausserdem stellte er seine Fähigkeit auch für andere Ämter zur Verfügung. In seiner militärischen Laufbahn erreichte er den Rang eines Obersten in der Funktion des Platzkommandanten von Olten. Ein besonderes Anliegen war ihm der Gesang. Schon als Kantonsschüler sang er bei der ARION, während seiner Studienzeit bei den Berner Singstudenten, und in Olten wirkte er als Sänger und langjähriger Präsident des Gesangvereins.

Alle, die Dr. Hans Mollet gekannt haben, sahen in ihm eine willensstarke Persönlichkeit und schätzten seine Unbestechlichkeit, aber auch seinen Humor, seine Freude an Geselligkeit und frohem Feiern. Ehre seinem Andenken und Dank für sein pflichterfülltes und arbeitsreiches Leben.

Rösli Mollet-Marx

Charles Rouiller

1922–1973

Voir «Hommage au recteur Charles Rouiller», édité par le Service de presse et d'information de l'Université de Genève, ainsi que «Uni information» 33, juin/juillet 1973 (bulletin préparé et rédigé dans le cadre du même Service de presse et d'information).

Andreas Werthemann

1897–1974

Nachruf – verfasst von G.A. Wanner – veröffentlicht in den Basler Nachrichten Nr. 198 vom 26. August 1974.

Weitere verstorbene Mitglieder

Autres membres décédés

Altri soci defunti

Nekrologe nicht eingetroffen von:

Baltzer, Fritz (1973)
Baume, Georges
Debrunner, Hans
Demole, Victor
Frey, Eduard
Hess, Walter R.
Jauch, Josef
Joyet, Gustave
Michaud-Elskes, Marthe
Miescher, Karl
de Montmollin, Guillaume
Nolfi, Padrot (1973)
Novel, Emil
Piotrowski, Georges
Rehsteiner, Victor
Reiff, Jacob
Reinhard, Max
Richter, Robert
Ris, Walter (1973)
Rutsch, Rolf
Saxer, Walter
Walker, Otto (1973)
Wettstein, Albert
Zolliker, Adolf

(vgl. auch Seite 320, Verhandlungen SNG, 1973)