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: 152 (1972)

Rubrik: Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen

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: 02.05.2026

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

Leere Seite
Blank page
Page vide

1. Sektion für Anthropologie und Ethnologie

Schweizerische Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie
Société Suisse d'Anthropologie et d'Ethnologie

Präsident: Prof. P. MOESCHLER, Institut d'Anthropologie,
12, rue G.-Revilliod, 1227 Acacias-Genève
Sekretär: M^me^ M. BAKONYI, 12, rue G.-Revilliod, 1227 Acacias-Genève

Samedi 14 octobre

Séance scientifique / Wissenschaftliche Sitzung

1. W. SCHEFFRAHN (Zürich): *Die Hautleistenmerkmale einer schweizerischen Population*

Mit einer Studie über die Asymmetrien haben wir unsere Arbeiten über die Hautleistenmerkmale der schweizerischen Bevölkerungen eingeleitet (cf. SCHEFFRAHN, 1971). Inzwischen wurden die Untersuchungen weitergeführt, so dass nunmehr über die Häufigkeiten der einzelnen Muster in einer schweizerischen Population berichtet werden kann.

Die Häufigkeiten der Hautleistenmerkmale sind zwar zumindest teilweise von vielen europäischen Bevölkerungen bekannt, bis anhin jedoch fehlen entsprechende Untersuchungen zu diesem wichtigen Merkmalssystem für die verschiedenen Populationen der Schweiz. Es schien uns daher angezeigt, die Häufigkeitswerte der Merkmale des Hautleistensystems auch für die schweizerischen Bevölkerungen zur Verfügung zu stellen; denn in der klinischen Forschung, im Ähnlichkeitsvergleich bei anthropologisch-erbbiologischen Untersuchungen oder im Bevölkerungsvergleich wird aus Vergleichsgründen mehr und mehr nach den schweizerischen Normalwerten gefragt.

Der vorliegende Bericht bietet eine gekürzte Darstellung der Hautleistenbefunde einer schweizerischen Bevölkerungsgruppe in den Merkmalsbereichen der Fingerbeeren, der Handinnenfläche (Palma), der Zehenbeeren und der Fussfläche (Planta). Die Befunde wurden erhoben an Studenten, Gutachtenpersonen und an Probanden unserer Familienuntersuchungen; die Untersuchungspersonen stammen zum überwiegenden Teil aus der deutschsprachigen Schweiz. Als Vergleichsbevölkerungen haben wir deutsche Populationen gewählt.

Bei der Klassifizierung der verschiedenen Musterformen im Merkmalsbereich der Fingerbeeren haben wir uns weitgehend an die Einteilung von WENDT (1963) gehalten, um einerseits die Bemühungen um eine einheitliche Benennung der Fingerbeerenmuster zu unterstützen; zum anderen aber auch, weil nach unserer Auffassung eine derartige morphologische

Reihe, in die sich nahezu zwanglos die angetroffenen Musterformen kontinuierlich vom kompliziert aufgebauten Wirbelmuster bis hin zum einfachen Bogenmuster einordnen lassen, die Tendenz einer Bevölkerung zur Musterkompliziertheit bzw. Mustereinfachheit im Bevölkerungsvergleich aufzeichnet; denn auf Grund vergleichend-primatologischer Studien an catarrhinen Primaten ist das Wirbelmuster auf den Primärballen als das phylogenetisch ursprünglichere Muster anzusehen (WHIPPLE, 1904; SCHLAGINHAUFEN, 1906; CUMMINS and MIDLO, 1961; DANKMEIJER, 1949, der allerdings den Wirbel als ursprüngliches Muster lediglich auf der Palma

Tabelle I

Häufigkeiten der qualitativen Fingerbeerenmerkmale

	n (♂+♀)	W	Ws	Sw	S	Sb	Bs	B	Autor
Schweiz	528	24,5	3,2	3,9	60,4	4,5	0,4	3,1	SCHEFFRAHN
Deutschland	3670	23,5	5,4	5,1	57,4	3,1	1,9	3,6	WENDT 1963

Tabelle II

Quantitatives Fingerbeerenmerkmal IQW (Individueller Quantitativer Wert, als Summe der Höchstleistenwerte der 10 Fingerbeerenmuster)

	n	♂+♀	*n*	♂	*n*	♀	Autor
Schweiz	227	140,8	115	150,4	112	130,9	SCHEFFRAHN
Deutschland	3679	137,1	2012	141,7	1667	131,6	WENDT 1963

Tabelle III

Häufigkeiten der qualitativen Zehenbeerenmerkmale

	n (♂+♀)	W	S	B	akzidentelle Muster (trz. W. usw.)	Autor
Schweiz	249	22,7	58,8	17,3	1,2	SCHEFFRAHN
Deutschland	1200	23,7	52,6	21,1	2,6	BREHME 1968

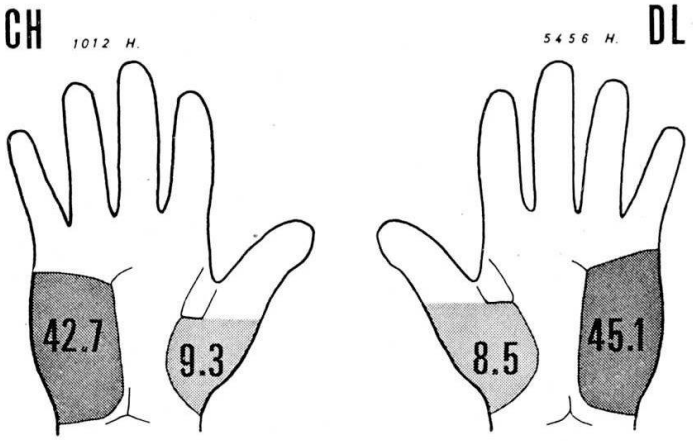


Abbildung 1

Palma. Bemusterungshäufigkeiten des Hypothenars (dunkel) und des Thenars (hell) in den Vergleichsbevölkerungen Schweiz (links) und Deutschland (rechts; Häufigkeiten nach EHRHARDT 1949). Männer und Frauen zusammen, nach Händen

und der Planta, nicht aber auch auf den Fingern und Zehen betrachtet; BIEGERT, 1961). Entsprechende Klassifikationsschemata, wie jenes für die Fingerbeeren durch WENDT (1963), sollten auch für die anderen Hautleistenbereiche erarbeitet werden. Auf das Areal Thenar/1. Interdigitum der Planta ist eine solche morphologische Reihe durchaus übertragbar (cf. SCHEFFRAHN, 1971).

Daneben aber ist zu prüfen, ob es im Bevölkerungsvergleich (auch aus genetischen Gründen) nicht doch sinnvoller wäre, zu fragen:

a) bei den Finger- und Zehenbeeren lediglich nach der Anzahl der Personen mit nur einem Mustertyp (z.B. nach Personen mit nur ausschliesslich Wirbelmustern),
b) bei den palmaren sowie den plantaren Musterarealen lediglich nach beidseitig fehlender oder beidseitig vorhandener Bemusterung; dadurch wäre dann hier die störende Erscheinung der Asymmetrie ausgeschaltet.

1. *Fingerbeeren.* Der prozentuale Mustervergleich bei den qualitativen Fingerbeerenmerkmalen zwischen der schweizerischen und der deutschen Bevölkerung liefert bei den einzelnen Musterformen keine nennenswerten Unterschiede (s. Tabelle I).

Bei dem quantitativen Fingerbeerenmerkmal IQW ergeben sich leichte Differenzen bei den Männern der beiden Vergleichsbevölkerungen; zudem ist auf den grösseren Geschlechtsunterschied bei der schweizerischen Bevölkerung hinzuweisen (s. Tabelle II).

2. *Palma.* In den Merkmalsbereichen Hypothenar und Thenar der Palma sind keine grösseren Abweichungen in den Bemusterungshäufigkeiten feststellbar (s. Abb. 1).

3. Betrachten wir die Häufigkeiten bei den *Zehenbeerenmustern*, so ist ein höherer Anteil der Schleifen bei den Schweizern bemerkbar (s. Tabelle III).

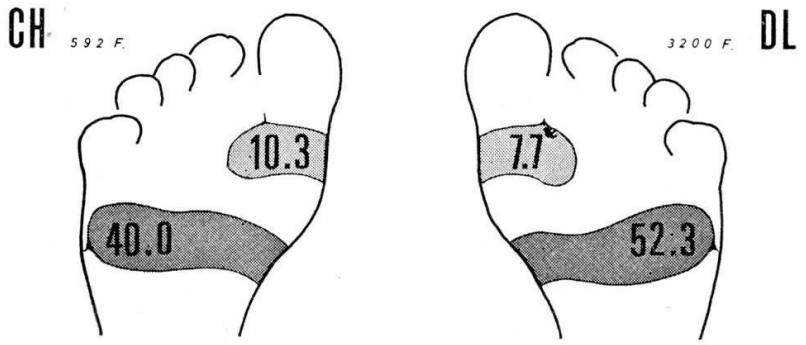


Abbildung 2

Planta. Bemusterungshäufigkeiten der Areale Thenar / 1. Interdigitum (hell) und distaler Hypothenar (dunkel) in den Vergleichsbevölkerungen Schweiz (links) und Deutschland (rechts; Häufigkeiten nach SCHÄFER 1966). Männer und Frauen zusammen, nach Füssen

4. In dem Merkmalsbereich der *Planta* finden sich die markantesten Unterschiede zwischen den beiden Vergleichsbevölkerungen; denn im Musterareal des distalen Hypothenars setzen sich die Schweizer mit einer deutlich geringeren Bemusterung (zumeist in Form einer sogenannten Tibialschleife) von den Deutschen ab (s. Abb. 2).

Eine statistische Prüfung dieser erwähnten Häufigkeitsunterschiede wird angestrebt. Indessen ist es nach den dargestellten Befunden wohl schon beim derzeitigen Stand der Untersuchungen berechtigt anzunehmen, dass unsere schweizerische Bevölkerungsgruppe sich in den erwähnten Merkmalsbereichen von der deutschen Population nicht auffallend unterscheiden wird.

LITERATUR

BIEGERT, J.: Volarhaut der Hände und Füsse. Primatologia II, Teil 1, Lieferung 3. Karger, Basel 1961.

BREHME, H.: Über die Häufigkeiten der Zehenmustertypen in einer deutschen Normalbevölkerung. Anthrop.Anz. *30:* 262–268 (1968).

CUMMINS, H., and MIDLO, CH.: Finger prints, palms and soles. Dover Publ., New York 1961.

DANKMEIJER, J.: Über die Bedeutung der Hautleistenmuster beim Menschen. Arch. Julius-Klaus-Stift. *24:* 269–278 (1949).

EHRHARDT, S.: Morphologisch-genetische Untersuchungen am Hautleistensystem der Hand. Habilitationsschrift, Tübingen 1949 (unveröffentlicht).

SCHÄFER, W.: Familienuntersuchungen über das plantare Hautleistensystem des Menschen. Diss., Frankfurt/Main 1966.

SCHEFFRAHN, W.: Morpho-genetische Aspekte der Asymmetrien im menschlichen Hautleistensystem. Wiss.Verhandl.Schweiz.Naturforsch.Ges. *151:* 33–35 (1971).

SCHLAGINHAUFEN, O.: Über das Leistenrelief der Hohlhand- und Fusssohlen-Fläche der Halbaffen, Affen und Menschenrassen. Erg.Anat.Entw.gesch. *15:* 628–662 (1906).

WENDT, G.G.: Vorschläge zu einer einheitlichen Befundbeschreibung für die Papillarmuster der Fingerbeeren. Anthrop.Anz. *26:* 165–178 (1963).

WHIPPLE, I.L.: The ventral surface of the mammalian chiridium. Z.Morph.Anthrop. *7:* 261–368 (1904).

2. J. WARTENWEILER und BÉATRICE WÜEST (ETH-Zürich, Abt. X für Naturwissenschaften): *Gewebeindizes bei verschiedenen Sporttypen*

Ziel

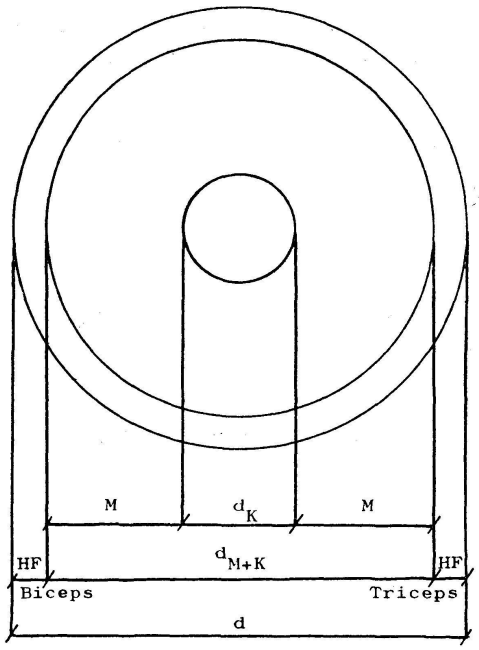
Die Gewebeindizes geben Anhaltspunkte über die Zusammensetzung des menschlichen Körpers aus den Gewebeanteilen Knochen, Muskeln und Haut-Fett. Den Berechnungen liegen einfache anthropologische Masse zugrunde. Zur Bestimmung der Gewebeindizes eignen sich sowohl die oberen als auch die unteren Extremitäten.

Methode

Zur Bestimmung der Gewebeindizes am *Oberarm* werden folgende Masse benötigt: Oberarmumfang, Epikondylenbreite des Humerus, Hautfalten über dem Trizeps und dem Bizeps, ganze Länge der oberen Extremität, Körpergewicht. Als Vereinfachung wird angenommen, dass der Querschnitt des Oberarms kreisförmig sei und dass das Mittel der beiden gemessenen Hautfalten die durchschnittliche Haut-Fett-Dicke darstelle.

Gewebeflächen am Oberarm

Der Knochendiaphysendurchmesser steht in einem gesetzmässigen Verhältnis zur Epiphysenbreite. Die Konstante α, welche dieses Verhältnis charakterisiert, beträgt für den männlichen Humerus $3{,}1 \pm 0{,}085$. Diese



HF = Haut-Fett-Dicke = ½ Hautfalte
M = Muskel
d = Durchmesser des Oberarms
$= \frac{\text{Armumfang}}{\pi}$
d_K = Durchmesser des Knochens
d_{M+K} = Durchmesser von Muskel und Knochen
$= d - (HF_{\text{Bizeps}} + HF_{\text{Trizeps}})$

Abbildung 1

Schematischer Querschnitt in der Mitte des Oberarms

Konstante wurde von WÜEST aus den Angaben, die TANNER über die Athleten der Olympischen Spiele 1960 in Rom gibt, berechnet und für Zürcher Sportstudenten nachgeprüft und für richtig befunden.

Berechnung der Knochen-, Muskel- und Haut-Fett-Gewebeflächen

$$\text{Fläche}_K = \left(\frac{d_K}{2}\right)^2 \cdot \pi = \frac{d_{\text{Epiphyse}}^{\,2}}{4 \cdot \alpha^2} \cdot \pi \quad [\text{cm}^2]$$

$$\text{Fläche}_M = (d_{M+K}^2 - d_K^2) \cdot \frac{\pi}{4} \quad [\text{cm}^2]$$

$$\text{Fläche}_{HF} = (d^2 - d_{M+K}^2) \cdot \frac{\pi}{4} \quad [\text{cm}^2]$$

Die *Gewebevolumen* erhält man durch Multiplikation der Gewebefläche mit der ganzen Armlänge. (Es handelt sich natürlich wieder um eine geometrische Vereinfachung. Besser wäre es ausserdem, die Rechnung mit der Oberarmlänge zu machen. Da jedoch die Angaben über die Oberarmlängen in der Literatur selten sind, wählen wir als Faktor die ganze Armlänge.)

Berechnung der Knochen-, Muskel- und Haut-Fett-Volumen

Volumen_K = Fläche_K · ganze Länge der oberen Extremität [dm^3]
Volumen_M = Fläche_M · ganze Länge der oberen Extremität [dm^3]
Volumen_{HF} = Fläche_{HF} · ganze Länge der oberen Extremität [dm^3]

Durch Multiplikation des Gewebevolumens mit dem spezifischen Gewicht des betreffenden Gewebes lässt sich das *Gewebegewicht* berechnen.

Berechnung des Knochen-, Muskel- und Haut-Fett-Gewichtes

Gewicht_K = Volumen_K · 1,4 [kg]
Gewicht_M = Volumen_M · 1 [kg]
Gewicht_{HF} = Volumen_{HF} · 0,9 [kg]

Das Gewebegewicht wird als *Gewebeindex* in % des Körpergewichts ausgedrückt.

Berechnung des Knochen-, Muskel- und Haut-Fett-Gewebeindex

$$\text{Index}_K = \frac{\text{Gewicht}_K \cdot 100}{\text{Körpergewicht}}$$

$$\text{Index}_M = \frac{\text{Gewicht}_M \cdot 100}{\text{Körpergewicht}}$$

$$\text{Index}_{HF} = \frac{\text{Gewicht}_{HF} \cdot 100}{\text{Körpergewicht}}$$

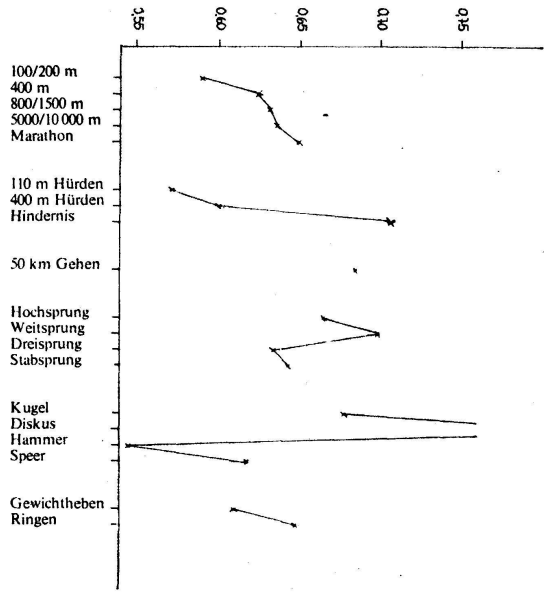


Abbildung 2

Knochenindex

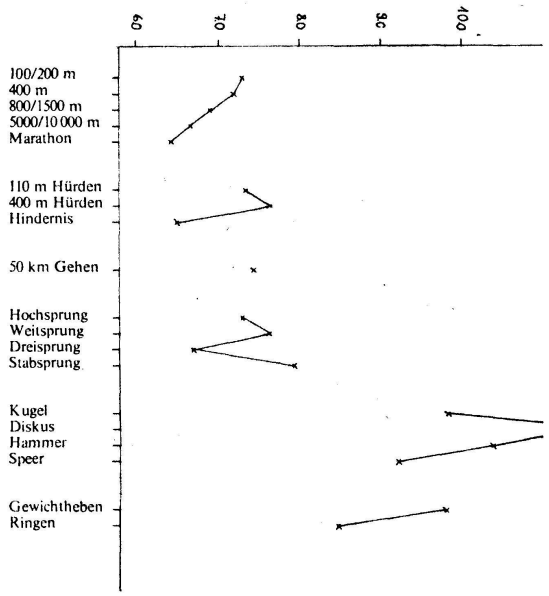


Abbildung 3

Muskelindex

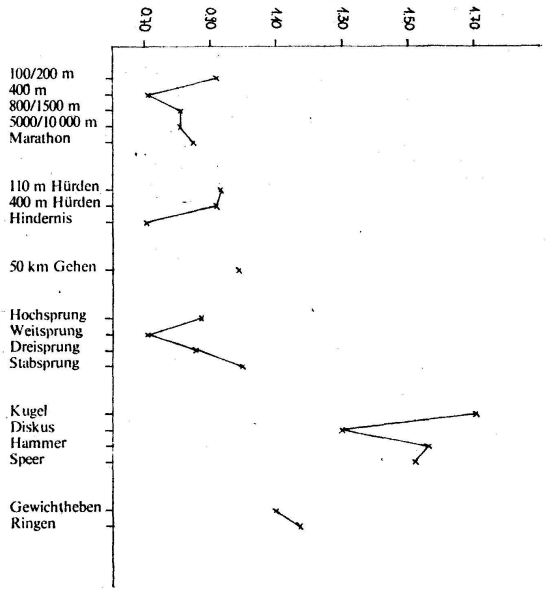


Abbildung 4

Haut-Fett-Index

Die Gewebeindizes geben Hinweise auf den Konstitutionstypus.

Da sich die Gewebeanteile am Körper verschieden verteilen, sollten die Gewebeindizes nicht nur am Oberarm, sondern auch an anderen Körperteilen, z. B. am Oberschenkel, bestimmt werden. Das Vorgehen ist stets analog zum Vorgehen beim Oberarm. Als Konstante a, welche das Verhältnis von Epiphysenbreite zu Diaphysendurchmesser bezeichnet, schlagen wir für Oberarm, Unterarm, Oberschenkel und Unterschenkel einheitlich die Zahl 3 vor.

Die graphischen Darstellungen 1–3 von Sporttypen der Olympischen Spiele 1960 in Rom wurden aus den Messungen von TANNER berechnet. Obwohl es sich teilweise nur um sehr kleine Untersuchungsgruppen von min. 2 bis max. 32 Individuen handelt, zeigen sich doch sehr deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Sportarten.

Es erstaunt nicht, dass Läufer- und Springertypen auf das Körpergewicht bezogen am Oberarm weniger Muskulatur (Abb. 3) und Haut-Fett-Gewebe (Abb. 4) aufweisen als Werfertypen, während Gewichtheber und Ringer mittlere Werte zeigen. Die Knochenindizes (Abb. 2) divergieren stark, so dass wir diese Resultate noch nicht interpretieren können.

LITERATUR

TANNER, J.: The physique of the olympic athlete. George Allen, London 1964.

3. P.-A. GLOOR (Lausanne): *Comparaison entre l'indice céphalique de Broca et celui de Bertillon*

Ce titre rappelle un travail de O. AMMON (1896): examen d'une même série par deux modes de mensuration de la tête, en vue d'une correction systématique. Cet exemple – trop peu suivi – aurait pu inspirer les critiques de ALPHONSE BERTILLON ou cet auteur lui-même, à qui on reprochait l'emploi d'une longueur de tête particulière (ensellure nasale-opisthocranion) et un mode original d'évaluation de la couleur des yeux. Faute d'une étude semblable, la méthode policière a été déclarée sans intérêt anthropologique et une immense documentation a été négligée ou même perdue.

La série présentée ici comprend 233 adultes originaires de 18 cantons, surtout du «Westfeld» décrit par SCHLAGINHAUFEN, et spécialement de la Suisse romande. Les mesures comprennent le diamètre antéro-postérieur classique et celui de BERTILLON; la largeur maxima; la couleur des yeux d'après la table de MARTIN et le système de BERTILLON. M[lle] H. KAUFMANN a bien voulu, pour les dimensions céphaliques, renforcer cette série par un groupe de 64 adolescents genevois, âgés de 15 à 20 ans.

Sur 297 individus:

	Moyenne	Ecarts	σ
DAP	195,07 mm	174–218 mm	6,78
DAP^B	192,60 mm	174–213 mm	6,87
Différence	—2,47 mm	—7–1 mm	
Largeur	153,57 mm	135–168 mm	5,75
IC	78,66	69–89	3,86
IC^B	79,70	70–89	3,90
Différence	+ 1,04 point	—1–3 points	

Dans le procédé de BERTILLON, l'opisthocranion remonte souvent vers la lambda; des particularités de l'écaille occipitale (grand rayon de courbure ou même méplats) peuvent expliquer que le DAP^B, dans quatre cas, est supérieur de 1 mm au *DAP*.

La corrélation entre résultats des deux procédés est élevée ($r = +0{,}9274$) et la droite de régression a pour formule:

$$DAP = \frac{DAP^B + 14{,}78}{0{,}9116}$$

qui permet de passer des moyennes de BERTILLON aux moyennes habituelles. L'écart est plus fort pour les grandes longueurs: 3,88 mm pour 200 mm, 4,67 pour 220, et plus faible pour les têtes courtes: 0,25 mm pour 170 mm.

L'indice céphalique est bas même pour des Suisses occidentaux et la débrachycéphalisation se poursuit; l'influence de l'âge moyen est secon-

daire à en juger par le résultat partiel des jeunes Genevois, inférieur à celui de la série globale.

La corrélation entre IC et IC^B est élevée elle aussi: +0,9773, et la droite de régression s'établit ainsi:

$$IC = \frac{IC^B - 2{,}0547}{0{,}9871}$$

L'écart, en moyenne de 1,04 point (1,1 point pour le sous-groupe genevois), varie de 0,9 pour un indice hyperbrachycéphale de 90 à 1,15 pour un indice hyperdolichocéphale de 70. Bien que CZEKANOWSKI ait mathématiquement établi, en 1907, qu'il était abusif d'établir des corrections systématiques par l'application d'une différence fixe, on peut dire dans ce cas précis que l'on peut retirer un point d'indice aux chiffres de BERTILLON quand il s'agit de séries peu nombreuses; si, au contraire, l'erreur à craindre sur la moyenne est faible, on peut calculer la différence précise.

L'application est immédiatement utile aux 87 moyennes départementales de l'indice céphalique pour la France de 1889, aux 360 moyennes d'arrondissements français de 1900, avec en plus des données sur les pays limitrophes dans les deux cas.

4. P.-A. GLOOR (Lausanne): *Couleur des yeux: système de Bertillon et table de Martin*

La multiplicité des procédés d'évaluation de ce caractère, les obstacles rencontrés par l'étude de l'hérédité, démontrent une situation anthropologique défavorable. L'idée de BROCA: examen de l'œil de loin, détermination d'une «teinte plate» a probablement mené à une impasse. A la suite de IKOFF (1883), BERTILLON qui examina l'œil de près, étudiant une zone pigmentée péripupillaire plus ou moins foncée, plus ou moins étendue à la totalité de la surface irienne, fut sévèrement critiqué et son procédé fut déclaré sans intérêt anthropologique.

Dans le cas de méthodes diverses d'examen, il est méthodologiquement indiqué de procéder à une étude double des mêmes sujets. 233 adultes de l'enquête précitée se répartissent ainsi:

Tableau I

	BERTILLON		Table de MARTIN		Division de MARTIN-SCHULTZ	
Clairs	1	27,5%	13 à 16	27 %	13–14 à 16	20,6%
Intermédiaires	2 à 3	42,9%	7 à 12–13	29,6%		
Foncés	4 à 7	29,6%	1 à 6–7	43,4%	1 à 4–5	28,3%
Moyenne	2,73		8,33			

En se référant aux détails de répartition sur le tableau I, on voit que la répartition de MARTIN en trois classes n'est pas favorable, alors qu'il est

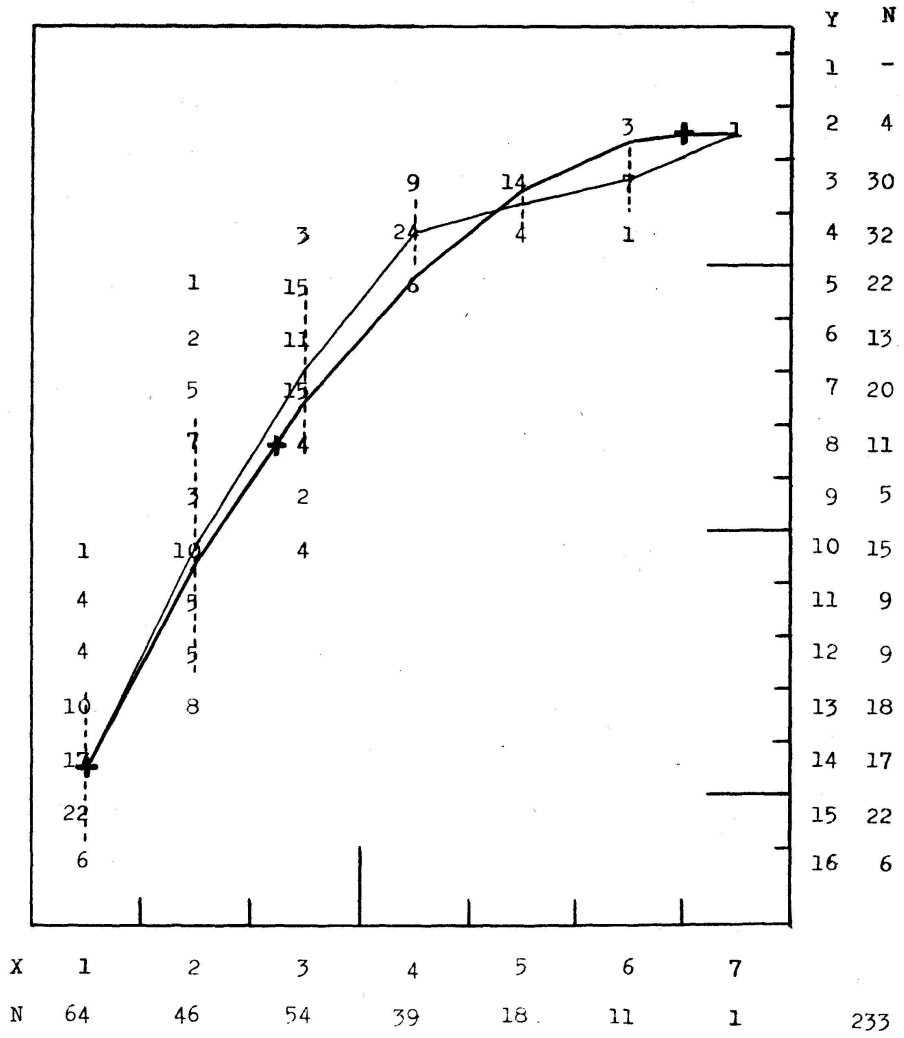


Figure 1

Y Classes de coloration, de MARTIN: 4 grandes classes (MARTIN-SCHULTZ)
X Classes de coloration, de BERTILLON
N Répartition numérique de 233 sujets, Suisses de 23 à 55 ans
——— Ligne reliant les moyennes des classes 1 à 7
- - - - Dispersion (valeur de σ) par classe
——— Polygone inscrit dans la parabole de régression
+ Moyennes de la série globale (coordonnées 2,73/8,33) et de deux séries extrêmes (coordonnées 1/14,5 et 6,5/2,5)

plus satisfaisant de déterminer les catégories extrêmes selon le système de MARTIN-SCHULTZ en quatre catégories. Les yeux 1 stricto sensu de BERTILLON, «impigmentés» (sans les teintes 1–2) font en effet 17,0% de la série.

La corrélation est curvilinéaire ($\eta = 0{,}881$); en toute rigueur, il faudrait calculer une régression quadratique avec ajustement à une parabole,

procédé laborieux. Empiriquement, il semble admissible de déterminer cette parabole en partant de trois points: la double moyenne de la série, la double moyenne de deux populations théoriques, l'une très claire, l'autre très foncée. On obtiendrait:

$$\text{moyenne selon MARTIN: } 19{,}068 - 4{,}935\ X + 0{,}3671\ X^2$$

On aurait ainsi une méthode de passage d'un procédé à l'autre, compte tenu de l'effectif d'une série et des erreurs à craindre sur les moyennes; on pourrait, à partir des classes de coloration d'une série de BERTILLON, considérer comme connues les proportions des clairs et des foncés selon MARTIN-SCHULTZ, calculer la moyenne théorique d'une telle série, et tester la validité de ce procédé d'après la position de cette moyenne sur la parabole précitée (fig. 1).

BIBLIOGRAPHIE

AMMON, O.: La corrélation entre l'indice céphalométrique de BROCA et celui de IHERING. L'Anthropologie *7:* p. 676 (1896).

BERTILLON, A.: Instructions signalétiques pour l'identification anthropométrique. I, II. Impr. Adm. Melun, 1893.

CZEKANOWSKI, J.: Untersuchungen über das Verhältnis der Kopfmasse zu den Schädelmassen. Thèse phil., Zurich. Vieweg, Braunschweig 1907.

GLOOR, P.-A.: Contribution à l'étude des modifications anthropologiques de la population du Canton de Vaud. Bull. Soc. suisse Anthrop. Ethnol. 34, 1957/58.

GLOOR, P.-A.: L'œuvre anthropologique d'ALPHONSE BERTILLON. Actes Soc. helv. sci. nat. et Bull. Soc. suisse Anthrop. Ethnol. 1970/71.

5. HÉLÈNE KAUFMANN (Genève): *Une enquête médico-anthropologique à Genève: enfants et adolescents suisses, 1972*

En 1970 le Département d'anthropologie de l'Université de Genève (Faculté des Sciences) et le Service de santé de la jeunesse ont établi une collaboration pour organiser une enquête – avec le soutien du Fonds national suisse de la recherche scientifique – afin d'établir les normes actuelles d'un certain nombre de caractères morphologiques pour les jeunes en période de croissance. En raison de l'augmentation diachronique les tables anciennes ne donnaient plus satisfaction.

La récolte des données a été précédée d'un travail préparatoire d'ordre scientifique, statistique et pratique.

Il s'est agi en premier lieu de définir qui examiner. Chacun sait que la population de Genève est, par ses origines, la plus hétérogène de toute la Suisse. Fallait-il recruter les jeunes au hasard, sans tenir compte de la nationalité? Pour résoudre ce problème, des simulations de mélanges de deux populations géographiquement éloignées, en proportions variables, ont été effectuées sur ordinateur. La démonstration a été faite que des normes, établies sur la base d'une population trop composite quant aux origines géographiques – donc ethniques – n'a aucun intérêt. On a donc décidé d'examiner seulement des Suisses.

Pour obtenir un échantillon bien représentatif il s'est agi d'établir d'abord un fichier aussi complet que possible de la population juvénile suisse de 4 à 19½ ans domiciliée dans tout le canton de Genève. Il a été rempli 42887 fiches. Pour chaque sujet on possède les données suivantes: nom, prénom, sexe, date de naissance, adresse, école (publique ou privée), classe; pour les apprentis et les jeunes travailleurs: l'employeur.

D'autre part se posait la question de l'organisation de l'enquête proprement dite. Comme l'effectif des jeunes à examiner comprenait en majorité des écoliers, il fallait la réaliser au cours d'une seule année scolaire. Nous avions fixé l'examen des probants entre janvier et mai/juin 1972, sachant que les listes d'élèves et leur répartition par classes ne seraient accessibles qu'au tout dernier moment. Or, pour organiser pratiquement l'enquête, il était indispensable de connaître plusieurs semaines à l'avance, au moins dans les grandes lignes, la répartition approximative des effectifs entre toutes les écoles de la ville et du canton. Dans ces conditions, il a fallu effectuer un sondage factice sur les écoliers d'après l'information relative à l'année scolaire 1969/70; cela a permis du même coup la mise au point de divers programmes pour l'ordinateur.

Il a été décidé d'élaborer les résultats par classes d'âge de 6 en 6 mois, de retenir 115 sujets de chaque sexe par classe d'âge. C'est donc 7130 probants (31 classes × 230) qui ont été échantillonnés au hasard par l'ordinateur. Cet effectif représente 16,6% de la population juvénile de base, en d'autres termes, un sujet sur six. De ceux-ci, 5605 se sont présentés à l'examen, ce qui donne un rendement brut de 79% (déchet environ un cinquième, inégalement réparti).

Du point de vue pratique il fut relativement facile, grâce à l'appui du Département de l'instruction publique, d'atteindre les enfants scolarisés, qui furent examinés sur place pendant les heures de classe (institutions publiques et privées). Par contre, il fut plus difficile d'atteindre les pré- et les post-scolaires, qui furent convoqués dans des centres médicaux. Cela eut pour conséquence que le nombre total de probants obtenu varie beaucoup:

Ages pré-scolaires (4 à 6 ans)	43–98	par classe d'âge et sexe
Ages scolaires (6½ à 15 ans)	91–107	par classe d'âge et sexe
Ages post-scolaires (15½ à 19½ ans)	47–90	par classe d'âge et sexe

L'enquête «sur le terrain» a été précédée d'une information préliminaire: articles dans la presse quotidienne, lettre explicative adressée aux parents, aux directeurs d'écoles, aux patrons des apprentis et des jeunes travailleurs. Les refus des parents ont été rares. La radio et la télévision s'étant intéressées au déroulement de l'enquête, leurs émissions au début de la campagne ont constitué une information supplémentaire bienvenue.

L'enquête proprement dite s'est déroulée du 31 janvier au 14 juin 1972 (interruption de deux semaines aux vacances de Pâques). J'ai constitué et dirigé une équipe permanente de huit personnes: un assistant coordinateur (contacts avec les écoles, les institutions, les centres pour l'organisation pratique), une secrétaire (envoi des circulaires et des convocations),

une réceptionniste, trois examinateurs, deux secrétaires. Ainsi plusieurs étudiants avancés, qui avaient reçu un enseignement pratique en anthropologie, ont été mis à contribution, d'autant plus qu'aucun d'entre eux n'a pu assurer un horaire à plein temps.

Pour réduire le plus possible le temps nécessaire à l'examen dans un lieu donné, trois équipes d'examinateurs ont toujours travaillé simultanément au même endroit. Cela signifie que trois enfants pouvaient être examinés en même temps.

Pour répondre aux desiderata des médecins – qui réclamaient des normes actuelles, entre autres pour la taille, le poids et le débit expiratoire de pointe – et des anthropologues, ainsi que pour répondre aux problèmes relatifs au mobilier scolaire, nous avons relevé sur chaque sujet une vingtaine de données. Ce sont: poids, tailles debout et assis, débit expiratoire de pointe (enregistré cinq fois de suite pour obtenir le maximum), longueur et largeur de la tête, hauteur et largeur de la face, pigmentation des yeux et des cheveux, diamètres biacromial et bicrête, longueur totale du membre supérieur, longueur du segment proximal du bras et périmètre au milieu, épaisseur du pli cutané (au triceps et sous-scapulaire), enfin trois mesures établissant la distance entre des régions précises du sujet et le siège.

Les données récoltées sont en voie d'élaboration. Aux médecins il faudra fournir sans tarder les normes de la taille et du poids. Nous nous proposons d'introduire la présentation des résultats sous la forme d'ellipses équiprobables, dans lesquelles peuvent figurer simultanément ce qui concerne les deux paramètres. D'autres publications suivront relatives au débit expiratoire de pointe et à l'ensemble des caractères étudiés.

Les expériences, bonnes et mauvaises, faites au cours de l'organisation et de la réalisation de cette étude seront utiles s'il faut, par la suite, examiner d'autres groupes ethniques bien représentés à Genève.

2. Sektion für Astrophysik und Astronomie

Schweizerische Gesellschaft für Astrophysik und Astronomie
Société Suisse d'Astrophysique et d'Astronomie

Präsident: Prof. Dr. ULI W. STEINLIN, Astronomisches Institut der Universität Basel, 4102 Binningen
Sekretär: dipl.Math. PAUL WILD, Astronomisches Institut der Universität Bern, Sidlerstrasse 5, 3000 Bern

Samstag, 14. Oktober

Wissenschaftliche Sitzung

1. L. MARTINET (Genève): *Relation entre la dissolution des courbes invariantes sur une surface de section de l'espace des phases et les paramètres de modèles de potentiel galactique*

2. A. MAEDER (Observatoire de Genève, Sauverny): *Une relation période–luminosité pour les supergéantes non-céphéides*

La variabilité en lumière de différents types d'étoiles a été étudiée sur la base de 5000 mesures de 660 étoiles observées dans le système photométrique de l'Observatoire de Genève. Cette analyse (MAEDER et RUFENER, 1972) a permis d'étudier la variabilité de types d'étoiles généralement considérés comme stables: parmi ceux-ci, les supergéantes de type B à G. La variabilité de ces étoiles est caractérisée par de faibles amplitudes (de $0^m.02$ à $0^m.04$ en indices, et moins de $0^m.06$ en magnitudes) et par des périodes de quelques semaines à quelques mois. Ceci exige des mesures très précises et présentant une cohérence élevée. C'est la raison pour laquelle les variations de ces étoiles n'ont été que très peu étudiées.

Mentionnons quelques résultats de cette analyse:

1. La fréquence des étoiles variables augmente fortement avec la luminosité absolue. Les étoiles de classe de luminosité II ne présentent pas de variations de lumière; tandis que celles de classe Ia sont *toutes* variables.
2. L'amplitude des variations de lumière croît également avec la luminosité absolue.
3. Il existe une relation entre la période (ou plutôt le temps caractéristique) des variations et la luminosité absolue. Cette relation présente les deux propriétés suivantes: a) elle est parallèle à la relation période-luminosité des céphéides; b) elle dépend du type spectral.

Ces derniers faits peuvent s'interpréter de la manière suivante. Si les variations sont dues à un mouvement oscillatoire, on a la relation $P \sim Q\bar{\varrho}^{-1/2}$ entre la période P et la densité moyenne $\bar{\varrho}$, où Q est une caractéristique du mouvement oscillatoire et de la structure stellaire. En utilisant la relation masse-luminosité et la définition de la température effective T_{eff}, on obtient la relation:

$$\log P = \log Q - 3 \log T_{\text{eff}} - 0{,}24\, M_{\text{bol}} + \text{C}$$

Cette relation explique de façon correcte: a) la pente de la relation période-luminosité; b) la dépendance de cette relation vis-à-vis des effets de température.

L'analyse de ces étoiles nous montre que les supergéantes non-céphéides sont le siège de méchanismes de pulsations. La raison de ces pulsations est encore inconnue.

BIBLIOGRAPHIE

MAEDER, A., RUFENER, F.: Astron. Astrophys. *20*; 437 (1972).

3. A. ZELENKA (Zürich): *Untersuchungen über das solare* H_α*-Profil*

1. *Der* H_α*-Absorptionskoeffizient*

In der Photosphäre, in der die Linienflügel entstehen, dominiert die Eigendruckverbreiterung. Die Starkverbreiterung darf aber nicht vernachlässigt werden. Dem Einfluss der Protonenstösse wird nach der quasistatischen Näherung (Holtsmarkprofil) Rechnung getragen. Der Einfluss der Elektronenstösse kann auf verschiedene Arten berücksichtigt werden. Wir wählen die Darstellung von A. C. KOLB (1957). In der Chromosphäre sind diese Effekte gegenüber der Strahlungsdämpfung vernachlässigbar (Dopplerverbreiterung ist natürlich überall vorhanden). H_α ist ein Übergang, der aus 7 Linien besteht. Üblicherweise fasst man die einzelnen Niveaus in den beiden Konfigurationen mit Hauptquantenzahlen $n = 2$ und $n = 3$ zusammen. Dies ist so lange erlaubt, als man beweisen kann, dass die Niveaus tatsächlich gemäss ihrem Entartungsgrad besetzt sind. Theoretisch geschieht dies, indem gezeigt wird, dass die Stossraten $C_{n,l;n,l\pm1}$ mit den Strahlungsraten $A_{n,l;n-1,l\pm1}$ stets vergleichbar sind. Den experimentellen Hinweis darauf bildet das Fehlen einer Radiolinie bei 9882 MHz, die einer Überbevölkerung des metastabilen $2S_{1/2}$-Niveaus gegenüber dem $2P_{3/2}$-Niveau gleichkäme (E. M. PURCELL, 1952). Bezüglich der gesamten Emissions- und Absorptionseigenschaften des Atoms ist also die Betrachtung der Konfigurationen alleine berechtigt. Dagegen sieht der atomare Absorptionskoeffizient $\alpha(\Delta\lambda)$ entschieden anders aus, je danach ob man ihn für die 2 Konfigurationen oder für die 7 Linien berechnet. Im 1. Falle ist

$$\alpha(\Delta\lambda) = \alpha_0 \, \mathrm{H}(a, v) = \frac{\pi e^2}{m\, c} \frac{\lambda_0^2}{c} f_{23} \frac{\mathrm{H}(a, v)}{\sqrt{\pi}\Delta\lambda_\mathrm{D}} \tag{1}$$

während im 2. Falle

$$\alpha(\Delta\lambda) = \alpha_0 \sum_{i=1}^{7} \frac{f_i}{f_{23}} \mathrm{H}(a_i, v_i) \tag{2}$$

wobei

$$a_i = \gamma_i / 2\Delta\omega_\mathrm{D} \, , \; v_i = (\Delta\lambda + \Delta\lambda_i) / \Delta\lambda_\mathrm{D} \text{ und } \Delta\lambda_i = \lambda_{\mathrm{H}\alpha} - \lambda_i$$

Die Werte der indizierten Grössen sind in der Tabelle I zusammengefasst.

Tabelle I

λ_i [Å]	$\Delta\lambda_i$ [Å]	f_i	γ_i (s^{-1})
6562,710	+0,085	0,173946	$6{,}9075 \times 10^8$
6562,725	+0,070	0,072477	$1{,}8960 \times 10^8$
6562,752	+0,043	0,003397	$6{,}3245 \times 10^8$
6562,772	+0,023	0,036239	$1{,}8960 \times 10^8$
6562,852	—0,057	0,313103	$6{,}9075 \times 10^8$
6562,867	—0,072	0,034789	$6{,}9075 \times 10^8$
6562,910	—0,115	0,006795	$6{,}3245 \times 10^8$
$\lambda_{\mathrm{H}_\alpha}$		f_{23}	γ_{23}
6562,795		0,640747	$5{,}6940 \times 10^8$

Das Profil nach (2) ist breiter als das Profil nach (1) und ist überdies leicht asymmetrisch.

2. *Ein Anwendungsbeispiel*

Eine konsequente Lösung des H_α-Transportproblems müsste in allen 7 Linien vorgenommen werden. Da der Kern von H_α ausserhalb der Bedingung des lokalen thermodynamischen Gleichgewichts entsteht (im Folgenden, in Anlehnung an die einschlägige englische Literatur, LTE genannt), wäre dies ein ziemlich aussichtsloses Unternehmen. Eine Näherung erreicht man, wenn man, gestützt auf die obenstehenden Argumente, postuliert, dass die Niveaus innerhalb der einzelnen Konfigurationen entsprechend ihrem statistischen Gewicht besetzt sind, also nur die Besetzungszahlen der Konfigurationen von ihrem LTE-Wert abweichen lässt, für den Absorptionskoeffizienten aber (2) anstelle von (1) verwendet.

In der Abbildung 1 wird eine derartige Lösung gezeigt. Die Temperaturverteilung in der Atmosphäre ist gleich der des HSRA-Modells (O. GINGERICH, 1971) gesetzt worden. Bis zur Höhe von 0 km, entsprechend $\tau_{5000} = 1$, wird die HSRA-Photosphäre beibehalten. Es wird ein Modell-

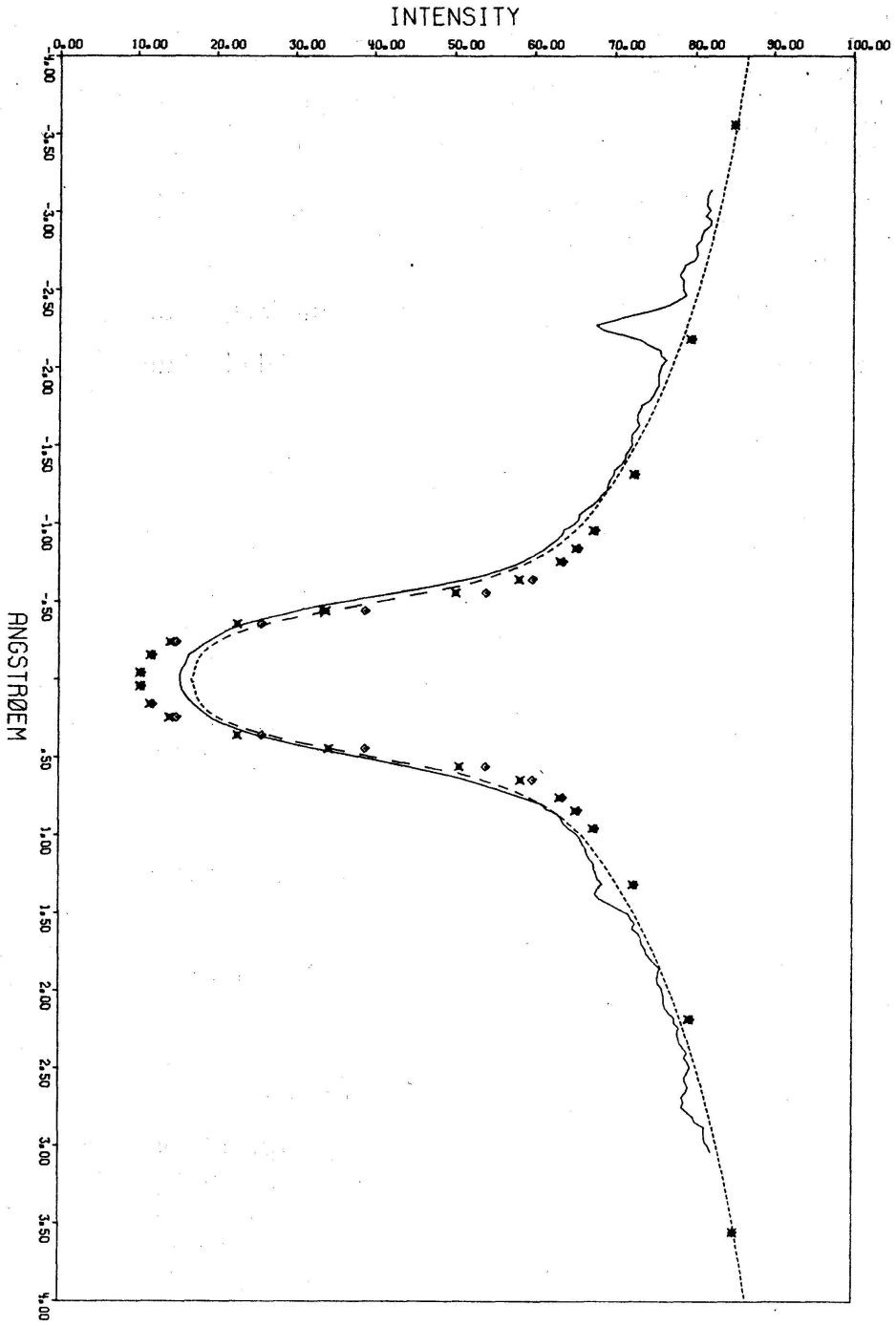


Abbildung 1

Beobachtete und berechnete H_α-Profile für die Mitte der Sonnenscheibe
– – – – = Beobachtung von DAVID (1961)
——— = Beobachtung von WHITE (1964)
o = Berechnung ohne Feinstrukturberücksichtigung
× = Berechnung mit Feinstrukturberücksichtigung
In beiden Fällen wurde eine mittlere Geschwindigkeit für das mikroturbulente Feld = 3,9 km/s angenommen

atom, bestehend aus 3 gebundenen Zuständen und dem Kontinuum, behandelt. Die Strömungsgleichung wird nach der Methode von P. FEAUTRIER für 64 Frequenz-Winkel- und 73 -Höhenpunkte gelöst. Für die Berechnung der Photoionisationsraten werden Strahlungstemperaturen von 5400 °K für das Balmer- und 5800 °K für das Paschenkontinuum angesetzt. Sämtliche Lyman-Strahlungsübergänge sind im Gleichgewicht angenommen worden. Neben der Beschränkung des Atommodells auf 3 gebundene Zustände ist diese Annahme für die zu geringe Zentralintensität verantwortlich: die HSRA-Temperaturverteilung folgt nämlich aus der richtigen Behandlung des Lymankontinuums, das gerade in der Entstehungshöhe der H_α-Linienmitte im Gleichgewicht zu sein aufhört.

3. *Folgerungen*

Unabhängig von der Unvollkommenheit der präsentierten Lösung ist es ersichtlich, dass die Berücksichtigung der Feinstruktur im Absorptionskoeffizienten den Aufbau eines Atmosphärenmodells in dem Sinne beeinflussen muss, dass, um das gemessene Profil wiederzugeben, geringere Temperaturen oder mikroturbulente Geschwindigkeiten in den Entstehungshöhen des Linienkerns benötigt werden. Zudem ist die Profilflanke auf der roten Seite etwas steiler als auf der blauen Seite. Der Unterschied ist aber mit der Messgenauigkeit vergleichbar.

LITERATUR

GINGERICH, O., et al.: Sol.Phys. *18:* 347 (1971).
KOLB, A.C.: Diss., University of Michigan, 1957.
PURCELL, E.M.: Astrophys.J. *116:* 457 (1952).
DAVID, K.H.: Z.Astrophys. *53:* 37 (1961).
WHITE, O.R.: Astrophys.J. *139:* 1340 (1964).

4. K. FLÜCKIGER und E. SCHANDA (Institut für angewandte Physik, Universität Bern): *Über die zeitliche Struktur impulsiver solarer Mikrowellenausbrüche*

Sonnenerscheinungen sind vielfältiger Natur, und unter ihnen faszinieren immer wieder die Sonnenflecken mit ihren zeitlichen Veränderungen und explosiven Phasen wie Flares. Diese Erscheinungen lassen sich gut verfolgen durch Beobachtungen der H_α-Linie im optischen Spektrum. Parallel dazu verlaufen Ereignisse im Bereiche der Radiowellen. Dabei zeigen sich besondere Phänomene, wie im folgenden geschildert wird, bei einer Wellenlänge von 3 cm.

Unser Radioteleskop ist speziell zur Registrierung kurzzeitiger Ereignisse geeignet, und deshalb stellen wir bei der Untersuchung des Zeitverlaufs der Intensität fest, dass sich impulsive Mikrowellenausbrüche

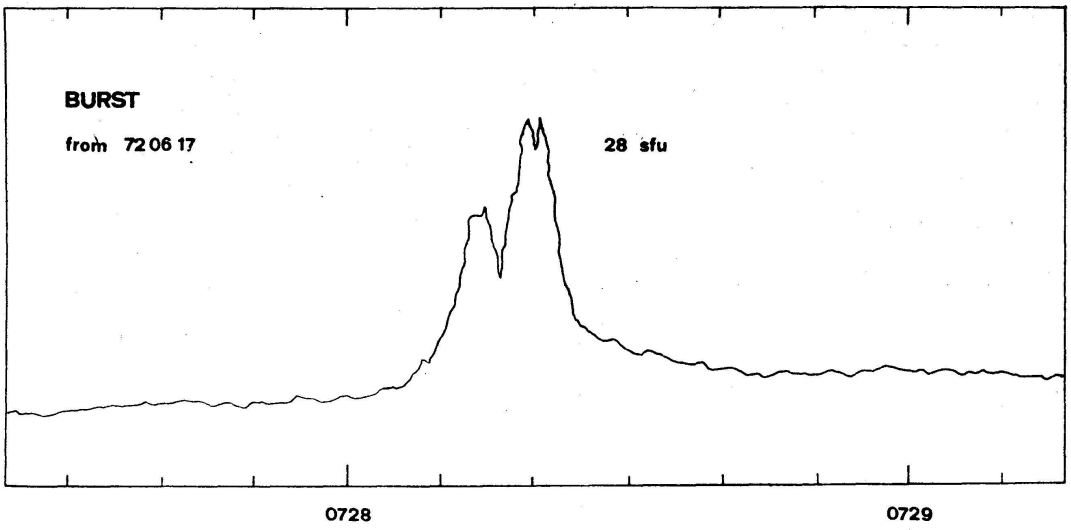


Abbildung 1

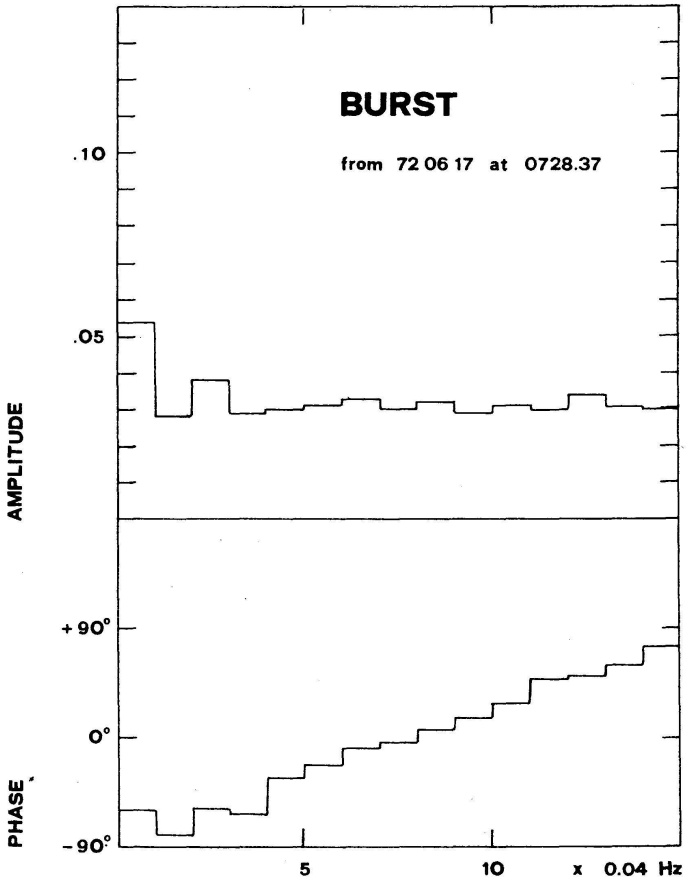


Abbildung 2

Fourier Analysis

ereignen, deren kurze Dauer mit entsprechend kurzen Anstiegs- und Abfallzeiten viele Probleme zu deren Erklärung aufwirft.

Erstens muss erklärt werden können, welcher Prozess in so kurzer Zeit die erforderliche Menge strahlender Teilchen zu beschleunigen vermag. Diese wiederum müssen imstande sein, das beobachtete Spektrum und den Zeitverlauf durch einen bestimmten Strahlungsvorgang zu erzeugen. Simultan dazu soll der Beschleunigungsprozess zu möglichst vielen konsistenten Resultaten der übrigen Erscheinungen führen, wie zum Beispiel optischen.

Nach dem Beschleunigungsvorgang werden die beschleunigten Teilchen wieder abgebremst, und damit soll auch die Abstrahlung der Mikrowellenausbrüche analog abnehmen. Schwierigkeiten treten dann auf, wenn man versucht, die beobachteten kurzen Abklingzeiten in der Grössenordnung von einigen Sekunden zu erklären (Reports Institut für angewandte Physik). Strahlungsverluste und Kollisionsverluste allein genügen nicht (TAKAKURA und KAI, 1966), diese kurzen Zeiten mit heute üblichen Annahmen über Temperatur, Dichte und Magnetfelder der strahlenden Region zu beschreiben. Modelle, beruhend auf Strahlungsverlusten durch Umverteilung der Richtungen strahlender Elektronen durch Streuung an thermischen Teilchen (SPITZER, 1962), vermögen aber die kurzen Abklingzeiten in Einklang mit den Beobachtungen zu bringen (FLÜCKIGER, 1972a; FLÜCKIGER, 1972b; FLÜCKIGER, 1973). Zudem zeigen systematische Untersuchungen impulsiver Ausbrüche, dass sich oft die Abklingform stark von der Form einer e-Funktion unterscheidet. Die obgenannten Modelle ergeben im allgemeinen eine wesentlich bessere Übereinstimmung und geben Resultate über Höhe, Dicke der strahlenden Region und Divergenz des Magnetfeldes.

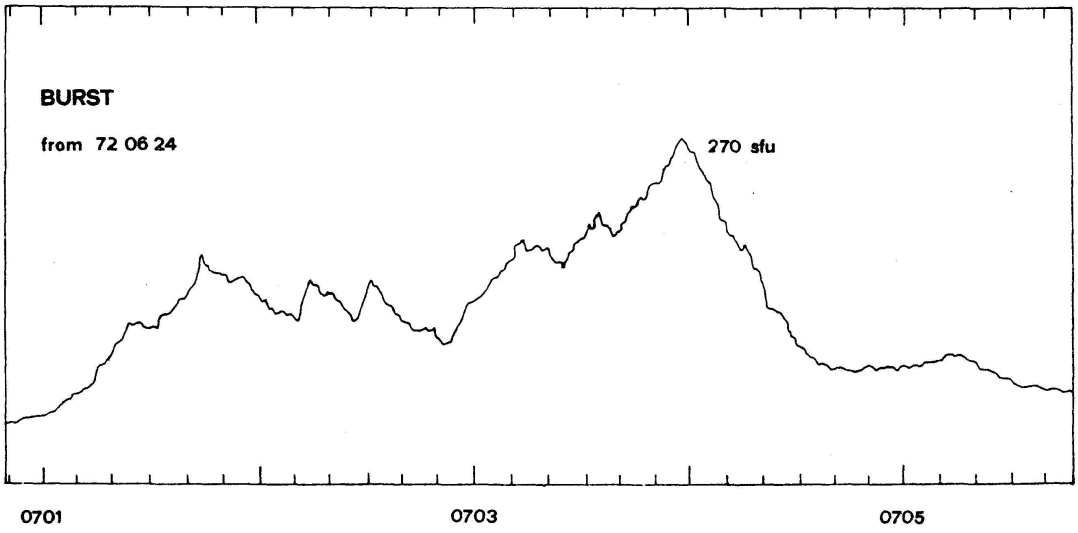


Abbildung 3

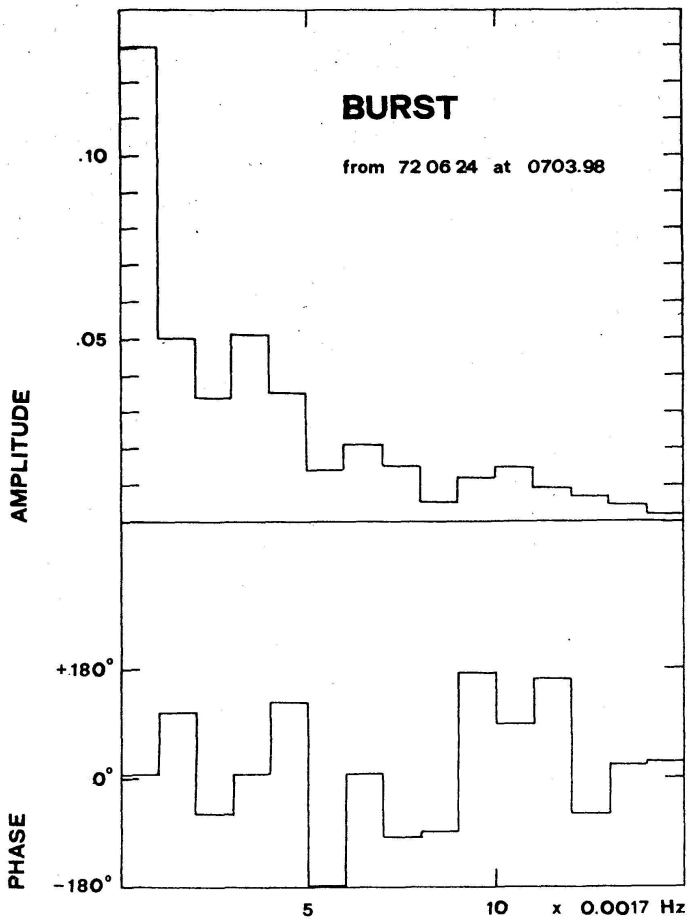


Abbildung 4

Fourier Analysis

Für die Untersuchung von weiteren Eigenschaften der Ausbrüche müssen verschiedene Methoden angewendet werden. So eignen sich Analysen mit approximierten Polynomen für Formtests. Wogegen sich mit Auto- und Kreuzkorrelationen sogenannt homologe Ausbrüche, d. h. zeitlich verschobene ähnliche Ausbrüche, finden lassen.

An den hier gezeigten Beispielen soll auf die Möglichkeit hingewiesen werden, durch Fourieranalyse Ausbrüche erstens objektiver als bisher zu klassifizieren und zweitens eventuelle periodische Erscheinungen, wie Pulsationen, zu erfassen.

Während der Ausbruch vom 17. Juni 1972 ein Beispiel für einen kurzen, sogenannt simplen impulsiven Ausbruch darstellt, der ein mehr oder weniger konstantes Fourierspektrum erwarten lässt (Abb. 1 und 2), muss vom Ereignis des 23. Juni 1972 wegen dessen komplexerer Struktur ein vielfältigeres Spektrum zu erwarten sein (Abb. 3 und 4). Wir hoffen,

unsere weiteren Ereignisse, die wir am Observatorium Uecht registrieren, in der obgenannten Art und Weise zu analysieren.

LITERATUR

FLÜCKIGER, K.: Proceedings of the second meeting of the Committee of European Solar Radio Astronomers (CESRA). Trieste 1972a, p. 73, ed. A. Abrami.
FLÜCKIGER, K.: Diss., University of Berne, Berne 1972b.
FLÜCKIGER, K.: To be published 1973 in the Proceedings of the third meeting of the Committee of European Solar Radio Astronomers (CESRA), Bordeaux.
Reports Institut für angewandte Physik: Institute of Applied Physics, Div. of Solar Observations, University of Berne, Nr. 2–18.
SPITZER, L.: Physics of Fully Ionized Gases. Interscience Publishers, 1962.
TAKAKURA, T./KAI, K.: Publ.Astron.Soc.Japan *18:* 57 (1966).

5. A. MAGUN and C. MÄTZLER (Institute of Applied Physics, University of Berne): *On the linear polarization of solar microwave bursts*

Abstract

A microwave polarimeter has been developed in order to observe the linearly polarized component of solar microwave bursts. Our observations have shown that the degree of linear polarization of solar microwave bursts is less than the minimum detectable degree of our polarimeter, which is about 1%. Some explanations for the absence of linear polarization are given.

It has been known for a long time that many solar microwave bursts have a partly circular polarization, the degree of which changes with frequency. In many cases the rotation sense of the circularly polarized component of a burst is reversed at one or even two frequencies in the microwave spectrum.

Very little however is known about a linearly polarized component, because it is rather difficult to build a polarimeter, measuring all four polarization parameters. AKABANE [1] was the first to observe the total of four Stokesparameters of microwave bursts. Within 120 microwave bursts with an intensity greater than 100 solar flux units he found 25 bursts with a small linear component, but from our view it cannot be excluded that linear polarization has been simulated by his polarimeter especially if the burst radiation had a strong circular component. Several explanations have been given for these observations of linear polarization in the microwave region. It cannot originate from the source region: Nearly all microwave bursts are generated by the gyro-synchrotron mechanism. The radiation of a single electron has a linear component because ordinary and extraordinary mode are emitted coherently. Because of the strong magnetic field within the source, the polarization plane of the linear component is rotated several times by the process of Faraday rotation before leaving the source region. The radiation emitted by different electrons in the source region has different Faraday rotation because of

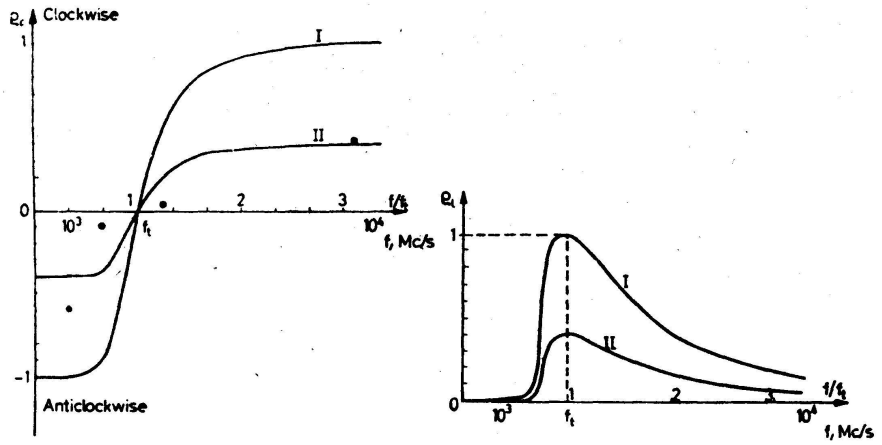


Figure 1

its different propagation length. Because of this the superposition of the radiation coming from different electrons contains no linear component and we are not able to observe linear polarization. Assuming reasonable values of electron density and magnetic field in the source region, one finds that a source with a diameter of more than 25 km emits no linear component.

There is however a process, called mode-coupling, which can produce linear polarization. It occurs during propagation of polarized radiation through a quasitransverse *(QT)* magnetic field region, that is a region, where the magnetic field is perpendicular to the path of propagation. In the outer corona the linear component is Faraday rotated and can be observed, if the dispersion and the high-frequency bandwidth of the polarimeter are low enough. The results of the theory of mode-coupling as given by ZHELEZNYAKOV [2] are shwon in figure 1.

Curve 1 shows the frequency dependence of the degree of circular polarization of the radiation, having crossed the quasitransverse magnetic field region. It is assumed that the radiation is completely circularly polarized in the positive sense before mode-coupling occurs. At low frequencies, the rotation sense of circular polarization is reversed because of the reversal of the longitudinal magnetic field in the *QT*-region. At the so-called transit frequency f_t the sense of circular polarization is reversed and at high frequencies, where mode-coupling is strong, the circular polarization remains unchanged during propagation through the *QT*-region. In the same figure also the degree of linear polarization is plotted versus frequency. It has its maximum in the neightbourhood of the transit frequency and vanishes for higher and lower frequencies. The fourth power of the transit frequency f_t is proportional to

$$f_t^4 \sim \frac{N_e |B|^3}{\frac{\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}z}}$$

N_e is the electron density, B the transverse magnetic field and $d\alpha/dz$ the change of the angle between the magnetic field and propagation path z in the QT-region. Taking reasonable values for the lower corona, one obtains transit frequencies in the microwave region. It should be noted that linear polarization occurs at the frequency of reversal of the circular polarization sense. The observation of linear polarization at the frequency of reversal is therefore an indication for the occurrence of mode-coupling.

In order to check the observations of AKABANE and to investigate the polarization characteristics of solar microwave bursts in more details, we have built a microwave polarimeter. It measures all four Stokesparameters simultaneously at three different bandwidths, so that we are able to calculate the original polarization state near the QT-region and the Faraday rotation. The frequency of observation is 8,918 GHz and the bandwidths are 5 MHz, 400 kHz and 40 kHz.

Calibration of the polarimeter has been performed by placing a transmitter in the far field of the antenna with variable and exactly known

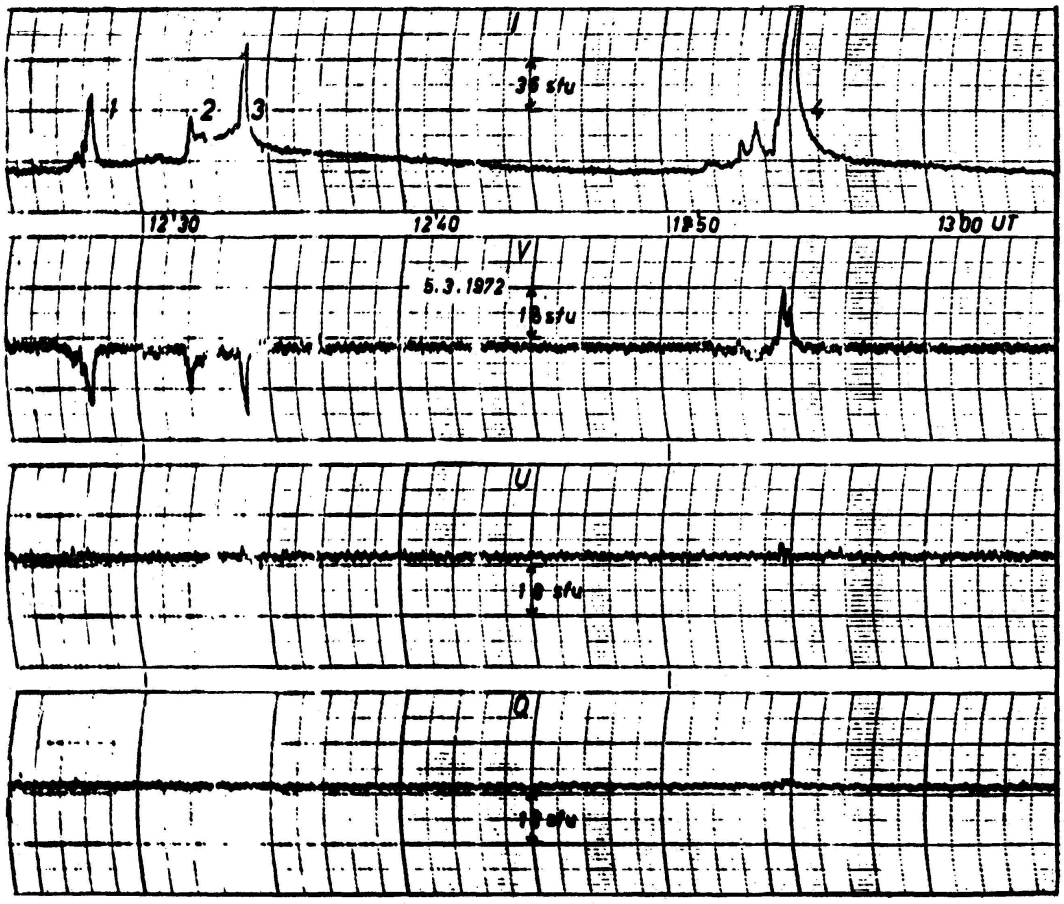


Figure 2

polarization characteristics. Special attention has been paid to this calibration. The error of the Stokesparameters U, Q and V are less than 1% of the intensity I, for intensities less than 1700 solar flux units. The minimum detectable change for each of the four Stokesparameters is 1,3 and 9 solar flux units at the bandwidths of 5 MHz, 400 kHz and 40 kHz respectively and at an integration time of 1 sec. Observations have been made since May 1971. At the beginning we had some troubles with the registration simulating linear polarization during several bursts. From the 1st of September to the 1st of April 1972 68 bursts with an intensity between 5 and 3000 solar flux units have been observed. No linear polarization has been found within the limits of accuracy of our polarimeter. A typical recording of a group of four bursts, which occured on the 5th of March 1972 is shown in figure 2.

Only the Stokesparameters I, Q, U and V at the greatest bandwidth are shown. It can be seen that the bursts have only a circular component V of 40%, 45%, 30% and 10% of the maximum burst intensity. During the last burst the sense of the circular polarization is reversed. The registrations at the smaller bandwidths also did not show any linear polarization within the limits of accuracy. Many bursts have been observed since the 1st of April until now and also no linear polarization has been found. For the lack of linear polarization several explanations are possible:

1. It can be expected that the Faraday rotation angle of the burst radiation has a typical value ranging between 10^3 and 10^4 radians. This value is obtained by assuming that linear polarization would come from a height of about $5 \cdot 10^4 - 10^5$ km above the photosphere and by considering typical values for the coronal magnetic field and the coronal electron density. A change of only 1‰ of the longitudinal magnetic field along the path of propagation results in a variation of the rotation angle by 1–10 radians. If the period of rotation lies below the integration time of the polarimeter linear polarization becomes unmeasurable. Fast variations of the magnetic field could be produced by the shock waves induced by the burst.

2. There is another more important effect, which destroys linear polarization. Every point of the QT-region (fig. 3) which receives circular polarized radiation from the source is emitting linearly polarized radiation with initially parallel polarization planes. Because of the inhomogeneity of the coronal magnetic field the polarization planes of different points within the QT-region are subjected to different Faraday rotation during propagation in the corona. Therefore the superposition of the radiation coming from different points does not yield any linearly polarized component. This effect has been investigated in detail. We assumed a dipol magnetic field, with its axis lying on the surface of the sun. Cross-sectional plane formed by the dipolaxis and the direction of observation is shown in figure 3. p is the distance between the dipol center and the direction of observation. The extension Δp of the source and the in-

homogeneity of the magnetic dipol field are responsible for the dispersion $\Delta\chi$ of Faraday rotation occurring behind the *QT*-region. Our calculations have shown that the dispersion $\Delta\chi$ is proportional to the mean Faraday rotation behind the *QT*-region and the source-diameter Δp devided by the distance p between dipol and direction of propagation. In order to observe linear polarization the dispersion $\Delta\chi$ must be less than 1 radian. Assuming a typical value of 10^3 radians for the Faraday rotation

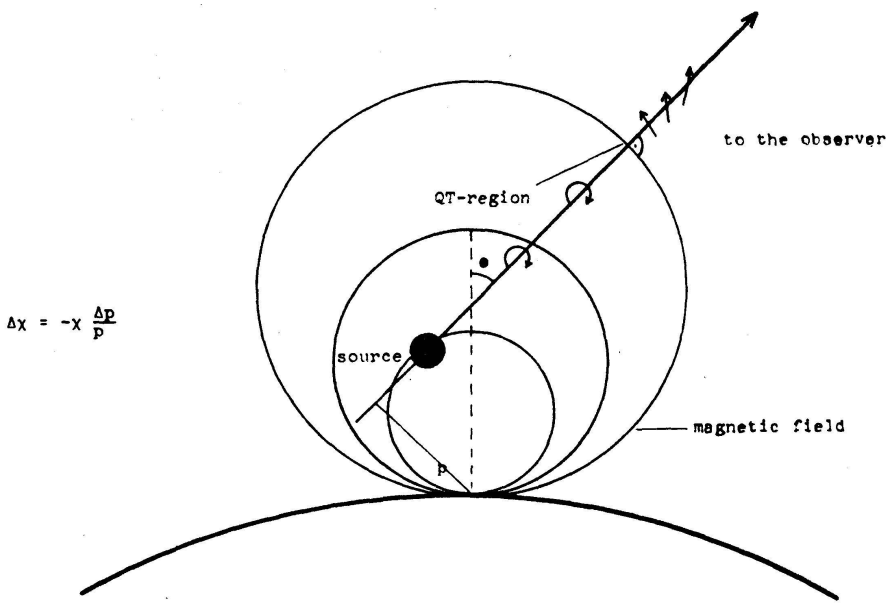


Figure 3

angle χ one finds that $\Delta p/p$ must then be less than 10^{-3}. With a typical value of 10^5 km for p the source diameter must be less than 100 km in order to observe linear polarization. This is a very little diameter and we are not very optimistic in observing linear polarization. Nevertheless, with the help of a more sensitive radiometer we will try to observe linear polarization especially during bursts with low intensity. It can be expected that these bursts have a small diameter and that the magnetic shock is small enough not to destroy linear polarization.

REFERENCES

1. AKABANE, K.: Publ.Astron.Soc.Japan *10:* 99 (1958).
2. ZHELEZNYAKOV, V.V.: Soviet Astr. *7:* No. 4 (1964).

6. P. STETTLER und F. KNEUBÜHL (Zürich) und E. A. MÜLLER (Genf): *Absolute measurements of the Solar brightness in the spectral region between 100 and 500 microns* (erschienen in: Astron. Astrophys. *20*, 309–312 [1972])

7. E. SCHANDA (Institut für Angewandte Physik, Universität Bern): *Nichtlineare Kopplung von Radiowellen bei Sonnenausbrüchen*

Die hohen Intensitäten der Mikrowellenstrahlung in der Umgebung ($\simeq 10^4$ km) der Quellgebiete von solaren Eruptionen sind imstande, eine nichtlineare Kopplung zwischen verschiedenen Teilen des Radiospektrums auszulösen. Um diese Kopplung effektiv werden zu lassen, müssen sich die Wellen verschiedener Frequenzen, die miteinander wechselwirken sollen, über eine lange Wegstrecke (Grössenordnung $\simeq 10^3$ km) mit gleicher Phasengeschwindigkeit ausbreiten. Unter der Voraussetzung, dass sich die beteiligten Wellen in gleicher Richtung ausbreiten, ist gleiche Phasengeschwindigkeit gleichbedeutend mit gleichem Brechungsindex im Medium. Aus den Dispersionskurven für elektromagnetische Wellen im magnetisierten Plasma lassen sich Situationen finden (Verhältnisse zwischen Plasma- und Zyklotronfrequenz), für die ausser der Gleichheit der Phasengeschwindigkeiten auch die Bedingungen für die Erhaltung von Energie und Impuls bei der Erzeugung einer neuen Welle aus den zwei ursprünglichen, miteinander wechselwirkenden Wellen erfüllt werden können. So hat ein stark magnetisiertes Plasma (z.B.: B = 300 Gauss, Elektronendichte $n = 10^8$ cm^{-3}, d.h. $\omega_p/\omega_{ce} \simeq 0{,}1$) über weite Teile des Hochfrequenzspektrums (unterhalb und oberhalb der Elektronen-Zyklotronfrequenz) für Wellenausbreitung senkrecht zum Magnetfeld den Brechungsindex von Vakuum; oder für die gleiche Ausbreitungsrichtung in schwächer magnetisiertem Plasma ($\omega_p/\omega_{ce} \gtrsim 1$) lassen sich die obigen Bedingungen mit einem Brechungsindex $0 < N < 1$ erfüllen.

Die wichtigste Bedingung für nichtlineare Wellenkopplung ist, dass zumindest eine der wechselwirkenden Wellen mit genügender Intensität auftritt. Eine ausführliche Rechnung zeigt [1], dass die Intensitäten grosser impulsiver Mikrowellenausbrüche ($\simeq 10^4$ solarer Flusseinheiten $= 10^{-18}$ W/m^2 Hz) genügen, um auf einer Strecke von 10^3 km durch diesen Wechselwirkungsprozess einen nennenswerten Teil der Energie einer intensiven Welle auf ein anderes Spektralgebiet, z.B. auf die Harmonische der ursprünglichen Welle, überzuführen. Die physikalischen Verhältnisse, die diesen Betrachtungen zugrunde liegen (Elektronendichte und Magnetfeld) dürften mit Ausnahme der stark vereinfachten Geometrie auf eruptionsaktive Gebiete der Sonnenatmosphäre weitgehend zutreffen.

Ausführlichere Darstellungen zu den plasmaphysikalischen Aspekten dieser Arbeit wurden vom Autor in [1] und [2] gegeben.

LITERATUR

1. SCHANDA, E.: Parametric wave interaction in a magnetized Plasma, Proceedings of the Summer School on Plasma Physics and its applications to solar radio phenomena, Ile de Ré, 4.–19.9.1972, ed. A. Mangeney, Plenum Press.
2. SCHANDA, E.: On the possibility of wave-wave interactions during solar radio bursts, Proceedings of the third meeting of the Committee of European Solar Radio Astronomers, 21.–22.9.1972, Bordeaux, ed. F. Poumeyrol.

8. E. WIEDEMANN (Riehen): *Zur Kenntnis der Maksutov-Systeme*

Etwa zehn Jahre nach der Erfindung der Schmidt-Kamera [1] haben fast gleichzeitig vier Autoren, nämlich: D. GABOR [2], A. BOUWERS [3], K. PENNING [4] und D.D. MAKSUTOV [5] ein System beschrieben, in welchem die Schmidt-Platte durch einen schwach zerstreuenden Meniskus ersetzt ist, der seine hohle Fläche dem einfallenden Licht zukehrt. Da D.D. MAKSUTOV dieses System als erster in der Literatur beschrieben hat, erhielt es seinen Namen.

Schmidt-Kamera und Maksutov-Kamera sind in der Folge durch Hinzunahme eines Gegenspiegels zu entsprechenden Cassegrain-Systemen weiterentwickelt worden.

Diese Instrumententypen sind schematisch in Abbildung 1 dargestellt. In diesem Bericht soll jedoch nur auf die beiden Maksutov-Systeme eingegangen werden, und zwar zuerst auf die Maksutov-Kamera und dann auf das Maksutov-Cassegrain-System.

1. *Die Maksutov-Kamera*

Der Schmidt-Kamera und der Maksutov-Kamera ist gemeinsam, dass das Bild, entsprechend der Petzval-Summe $= -1{,}00$, auf einer gegen das Objekt zu hohlen Kugelschale mit dem Radius der Brennweite liegt und dass zufolge der Beseitigung der Koma und des Astigmatismus relativ grosse Bildfelder ausgezeichnet werden.

Während aber bei der Schmidt-Kamera der sphärische Fehler des Kugelspiegels durch eine Planplatte beseitigt wird, deren Hinterfläche zu einer Fläche 4. Ordnung deformiert ist, und Koma und Astigmatismus dadurch beseitigt werden, dass diese Planplatte als Eintrittspupille im Abstand der doppelten Brennweite angeordnet ist, wird diese Korrektur beim Maksutov-System durch einen Meniskus erzielt, der kurz vor dem Brennpunkt steht.

Die Maksutov-Kamera kann also wesentlich kürzer als die Schmidt-Kamera gebaut werden, und ihre chromatische Korrektur ist erst noch besser. Andererseits gestattet ihr Aufbau aus nur drei Kugelflächen keine völlig zonenfehlerfreie Korrektur, es sei denn, man würde eine ihrer Flächen deformieren.

Der Meniskus anstelle der Schmidt-Platte ermöglicht also eine sphärische Korrektur, eine Komakorrektur, eine Korrektur des Astigmatismus

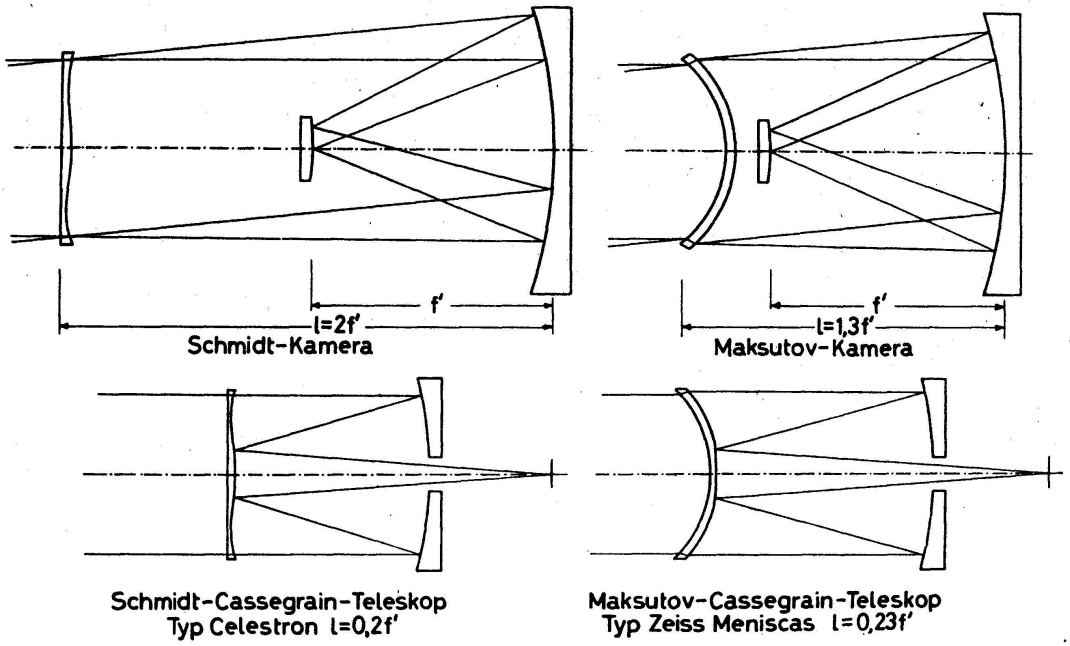


Abbildung 1

Schmidt-Kamera
Schmidt-Cassegrain-System

Maksutov-Kamera
Maksutov-Cassegrain-System

und eine ausgezeichnete Korrektur des Farbfehlers bei Verkürzung der Baulänge des Systems auf die Hälfte.

Diese Eigenschaften erschienen als interessant genug, um an Hand eigener Rechnungen zu prüfen, wo etwa die Grenzen der Maksutov-Kamera liegen, wenn man die Forderung stellt, dass die unvermeidlichen Zonenfehler bei mässigen Bildfeldern von 10–20° nur zu Zerstreuungskreisen führen, die kleiner als das Korn des Negativmaterials sind.

Limitiert man im Hinblick auf diese Forderung das Maximum des sphärischen Zonenfehlers auf 5/100000 der Brennweite und lässt man für den Komafehler etwa den doppelten Wert zu, so kann man nach F.B. WRIGHT [6] mit Hilfe der von D.D. MAKSUTOV gegebenen Formel:

$$r_2 - r_1 = \left(\frac{n^2-1}{n^2}\right) \cdot e_1'$$

jene Meniskusdicken und Öffnungsverhältnisse von Maksutov-Kameras berechnen, die dieser Bedingung genügen.

In dieser Formel bedeuten: r_1 den ersten und r_2 den zweiten Meniskusradius, n den Brechungsindex des Meniskenglases und e_1' die axiale Dicke des Meniskus. Ein Ergebnis solcher Rechnungen ist in Abbildung 2 wiedergegeben.

Für die in bezug auf den Farbkoma-Restfehler günstigsten Meniskusdicken von 1%, 2% und 3% der Systembrennweite sind die Öffnungs-

verhältnisse von 1 : 4,3, 1 : 3,8 und 1 : 3,6 erreichbar, wenn diese Systeme mit Brennweiten von 1000–500 mm gebaut werden. Sie genügen dann der Bedingung, dass für Bildwinkel von 20–10° die Zerstreuungskreis-Durchmesser kleiner als das Korn des Negativmaterials bleiben. Dies ist gewiss auch ein interessanter Aspekt für die professionelle Astronomie und nicht nur für Astroamateure. Für Brennweiten unter 500 mm sind natürlich grössere Öffnungsverhältnisse möglich und auch realisiert worden, doch soll hier nicht darauf eingegangen werden.

Zu Abbildung 2 sei noch das Folgende angemerkt: Die dargestellten Kurven in bezug auf die Strahleinfallshöhe *h* der sphärischen Aberration (ausgezogene Linie) und des Komafehlers (gestrichelte Linie) gelten stets

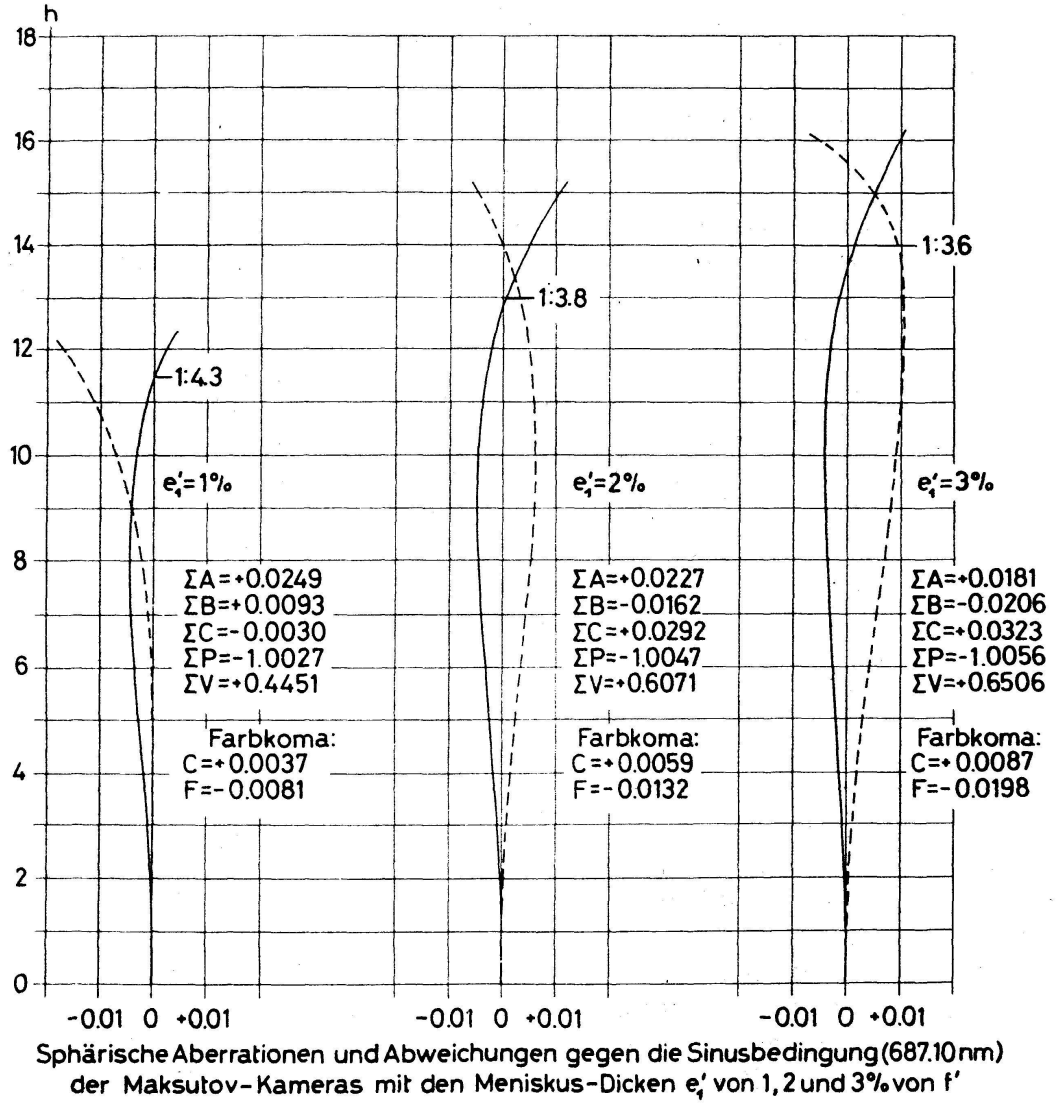


Abbildung 2

Korrektionsdarstellungen dreier Maksutov-Kameras

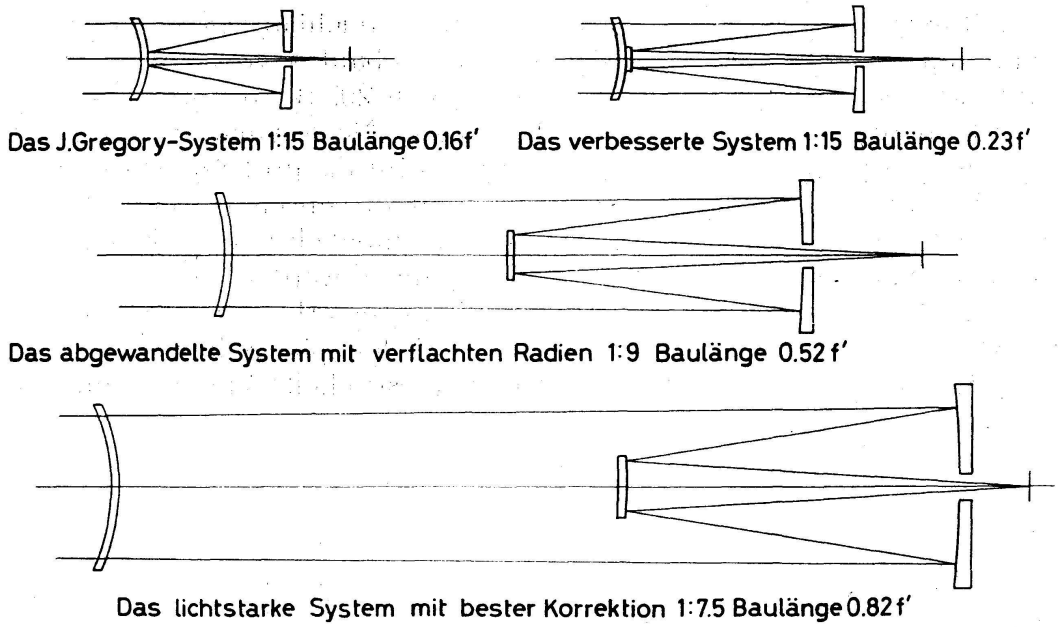


Abbildung 3

Oben: Zwei Beispiele bisher bekannter Maksutov-Cassegrain-Systeme
Darunter: Neue Modifikationen dieser Systeme, auf die weiter unten eingegangen wird

für eine Brennweite von 100 Einheiten. Die beigeschriebenen Werte sind die Summenwerte nach der 3. Ordnung, und zwar: ΣA für den Öffnungsfehler, ΣB für den Komafehler, ΣC für den Astigmatismus, ΣP für die Petzval-Summe und ΣV für den Verzeichnungsfehler. Je näher diese Summen dem Wert 0 kommen, um so besser ist der betreffende Fehler korrigiert. Der Farbkomafehler gibt die entsprechenden Werte für die Wellenlängen 565,30 mμ (C-Linie) und 486,10 mμ (F-Linie) als Differenz zur Wellenlänge 587,60 (d-Linie). Diese Angaben sind in der rechnenden Optik üblich und gelten auch für die nachfolgenden Diagramme.

2. *Die Maksutov-Cassegrain-Systeme*

Wir gehen nun zu den Maksutov-Cassegrain-Systemen über, wie sie durch die Hinzunahme eines Gegenspiegels erhalten werden können. Bei der Schmidt-Kamera hat dies möglicherweise als erster R. R. WILEY [7] verwirklicht, und heute werden Schmidt-Cassegrain-Systeme von mehreren optischen Firmen hergestellt. Maksutov-Cassegrain-Systeme sind wahrscheinlich zuerst von J. GREGORY [8], R. L. WALAND [9] und N. W. MERMAN [10] beschrieben worden. Sie haben ebenfalls mehrere Hersteller, darunter auch CARL ZEISS, Jena, gefunden.

Abbildung 3 zeigt oben zwei Beispiele bisher bekannter Maksutov-Cassegrain-Systeme. Darunter sind vom Verfasser neu berechnete Varianten dargestellt. Bei der Entwicklung dieser Systeme war man zunächst

im Hinblick auf eine möglichst kurze Baulänge und auf eine einfache Herstellung dem Vorschlag von J. GREGORY [8] gefolgt und hatte den Gegenspiegel als zentralen Fleck auf die Hinterfläche des Meniskus aufgedampft. Eine Durchrechnung dieses Systems, wie sie in der nächsten Abbildung gezeigt wird, lässt jedoch auch bei dem relativ kleinen Öffnungsverhältnis von 1:15 eine unbefriedigende Korrektur erkennen.

Eine wesentlich bessere Korrektur ist möglich, wenn man dem Gegenspiegel eine flachere Krümmung gibt. Dies wurde wahrscheinlich zuerst im *Zeiss*-Werk erkannt und durch Anschleifen eines flacheren Gegenspiegels an den Meniskus verwirklicht, während andere Hersteller einen flacheren Gegenspiegel am Meniskus befestigten. Durch diese Massnahmen war bei gleichbleibendem Öffnungsverhältnis von 1:15 und ohne wesentliche Vergrösserung der Baulänge eine Verkleinerung der axialen und ausseraxialen Restfehler um etwa einen Faktor 5–10, also um eine Grössenordnung, und damit ein erheblich besserer Korrektionszustand zu erreichen.

Diese Entwicklung wird durch Abbildung 4 veranschaulicht, welche die Durchrechnungsergebnisse der Systeme von J. GREGORY und *Carl Zeiss* zeigt.

Von diesem Stand der Technik ausgehend, wurde in eigenen Rechnungen untersucht, ob und wie weit sich das Maksutov-Cassegrain-System durch eine konsequente Weiterführung des Prinzips der Trennung des Gegenspiegels vom Meniskus und durch freie Wahl ihrer Radien nochmals verbessern lässt.

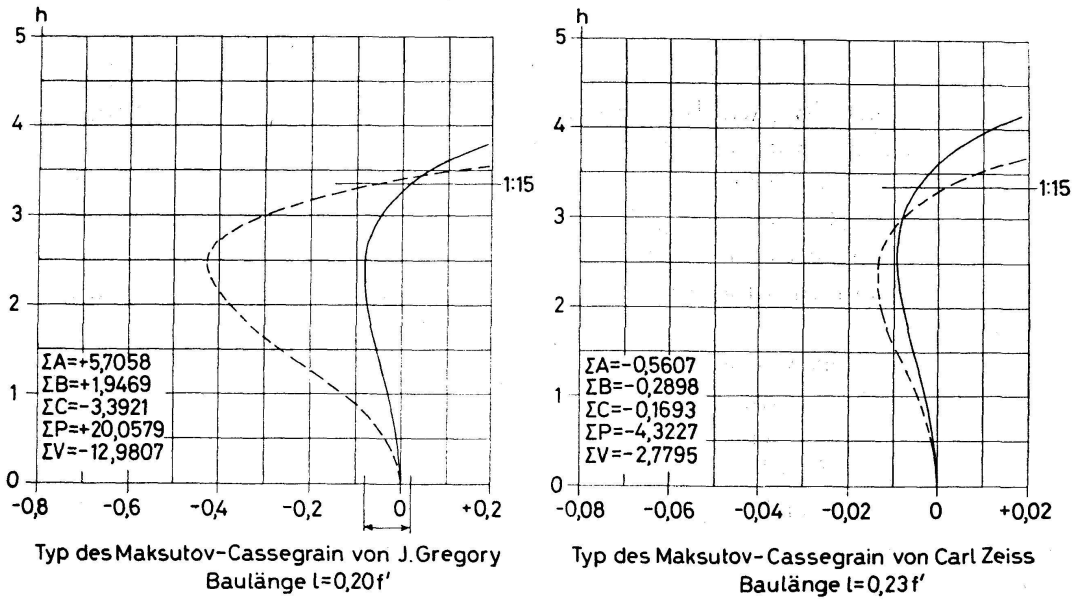


Abbildung 4

Die Korrektionszustände der Maksutov-Cassegrain-Systeme von J. GREGORY und *Carl Zeiss*

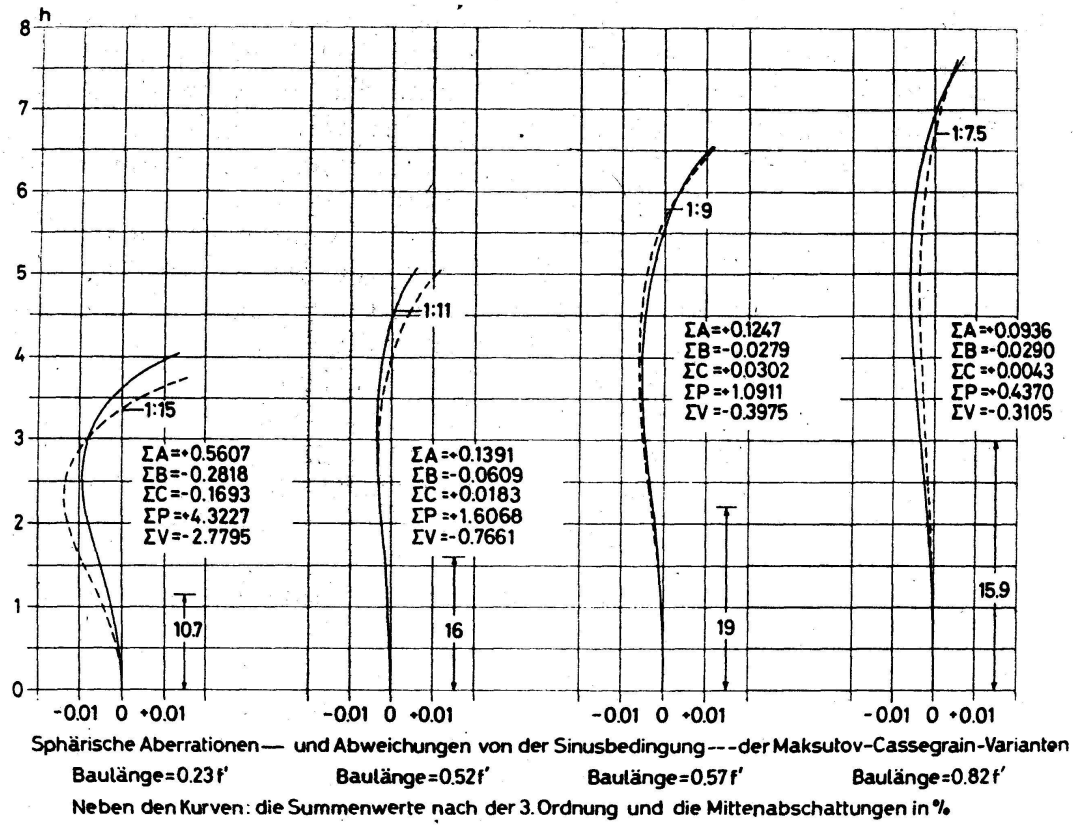


Abbildung 5

Die Durchrechnungsergebnisse einiger neuer Maksutov-Cassegrain-Systeme

Dabei war wieder, wie bei den Maksutov-Kameras, die Bedingung zu stellen, dass die Zerstreuungskreise im brauchbaren Bildfeld kleiner als das Korn des Negativmaterials bleiben. Da das Öffnungsverhältnis bei den Maksutov-Cassegrain-Systemen prinzipiell kleiner als bei den Kameras ist, konnte auch hier – für Brennweiten bis zu einigen Metern – die Limite der Zonenfehler mit 5/100000 der Brennweite angenommen werden.

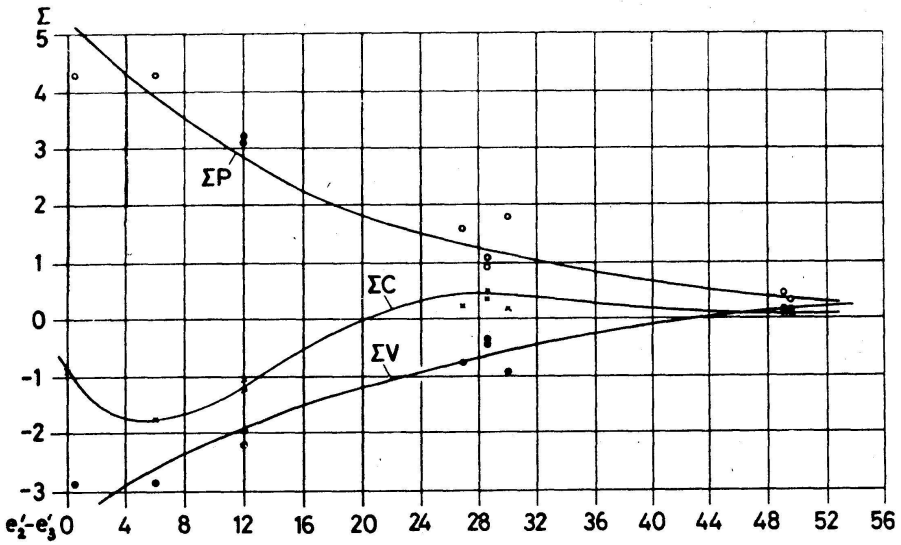
Unter Vergrösserung des Abstandes Meniskus–Gegenspiegel bei gleichzeitiger Verflachung der Radien war schliesslich eine Steigerung der Lichtstärke auf den vierfachen Wert, nämlich von 1:15 auf 1:7,5, und gleichzeitig eine Verkleinerung der Bildfeldfehler um nochmals etwa eine Grössenordnung zu erreichen. Dies wird durch die Durchrechnungsergebnisse belegt, wie sie in Abbildung 5 dargestellt sind.

Bei gleichbleibenden axialen Zonenfehlern von 5/100000 der Brennweite gehen mit der Steigerung der Lichtstärke die Bildfeldfehler stetig zurück, wie dies aus den Zahlenwerten der Summen nach der 3. Ordnung ersichtlich ist. Beim lichtstärksten Typ mit der Öffnung 1:7,5 verschwindet schliesslich der Astigmatismus praktisch völlig, und Petzval-Summe

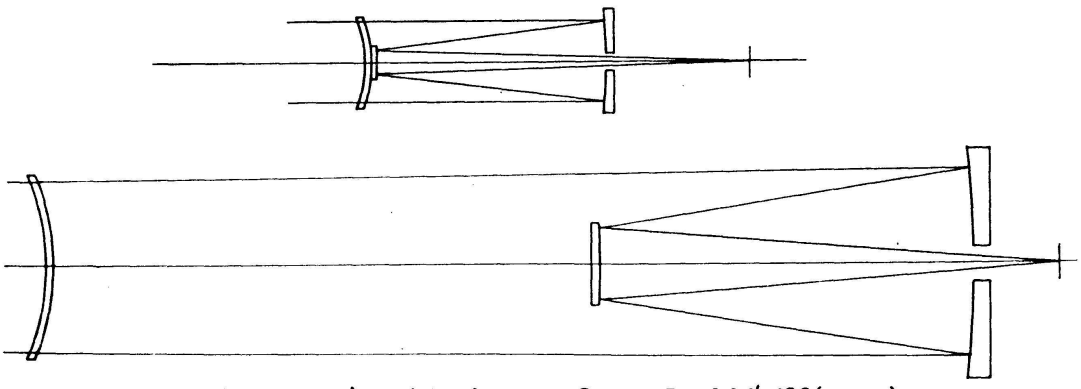
und Verzeichnung werden sehr klein, so dass ein anastigmatisches System und nicht nur ein aplanatisches System resultiert.

Der Preis dafür ist eine Vergrösserung der Baulänge von 0,23 auf 0,82 Einheiten der Brennweite, die aber dann immer noch kleiner als die eines Newton-Teleskops bleibt, dessen Bildqualität in der Nähe der Achse und im Bildfeld durch die Korrektion der Koma und des Astigmatismus natürlich bei weitem übertroffen wird.

Die hier beschriebene Weiterentwicklung des Maksutov-Cassegrain-Systems lässt sich am besten an Hand der Graphik (Abb. 6) übersehen. Bei konstant auf 5/100000 der Brennweite gehaltenen Achsen-Aberratio-



Die Änderung der Bildfeld-Summenwerte nach der 3. Ordnung (ΣC×10, ΣP, ΣV) mit der Differenz $e'_2-e'_3$ (Abstand Meniskus-Gegenspiegel) und mit steigender Lichtstärke (1:15 - 1:6.8) bei aplanatischer Korrektion (Zonenfehler - 0.005 max.)



Das System R=1:15, f'=100 (oben) und das System R=1:6.8, f'=100 (unten)

Abbildung 6

Graphik der neuen Modifikationen des Maksutov-Cassegrain-Systems

nen nehmen mit dem Ansteigen der Lichtstärke auf den vierfachen Wert die Bildfeldfehler nach der 3. Ordnung stetig gegen den Wert 0 zu ab, wenn die Baulänge des Systems bis auf 0,82 Einheiten der Brennweite anwächst.

Bedenkt man, dass dieses Ergebnis mit nur zwei brechenden und zwei reflektierenden sphärischen Flächen erreicht wird, und bedenkt man weiter, dass der sehr kleine sphärische Restfehler durch eine ganz geringfügige Retouche beseitigt werden kann, so darf angenommen werden, dass die hier vorgestellten neuen Systeme auch für die Fachastronomie Bedeutung erlangen können, nämlich wenn von mittelgrossen Instrumenten ein erweitertes scharf ausgezeichnetes Bildfeld verlangt wird.

Diese Systeme können zwischen den kurzbrennweitigen Kameras und den langbrennweitigen Teleskopen eine Lücke ausfüllen; ihr nutzbares Bildfeld umfasst etwa 5–10° und übertrifft damit jenes aller bekannten Cassegrain-Systeme einschliesslich des Ritchey-Chrétien-Systems bei weitem.

Eine Fortführung der Rechnungen wird noch aufzuzeigen haben, ob die Lichtstärke noch weiter gesteigert werden kann und ob es möglich ist, nach dem Vorgang von H. SLEVOGT [11] die Petzval-Summe auf den Wert 0 zu bringen und damit das Bildfeld völlig zu ebnen.

LITERATUR

1. SCHMIDT, B.: Zentralztg.Optik Mechanik *52:* 25 (1931).
2. GABOR, D.: Brit.P. 544.694 (1940).
3. BOUWERS, A.: Niederl.P. 102.016 (1941).
4. PENNING, K.: D.B.P. 907.709 (1941).
5. MAKSUTOV, D.D.: J.opt.Soc.Amer. *34:* 270 (1944).
6. WRIGHT, F.B.: Amateur Telescope Making *III:* 574 (1961).
7. WILEY, R.R.: Sky and Telescope *23:* April 1961.
8. GREGORY, J.: Sky and Telescope *13:* März 1957, S. 236.
9. WALAND, R.L.: J.opt.Soc.Amer. *51:* 359 (1961).
10. MERMAN, N.W.: Mitt.Pulkovo *20:* H. 6 (Nr. 159), 144 (1958).
11. SLEVOGT, H.: Z.Instr. *62:* 312 (1942).

9. E. A. MÜLLER et R. DE LA REZA (Observatoire de Genève, Sauverny): *The micro- and macro-turbulence fields in the solar atmosphere*

The knowledge of the physics of a stellar atmosphere and of its chemical composition depends critically on the understanding of the prevailing turbulent velocity fields, and these are still very poorly known.

We have attacked the problem by studying the center-to-limb variation of some 50 medium-strong spectral lines of metallic elements (such as Na*I*, Ca*I*, Ti*I*, Cr*I*, Cr*II*, Fe*I*, Fe*II*) in the solar atmosphere. The observations were secured together with J.W. BRAULT at the Kitt Peak National Observatory (USA). The selected lines cover the wavelength region $\lambda = 4500-6500$ Å, are free from blends and were observed over quiet regions of the photosphere.

Two kinds of tubulent velocities are being considered:

1. the micro-turbulence which represents the motions of the small scale eddies, and
2. the macro-turbulence whose elements are large compared to the layers where the greater portion of a line is formed.

Micro-turbulence enters in the calculations of a line profile through the absorption coefficient. Thus it affects the total absorption in the line, and consequently the abundance computed from the equivalent width. Macro-turbulence does not affect the total absorption but it modifies the line profile by redistributing the intensities within the line. We account for the macro-turbulence by convoluting the theoretical line profile with a Gaussian distribution function of velocities. The mean value of this velocity distribution is considered to be the representative macro-turbulence for a given line. This value is obtained by fitting the intensity at line center of the convoluted profile with the observed central intensity.

We calculated the profiles of the selected lines at $\mu = 1.0$ and $\mu = 0.3$, employing the HSRA model (GINGERICH et al., 1971) and the HOLWEGER model (1971), and using different values for the microturbulence field. These selected lines are assumed to be formed in LTE. The elemental abundance is adjusted until the theoretical line profile has the observed equivalent width. This theoretical profile is then convoluted with the Gaussian distribution function representing the macro-turbulence velocities, as mentioned above. In order to obtain the best micro- and macro-turbulence fields, consistent for all lines, we require that (a) the profiles of all our selected lines are well synthesized at the center and near the limb of the solar disk, and (b) that the abundance derived from a given line at the disk center is the same near the limb.

The following are our results:

1. An anisotropic micro-turbulence is necessary in order to keep the abundance constant from center to limb for a given line.
2. A depth dependent micro-turbulence (such as the one suggested by HOLWEGER [1967] and improved by GARZ et al. [1969]) may be required, although a well chosen micro-turbulence value independent of depth (but anisotropic) might also give satisfactory results.
3. An anisotropic macro-turbulence is necessary in order to fit the observed profiles at the center and near the limb. The value of the macro-turbulent velocity derived at $\mu = 0.3$ is larger by approximately 0.5 km/sec than the value at $\mu = 1.0$.
4. In the photosphere the macro-turbulence decreases with height at the rate of about 0.3 km/sec over a height of $\log \tau_0 = 1.0$. In the region of the temperature minimum there is an indication of a relatively rapid increase of the macro-turbulence outwards.
5. The values of the macro-turbulence velocities are always larger than the micro-turbulence velocities (at the center as well as at the limb).

Obviously the macro-turbulence values will depend on the micro-turbulence field used.

6. The results of the non-LTE calculations of the relatively strong K*I* resonance line at $\lambda = 7699$ Å are very consistent with the above results.
7. The Ca*I* lines of our list, calculated in LTE show a different behaviour and must be studied separately by considering departures from LTE.

REFERENCES

GARZ, T./HOLWEGER, H./KOCK, M./RICHTER, J.: Astron.Astrophys. *2:* 446 (1969).
GINGERICH, O./NOYES, R.W./KALKOFEN, W./CUNY, Y.: Solar Phys. *18:* 347 (1971).
HOLWEGER, H.: Z.Astrophys. *65:* 365 (1967).
HOLWEGER, H.: Astron.Astrophys. *10:* 128 (1971).

10. R. DE LA REZA et E. A. MÜLLER (Observatoire de Genève, Sauverny): *L'abondance de potassium dans l'atmosphère solaire*

Dans une étude sur la formation de la raie d'absorption à $\lambda = 7698{,}977$ Å appartenant au doublet de résonance du K*I* (DE LA REZA et MÜLLER, 1971) nous avons conclu que seule une théorie plus générale que celle de l'équilibre thermodynamique local (ETL) pouvait rendre compte des observations que nous avons obtenues en collaboration avec J. W. BRAULT au Kitt Peak National Observatory (USA). Nous présentons ici les résultats, pour la même raie, d'une étude en dehors de l'ETL encore plus détaillée que la précédante et qui nous a permis de calculer l'abondance du potassium dans la photosphère.

Nous avons considéré les trois niveaux suivants de l'atome de K*I*: les deux niveaux $4s\ ^2S_{1/2}$ et $4p\ ^2P^0_{1/2}$ correspondant à la raie étudiée (noté ci-après 1 et 2) et le continu (noté 3). Le niveau $4p\ ^2P^0_{3/2}$ correspondant à l'autre transition du doublet n'a pas été pris en considération, car les effets de collisions dans l'atmosphère du soleil sont suffisants pour que l'on puisse considérer les deux niveaux 4P comme un seul. Effectivement on peut montrer, en utilisant les sections efficaces mesurées par CHAPMAN et KRAUSE (1966), que les collisions avec les atomes de He*I* par exemple, sont à elles seules suffisantes pour rendre les fonctions sources du doublet égales.

Pour résoudre les équations de l'équilibre statistique nous avons calculé les différents mécanismes par collisions et radiatifs de la manière suivante:

Mécanismes par collisions. Les collisions sont produites avec des électrons. On admet la validité de la distribution maxwellienne des vitesses pour toutes les particules. Les taux d'excitation et de desexcitation entre les niveaux 1 et 2 sont calculés d'après les sections efficaces mesurées par VOLKOVA et DEVYATOV (1963) et par ZAPESOCHNYI et SHIMON (1966). Les taux d'ionisation et de récombinaison par collisions entre 1 et 3 sont calculés en utilisant les sections efficaces proposées par LOTZ (1967), alors

qu'entre 2 et 3 le calcul se fait au moyen de sections efficaces approximées par la formule générale de SEATON (voir p.ex. ALLEN, 1963).

Mécanismes radiatifs. Les mécanismes de photoionisation et de récombinaison entre les niveaux 1 et 3 sont calculés d'après une moyenne des sections efficaces présentées par MARR (1967), alors que pour les niveaux 2 et 3 les sections efficaces sont calculées par l'approximation hydrogenoïde de UNSÖLD.

Les équations de l'équilibre statistique et du transfert radiatif sont résolues simultanément d'après la méthode proposée par ATHAY et SKUMANICH (1967). Ceci nous a permis de connaître les valeurs de la fonction source de la raie et de calculer les profils. L'abondance initiale a été modifiée jusqu'à ce que les largeurs équivalentes théoriques et observées soient égales. Nous avons réalisé ces calculs pour le centre et près du bord du disque solaire ($\mu = 1{,}0$ et $\mu = 0{,}2$) en utilisant le modèle de la photosphère et de la chromosphère de GINGERICH et al. (1971). Quatre distributions différentes de la microturbulence ont été utilisées. Trois distributions ont des valeurs constantes en profondeur et isotropes (les valeurs choisies étaient 0, 1 et 2 km/s), alors que la quatrième proposée par HOLWEGER (1967) et modifiée par GARZ et al. (1969) est anisotrope et variable en profondeur. Les principaux résultats sont les suivants:

1. La formation de la raie est contrôlée par les collisions. Ceci est principalement dû aux valeurs assez grandes des sections efficaces de collisions entre les niveaux 1 et 2.
2. Les valeurs de la fonction source de la raie sont inférieures aux valeurs de la fonction de PLANCK dans une grande partie de la zone de formation de la raie, et cette zone se trouve dans la photosphère.
3. Seule une microturbulence anisotrope peut reproduire la variation centre–bord de la largeur équivalente de la raie. Les effets de variations de la microturbulence ne sont pas très importantes.
4. Il est nécessaire d'introduire un champ de vitesses de macroturbulence également anisotrope pour reproduire les profils observés au centre et au bord du disque.
5. Le potassium se trouve essentiellement dans l'état une fois ionisé. Ceci est dû au très faible potentiel d'ionisation du K*I* (4,339 e.v.).
6. Pour l'abondance de potassium dans la photosphère nous trouvons $\log \varepsilon_K = 5{,}10$ (à l'échelle $\log \varepsilon_H = 12{,}00$). Cette valeur est plus grande d'un facteur 2,5 que celle déterminée par GOLDBERG, MÜLLER, ALLER (1960) en admettant l'ETL. Elle est proche de la valeur trouvée dans les météorites (UREY, 1967). Par contre, elle est plus petite que la valeur correspondante de la couronne solaire d'un facteur valant environ 5 (WITHBROE, 1971).

La valeur f utilisée dans notre détermination de l'abondance est égale à 0,339 et elle a une incertitude de moins de 10% (WIESE, 1969). L'incertitude de 1 km/sec dans la valeur de la microturbulence introduit une incertitude de $\pm 0{,}1$ dans notre valeur de $\log \varepsilon_K$. Remarquons que cette

valeur reste photosphérique, ce qui soulève l'intérêt du problème de la différence avec la valeur de la couronne.

BIBLIOGRAPHIE

ALLEN, C.W.: Astrophysical Quantities. 2 ed., Athlone Press, London 1963, p. 41.
ATHAY, G./SKUMANICH, A.: Ann.Astr. *30:* 669 (1967).
CHAPMAN, G.D./KRAUSE, L.: Canad.J.Phys. *44:* 753 (1966).
GARZ, T./HOLWEGER, H./KOCK, M./RICHTER, J.: Astron.Astrophys. *2:* 446 (1969).
GINGERICH, O./NOYES, R.W./KALKOFEN, W./CUNY, Y.: Solar Phys. *18:* 347 (1971).
GOLDBERG, L./MÜLLER, E.A./ALLER, L.H.: Ap.J.Suppl. *5:* 1 (1960).
HOLWEGER, H.: Z.Astrophys. *65:* 365 (1967).
LOTZ, W.: Ap.J.Suppl. 128 (1967).
MARR, G.V.: Photoionisation Processes in gases. Academic Press, 1967, p. 113.
DE LA REZA, R./MÜLLER, E.A.: Act.scientif.Soc.helv.Sci.natur., Fribourg 1971.
UREY, H.C.: Q.J.R.A.S. *8:* 23 (1967).
VOLKOVA, L.M./DEVYATOV, A.M.: Bull.Acad.Sci.USSR Phys.Ser. 27 (1963).
WIESE, W.L./SMITH, M.W./MILES, B.M.: N.B.S. 22 (1969).
WITHBROE, G.L.: The Menzel Symposium, N.B.S. esp.pub. 353,127 (1971).
ZAPESOCHNYI, I.P./SHIMON, L.L.: Optics and Spectroscopy *34:* 155 (1966).

11. B.W. LITES et E.A. MÜLLER (Observatoire de Genève, Sauverny): *The formation of strong lines of neutral metallic elements in the solar and stellar atmospheres*

The strongest Fraunhofer lines in the visible and near ultraviolet solar spectrum are the resonance lines of singly ionized calcium, and the Balmer lines of hydrogen. The next strongest lines are those due to the unionized abundant metals; for example calcium, iron, magnesium and sodium. The solar abundances of these metallic elements lie in the range 10^{-4} to 10^{-6} relative to hydrogen, and since they have rather low ionization potentials these elements are predominantly singly ionized. However, the very strong resonance transitions in the neutral atoms offset this depopulation by ionization to give rise to strong lines. In the solar spectrum the neutral metallic lines are characteristically one to two Angstroms equivalent width and have distinct Doppler cores and well-developed collisionally broadened wings. When observed at the center of the solar disk these lines have central intensities of a few percent of the continuum intensity.

A thorough understanding of the formation processes that give rise to the neutral metallic lines is in many ways valuable to the investigation of the structure of the solar atmosphere. The line cores form in the region of the initial outward temperature rise of the chromosphere and hence they are indicators of the conditions in this poorly known region. The many strong lines between 3500 Å and 4500 Å, especially those due to neutral iron, contribute strongly to the solar line blanketing and a precise description of their formation is necessary to the computation of line-blanketed solar models. The line cores also may be employed to study

the non-thermal velocities in the low chromosphere both on the small scale (micro-turbulence) and on an observable scale. The wings of the strong lines provide a check of the abundances of these elements without any assumptions about the turbulent velocity. Finally, it is important to know to what extent departures from LTE in the strong lines affect the formation of weaker lines, for example those iron lines commonly used to measure photospheric magnetic fields and Doppler shifts.

We approach the problem of the formation of the strong neutral metallic lines by profile synthesis from model solar and stellar atmospheres. An analysis of this type demands high quality observations of line profiles, and in the solar case it is most helpful to have observations at several disk positions. We secured such observations, in collaboration with J. W. BRAULT, with the McMath solar spectrograph of the Kitt Peak National Observatory (USA). Departures from LTE are generally quite large in strong neutral metallic lines, so a proper theoretical treatment must involve the simultaneous solution of the coupled statistical equilibrium and radiative transfer equations. It is then necessary to construct model atoms for these elements that realistically account for the important atomic rates, and the model atoms must be quite complex for complex atoms such as neutral iron.

We have been able to obtain good center-to-limb fits to the line profiles of a number of solar neutral iron lines with numerical models of the mean solar atmosphere. The understanding gained from that investigation paves the way for future work on detailed high spatial resolution solar spectra of the neutral iron lines, and also for profile synthesis of complex spectra in other stars. We are currently investigating the neutral calcium ionization and excitation equilibrium in the solar spectrum since the weaker Ca*I* lines show somewhat deviant properties in comparison with similar lines of other elements. Work is also in progress on the influence of blending on the formation of strong lines (blends have heretofore been neglected), the solar line blanketing due to neutral iron, and the reflection effect in strong lines formed in eclipsing binary stars.

3. Sektion für Botanik

Schweizerische Botanische Gesellschaft
Société Botanique Suisse

Präsident: Prof. Dr. H. WANNER, Institut für allgemeine Botanik, Künstlergasse 16, 8000 Zürich
Sekretär: Prof. Dr. H.R. HOHL, Cytologische Abteilung, Institut für allgemeine Botanik, Birchstrasse 95, 8050 Zürich

Samstag, 14. Oktober

Sektion I: Systematik, Pflanzengeographie, Ökologie

1. P.K. ENDRESS (Zürich): *Aspekte der Karpellontogenese*

Man weiss erstaunlich wenig über den Entwicklungsgang von Karpellen, selbst rein deskriptiv und im lichtmikroskopischen Bereich. Das gilt zwar auch für andere Blattorgane (vgl. HAGEMANN, 1970). Aber Karpelle wurden besonders oft untersucht, z.B. in der Auseinandersetzung um die früher ziemlich umstrittene «Phyllosporie» oder «Stachyosporie». Manche Autoren haben dabei bestimmte Entwicklungsstadien herausgegriffen, z.B. auf der Suche nach «Randinitialen» oder nach Zellteilungen bei der Initiation von Samenanlagen. Diese Beschränkung gilt aus praktischen Gründen noch mehr für hauptsächlich experimentell ausgerichtete Untersuchungen oder für solche über die Ultrastruktur von Organen.

Meine eigenen Untersuchungen (ENDRESS, 1972) galten in erster Linie speziellen morphologischen und systematischen Problemen bei den Laurales (hauptsächlich Lauraceen und Monimiaceen s.l.). Dabei ergaben sich aber auch Aspekte, die ganz allgemein für die Frage nach der ontogenetischen Entwicklung von Karpellen von Interesse sind. Die Lauraceen und Monimiaceen s.l. sind für diese allgemeine Frage besonders geeignet, weil erstens die Karpelle frei voneinander sind oder nur in Einzahl vorkommen und zweitens die einzige Samenanlage genau median steht: Ihr Entstehungsort ist damit schon bestimmbar, noch bevor ihre Anlage überhaupt sichtbar wird. Mediane Karpellängsschnitte sind zugleich mediane Ovularlängsschnitte.

Ich wähle zwei Beispiele aus:

I. *Cinnamomum camphora* (L.) Presl (Lauraceae) (Abb. 1)

1. Nach der Anlage des Androeciums erhebt sich aus dem Blütenvegetationspunkt ein radiärsymmetrischer, halbkugeliger Höcker.
2. Daraus formt sich ein schief schüsselförmiges Gebilde aus einem basalen Querwulst und zwei daran seitlich anschliessenden, nach oben ziehenden und sich dort verbindenden Längswülsten.

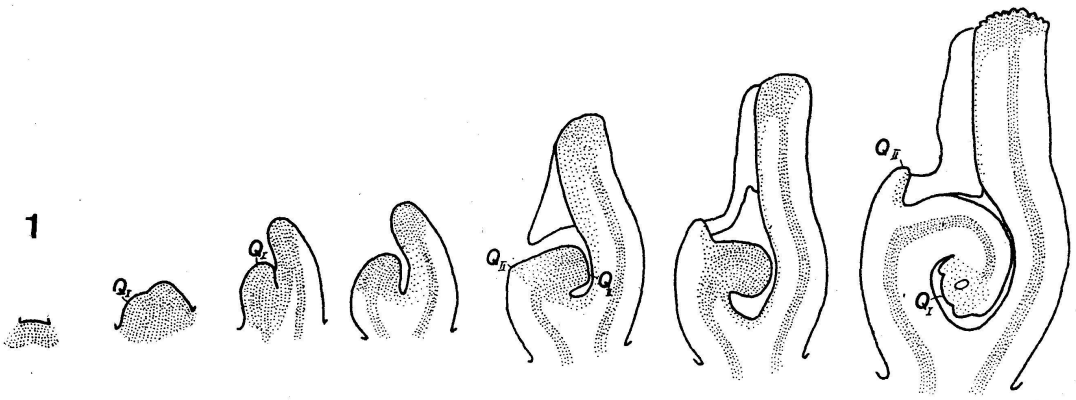


Abbildung 1

Cinnamomum camphora. Mediane Karpellängsschnitte

3. Die von Anfang an stärker erhabene Randhälfte wächst weiter stärker in die Höhe als die untere Randhälfte. Dabei biegen sich die Randwülste einwärts. Aus diesem Teil entsteht schliesslich der Griffel mit der Narbe.
4. Aus der tiefsten Stelle des Randwulstsystems beginnt sich median als separater Organteil die Samenanlage herauszudifferenzieren, nun schon etwas von den Randwülsten eingeschlossen.
5. Hinter der Samenanlage, an der Karpellaussenfläche, bildet sich ein zweiter Randwulst, zuerst sichtbar in Querrichtung, dann aber auch längs nach aufwärts mit dem ersten Randwulstsystem in Verbindung tretend.

Ich bezeichne diese Wülste als *primäre* und *sekundäre Randwülste*, die (ventral-)medianen Wulstgipfel entsprechend als *primäre* und *sekundäre Querzone* (Q_I und Q_{II} auf Abb. 1 und 2). Durch die Ausbildung dieses sekundären Randwulstsystems sinkt die aus dem primären Rand entstandene Samenanlage gewissermassen immer tiefer in die Ovarhöhle hinein (Abb. 3).

II. *Siparuna nicaraguensis* Hemsl. (Monimiaceae s.l.) (Abb. 2)

Die Entwicklung verläuft prinzipiell gleich, von Proportionsunterschieden abgesehen: Die Karpellanlage wird noch vor der ersten Gliederung etwas stiftförmig; der primäre Querwulst erscheint dann ganz basal; und die Längswülste treten oben nicht miteinander in Verbindung, sondern verlieren sich allmählich.

Ich möchte an diesem Beispiel auf zytohistologische Änderungen hinweisen. Bei der frühen Ontogenese eines einfachen Laubblattes bleibt (in Querschnitten betrachtet) das Vollmeristem der Randpartie (Urmeristem) in seiner Ausdehnung ± unverändert, während die dahinterliegenden Partien vorerst sukzessive halbmeristematisch werden (vgl. HAGE-

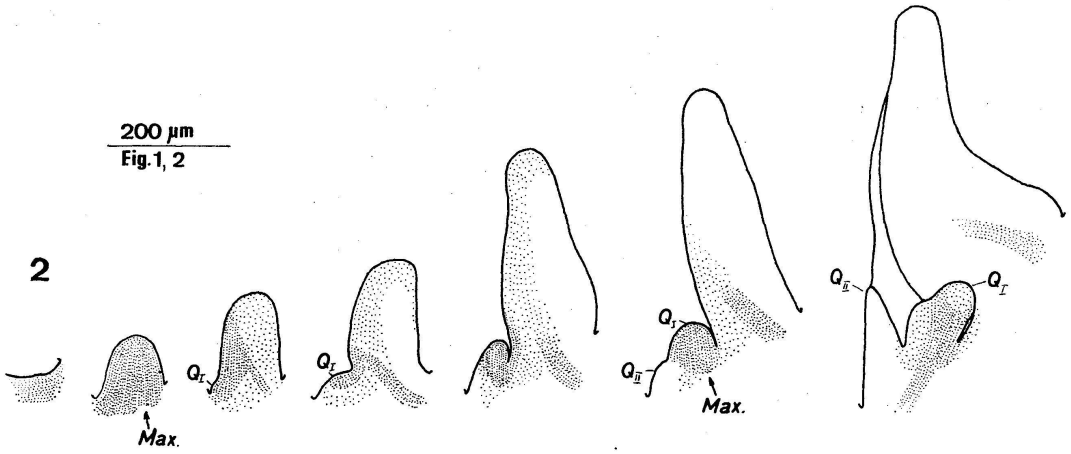


Abbildung 2

Siparuna nicaraguensis. Mediane Karpellängsschnitte
Dichte Punktierung: Vollmeristem und Prokambium
Ohne Punktierung: Halbmeristem oder stärker differenziertes Gewebe
Q_I: Primäre Querzone
Q_{II}: Sekundäre Querzone
Max.: Phase der maximalen oder annähernd maximalen Ausdehnung des Vollmeristems in den betreffenden Organteilen

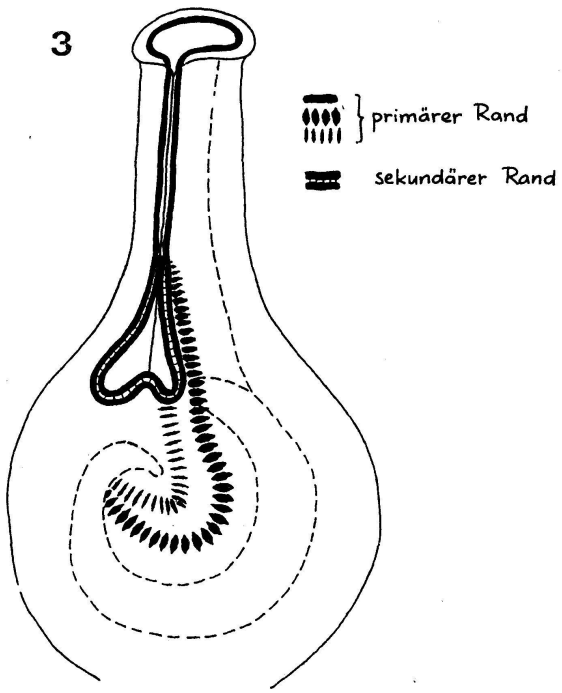


Abbildung 3

Lauraceen-Karpell, schematisch schräg von vorn gesehen
Unterbrochene Linien: Organgrenzen und ungefährer Verlauf des primären Randes im Karpellinnern. Die Zone des primären Randverlaufs ist in diesem Entwicklungsstadium nicht mehr exakt rekonstruierbar wegen nachträglicher Formänderungen

MANN, 1970). Bei einem Karpell jedoch ändert sich die Ausdehnung des Vollmeristems im Lauf der Ontogenese ± rhythmisch. Schematisch lässt sich folgende Regelmässigkeit angeben: Bei der ersten Differenzierungsphase einer Karpellpartie entstehen zwei Teile, ein vollmeristematisch bleibender und ein halbmeristematischer; der vollmeristematische vergrössert sich wieder, bis abermalige Differenzierung einsetzt (Tabelle I).

Tabelle I

Vollmeristematisch (Anlagen «hochorganisierter» Teile)	Halbmeristematisch (Anlagen weniger «hochorganisierter» Teile, meist mit Hüllfunktion)
Blütenvegetationspunkt vor der Karpellanlage	
Karpellanlage	→ Zwischen den Karpellen hochwachsender Zwischenraum (nur *Siparuna*)
Primäre Querwulstanlage (und primäre Längswulstanlagen)	→ Karpelldorsalseite und -flanken
Ovularanlage	→ Sekundärer Querwulst (und sekundäre Längswülste)
Nucellusanlage	→ Integument

In gewissem Sinn lässt sich dabei ein Vergleich ziehen mit einem vegetativen Sprossvegetationspunkt, wo sich rhythmisch Maximal- und Minimalphasen erkennen lassen, je nach Entwicklungsstadium innerhalb eines Plastochrons.

Folgende grundsätzliche Feststellungen ergeben sich daraus:

1. Die Samenanlage entsteht in den untersuchten Fällen eindeutig aus dem primären Randwulst. Erst sekundär wird sie scheinbar submarginal oder laminal. Dieser Befund spricht nicht für die phylogenetische Vorstellung, wie sie z.B. BAILEY und SWAMY (1951) oder TAKHTAJAN (1969) für Ranales und allgemein für primitive Angiospermen vertreten. Anzeichen primär marginaler Stellung wurden auch schon bei anderen Ranales beobachtet (GUÉDÈS, 1965; ROHWEDER, 1967, 1968; PADMANABHAN, 1967; ENDRESS, 1969).
2. Während der Karpellontogenese zeigt sich eine rhythmische Zu- und Abnahme des Vollmeristems (deutlicher bei *Siparuna* als bei *Cinnamomum*). Der jeweils vollmeristematische Teil stellt den sich weiterentwickelnden, «hochorganisierten» Karpellteil dar; die nur mehr halbmeristematische Fraktion dagegen differenziert sich nur wenig weiter und fungiert gewöhnlich als Hülle für die vollmeristematische Fraktion.

Diese Beobachtungen können als Grundlage dienen für detailliertere Studien über die Entwicklungsweise solcher Organe, z. B. auch elektronenmikroskopische oder entwicklungsphysiologische.

LITERATUR

BAILEY, I.W./SWAMY, B.G.L.: Amer.J.Bot. *38:* 373–379 (1951).
ENDRESS, P.K.: Ber.schweiz.bot.Ges. *79:* 229–278 (1969).
ENDRESS, P.K.: Bot.Jahrb.Syst. *92:* 331–428 (1972).
GUÉDÈS, M.: Bull.Soc.bot.France *112:* 54–68 (1965).
HAGEMANN, W.: Bot.Jahrb.Syst. *90:* 297–413 (1970).
PADMANABHAN, D.: Proc.ind.Acad.Sci., Sect. B, *66*, 3: 75–82 (1967).
ROHWEDER, O.: Ber.schweiz.bot.Ges. *77:* 376–432 (1967).
ROHWEDER, O.: Ber.deutsch.bot.Ges. *80:* 625–626 (1968).
TAKHTAJAN, A.: Flowering plants. Origin and dispersal. Edinburgh 1969.

2. K. URBANSKA-WORYTKIEWICZ und E. LANDOLT (Zürich): *Remarques sur l'aneuploïdie chez Cardamine pratensis L., s.l.*

3. M. TISSOT (Ostermundigen): *Contribution à l'étude cytotaxonomique du genre Onosma*

4. M.-M. DUCKERT (Neuchâtel): *Hierochloe odorata dans le gura*

5. F. SCHWEINGRUBER (Birmensdorf): *Soziologische Untersuchungen in subalpinen Zwergstrauchgesellschaften der Schweiz*

6. RUTH MARIA LEUSCHNER (Basel): *Luftpollen-Untersuchungen in der Schweiz – Methoden und Ergebnisse: Eine kurze Übersicht*

Wenn ich hier über Luftpollen-Untersuchungen in der Schweiz vortragen möchte, ist es vielleicht gut, am Anfang eine Definition zu geben. Wie bekannt – und wie das heute bei der Bekämpfung der Luftverschmutzung besonders aktuell geworden ist –, enthält die Luft auch im Normalfall viele unbelebte und belebte Schwebeteilchen. Die Überprüfung solcher mikroskopischer Schwebeteilchen ist heute ein weltweites Tätigkeitsfeld der Aerobiologie. Ein Spezialgebiet der Aerobiologie ist die Registrierung der in der Luft schwebenden Blütenstaubkörner. Nur in Ausnahmefällen sind über blühenden Nadelwäldern die Pollenwolken zu sehen oder nach Niederschlägen der sogenannte Schwefelregen auf Wasseroberflächen. Leider gibt es die bekannte menschliche Reaktion, das Heufieber, das

indirekt darauf hinweist, dass in Blühzeiten mancher anemophiler Pflanzen beträchtliche Mengen der betreffenden Pollenkörner vorhanden sind.

Nur mit besonderen Verfahren ist qualitativ und quantitativ feststellbar, was eigentlich in unserer Luft an Pollen und Pilzsporen schwebt. Vor allem von den letzteren ist es erheblich mehr, als man gewöhnlich annimmt.

Lassen Sie mich nun einen nach Methoden und chronologisch geordneten Überblick geben über bisherige und geplante Luftpollenuntersuchungen in der Schweiz.

Aus Gründen der Gerechtigkeit mag hier eine heute praktisch vergessene Arbeit aus der Schweiz von H. BODMER (jetzt Frau SCHOCH-BODMER) aus den Jahren 1921/22 erwähnt werden, die wohl als erste hier über den Windpollen gearbeitet hat.

Mit verhältnismässig einfacher Methode, d.h. nur mit der Sedimentation der Pollenkörner auf Moos, auf Bodenoberflächen und schliesslich auf Gletschern haben früher MÜLLER (1937), ferner LÜDI (1947), weiterhin WELTEN (1949) und später auch ZOLLER (1958 und 1962) gearbeitet. Hier kam es darauf an, die gewissermassen rezenten Pollenspektren mit den fossilen Pollen aus Bohrkernen zu vergleichen. Indessen können mit einer reinen Sedimentationsmethode – wie ich das gleich noch erläutern werde – nur gewisse Anhaltspunkte gewonnen werden.

Erwähnt seien in diesem Zusammenhang auch die originellen Befunde von VARESCHI aus den dreissiger und vierziger Jahren. Er hat Rezentpollen auf Gletschern sowie Pollen aus Gletschereis verglichen und auch Studien über die Bewegung der Gletscher mit diesen Teilchen vornehmen können. (Jetzt werden ja von einer Forschergruppe der Abteilung nukleare Geophysik der Universität Bern radioaktive Datierungsmethoden u.a. an Pollenkörnern aus Eis des Unteraargletschers durchgeführt.)

Beziehungen von allergischen Erscheinungen mit Luftpollen haben wohl als erste in unserem Land LÜDI und VARESCHI (1936) in Davos untersucht, und zwar mit einem einfachen – aber vor allem quantitativ nicht zuverlässigen – Sedimentationsverfahren: in Glasschalen mit Glyzerin. Es kam hier nur darauf an, über das Vorkommen heufiebererregender Pollen einen Anhaltspunkt zu gewinnen. (Übrigens hat in neuester Zeit auch V. MARKGRAF im Berner Oberland mit einem ähnlichen Sedimentationsgefäss nach TAUBER gearbeitet. Hier kam es auf den Vergleich mit pollenanalytischen Daten an.)

Das Sedimentationsverfahren, wie es in den USA als Standardmethode nach DURHAM schon seit 1946 angewendet wird, hat VARONIER 1969 für Luftpollen und -sporen gebraucht. Das gab in Genf gewisse Anhaltspunkte über die zeitliche Folge des Auftretens der verschiedenen Pollen und Schimmelpilzsporen.

Es sollen jetzt die Fehlerquellen der Sedimentationsverfahren – unrichtig als gravimetrische Methoden bezeichnet – kurz erörtert werden. Das Absinken der Pollen und Sporen auf die Klebeschicht ist von mancherlei schwer übersehbaren Umständen abhängig. Man hat wohl versucht, die Menge der Blütenstaubkörner, die sich nach einer bestimmten Zeit auf einem ausgelegten Objektträger sedimentiert hat, mit einem bestimmten

Luftvolumen in Verbindung zu bringen. Aber das ist nur approximativ möglich, wie sogar DURHAM, der den bekannten Apparat entwickelt hat, zugeben musste. Ungünstige Luftströmungen werden die Pollenkörner an der Klebeschicht einfach vorbeiführen. Sehr kleine Körner – wie z. B. diejenigen von Urtica – werden korrekt quantitativ überhaupt nicht erfasst werden können, wie das auch SOLOMON und CATHEY (1970) betont haben. Das ist um so wichtiger, als gerade Urtica-Pollen allergische Erscheinungen auslösen können.

Eine andere Lösung wurde bei dem Windfahnengerät getroffen, das in Deutschland entwickelt worden war und hier in einer Untersuchung angewendet wurde. Vor allem forstbotanische Gesichtspunkte waren für LEIBUNDGUT und MARCET (1953) bestimmend, die Luftpollen mit einem Aufprallverfahren auf einem mit einer Klebeschicht versehenen Objektträger analysiert haben. Dieser Objektträger war an einer Art von Windfahne angebracht. Es sollte in einem Waldgebiet am Üetliberg festgestellt werden, in welcher Richtung und wie weit Pollen transportiert wurden.

Es wäre aber wichtig, die Anzahl der Partikel in einem bestimmten Luftvolumen erfassen zu können.

Unter diesen Umständen wird man einwandfreie Daten nur mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens erhalten können, d.h., die Zahl und die Arten der Pollenkörner müssen in einem bestimmten Luftvolumen ermittelt werden. Zu den modernen Apparattypen dieser Art gehört die HIRST-Pollenfalle mit täglich gewechseltem Objektträger und schliesslich die BURKARD-Pollenfalle mit einem Klebeband, das laufend Beobachtungen über eine ganze Woche gestattet. Auf Einzelheiten hierzu komme ich noch zurück.

Einer volumetrischen Bestimmung stehen die Apparate im Typ Rotoslide, Rotorod und Rotobar nahe. Mit einem vereinfachten Gerät dieses Typus, das jetzt in Basel konstruiert wurde, beginnen dort demnächst einige Spezialuntersuchungen. Die Kante des Objektträgers durchpflügt gewissermassen in einer festgelegten Zeit ein bestimmtes Luftvolumen.

Mit einer HIRST-Pollenfalle hat CORBAZ in Nyon (und auch am Jungfraujoch) den täglichen Anfall an Pilzsporen bestimmt. Auf den mit einer Haftschicht versehenen Objektträger prallt bei diesem Gerät durch einen Ansaugschlitz ein genau bemessenes Luftvolumen. Der Objektträger wird innerhalb von 24 Stunden langsam an dem Ansaugschlitz vorbeigezogen.

Allergologische Gesichtspunkte waren für DAVIES, der mit der HIRST-Pollenfalle in Davos und London arbeiten liess, bestimmend. Ihn hatte die zeitliche Verschiebung in klimatisch so verschiedenartigen Orten beim Auftreten von Graspollen und einer Reihe von Pilzsporen interessiert.

Es kam nun darauf an – um zu meinen eigenen Untersuchungen zu kommen –, einmal mit der modernen BURKARD-Pollenfalle an einem bestimmten Ort laufend und über die ganze Vegetationsperiode die Pollenkörner qualitativ und quantitativ in einem bestimmten Luftvolumen zu definieren. Ausserdem sollte nach einem Zusammenhang zwischen Pollinosisfällen einerseits und der Menge und Art der Pollen andererseits gesucht werden. Das Prinzip dieser Apparatur sei hier erläutert. Mit

Hilfe einer ständig laufenden Pumpe werden durch einen engen Schlitz in das Gerät 10 l Luft pro Minute angesaugt. Der Luftstrom prallt auf ein mit Vaseline beschichtetes Kunststoffband, das sich auf einer von einem Uhrwerk bewegten Trommel befindet. Diese armierte Trommel wird langsam am Ansaugschlitz vorbeigezogen. In 24 Stunden werden 48 mm «bestäubt».

Mit einem bestimmten Verfahren werden die Präparate mikroskopisch ausgewertet: Man kann dann sagen, wieviel Pollenkörner einer bestimmten Gattung sich durchschnittlich in 24 Stunden in 1 m^3 Luft befunden haben.

Während der Vegetationsperioden von 1969 und von 1970 wurde diese Untersuchung in Basel durchgeführt. 1969 wurde überdies ein Vergleich mit den Pollinosisfällen der Allergiepoliklinik des Basler Bürgerspitals vorgenommen. Besonders zur Zeit der Grasblüte sieht man ein deutliches Parallellaufen der Erkrankungen mit dem Vorkommen des Blütenstaubs. Botanisch ist es aber auch wichtig, festzustellen, wie stark der Zeitpunkt des hauptsächlichen Blühens sowie die Menge des produzierten Blütenstaubs allein in zwei aufeinanderfolgenden Jahren variieren. Deshalb ist es empfehlenswert, solche Untersuchungen über mehrere Jahre und auch an ganz verschiedenen Orten durchzuführen.

LITERATUR

BODMER, HELEN: Über den Windpollen. Natur und Technik *3:* 294–298 (1921/22).

CORBAZ, R.: Etudes des spores fongiques captées dans l'air. I. Dans un champ de blé. Phytopathol.Z. *66:* 69–79 (1969).

DAVIES, R.R.: Climate and topography in relation to aero-allergens at Davos and London. Acta allergol. *24:* 396–409 (1969).

DURHAM, O.C., et al.: Preliminary report of the National Pollen Survey Committee of the American Academy of Allergy on proposed Standardization of Pollen Counting Techniques. J.Allergy *17:* 178–180 (1946).

DURHAM, O.C.: siehe ferner ROTH, A./DURHAM, O.C.

LEIBUNDGUT, H./MARCET, E.: Pollenspektren und Baumartenmischung. Beobachtungen über den Pollenniederschlag auf dem Üetliberg bei Zürich im Jahre 1950. Schweiz.Z.Forstwes. *104:* 594–611 (1953).

LEUSCHNER, RUTH MARIA: Luftpollenbestimmung in Basel während der Jahre 1969 und 1970. Dissertation der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel. Wird im Druck erscheinen.

LEUSCHNER, RUTH MARIA: Gibt es einen messbaren Pollenallergengehalt der Luft ohne nachweisbaren Pollenflug? Schriftenreihe der Allergopharma GmbH *2:* 35–46 (1972).

LÜDI, W.: Der Pollengehalt von Oberflächenproben am Katzensee bei Zürich. Ber. Geobot.Forsch.-Inst.Rübel, Zürich, für *1946:* 82–92 (1947).

LÜDI, W./VARESCHI, V.: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos. Ber.Geobot.Forsch.-Inst.Rübel, Zürich, für *1935:* 47–111 (1936).

MARKGRAF, V.: mir zugegangene Information; noch nicht publiziert.

MÜLLER, P.: Das Hochmoor von Etzelwil. Ber.Geobot.Forsch.-Inst.Rübel, Zürich, für *1936:* 85–106 (1937).

ROTH, A./DURHAM, O.C.: Pollen and mold survey in Hawaii, July 1963 to June 1964. J.Allergy *36:* 186–189 (1965).
SOLOMON, W.R./CATHEY, J.: Pollen of the nettles: A potential determinant of intractivility in ragweed pollenosis. Amer.Acad.Allergy. J.Allergy *45:* 99–100 (1970).
VARESCHI, V.: Pollenanalysen aus Gletschereis. Ber.Geobot.Forsch.-Inst.Rübel, Zürich, für *1934:* 81–99 (1935).
VARESCHI, V.: Die pollenanalytische Untersuchung der Gletscherbewegung. Veröff. Geobot.Forsch.-Inst.Rübel, Zürich, *19:* 11–144 (1942).
WELTEN, M.: Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. Ber.Geobot.Forsch.-Inst.Rübel, Zürich, für *1949*: 48–57 (1950).
ZOLLER, H.: Pollenanalytische Untersuchungen im unteren Misox mit den ersten Radiocarbon-Datierungen in der Südschweiz. Verh.d.4.internat.Tagung der Quartärbotaniker. Veröff.Geobot.Forsch.-Inst.Rübel, Zürich, 166–167 (1958).
ZOLLER, H.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung tiefgelegener Weisstannenwälder im Schweizerischen Mittelland. Veröff.Geobot.Forsch.-Inst. Rübel, Zürich *37* (Festschrift Firbas): 346–358 (1962).

7. N. ZEYBEK, T. KESERCİOĞLU und H.H. MERT (Ege-Universität zu Bornova, Izmir, Türkei): *Die Chromosomenzahlen von Salicornia-Arten aus Anatolien*

1. *Einleitung*

Unter den Halophyten spielt die zur Familie der *Chenopodiaceae* gehörende *Salicornia* (der Queller) in Ländern Nordwesteuropas, besonders an der deutschen Nordseeküste, und hier an der Westküste des Bundeslandes Schleswig-Holstein, eine grosse Rolle als «Pionierpflanze» bei der Landgewinnung. Im Zweiten Weltkrieg ist die Pflanze auch als Gemüse in der menschlichen Ernährung genutzt worden. In Westanatolien, und hier besonders im Izmirer Gebiet, werden die jungen Quellersprosse – in Wasser abgekocht – als Salat gegessen. Darüber hinaus bilden die vegetativen Teile zusammen mit den Samen für gewisse Tierarten und besonders etliche Vogelarten eine beachtliche Mastweide.

Salicornia tritt an allen Meeresgestaden der Türkei – Schwarzmeer, Marmarameer, Ägäis und Mittelmeer – und in Inneranatolien auf Salzböden, besonders im Raume des Grossen Salzsees, des Tuz Gölü bei Koçhisar, in ausgedehnten Beständen auf (KRAUSE, 1930; RIKLI, 1943; REGEL, 1943, 1958; VARDAR, 1955; WAGENITZ, 1959; BIRAND, 1960; WALTER, 1960).

Über Halophyten sind seit langem physiologische, ökologische, soziologische und karyologische Forschungen angestellt worden. Aber über die Halophyten in der Türkei gibt es noch recht wenig Bekanntes.

Über ökologische und physiologische Besonderheiten der an der Ägäis im Raume Izmir auftretenden Halophyten und über die Rolle des Heteroauxins (IES) in den Salzdepots, sodann über Chromosomenzahlen bei den hier auftretenden *Salicornia*-Arten sind von uns Untersuchungen angestellt und deren Ergebnisse publiziert worden (ZEYBEK, 1969a, b, c).

KÖNIG (1939, 1960) hat die *Salicornia*-Arten Deutschlands sehr gründlich untersucht und die diploide ($2n=18$) *Salicornia-brachystachya*-(G.F.W. MEYER, 1874) von der tetraploiden ($2n=36$) *Salicornia-stricta*-Gruppe (G.F.W. MEYER, 1874) unterschieden.

Später haben AELLEN (1961) und TUTIN (1964) die Nomenklatur und Klassifikation in folgender Weise geregelt:

A. *Salicornia-europaea*-Gruppe

1. *S.europaea* L. (Syn.: *S.herbacea* [L.] L.). Die Chromosomenzahl dieser Species beträgt $2n=18$; diese und ihr nahestehende Arten besiedeln geeignete Habitate in Europa; sie sind sehr formenreich. *S.stricta* DUMORT, *S.patula* DUVAL-JOUVE, *S.brachystachya* (G.F.W. MEYER) KÖNIG sind wahrscheinlich Varianten dieser Species.
2. *S.remosissima* WOODS, 1851. Ihre Chromosomenzahl beträgt $2n=18$, Vorkommen in Nordwesteuropa und im westlichen Mittelmeergebiet.
3. *S.prostata* PALLAS, 1803 (non WOODS). Die Chromosomenzahl beträgt $2n=18$; Verbreitungsgebiet: Europa.
4. *S.pusillia* WOODS, 1851. Die Chromosomenzahl beträgt $2n=18$; Mittel- und Ostbritannien, Südirland, Nordwestfrankreich, hier an den Küsten und an den Flussmündungen, wahrscheinlich an geeigneten Standorten in Westeuropa.

B. *Salicornia-procumbens*-Gruppe

Salicornia procumbens SM 1813 zeigt Ähnlichkeit sowohl mit *S.fragilis* P.W. BALL et TUTIN als auch mit *S.dolichostachya* MOOS. In dieser Gruppe gibt es die folgenden Pflanzen:

1. *S.nitens* P.W. BALL et TUTIN, 1959. Die Chromosomenzahl beträgt $2n=36$; Vorkommen auf schlammigen Böden in England, Irland, wahrscheinlich in Ost- und Westeuropa.
2. *S.fragilis* P.W. BALL et TUTIN, 1959 (Syn.: *S.stricta* AUCT, non DUMORT). Die Chromosomenzahl beträgt $2n=36$; bildet auf sandig-feuchten Böden reiche Bestände. Tritt in ganz West- und Südeuropa, zudem noch in Mittel- und Ostengland und in Irland auf.
3. *S.dolichostachya* MOOS, 1912 (Syn.: *S.stricta* MEYER *typica* KÖNIG, 1960, non DUMORT). Die Chromosomenzahl beträgt $2n=36$; Vorkommen auf sandig-feuchten Flächen in Nordwesteuropa. Diese Art tritt in den folgenden beiden Unterarten auf:
   a) ssp. *dolichostachya* TUTIN, 1964. Die in Nordwestfrankreich gefundene und als *S.oliveri* MOOS bekannte Form ist mit Wahrscheinlichkeit eine Zwergform dieser Subspecies.
   b) ssp. *strictissima* (K. GRAM) P.W. BALL, 1964. Diese Forscher geben für das an den europäischen Küsten auftretende *Arthrocnemum fruticosum* (L.) (Syn.: *Salicornia fruticosa* L.) die Chromosomenzahl $2n=54$ an.

KNOERR (1966) hat unter dem Gesichtspunkt morphologischer Merkmale und der Blühzeiten die *Salicornia-herbacea*-Gruppe in *S. brachystachya* MEYER und *S. emerici* DUVAL-JOUVE-Gruppe unterteilt.

So ist *Salicornia herbacea* L. Gegenstand zuerst taxonomischer und sodann karyologischer Forschungen geworden.

WULFF (1937) hat an Pflanzen der deutschen Westküste Schleswig-Holsteins die Chromosomenzahl $2n=38$ ausgezählt. MAUDE (1939) hat diesen Befund an britischem Pflanzenmaterial bestätigt: Er zählte $2n=36+2B$ Chromosomen.

DE CASTRO und FONTES (1946) fanden bei portugiesischen Pflanzen $2n=18$, SKALINSKA und Mitarbeiter an polnischen Pflanzen $2n=18$, NANNFELT (1955) bei Pflanzen von den schwedischen Küsten $2n=18$ und TARNAVSCHI (1938) bei rumänischen Pflanzen $2n=18$ Chromosomen.

HAMBLER (1954) hat in Grossbritannien verschiedene Arten der Gattung *Salicornia* karyologisch untersucht und die folgenden Chromosomenzahlen gefunden: für *S. pusilla* $2n=16$ (aneuploid), für *S. ramosissima* $2n=18$, für *S. europaea* und *S. dolichostachya* $2n=36$.

BALL und TUTIN (1959) haben in Grossbritannien innerhalb der Artgruppe *S. herbacea* diploide Arten (*S. ramosissima* WOODS, *S. europaea* L. [Syn.: *S. herbacea* L.], *S. obscura* P.W. BALL et TUTIN und *S. pusilla* WOODS) und tetraploide Arten (*S. nitens* P.W. BALL et TUTIN, *S. lutescens* P.W. BALL et TUTIN, *S. fragilis* P.W. BALL et TUTIN und *S. dolychostachya* MOOS) gefunden.

KÖNIG (1939 und 1960) hat die deutschen *Salicornia*-Arten, wie wir bereits dargelegt haben, in die diploide Artgruppe *S. brachystachya* MEYER und die Artgruppe (tetraploid) *S. stricta* MEYER unterteilt.

DALBY (1962) hat *S. pusilla* $2n=18$ und *S. dolychostachya* $2n=36$ in Grossbritannien gefunden.

CONTANDRIPOULOS (1968) unterstützt ihrerseits die Forschungsergebnisse, die an *Salicornia*-Arten von der französischen Mittelmeerküste erzielt worden sind. Diese Forscherin hat für die folgenden, zur *Salicornia-herbaceae*-Gruppe gehörigen Arten die zu nennenden Chromosomenzahlen festgestellt: *S. brachystachya* MEYER $2n=18$ (diploid), *S. emerici* DUV.-JOUVE $2n=36$ (tetraploid). Für die mehrjährige *Arthrocnemum fruticosum* (L.) MOQ (Syn.: *S. fruticosa* L.) $2n=54$ (hexaploid), *S. radicans* SMITH (Syn.: *S. perennis* MILLER, *S. fruticosa* ssp. *radicans*, *Arthrocnemum perenne* [MILLER] MOOS) $2n=18$ (diploid), *Arthrocnemum glaucum* (DEL.) UNG. STERNBY (Syn.: *S. macrostachya* MORIC.) $2n=36$ (tetraploid).

SANTA (1947) hat die obengenannten drei mehrjährigen *Salicornia*-Arten unter dem Gattungsnamen *Arthrocnemum* zusammengefasst.

Das geographische Verbreitungsareal von *Salicornia fruticosa* L. wird angegeben mit: europäisches Mittelmeergebiet, westasiatische Küsten, an der europäischen Atlantikküste bis zum Ärmelkanal (CONTANDRIPOULOS, 1968).

HAMBLER (1954) hat bei brit. *S. radicans* $2n=18$ Chromosomen ausgezählt.

REESE (1957) fand bei der *S. arabica*, die der nördlichen Sahara entstammt, $2n = 18$ Chromosomen.

Über türkische *Salicornia*-Arten liegt bisher nur Chromosomenmaterial vor von Material, das dem Izmirer Raum (ZEYBEK, 1969c) entstammt; zytotaxonomische Untersuchungen an Material von anderen Küsten des Landes und von den Salzflächen im Innern Anatoliens lagen bisher nicht vor. Für Floristik und Soziologie ergeben sich viele Aufgabenstellungen, z. B.: Zu welcher bzw. welchen der obengenannten neuen taxonomischen Kategorien gehört die für die Türkei genannte *S. herbacea* L.? und viele Fragestellungen mehr!

Es ist der Zukunft vorbehalten, zytotaxonomische Untersuchungen bei *Salicornia*-Populationen vorzunehmen, die von verschiedenen Meeresküsten der Türkei stammen. Die Forschungen werden neue Erkenntnisse erbringen.

2. *Material und Methode*

Gegenstände der Untersuchungen waren die annuelle *S. herbacea* L. und die perennierende *S. fruticosa* L.; das Material stammt aus dem ägäischen Küstengebiet im Raume Izmir und aus dem Gebiet des Grossen Salzsees in Inneranatolien.

Die Pflanzen wurden im Monat Mai und in den Sommermonaten feuchten Standorten sorgfältig entnommen und die jungen Wurzelspitzen in Nawaschin- und Carnoy-Lösung fixiert. Von diesen Objekten wurden sowohl Mikrotomschnitte (20 µm) als auch nach der Quetschmethode Präparate angefertigt.

Die Quetschpräparate wurden mit Acetokarmin, die Schnittpräparate mit Gentianviolett und Hämatoxylin ausgefärbt. Die Quetschpräparate – nach der Färbemethode SNOW ausgefärbt – zeitigten gute Ergebnisse.

Die Samen wurden in einer Lösung von 70prozentigem Alkohol und reinem Glyzerin (1 Teil A + 2 Teile G) aufgeweicht, sodann wurden Schnitte angefertigt und der Embryo untersucht. Gleichzeitig wurde von allen Pflanzen Herbarmaterial abgezweigt, anderes Material für anatomische Studien in Alkohol konserviert und die Bestimmung der Pflanzen vorgenommen.

3. *Die Untersuchungen und Ergebnisse*

Seit Jahren ist die Annahme abgetan, dass es sich bei der *S. herbacea* L. (Syn.: *S. europaea* L.), die auf salzigen Böden verschiedener Herkunft auftritt und Variationen aufweist, um eine einzige Art handelt.

Die bei dieser Artgruppe durchgeführten zytotaxonomischen und ökologischen Untersuchungen haben phänotypische und idiotypische Unterschiede ergeben, so dass man die neuen Arten zwei Artgruppen zugeteilt hat (KÖNIG, 1939, 1960; BALL et TUTIN, 1959; AELLEN, 1961, 1966; TUTIN und Mitarbeiter, 1964; KNOERR, 1966; CONTANDRIOPOULOS, 1968 usw.).

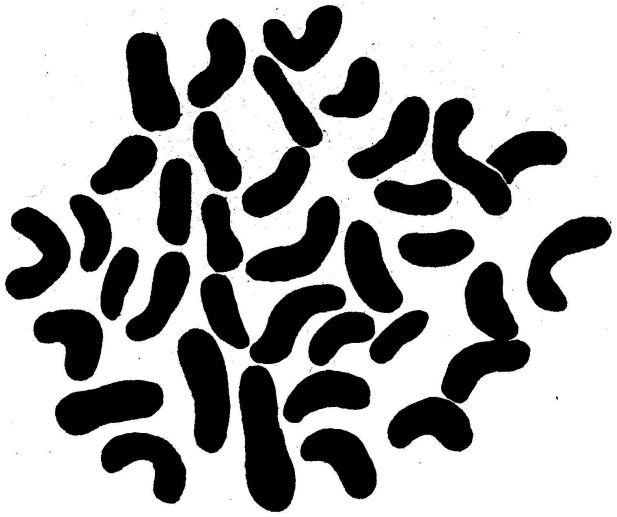


Abbildung 1

S. fragilis, Wurzelspitz. Metaphase (× 2000). $2n = 36$ (tetraploid). Carnoy, Quetschpräparat, Acetokarmin (nach ZEYBEK, 1969)

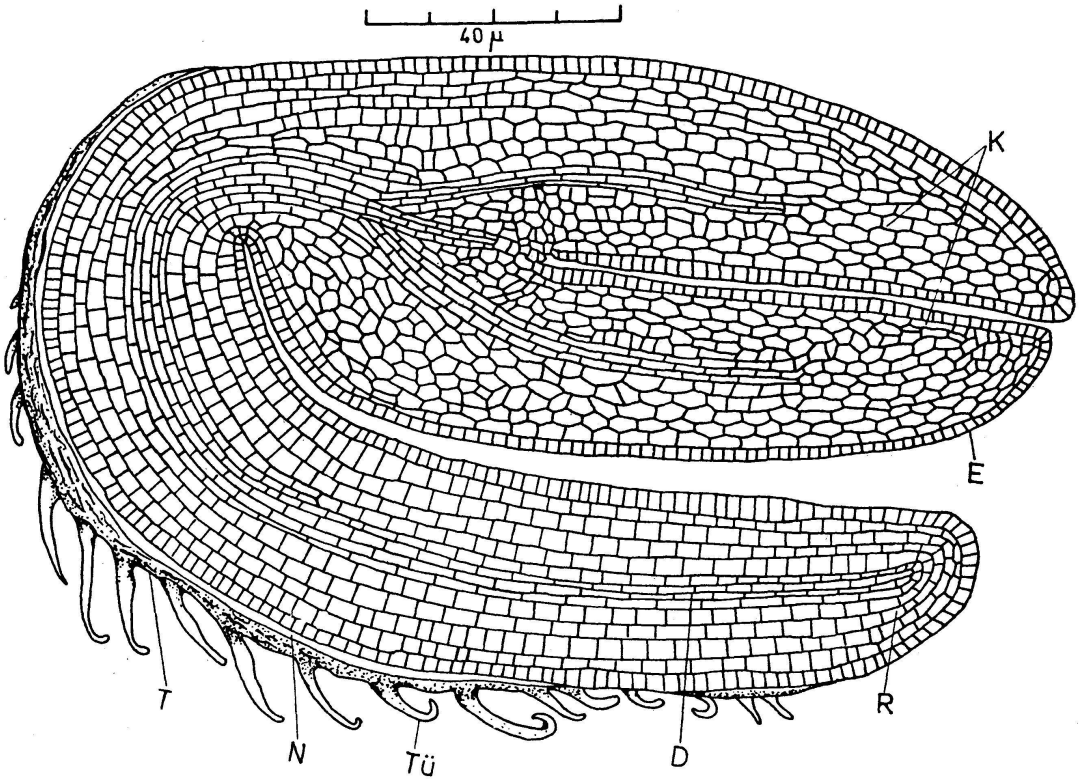


Abbildung 2

Längsschnitt durch den Samen von *S. fragilis*. D: Primär-Leitbündel. E: Epidermis. K: Kotyledonen. N: Nucellus. R: Radicula. T: Testa. Tü: Haar (nach ZEYBEK, 1969)

Die von uns an *S. herbacea* L. gemachten Studien – das Pflanzenmaterial stammt von salzhaltigen Flächen an der ägäischen Küste – zeitigten interessante morphologische und anatomische Besonderheiten; daneben aber – und das ist wichtig – stellten wir fest, dass die Chromosomenzahl $2n = 36$ (tetraploid) beträgt. Weiter ist von Wichtigkeit, dass beim Embryo die Radicula länger als die Kotyledonen waren und dass die Blühzeit der Pflanzen Anfang September liegt (Abb. 1 und 2). Demnach ist die *S. herbacea* L. an den Ägäisküsten der Türkei die *S. fragilis* P.W. BALL et TUTIN (ZEYBEK, 1969c).

Andererseits sind *S. emerici* DUVAL-JOUVE, *S. lutescens* P.W. BALL et TUTIN, *S. stricta* ssp. *decumbens* AELLEN und gesondert die von KÖNIG (1960) zur Kenntnis gegebene *S. stricta* MEYER ssp. *procumbens* F.W. MEYER wohl nahestehende Arten der *S. fragilis* P.W. BALL et TUTIN.

Die salzhaltigen Gebiete im Raume von Alasehir – es handelt sich um ausgedehnte Flächen – sind floristisch ganz gut erforscht: Hier begegnet man keiner einzigen *Salicornia* in der Halophytenflora!

Die um den Grossen Salzsee (Kochisar Gölü) herum wachsende annuelle *S. herbacea* L. stimmt in einigen Merkmalen nicht voll mit den Pflanzen in Westanatolien überein. Die Vegetationszeit ist noch nicht beendet. Wir müssen auch die Scheinähren, Blüten und Samen untersuchen. Aber es gehört mit $2n = 18$ Chromosomen (diploid) bestimmt zur *Salicornia-europaea*-Gruppe (Abb. 3).

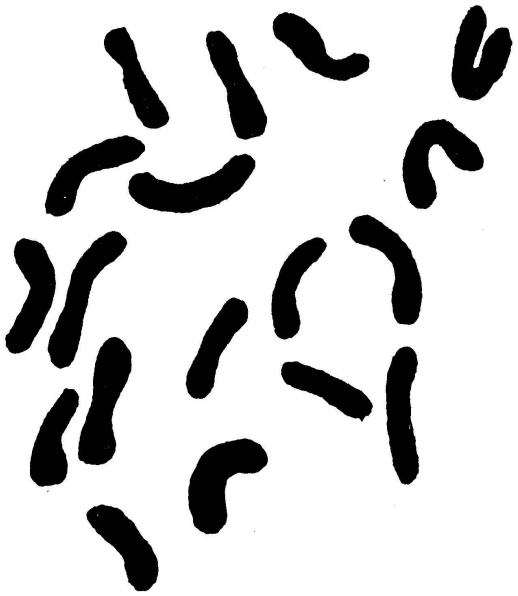


Abbildung 3

Die um den Grossen Salzsee herum wachsende annuelle *S. herbacea*, Wurzelspitz. Metaphase (× 2000). $2n = 18$ (diploid). Carnoy, Quetschpräparat, Acetokarmin

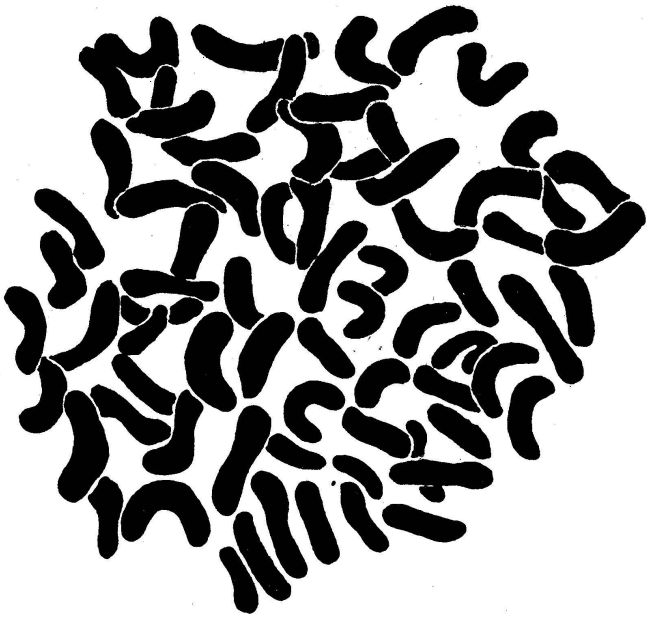


Abbildung 4

Arthrocnemum fruticosum, Wurzelspitz. Metaphase (× 2000). $2n = 72$ (oktoploid). Nawaschin, Schnittpräparat, Gentianviolett (nach ZEYBEK, 1969)

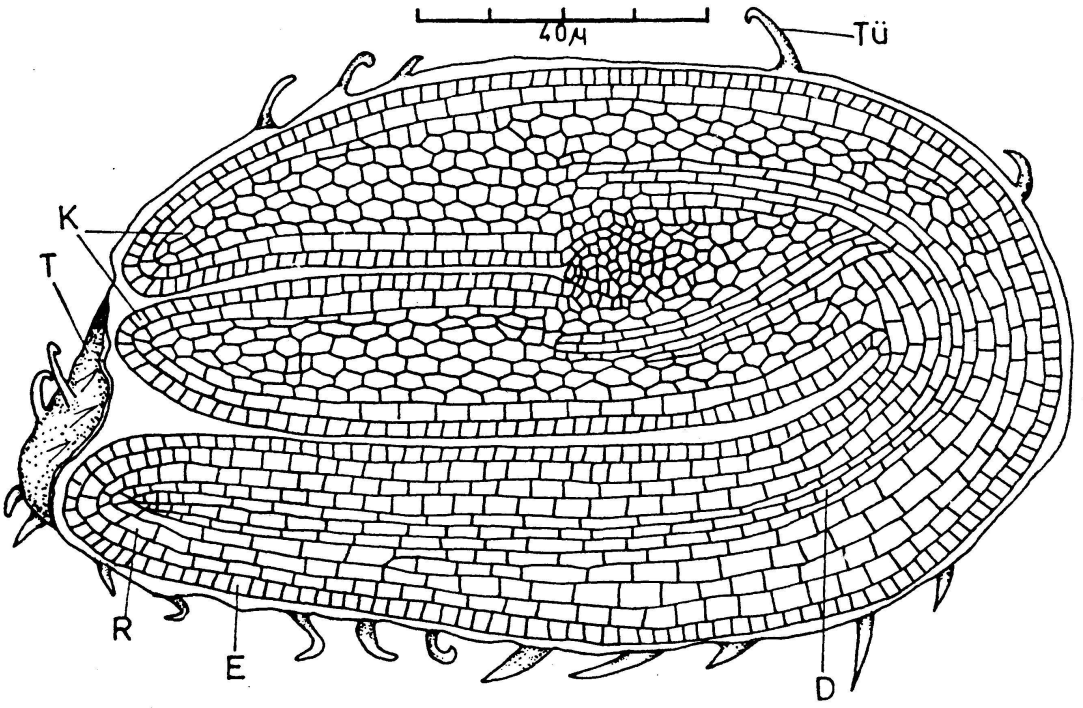


Abbildung 5

Längsschnitt durch den Samen von *Arthrocnemum fruticosum*. D: Primär-Leitbündel. E: Epidermis. K: Kotyledonen. R: Radicula. T: Testa. Tü: Haar (nach ZEYBEK, 1969)

Das im Küstengebiet von Izmir auftretende mehrjährige *Arthrocnemum fruticosum* (L.) MOQ. (Syn.: *Salicornia fruticosa* L.) ist schon früher, was seine Besonderheiten und seine Chromosomenzahl anbetrifft, festgestellt worden (ZEYBEK, 1969a und 1969c). Während jedoch die in europäischen Ländern auftretende Pflanze $2n=54$ Chromosomen besitzt (hexaploid), ist die im Izmirer Küstengebiet lebende Form mit $2n=72$ oktoploid (Abb. 4 und 5).

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden die Chromosomenzahlen von türkischen *Salicornia herbacea* L. und *Arthrocnemum fruticosum* (L.) MOQ. (Syn.: *Salicornia fruticosa* L.) festgestellt.

Bei allen untersuchten Populationen von *S. herbacea* L. in Izmir war die Chromosomenzahl $2n=36$ (tetraploid). In den morphologischen Verhältnissen, insbesondere in der langen Radicula und in der späten Blühzeit, gleichen die Pflanzen der *Salicornia fragilis* P.W. BALL et TUTIN (Abb. 1 und 2). Es gehört zur *Salicornia-procumbens*-Gruppe *S. emerici* DUVAL-JOUVE; *S. lutescens* P.W. BALL et TUTIN, *S. stricta* MEYER ssp. *procumbens* G.F.W. MEYER sind wahrscheinlich Varietäten von *S. fragilis* P.W. BALL et TUTIN.

Die um den Grossen Salzsee (Kochisar Gölü) herum wachsende annuelle *S. herbacea* L. hat $2n=18$ Chromosomen (diploid). Die Vegetationszeit ist noch nicht beendet, deshalb konnten wir unsere Beobachtungen nicht abschliessen. Aber es gehört mit den $2n=18$ Chromosomen zur *Salicornia-europaea*-Gruppe (Abb. 3).

Bei *Arthrocnemum fruticosum* (L.) MOQ. fanden wir an allen Stellen in Izmir $2n=72$ Chromosomen (oktoploid); bisher wurden bei diesen europäischen Pflanzen $2n=54$ Chromosomen (hexaploid) gezählt (Abb. 4 und 5).

LITERATUR

AELLEN, P.: Chenopodiaceae, in: Flora of Turkey, Vol. 2. Edit. by P.H. DAVIS, p. 294. University Press, Edinburgh 1966.

BALL, W./TUTIN, T.G.: Notes on annual species of Salicornia in Britain. Watsonia *4:* 193 (1959).

BIRAND, H.: Türkiye Bitkileri «Plante Turticae». Ank.Üniv.Fen Fak.Yay.Um. 58, Bot. 1, Ankara 1962.

BIRAND, H.: Erste Ergebnisse der Vegetationsuntersuchungen in der Zentralanatolischen Steppe. 1. Harophytengesellschaften des Tuzgölü. Bot.Jahrb. *79:* 255–296 (1960).

CONTANDRIOPOULOS, F.: A propos des nombres chromosomiques de Salicornia de la région méditerranéenne. Bull.Mus.Hist.nat.Marseille *XXVIII:* 45–52 (1968).

DALBY, D.H.: Chromosome number, morphology and breeding behavior in the British Salicornia. Watsonia 5–2 (1962).

HAMBLER, D.J.: Chromosome numbers in British Salicornia. Nature 173–547 (1954).

KASAPLIGIL, B.: Kuzey Anadolu'da Botanik gezileri. Tar.Bak. Or.G.Md.Yag. 32(1947).

KNOERR, I.: Salicornia herbacea L. sensu lato dans les Bouches-du-Rhône. Le Monde des Plantes 352, 4–6 (1966).
KÖNIG, D.: Die Chromosomenverhältnisse der deutschen Salicornia. Planta *29:* 3 (1939).
KÖNIG, D.: Beiträge zur Kenntnis der deutschen Salicornien. Arbeitsgemeinschaft N.F.H. 8, Stolzenau/Weser 1960.
KRAUSE, K.: Salzpflanzen in Kleinasien. Naturwiss. *18* (23): 546, 549 (1930).
MAUDE, P.F.: Chromosome numbers in some British flowering plants. New Phytol. *39:* 17–32 (1940).
REESE, G.: Über die Polyploidiespektren in der nordsaharischen Wüstenflora. All.Bot. Z. *144*: 598–634 (1957).
REGEL, C.: Pflanzengeographische Studien aus Griechenland und Westanatolien. Bot. Jahrb. *73* (1): 1–98 (1943).
REGEL, C.: Floristische Studien aus der Türkei 1. Rev.Fac.Sci.Univ.Ist.B. *XXIII* (1): 1–29 (1958).
RIKLI, M.: Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer 1, p. 311–330. H. Huber, Bern 1943.
SANTA, S.: Identification hivernale des plantes ligneuses de la flore de France: I. Plantes à feuilles caduques. Naturalia monspeliensia, Série botanique *18:* 1, 192 (1967).
TUTIN, T.G./HEYWOOD, V.H./TIBURGES, N.A./VALENTINE, D.H./VALTERS, S.M./WEBB, D.H.: Flora Europaea I, 101. University Press, Cambridge 1964.
VARDAR, Y.: Tuzcul Bitkiler (Halofitler) ve Fizyolojik özellikleri. Biol.Der. *5:* 1–11 (1955).
WAGENITZ, G.: Neue und bemerkenswerte Chenopodiaceen Inneranatoliens. Ber. deutsch.bot.Ges. *LXXII* (3): 151–158 (1959).
WALTER, H.: Einführung in die Phytologie III (1), 477–491. Eugen Ulmer, Stuttgart 1950.
WULFF, H.D.: Karyologische Untersuchungen an der Halophytenflora Schleswig-Holsteins. Jahrb.Wiss.Bot. *84:* 812–840 (1937).
ZEYBEK, N.: Untersuchungen über Ökologie und Physiologie der in der inneren Bucht von Izmir vorkommenden Küstenhalophyten. Ege Üniv.Fen Fak.İl.Rap.Ser. 75 Biol. 50 (1969a).
ZEYBEK, N.: Heteroauxinbehandlung von S. herbacea L. und Keimung von Halophyten-Samen in verschiedenen Salzkonzentrationen. Ege Üniv.Fen Fak.İl.Rap.Ser. 77 Biol. 52 (1969b).
ZEYBEK, N.: Die Chromosomenzahlen von Salicornia-Arten der westanatolischen Meeresküsten. Ege Üniv.Fen Fak.İl.Rap.Ser. 83 Biol. 56 (1969c).

Sektion II: Pflanzenphysiologie (gemeinsam mit der Schweizerischen Pflanzenphysiologischen Gesellschaft)

8. P. SCHUDEL (Basel): *Der Bohrsche Begriff der Komplementarität in der Pflanzenphysiologie*

9. B.M. ELLER (Institut für Allgemeine Botanik, Universität Zürich): *Messung spektraler Eigenschaften von Blättern im Felde*

Feldmessungen der spektralen Eigenschaften von Blättern wurden bisher mit Strahlungsmesseinrichtungen, bei denen mittels Filterkombina-

tionen die einzelnen Wellenlängen separiert wurden, ausgeführt. In den meisten der Fälle wurde nur im sichtbaren Bereich der Globalstrahlung gemessen. Sollen die spektralen Werte der Reflexion, Transmission und Absorption der Globalstrahlung zur Berechnung der Energiebilanz von Blättern herangezogen werden, so ist es nötig, diese Werte sowohl im sichtbaren Wellenlängenbereich von 400...750 nm als auch im Bereich des nahen Infrarots mit 750...1450 nm Wellenlänge genau zu kennen. Die Werte für Wellenlängen über 1450 nm sind viel kleineren individuellen Schwankungen unterworfen und beeinflussen nur einen Anteil von einigen wenigen Prozenten der Globalstrahlung. Eine genaue Messung erübrigt sich meist. Eine eingehende Darstellung der genauen Zusammenhänge findet sich bei ELLER (1971).

Sollen jahreszeitliche Variationen der spektralen Kennwerte erfasst werden, beispielsweise für Untersuchungen über den Einfluss der Verschmutzung der Blätter oder die Einwirkung von Schadgasen auf die Absorption der Globalstrahlung, so müssen solche Messungen im Felde während der Untersuchungsperiode an ein und demselben Blatt gemacht werden können. Nur durch wiederholtes Messen am gleichen Objekt an seinem natürlichen Standort ist es möglich, die bei der Entnahme von Blattproben unweigerlich in den Messdaten erscheinenden erheblichen, objektbedingten Unterschiede zu eliminieren. Richtige spektrale Kennwerte erhält man nur durch das Messen der diffusen Reflexions- und Transmissionswerte für den entsprechenden Wellenlängenbereich. Diffuse Strahlung kann prinzipiell nur mittels einer integrierenden Kugel erfolgen. Laborspektralphotometer, wie sie von GATES et al. (1965) verwendet wurden, können bei Messungen im Felde nicht eingesetzt werden.

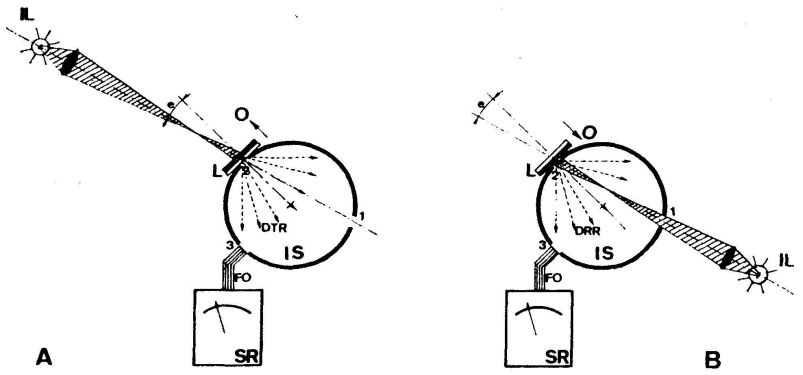


Abbildung 1
Prinzipschema der Messeinrichtung (Erklärung im Text)

Bei der Entwicklung einer geeigneten Messeinrichtung wurde das ISCO-Spektroradiometer SR als Grundbaustein verwendet. Bei diesem Gerät wird die spektrale Intensität einer Strahlungsquelle über einen Interferenzfilterkeil und zwei Si-Dioden gemessen. Die Messbereiche um-

fassen die Wellenlängen von 380...750 und 750...1350 nm. Die Genauigkeit dieses Gerätes für vergleichende spektrale Intensitätsmessungen ist für Feldversuche hervorragend, erreicht aber nicht die Werte der konstruktiv besseren Laborspektralphotometer. Zum Spektroradiometer

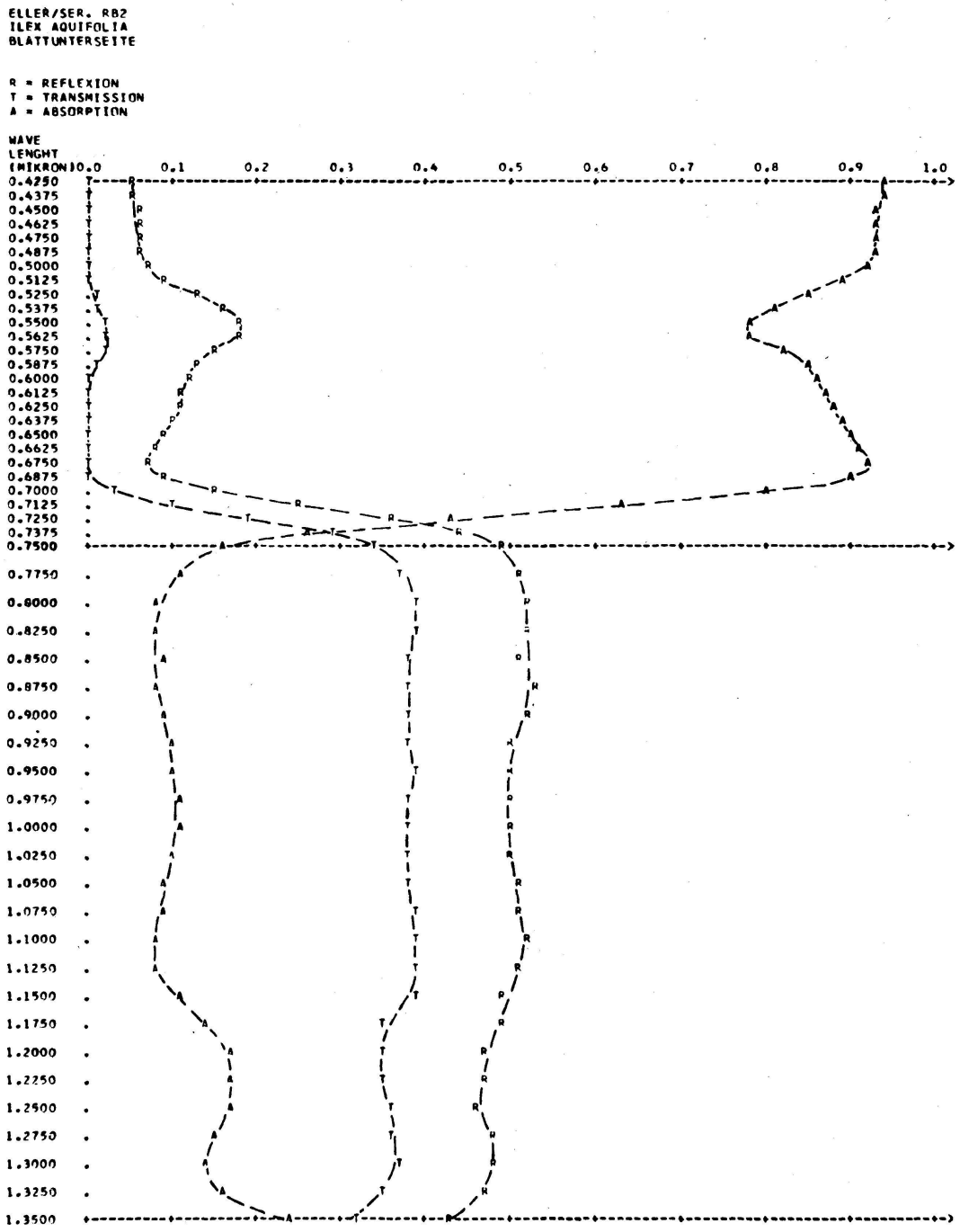


Abbildung 2

Spektrale Eigenschaften von *Ilex aquifolia*. Reflexions-, Transmissions- und Absorptionsgrad in Funktion der Wellenlänge. Feldmessung an nicht abgetrenntem Blatt

wurde eine Zusatzeinrichtung, wie sie in Abbildung 1 schematisiert dargestellt ist, entwickelt. Sie umfasst die integrierende Kugel (IS) mit der Lichteintrittsöffnung (1), der Messöffnung (2) und der Öffnung (3) für den Lichtleiter (FO). Dieser gibt das von der Kugel integrierte Licht zur Messung der spektralen Intensität auf das Spektroradiometer (SR). Die Beleuchtungseinrichtung (IL) und die Halterung für das Untersuchungsobjekt, normalerweise ein Blatt (L), ergänzen die Einrichtung. Die Beleuchtungseinrichtung kann so positioniert werden, dass sie sowohl für die Messung von diffus transmittierter Strahlung (Abb. 1A) wie auch für die Messung von diffus reflektierter Strahlung (Abb. 1B) verwendet werden kann. Bei der Konstruktion der Kugel wurden die einschlägigen Konstruktionsprinzipien, wie sie von JACQUEZ und KUPPENHEIM (1955) entwickelt wurden, beachtet. Die Kugelinnenfläche wurde mit MgO beschichtet. Die Messungen erfolgen mit um 15° von der Flächennormalen geneigter Beleuchtungsachse. Je nachdem ob diffus transmittierte (DTR) oder diffus reflektierte Strahlung (DRR) gemessen werden soll, muss die Orientierung (O) des Blattes in der Blatthalterung gewählt werden.

Eine detaillierte Beschreibung der Messeinrichtung sowie eine Behandlung der Fragen im Zusammenhang mit der Eichung erfolgen an anderer Stelle.

Die Messeinrichtung wurde im Labor auf ihre Zuverlässigkeit geprüft und die damit erhaltenen Werte mit Messungen, die mittels Laborspektralphotometern gemacht wurden, verglichen. Es ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung. Es zeigte sich allerdings, dass besonders die Messungen im infraroten Bereich sehr sorgfältig durchgeführt werden müssen. Die Apparatur wurde anschliessend im Felde erprobt. Die Ergebnisse solcher Messungen in der Rechberganlage der Universität Zürich zeigt Abbildung 2. Die Messergebnisse bestätigen, dass die Apparatur die in sie gestellten Erwartungen erfüllt.

LITERATUR

JACQUEZ, J.A./KUPPENHEIM, H.F.: Theory of the Integrating Sphere. J.Opt.Soc.Amer. *45:* 460–470 (1955).

GATES, D.M./KEEGAN, H.J./SCHLETER, J.C./WEIDNER, V.R.: Spectral Properties of Plants. Appl.Optics *4:* 11–22 (1965).

ELLER, B.M.: Energiebilanz und Blattemperatur. Juris-Verlag, Zürich 1971.

10. CHR. BRUNOLD und K.H. ERISMANN (Bern): H_2S *als Schwefelquelle bei Lemna minor L.*

Schwefelwasserstoff wird nach einer Schätzung von KELLOG et al. [1] jährlich in einer Menge von etwa $9 \cdot 10^7$ t in die Atmosphäre abgegeben. Die rasche Reaktion mit O_2 zu SO_2 und H_2O [2] verhindert, dass sich allgemein bedeutende Konzentrationen aufbauen können. Deshalb dürfte Schwefelwasserstoff vor allem bei speziellen Standorten, wie z.B. vulka-

nischen Gebieten [1], Umgebungen von Schwefelquellen [3], sulfidhaltigen Böden [4] und flachen Seen und Teichen [5], als Schwefelquelle für grüne Pflanzen in Frage kommen.

Bei gleichzeitiger Anwesenheit von SO_4^{2-}, der Hauptschwefelquelle der grünen Pflanze [6], stellt sich die Frage der Kompetition zwischen der oxidierten und der reduzierten Form. Unsere früheren Untersuchungen ergaben, dass H_2S die Aufnahme von SO_4^{2-} bei *Lemna minor* L. hemmt [7]. Die weitern Arbeiten sollten nun zeigen, wie weit H_2S bei unserm Versuchsorganismus die Assimilation des SO_4^{2-} beeinflusst.

Bei der Fütterung von *Lemna* mit $^{35}SO_4^{2-}$ und Belüftung ohne H_2S ergaben sich nach 10 Tagen folgende spezifische Aktivitäten: SO_4^{2-} der Nährlösung 4,2 µc/µMol, SO_4^{2-} in den Pflanzen 4,4 µc/µMol und Cystein 3,5 µc/µMol. Nach 10tägiger Belüftung mit 6 ppm H_2S bei täglicher Erneuerung der Nährlösung bestimmten wir die spezifische Aktivität des SO_4^{2-} der Nährlösung mit 4,2 µc/µMol, des SO_4^{2-} der Pflanzen mit 0,04 µc/µMol und des Cysteins mit 0,0012 µc/µMol. Nach einer Fütterungsdauer von 15 Tagen liessen sich zwischen den beiden Ansätzen die gleichen Unterschiede feststellen. Sie zeigen, dass die Assimilation des Sulfats durch H_2S nicht vollständig gehemmt wird und der Schwefel aus H_2S gegenüber dem aus SO_4^{2-} bevorzugt assimiliert wird. Diese bevorzugte Assimilation von H_2S kann durch einen teilweisen direkten Einbau, also ohne vorangehende Oxidation zu SO_4^{2-} mit anschliessender Reduktion, erklärt werden.

Der direkte Einbau könnte z.B. mit Hilfe eines zuerst in einem Hefeextrakt nachgewiesenen Enzyms erfolgen, welches die Reaktion

$$\text{Serin} + H_2S \xrightarrow{\text{Cysteinsynthase (E.C.4.2.1.22)}} \text{Cystein} + H_2O$$

katalisiert [8]. Tatsächlich konnten wir in *Lemna* ein entsprechendes Enzym nachweisen. Die im dialysierten Proteinextrakt bestimmte Enzymaktivität betrug $2{,}1 \cdot 10^{-10}$ Mol Cystein/min/mg Protein gegenüber $7{,}0 \cdot 10^{-10}$ bei Hefe [8]. Der Besitz dieses Enzyms eröffnet unserem Versuchsorganismus grundsätzlich die Möglichkeit, H_2S direkt einzubauen. Experimente in vivo sollten zeigen, wie weit die offene Möglichkeit benutzt wird.

In einem kinetischen Experiment, bei welchem *Lemna* während 90 min dauernd mit $H_2{}^{35}S$ gefüttert werden, steigt die Aktivität von Cystein schwach sigmoid an. Nach 60 min beginnt sich eine erste Sättigung abzuzeichnen. Demgegenüber verläuft die Markierungskurve von SO_4^{2-} ausgeprägt sigmoid und hat nach 90 min den Wendepunkt noch nicht erreicht. Wenn die Fütterungsdauer mit $H_2{}^{35}S$ nur 5 min beträgt, hat die Markierungskurve von Cystein bereits 30 min nach der Tracerzugabe das Maximum erreicht und fällt dann rasch ab. Die Aktivität von SO_4^{2-} erreicht nach 5 h ein Maximum und fällt in den folgenden 5 h nur ganz schwach ab. Die Ergebnisse sprechen für einen direkten Einbau des $H_2{}^{35}S$

ins Cystein, sie schliessen aber nicht aus, dass ein Teil des H_2S zuerst zu SO_4^{2-} oxidiert und dann assimiliert wird.

Wenn im Doppelmarkierungsexperiment mit $^{35}SO_4^{2-}$ und $^{32}PO_4^{3-}$ nach einer Fütterungszeit von 18 h von der Begasung mit Luft zur Begasung mit Luft mit 18 ppm H_2S übergegangen wird, steigt in 3'-Phosphoadenosin-5'-phosphosulfat (PAPS), einem Zwischenprodukt der Sulfatassimilation [9], sowohl die ^{35}S- wie die ^{32}P-Aktivität rasch auf den doppelten Wert an. Gleichzeitig fällt die spezifische Aktivität von Cystein ab. Wir erklären dieses Ergebnis so, dass H_2S (oder ein Produkt aus H_2S) einerseits die Reduktion von PAPS weitgehend blockiert, andererseits für die Cysteinsynthese verwendet wird.

Die Kompetition zwischen H_2S und SO_4^{2-} erinnert stark an die gut untersuchte Kompetition zwischen NH_4^+ und NO_3^- [10], wo NH_4^+ die Aufnahme und die Assimilation von NO_3^- weitgehend verhindert. Der Effekt wird erklärt mit einer Hemmung der Nitratreduktase durch NH_4^+ (oder ein Assimilationsprodukt von NH_4^+) [10] oder durch NADH [11]. In Anbetracht der vielen Gemeinsamkeiten von S und N in biologischen Systemen [12] sind ähnliche Regulationsmechanismen bei der Kompetition zwischen H_2S und SO_4^{2-} nicht auszuschliessen. Es ist bekannt, dass Sulfid bei *In-vitro*-Versuchen Sulfitreduktase aus Hefe hemmt [13]. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, wie weit bei *Lemna minor* L. entsprechende Enzymhemmungen für die Regulation der Sulfatassimilation durch H_2S in Frage kommen.

LITERATUR

1. Kellog, W.W./Cadle, R.D./Allan, E.R./Lazrus, A.L./Martell, E.A.: Science *175:* 587–596 (1972).
2. Junge, C.E.: Air Chemistry and Radioactivity. Academic Press, New York 1963.
3. Schatz, A.: Bryologist *58:* 113–120 (1955).
4. Walter, H.: Vegetation der Erde *2*, G.Fischer, Jena 1968.
5. Czurda, V.: Zbl.Bakt. II *103:* 285–311 (1941).
6. Baumeister, W., in: Handbuch der Pflanzenphysiologie *4*. Springer, Berlin 1958, S. 5–36.
7. Brunold, C./Erismann, K.H.: Verh.Schweiz.Naturforsch.Ges. *70:* 238–239 (1970).
8. Schlossmann, K./Brüggemann, J./Lynen, F.: Bioch.Z. *336:* 258–273 (1962).
9. Thompson, J.F., in: Ann.Plant Physiol. *18:* 59–84 (1967).
10. Ferguson, A.R.: Planta *88:* 344–363 (1969).
11. Herrera, J./Panaque, A./Maldonado, J./Barea, J.L./Losada, M.: Biochem. Biophys.Res.Commun. *48:* 996–1003 (1972).
12. Bandurski, R.S., in: Plant Biochemistry. Academic Press, New York 1965, S. 467–490.
13. Yoshimoto, A./Naiki, N./Sato, R., in: Methods in Enzymology *17 B:* 520–528 (1971).

11. G. FRANZ (Institut für Botanische Biologie und Phytochemie der Universität Freiburg/Schweiz): *Lipidzwischenstufen bei der Biosynthese von Zellwandpolysacchariden*

Das Wesen der Polysaccharidbiosynthese besteht in der Bildung von glycosidischen Bindungen zwischen einzelnen Monosacchariden. Der Mechanismus dieses Biosynthesewegs ist durch die grundlegenden Untersuchungen von LELOIR [1] weitgehend aufgeklärt worden. Es konnte gezeigt werden, dass als aktive Substrate Zuckernukleotide in Frage kommen, die auf Grund ihrer hohen freien Energie der Hydrolyse geeignete Zuckerdonoren darstellen. Der Glycosylrest eines Zuckermoleküls wird bei der Polysaccharidbildung auf ein Akzeptormolekül übertragen, wobei durch Herstellen einer neuen glycosidischen Bindung Kettenverlängerung erreicht wird:

$$\text{Glycosyl-O-}X + \text{HO-Akzeptor} \xrightarrow[\text{Glycosyltransferase}]{} \text{Glycosyl-O-Akzeptor} + \text{HO-}X$$

X stellt zumeist ein Nukleosiddiphosphat dar.

Bei der Biosynthese von Zellwandpolysacchariden ist hier wahrscheinlich noch ein weiterer Schritt dazwischengeschaltet. Die Zellwand befindet sich ausserhalb des plasmatischen Raumes und ist von diesem abgegrenzt durch das Plasmalemma. Nach heutiger Auffassung werden gewisse Zellwandpolysaccharide (Pektine, Hemicellulosen) in Golgivesikeln gebildet und gelangen durch umgekehrte Pinocytose in die Zellwandregion [2, 3, 4]. Die cellulosischen Mikrofibrillen hingegen entstehen bei höheren Pflanzen vermutlich an der äusseren Oberfläche des Plasmalemmas. Die Frage ist nun, wie die hydrophilen, vermutlich im Hyaloplasma gebildeten Zuckernukleotide in die Golgi-Vesikel bzw. an die Aussenseite des Plasmalemmas gelangen.

Bei der Bildung von Bakterienzellwandpolysacchariden konnte gezeigt werden, dass zwischen Zuckernukleotid und Akzeptormolekül noch eine weitere Transportstufe für die aktivierten Zucker vorhanden ist. Es sind dies sogenannte «lipid intermediates», die als Transportvehikel für die aktivierten Zucker dienen können [5].

Bei Bakterien sind dies Isoprenoide (C_{55}), an die über eine Phosphatgruppe die Zucker angeknüpft sind [6].

Diese Lipidzwischenstufen konnten bislang vor allem bei niederen Organismen nachgewiesen werden. Bei höheren Pflanzen wurde gezeigt, dass für die Biosynthese von Zellwand-Mannanen ähnliche Verbindungen vorhanden sein müssen [7]. Bei der Biogenese der Cellulose, dem wichtigsten Zellwandpolysaccharid der höheren Pflanzen, konnte bisher noch keine Lipidzwischenstufe nachgewiesen werden.

Um über die Anwesenheit eines solchen «lipid intermediate» bei der Cellulosebildung Aufschluss zu erhalten, wurde durch Fütterung mit Glucose-^{14}C an Bohnenkeimlinge *(Phaseolus aureus)* oder durch vorangehende Photosynthese in $^{14}CO_2$ versucht, eine Markierung der Zucker-

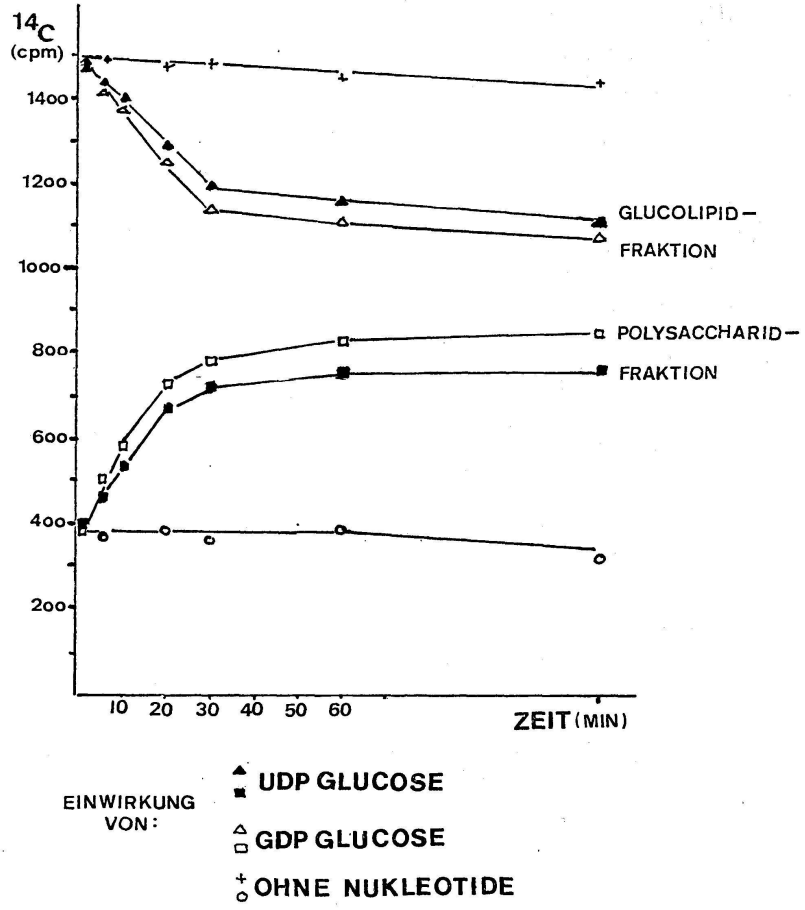


Abbildung 1

In-vitro-Umsatz der radioaktiv markierten Glucolipide in Membranbruchstücken aus Zellhomogenaten von *Phaseolus-aureus*-Keimlingen. Die Inkubation der Partikelfraktion erfolgte mit kalter Uridindiphosphat-Glucose oder Guanosindiphosphat-Glucose (10^{-4} M)

komponenten dieser fraglichen Glycolipide zu erhalten. Aus Zellhomogenaten der Bohnenkeimlinge konnten danach plasmalemmareiche Fraktionen gewonnen werden, die auf ihren Glycolipidgehalt untersucht wurden.

In der Lipidfraktion waren vor allem Galactolipide und Glucolipide vorhanden, daneben geringe Mengen an Arabino-, Xylo-, Rhamno- und Mannolipiden. Die hier untersuchte Fraktion von Membranbruchstücken, die als Plasmalemma-Fraktion bezeichnet wurde, ist identisch mit einer partikelgebundenen Enzym-Fraktion, die Glucosyltransferase-Aktivitäten zur Bildung von Cellulose aufwies, so dass diese subzellulären Partikeln neben Enzymen auch Glycolipide enthalten, die als «lipid intermediates» in Frage kommen können. Neben Synthetasen und Lipidzwischenstufen wiesen diese Partikeln auch geringe Polysaccharidmengen auf, die bei der

In-vitro-Biosynthese der verschiedenen Zellwandpolysaccharide als Akzeptormolekül dienen können.

Wenn die vorher durch Fütterung mit Glucose-^{14}C oder Photosynthese in $^{14}CO_2$-markierten Plasmalemmabruchstücke oder Enzympartikeln mit nicht markierten Nukleosiddiphosphatglucosen inkubiert wurden, zeigte es sich, dass nur die Glucolipide umgesetzt wurden, wobei die Radioaktivität, die vorher in dem Zuckeranteil der Glucolipide vorhanden war, nach der Inkubation z. T. in der Polysaccharidfraktion nachzuweisen war. Es wurde also bei Inkubation der Partikeln mit nichtmarkierter Uridindiphosphat-Glukose oder Guanosindiphosphat-Glucose spezifisch ein vorher markiertes Glucolipid umgesetzt, während die andern Glycolipide keinen «turnover» zeigten.

Wenn der zeitliche Verlauf dieser Reaktion verfolgt wurde, ergab sich ein kontinuierlich ansteigender Umsatz von Glucolipiden bis zu etwa 30 min (Abb. 1). Ohne Zusatz von Zuckernukleotiden blieb die Radioaktivität der Lipidfraktion unverändert. Die aus den Glucolipiden durch diese «chase»-Experimente umgesetzte Radioaktivität liess sich in der Polysaccharidfraktion nachweisen, die mit den Plasmalemmabruchstücken vergesellschaftet war. Es war auch in dieser Polysaccharidfraktion durch die vorhergegangene Fütterung mit markierter Glucose oder durch Photosynthese mit $^{14}CO_2$ bereits eine bestimmte Menge an Radioaktivität vorhanden, wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist. Die aus den Glucolipiden umgesetzte Radioaktivität war in der Polysaccharidfraktion in Form von alkaliunlöslichem Glucan vorhanden, bei dem wir durch Perjodatoxidation zeigen konnten, dass die Glucosereste vor allem β-1,4-glycosidisch verbunden waren.

Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass die Substratkonzentration der Zuckernukleotide einen deutlichen Einfluss auf die Reaktion hatte.

Wenn die radioaktiven Glucolipide von den Membranbruchstücken extrahiert und sie erneut mit nicht markierten Enzympartikeln inkubiert wurden, erhielt man keine Polysaccharid-Neubildung. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass die Lipidzwischenstufen nur strukturgebunden funktionsfähig sind. Wenn sie einmal aus dem Verband des Plasmalemmas gelöst sind, verlieren sie ihre Funktion als Transportsubstanz.

Es ist bisher noch nicht gelungen, die Struktur dieser Glycolipide aufzuklären und zu untersuchen, ob sie den von den Bakterien bekannten C_{55}-Isopren-Verbindungen entsprechen. Bei Mannolipiden aus höheren Pflanzen, die eine Zwischenstufe bei der Bildung von Mannanen darstellen, konnte nachgewiesen werden, dass Mevalonsäure, die als unmittelbarer Vorläufer aller isoprenoiden Verbindungen anzusehen ist, in den Lipidteil dieser Mannolipide eingebaut werden kann [7].

Diese Ergebnisse scheinen darauf hinzudeuten, dass es auch bei höheren Pflanzen Lipidzwischenstufen gibt, die als Transportsubstanz für aktivierte Zucker durch Membransysteme dienen können. Die genaue Kenntnis dieser Substanzen wäre ein wichtiger Schritt vorwärts zum Verständnis der Vorgänge, die sich bei der Biogenese der pflanzlichen Zellwand abspielen.

LITERATUR

1. LELOIR, L.F.: Arch.Biochem.Biophys. *33:* 186 (1951).
2. WHALEY, W.G./MOLLENHAUER, H.H.: J.Cell.Biol. *17:* 216 (1963).
3. NORTHCOTE, D.H./WOODING, F.B.P.: Proc.Roy.Soc.Ser.B, *163:* 524 (1966).
4. SHAFIZADEH, F./MCGINNIS, G.D.: Adv.Carbohydr.Chem.Biochem. *26:* 297 (1971).
5. COLVIN, J.R.: Can.J.Biochem.Physiol. *39:* 1921 (1961).
6. HIGASHI, Y./STROMINGER, J.L./SWEELEY, C.C.: Proc.Natl.Acad.Sci. *57:* 1878 (1967).
7. KAUSS, H.: FEBS Lett. *5:* 81 (1969).

12. K.H. ERISMANN (Bern): *Untersuchungen zur Analyse des CO_2-Outburst bei der Photorespiration von Lemna minor*

Die Wasserlinse *Lemna minor* zeigt die wesentlichen Merkmale derjenigen Pflanzen, die Photorespiration [1] besitzen. Eine standardisierte *Lemna*-Kulturfläche von 1,5 dm^2 evolviert pro Stunde zirka 600 µl CO_2 (in einem Gasstrom von reinem Sauerstoff bei einer Durchflussrate von 18 l/h und einer Temperatur von 35 °C nach einer Akklimatisierungsdauer von 60 min). Glycolat erhöht die CO_2-Evolution im Licht und im Dunkeln auf ein Mehrfaches. Die Konzentrationsabhängigkeit ist im Licht und im Dunkeln stark voneinander verschieden (Abb. 1). Das Maximum (930 µl/h) wird im Dunkeln bei einer Glycolat-Konzentration von

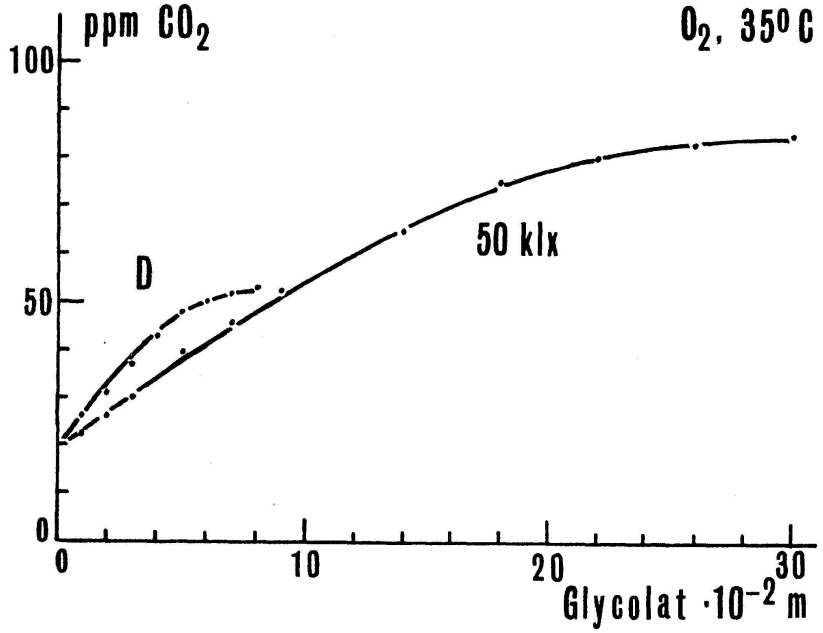


Abbildung 1

CO_2-Evolution im Licht und im Dunkeln (D) in Abhängigkeit von der Glycolat-Konzentration. Belüftung mit reinem Sauerstoff (18 l/h)

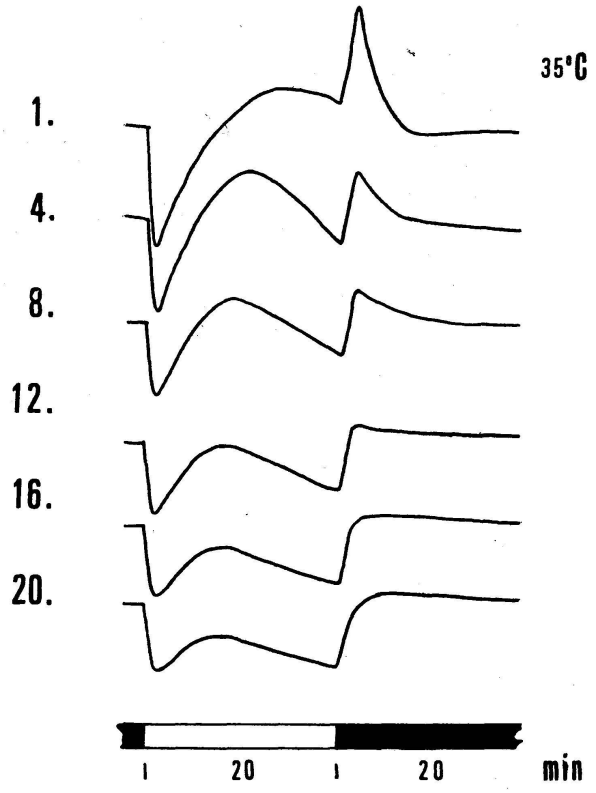


Abbildung 2

Verlauf der CO_2-Evolution im fortgesetzten Licht-Dunkel-Wechsel bei Belüftung mit reinem Sauerstoff. Kurvenausschnitt aus jeder vierten Periode

$8 \cdot 10^{-2}$ M erreicht. Diese Konzentration wirkt nach längerem Einwirken schädigend. Im Licht (50000 Lux, Halogen-Quarzlampe) liegt der Höchstwert der CO_2-Evolution (1530 µl/h) bei $30 \cdot 10^{-2}$ M Glycolat.

In einem fortgesetzten Licht-Dunkel-Wechsel verändert sich die Kurve der CO_2-Evolution bei Belüftung mit reinem Sauerstoff in charakteristischer Weise (Abb. 2). Man erkennt eine deutliche Abhängigkeit bezüglich der Grösse des am Anfang der Dunkelphase auftretenden CO_2-Outburst von der vorangegangenen CO_2-Evolution im Licht. Diese besitzt den niedrigsten Wert bei Beginn der Lichtphase, steigt dann steil an und durchläuft ein Maximum nach 15 min. Im selben Mass wie dieser CO_2-Ausstoss im Licht im Laufe des Experiments abflacht, verschwindet auch der CO_2-Outburst im Dunkeln.

Die Erschöpfung des Photorespirationssubstrats, die diesem Verhalten zugrunde liegen dürfte, kann durch kurzzeitige Fütterung der Pflanze mit Glycolat, Glucose oder CO_2 rückgängig gemacht werden.

Unter reinem Stickstoff findet im Licht nur eine äusserst geringe CO_2-Abgabe statt. Eine anschliessende Begasung mit O_2 führt zu einem CO_2-

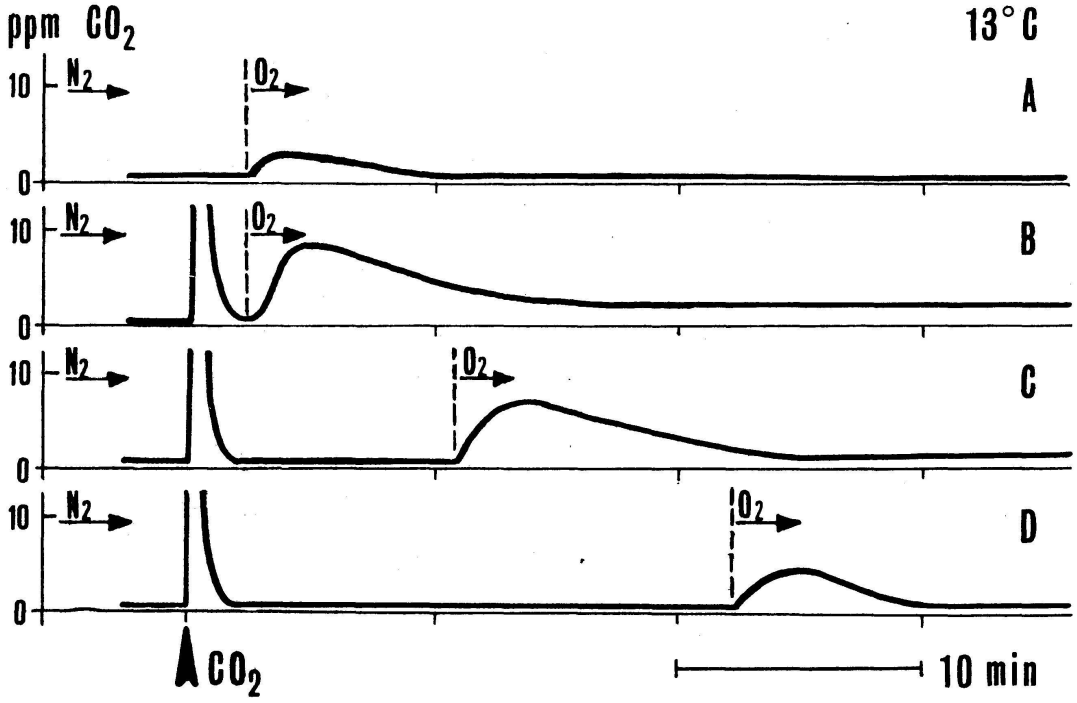


Abbildung 3

CO_2-Evolution im Licht beim Wechsel von der Stickstoff- zur Sauerstoff-Belüftung. A: ohne vorausgegangene CO_2-Fixierung; B–D: nach kurzer CO_2-Fixierung. ▲=Injektion von 100 µl CO_2 in den Belüftungsgasstrom

Ausstoss (Abb. 3A), der nach einigen N_2/O_2-Wechseln nahezu verschwindet. Pulsfütterung von CO_2 in der N_2-Belüftungsphase erhöht diesen CO_2-Ausstoss auf ein Vielfaches (Abb. 3B). Das bei der CO_2-Fixierung gebildete Photorespirationssubstrat wird unter N_2 im Licht nur langsam abgebaut (Abb. 3C–3D).

Sämtliche CO_2-Konzentrationen wurden in einer speziell für Gaswechselmessungen an Wasserlinsen entwickelten Apparatur mit Hilfe eines Ultrarotabsorptionsschreibers (URAS) registriert.

LITERATUR

1. JACKSON, W.A./VOLK, R.J.: Photorespiration. Ann.Rev.Plant Physiol. *21:* 385–426 (1970).

13. R.J. STRASSER (Universität Lüttich, Belgien): *Über die Steuerung der Photosystem-II-Aktivität mittels einer Schwachlichtreaktion*

Mit dem Ziele, dem photosynthetisch aktiven Zentrum näherzukommen, beschäftigen sich heute viele Arbeitsgruppen mit dem Studium der Biosynthese des Photosyntheseapparates höherer Pflanzen. Wie wir an

dieser Stelle vor einem Jahre anhand einer Tabelle zeigten, besteht die Möglichkeit, anstelle eines normalen Ergrünungsprozesses von Ethioplasten zu Chloroplasten, welcher mehrere Stunden dauert, durch Blitzlichtbedingungen Chloroplasten zu erzeugen, welche bezüglich Photosystem-II-Aktivität (Sauerstoffentwicklung, variable Fluoreszenz, nichtzyklischer Elektronentransport) inaktiv sind. Es bedarf dann nur noch einer kurzen Induktionsphase in der Grössenordnung von einigen Minuten, um eine starke apparente Sauerstoffentwicklung hervorzurufen. Der für dieses Phänomen verantwortliche Mechanismus ist lichtabhängig und scheint die letzten Biosyntheseschritte für ein aktives Photosystem II zu kontrollieren. Unsere Anstrengungen richten sich somit darauf, diesen Mechanismus mittels verschiedenster Methoden näher zu beschreiben.

Rein technisch wird zurzeit folgendes Vorgehen angewendet und weiter ausgearbeitet mit dem Arbeitsprinzip, möglichst viele Daten simultan von wenig Ausgangsmaterial her zu erhalten.

Ausgehend von *einem* Blattstück, kleiner als 1 cm^2, werden:

1. gleichzeitig Sauerstoffwechsel und variable Fluoreszenz gemessen (biologisches Experiment).
2. Ein Teil dieses Blattstückes wird nach dem Experiment fixiert und für elektronenmikroskopische Untersuchungen eingesetzt (morphologische Analysen).
3. Der übrige Teil wird in flüssigen Stickstoff gebracht, und das Tieftemperatur-Fluoreszenzspektrum wird aufgenommen (Emissionsanalysen).
4. Das wieder aufgetaute Blattstück wird dann halbiert. Eine Blattstückhälfte wird extrahiert und absorptionsspektroskopisch untersucht (Absorptionsanalysen im Extrakt).
5. Der restliche Teil wird für die Proteinanalysen eingesetzt (biochemische Analysen).

Wir hoffen, diesem Analysengange bald simultane In-vivo-Absorptionsmessungen beifügen zu können.

Das Grundschema des Analysenganges sowie die Kultivierung des Ausgangsmaterials (14 Tage alte Bohnenpflanzen, 7 Tage im Dunkeln und 7 Tage unter Blitzlicht kultiviert, mit einer totalen Belichtungsdauer von 0,1 sec Licht pro Tag) wurden immer beibehalten. Das biologische Experiment selbst gliedert sich in zwei Teile:

a) in eine Vorbehandlung von 8 min, während welcher nur die Beleuchtungsbedingungen variiert wurden, und
b) eine Testperiode mit actinischem Photosyntheselicht von 6 bis 10 min immer bei gleichen Bedingungen.

Die gefundenen Resultate können wie folgt aufgezählt werden:

- Die Photosystem-II-Aktivität (Sauerstoffentwicklung) in höheren Pflanzen wird durch einen Induktionsmechanismus ausgelöst und re-

guliert (STRASSER / SIRONVAL: FEBS Letters *28*, 56–59 [1972]. STRASSER: Verh. Schweiz. Naturforsch. Ges. *151:* 104–106 [1971]).

- Der für die Induktion verantwortliche Mechanismus ist lichtabhängig, setzt jedoch keine gleichzeitige Aktion des Photosyntheseapparates voraus. Das heisst, dass photosynthetische Lichtreaktionen durch einen weiteren Lichtmechanismus reguliert werden (STRASSER / SIRONVAL: Experientia, im Druck).
- Der Induktionsmechanismus basiert nicht auf einer alleinigen photochemischen Reaktion, das heisst, der gemessene Effekt anhand der Sauerstoffmessungen ist dem Produkt aus Lichtintensität und Belichtungsdauer nicht proportional.
- Der Induktionsmechanismus ist temperaturabhängig (STRASSER: Abstracts VIth Int. Congr. on Photobiology, Bochum 1972, Nr. 225).
- Mittels sehr schwacher Vorbelichtung (100 erg/sec · cm^2) wird der Induktionsmechanismus in Gang gehalten. Dabei wird sowohl der Sauerstoffausstoss gemäss JOLIOT (Jet benannt) vorbereitet als auch die nachfolgende Induktion beschleunigt (STRASSER/SIRONVAL: FEBS Letters *29*, 286–288 [1973]).
- Das Wirkungsspektrum der Induktion ist nicht an das Absorptionsspektrum von Chlorophyll gebunden. Schwaches *grünes* Licht von 550 nm (100 erg/sec · cm^2) löst all die angegebenen Induktionsphänomene aus.
- Schwaches Grünlicht (sowie Rot- und Blaulicht) induziert auch die variable Fluoreszenz.
- Vorläufig empirisch definierte Grössen in den beobachteten Induktionskurven der Sauerstoffentwicklung verhalten sich analog zu empirisch definierten Grössen in der variablen Fluoreszenz.
- Durch spezielle Variationen in den Beleuchtungsbedingungen können die analogen Grössen aus den Sauerstoff- und Fluoreszenzkurven im gleichen Sinne beeinflusst werden, was eine grobe gegenseitige Zuordnung von Sauerstoff- und Fluoreszenzkriterien erlaubt.
- Nach der Induktionsphase zeigen die Chloroplasten auch bei starker Sauerstoffentwicklung keine Granastappel (COUMANS / STRASSER / BRONCHART: Abstracts VIth Int. Congr. on Photobiology, Bochum 1972, Nr. 244).
- Nach längerer Dauerbelichtung (30 min) verwandeln sich die agranalen Chloroplasten in normale granale Chloroplasten. Ebenso wird das physiologische Verhalten so behandelter Blätter wie das von normalen grünen Blättern (EM-Untersuchungen von M. COUMANS und R. BRONCHART durchgeführt).

Der eigentliche molekulare Hintergrund der oben beschriebenen Beobachtungen kann erst nach eingehenden Analysen mittels der In-vivo-Absorptionsspektroskopie gefunden werden. Bestrebungen in dieser Richtung sind im Gange. Ebenso müssen eines Tages die für die thermischen Schritte verantwortlichen Proteine isoliert werden können.

Dem Patrimoine de l'Univesité de Liège, das mir in Form eines Forschungsstipendiums diese Arbeiten ermöglichte, sei an dieser Stelle herz-

lich gedankt. Ebenso danke ich Prof. Dr. C. SIRONVAL für viele stimulierende Diskussionen, Frau F. HAYET für die regelmässige Kultivierung der Organismen und Herrn J.F. OHN für wertvolle technische Konstruktionen.

14. P. SCHÜRMANN und B.B. BUCHANAN (Department of Cell Physiology, University of California, Berkeley, USA): *Regulation der Ribulose-1,5-diphosphat-Carboxylase in der Photosynthese*

Die Ribulose-1,5-diphosphat-(RuDP-)Carboxylase benötigt für maximale Aktivität eine etwa 100mal höhere CO_2-Konzentration als diejenige der Luft (WEISSBACH, HORECKER und HURWITZ, 1956). Diese Eigenschaft steht im Gegensatz zu der für das Enzym vorgeschlagenen Rolle in der Photosynthese (Gleichung 1).

$$\text{RuDP} + CO_2 + H_2O \xrightarrow[Mg^{++}]{\text{RuDP-Carboxylase}} 2\,(\text{3-Phosphoglycerinsäure}) \quad (1)$$

Vor einiger Zeit haben wir einen Regulationsmechanismus entdeckt, der, bei einer physiologischen CO_2-Konzentration, reine Carboxylase aus Spinatblättern aktiviert und deaktiviert. Derselbe Regulationsmechanismus wurde auch bei teilweise gereinigter RuDP-Carboxylase aus einer

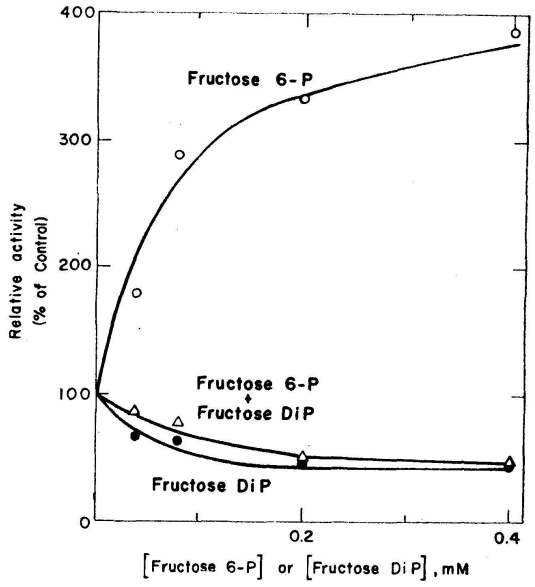


Abbildung 1

Grünalge *(Chlorella)*, einer blaugrünen Alge *(Nostoc)* und aus Maisblättern nachgewiesen. Nach dem neuen Mechanismus (Abb. 1) wird das Enzym durch Fructose-6-phosphat (F6P) aktiviert und durch Fructose-

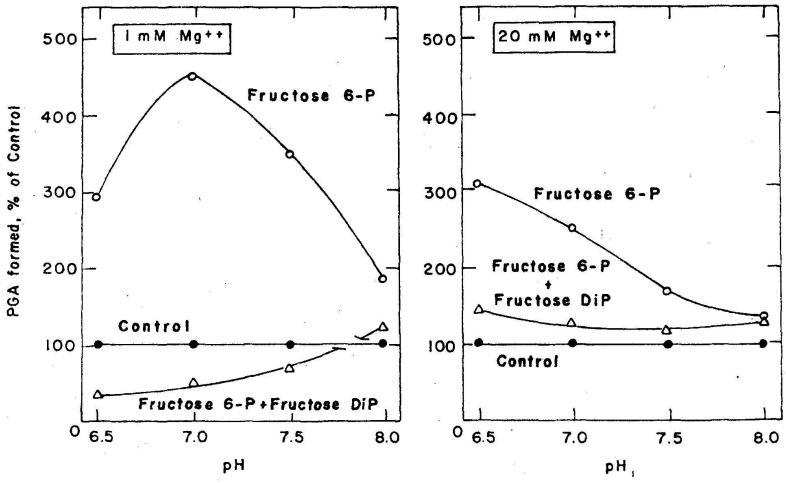


Abbildung 2

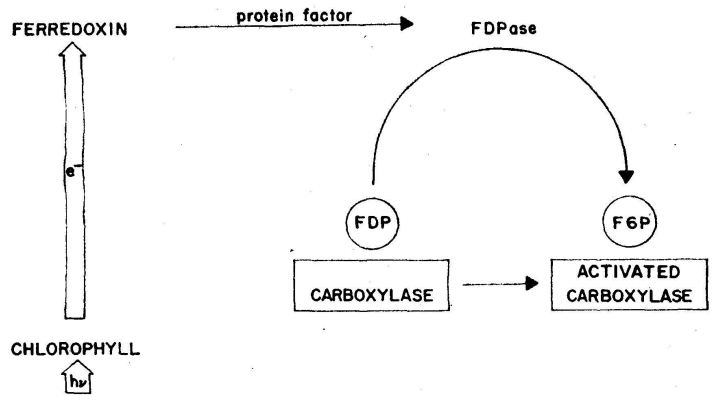


Abbildung 3

1,6-diphosphat (FDP) deaktiviert. F6P als auch FDP sind Zwischenprodukte im photosynthetischen Kohlenstoffzyklus der Chloroplasten. Diese Zwischenprodukte wirken als Enzymmodifikatoren, indem sie die Affinität der Carboxylase sowohl zu CO_2 (als Bicarbonat) als auch zu Mg^{++} verändern (Tabelle I); F6P aktiviert das Enzym durch Erhöhen der Affinität zu CO_2 und Mg^{++} (senkt die K_m-Werte für CO_2 und Mg^{++}), und FDP deaktiviert durch Vermindern der Affinität zu CO_2 und Mg^{++} (erhöht die K_m-Werte für CO_2 und Mg^{++}).

Wird die Carboxylase durch F6P aktiviert, verschiebt sich (bei variierter CO_2-Konzentration) die Kinetik von nichtlinearer zu linearer Kinetik nach MICHAELIS (vgl. SUGYIAMA, NAKAYAMA und AKAZAWA, 1968). Die Zunahme der Affinität zu CO_2 ist am auffallendsten bei geringer Mg^{++}-Konzentration (Tabelle I) oder bei neutralem bis leicht saurem pH

Tabelle I

Bindungskonstanten der RuDP-Carboxylase

RuDP-Carboxylase	K_m, HCO_3^- (1 mM Mg^{++}) M	K_m, HCO_3^- (10 mM Mg^{++}) M	K_m, Mg^{++} (1 mM HCO_3^-) M	K_m, RuDP (10 mM Mg^{++} 1 mM HCO_3^-) M
Kontrolle	$20{,}0\times10^{-3}$	$6{,}7\times10^{-3}$	5×10^{-3}	1×10^{-4}
Aktiviert durch Fructose-6-P	$3{,}3\times10^{-3}$	$3{,}3\times10^{-3}$	1×10^{-3}	5×10^{-4}
Deaktiviert durch Fructose-1,6-diphosphat	$12{,}5\times10^{-3}$	$6{,}7\times10^{-3}$	10×10^{-3}	4×10^{-4}

(Abb. 2). Die Deaktivierung durch FDP stellt die ursprüngliche geringe Affinität zu CO_2 und Mg^{++} und die charakteristische nichtlineare Kinetik wieder her. Als eine sekundäre Veränderung wird bei der Regulation zudem die Affinität des Enzyms zu seinem Substrat, RuDP, beeinflusst. Ist das Enzym durch F6P aktiviert, verringert sich die Affinität zu RuDP, im Gegensatz zur Affinität zu CO_2 und Mg^{++}. Diese Veränderung kann durch FDP nur teilweise rückgängig gemacht werden (Tabelle I).

Andere im Chloroplasten-Stoffwechsel vorkommende Zwischenprodukte, wie Ribulose-5-phosphat, Xylulose-5-phosphat, Erythrose-4-phosphat und Ribose-5-phosphat, aktivieren die RuDP-Carboxylase ebenfalls, aber in geringerem Ausmass als F6P. Licht aktiviert (1,5fach) die RuDP-Carboxylase in isolierten, intakten Chloroplasten (vgl. PEDERSEN, KIRK und BASSHAM, 1966).

6-Phosphogluconat, ein Verbindung, die in Chloroplasten nicht gefunden wurde, aktiviert bei einer physiologischen CO_2-Konzentration das Enzym besser als F6P. Auf Grund der Veränderung der Bindungskonstanten (Tabelle II) scheint die Aktivierung durch 6-Phosphogluconat in

Tabelle II

Wirkung von 6-Phosphogluconat auf die Michaelis-Konstanten K_m der RuDP-Carboxylase für Mg^{++} und HCO_3^-

	K_m, Mg^{++} M	K_m, HCO_3^- (1 mM Mg^{++}) M	K_m, HCO_3^- (10 mM Mg^{++}) M
Kontrolle	$4{,}4\times10^{-3}$	$2{,}0\times10^{-2}$	$1{,}0\times10^{-2}$
+ 6-Phosphogluconat	$0{,}7\times10^{-3}$	$0{,}25\times10^{-2}$	$0{,}25\times10^{-2}$

jeder Beziehung genauso zu funktionieren wie mit F6P, ausser dass die Wirkung von 6-Phosphogluconat stärker ist. Da letzteres aber kein Produkt der Photosynthese in Chloroplasten ist, wird die physiologische Bedeutung der Regulation der RuDP-Carboxylase durch 6-Phosphogluconat fragwürdig.

Abbildung 3 zeigt ein Regulationsschema, das im Einklang steht mit den hier dargestellten und unseren früheren Ergebnissen (BUCHANAN, SCHÜRMANN und KALBERER, 1971). Nach dieser Auffassung wird die RuDP-Carboxylase durch die relativen Mengen von F6P und FDP reguliert, welche ihrerseits vom lichtabhängigen, durch Ferredoxin aktivierten Fructose-1,6-diphosphatase-(FDPase-)System gesteuert werden. Solch ein Regulationsschema scheint für die photosynthetische CO_2-Assimilation besonders gut geeignet zu sein, weil es die Regulation mit der Ausnützung von Strahlungsenergie koppelt.

LITERATUR

BUCHANAN, B.B./SCHÜRMANN, P./KALBERER, P.P.: J.Biol.Chem. *246:* 5952–5959 (1971).

PEDERSEN, T.A./KIRK, M./BASSHAM, J.A.: Physiol.Plant. *19:* 219–231 (1966).

SUGYIAMA, T./NAKAYAMA, N./AKAZAWA, T.: Arch.Biochem.Biophys. *126:* 737–745 (1968).

WEISSBACH, A./HORECKER, B.L./HURWITZ, J.: J.Biol.Chem. *218:* 795–810 (1956).

15. P.A. SIEGENTHALER (Laboratoire de physiologie végétale, Institut de botanique, Université de Neuchâtel): *Action des acides gras en* C_{18} *et vieillissement des chloroplastes isolés d'épinard*

L'un des problèmes fondamentaux de la biologie est de définir quelles sont l'ultrastructure et les fonctions de la membrane biologique ainsi que les relations qui existent entre elles. Parmi les nombreuses approches visant à élucider ce problème, nous avons choisi d'étudier comment varient la structure et les fonctions photochimiques des membranes du chloroplaste au cours d'un vieillissement *in vitro*. Le vieillissement est à la fois un instrument de travail permettant de révéler la nature de l'association structure-fonctions des chloroplastes et, secondairement, un modèle *in vitro* permettant de mieux comprendre le vieillissement *in vivo*.

Des recherches antérieures [1–3] ont permis de démontrer que le vieillissement *in vitro* des chloroplastes isolés d'épinard provoque une altération de la structure et des fonctions photosynthétiques de ces organites cellulaires. En vieillissant, les chloroplastes subissent un gonflement irréversible et, simultanément, leur capacité à se contracter sous l'effet de la lumière diminue. Parallèlement, on peut observer un découplage du transport d'électrons et de la photophosphorylation qui lui est associée, une diminution de l'hydrolyse et de la biosynthèse d'ATP ainsi qu'une

réduction du dégagement apparent d'O_2 et, à des degrés variables, du transport d'électrons des deux photosystèmes (PS-I et PS-II). Le transport d'électrons associé au PS-I, mesuré en présence de $NADP^+$ ou de méthylviologène (MV) est beaucoup plus résistant à un vieillissement *in vitro* que le PS-II, mesuré en présence de dichlorophénolindophénol ou de ferricyanure comme accepteur d'électrons (v. fig. 1A). De même, sous l'action d'un vieillissement, la photophosphorylation non cyclique est beaucoup plus rapidement inhibée que la photophosphorylation cyclique [2].

Au cours du vieillissement, l'activité *o*-diphénoloxydase croît considérablement tandis que la période de latence qui précède l'initiation de ces réactions secondaires diminue, phénomènes qui dépendent probablement de l'intégrité structurale du chloroplaste. L'activité *o*-diphénoloxydase explique, en partie du moins, pourquoi la stœchiométrie de la réaction de HILL n'est plus respectée au cours du vieillissement [4].

Un examen au microscope électronique montre que le vieillissement a pour effet de désorganiser le réseau lamellaire des plastides, ce qui modifie les propriétés physico-chimiques de la membrane des thylacoïdes. Ce phénomène produit un appel d'eau dans le compartiment interne des

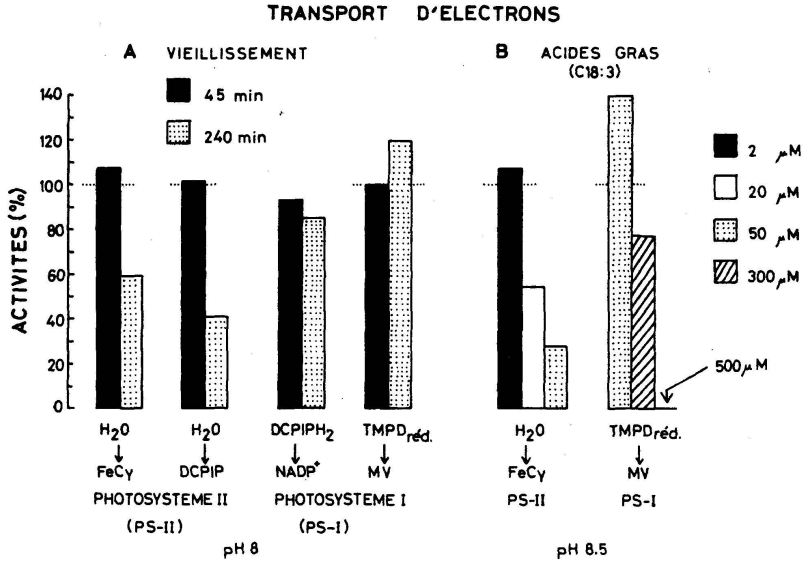


Figure 1

Influence d'un vieillissement *in vitro* (A) ou des acides gras non saturés en C_{18}, notamment de l'acide linolénique (B) sur les activités du transport d'électrons dans les photosystèmes II (PS-II) et I (PS-I). FeCy: ferricyanure de potassium; DCPIP: 2,6-dichlorophénol indophénol; TMPD: N,N,N′,N′-tetraméthyl-*p*-phénylènediamine; MV: méthylviologène (voir les conditions expérimentales exactes dans [11])

thylacoïdes. Or, nous savons que la portion lipidique des membranes des chloroplastes est constituée essentiellement de galactolipides, de sulfoquinovosyl diglycéride et de phospholipides. Les galactolipides sont de loin les plus abondants et sont caractérisés par un degré élevé de non-saturation dont est presque entièrement responsable l'acide linolénique, acide gras en C_{18} ayant 3 doubles liaisons [5].

Pour expliquer les modifications qui se produisent au cours du vieillissement, nous avons formulé l'hypothèse que des acides gras libres, libérés dans les thylacoïdes au cours du vieillissement, pourraient être les agents responsables des altérations observées sur les plans structural et fonctionnel. Cette hypothèse de travail a été inspirée par la découverte relativement récente de la présence de galactolipases dans les lamelles de chloroplastes [6], enzymes qui sont particulièrement actifs lorsque ces organites cellulaires vieillissent *in vitro* [7]. Ces travaux nous ont incité à entreprendre une étude portant sur l'influence des acides gras exogènes sur la structure et les activités photochimiques de fragments de chloroplastes fraîchement préparés.

Des observations au microscope électronique [8] ainsi que des analyses spectrophotométriques [9] indiquent que les acides gras sont responsables du gonflement des thylacoïdes et de l'inhibition concomitante de leur capacité à se contracter sous l'effet de la lumière. Une étude comparée de l'effet de divers acides gras, de $C_{8:0}$ à $C_{22:0}$, a montré que seuls les acides non saturés en C_{18}, c'est-à-dire les acides linolénique, linoléique et oléique et, dans une moindre mesure, l'acide myristique provoquent un gonflement des chloroplastes et une inhibition de leur capacité à se contracter [9]. Ces acides gras représentent précisément la majorité des acides libérés par hydrolyse des lipides dans les membranes de chloroplastes au cours du vieillissement [7, 10]. Ainsi les acides gras non saturés semblent jouer le rôle de régulateurs de la structure des chloroplastes.

L'action des acides gras ne se limite pas seulement à des modifications de structure; elle joue également un rôle prépondérant dans le contrôle des activités photochimiques. A cet égard, trois phénomènes méritent d'être signalés [11].

A des concentrations croissantes, les acides gras provoquent une inhibition séquentielle des activités du transport d'électrons associées aux PS-II et PS-I (v. fig. 1B). Au pH optimum, 50% d'inhibition du flux d'électrons dans le PS-II sont atteints pour un rapport molaire acide gras/chlorophylle égal à 1, tandis que dans le PS-I, la même inhibition est obtenue à un rapport molaire voisin de 16,5. On peut calculer que pour un rapport variant de 1,4 à 9,0, l'acide linolénique est un inhibiteur spécifique du PS-II.

En fonction de concentrations croissantes d'acides gras, on observe une même inhibition séquentielle de la photophosphorylation associée aux PS-II et I [11]. De plus, à faibles concentrations (2 µM à pH 8,5 et 2–20 µM à pH 7,7), les acides gras provoquent un faible effet découplant dans le PS-II. Dans le PS-I, ce phénomène est plus prononcé à des concentrations plus élevées (50–200 µM à pH 8,5).

Ces résultats suggèrent que dans les chloroplastes en voie de vieillissement où augmente graduellement la teneur endogène en acides gras libres, les activités associées au PS-II, comme le dégagement d'O_2, le transport d'électrons et la synthèse d'ATP non cyclique, disparaissent progressivement au profit des réactions associées au PS-I. Il a été démontré récemment que la photophosphorylation cyclique était de nature physiologique et jouait un rôle direct dans l'assimilation du CO_2 photosynthétique [12]. On peut dès lors s'attendre que, dans les chloroplastes en voie de vieillissement où le PS-II n'est plus actif, la source du pouvoir réducteur est fournie par l'intermédiaire du PS-I seulement et que l'ATP est biosynthétisé sous un régime de photophosphorylation cyclique.

Le troisième fait remarquable est que les acides gras non seulement influencent la vitesse du transport d'électrons mais provoquent également un déplacement du pH optimum de la réaction, en direction de l'acidité. Ce déplacement a été interprété comme un phénomène général lié à la séparation du flux d'électrons et de la phosphorylation provoquée par la présence d'agents découplants et de détergents ou par une sonication des chloroplastes [13, 14].

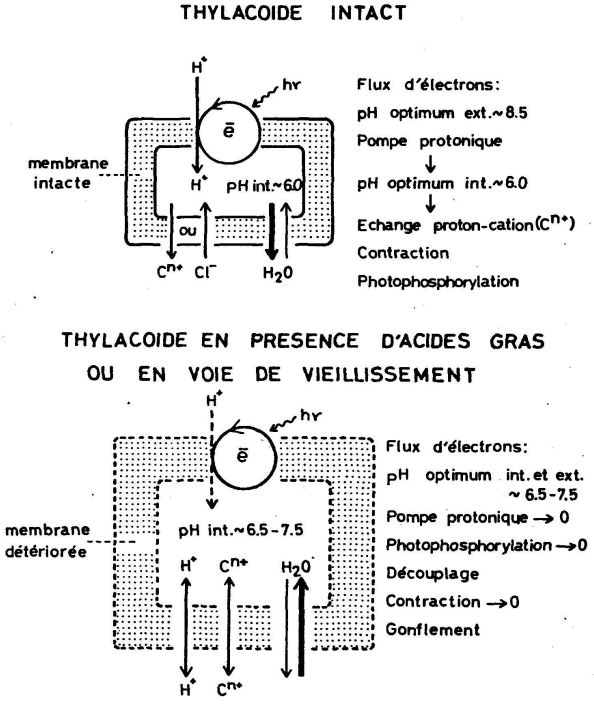


Figure 2

Schéma illustrant l'interprétation proposée pour expliquer le déplacement vers l'acidité du pH optimum du transport d'électrons sous l'action des acides gras ou du vieillissement (voir les explications dans le texte)

Quelle est la situation en présence d'acides gras? Les concentrations qui découplent le PS-I et le PS-II ne provoquent aucun déplacement du pH optimum du flux d'électrons vers l'acidité. Au contraire, les concentrations (généralement plus élevées) qui engendrent un déplacement ne découplent pas les systèmes et inhibent généralement plus fortement la photophosphorylation que le transport d'électrons [11].

Ainsi, pour les acides gras, nos résultats sont en désaccord avec ceux de la plupart des chercheurs [15] qui considèrent que le découplage est responsable du déplacement du pH optimum du transport d'électrons en direction de l'acidité. Il nous paraît plus aisé d'interpréter ce phénomène si l'on admet que la vitesse du transport d'électrons est contrôlée non seulement par l'énergie de couplage mais aussi par le pH interne du compartiment des thylacoïdes [16].

En effet (v. fig. 2), dans les chloroplastes intacts (fraîchement préparés), la lumière initie le flux d'électrons et, simultanément, la pompe protonique qui engendre une absorption de protons. Ce mécanisme a pour effet d'abaisser le pH dans le compartiment interne du thylacoïde. Au pH optimum externe de 8,5, ce mécanisme, induit par la lumière, produit un pH interne voisin de 6 qui correspond précisément au pH optimum interne du transport d'électrons [16]. En présence d'acides gras, la membrane perd son intégrité structurale et devient beaucoup plus perméable aux molécules d'eau [9], et dans une certaine mesure aux protons. Simultanément, les propriétés physico-chimiques de la membrane sont modifiées d'une façon telle que le mécanisme de la pompe protonique est réduit. Lorsque le pH externe est égal à 8,5, l'absorption de protons est insuffisante pour abaisser le pH interne jusqu'à 6 et le transport d'électrons est inhibé. En revanche, lorsque le pH externe est abaissé et que, par effet de concentration davantage de protons diffusent dans le thylacoïde, les conditions sont à nouveau favorables au transport d'électrons, ce qui explique le déplacement du pH optimum. Cette interprétation est illustrée dans la figure 2.

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'appui du Fonds national suisse de la Recherche scientifique (contrat 3.566.71) et à l'excellente collaboration technique de M^mes^ JARMILÀ HORAKOVÀ et FRANÇOISE MATHEZ.

BIBLIOGRAPHIE

1. SIEGENTHALER, P.A.: Plant Cell Physiol. *10:* 801–810 (1969).
2. SIEGENTHALER, P.A.: Plant Cell Physiol. *10:* 811–820 (1969).
3. SIEGENTHALER, P.A.: Actes Soc.helv.Sci.nat. *149:* 151–156 (1969).
4. SIEGENTHALER, P.A./VAUCHER-BONJOUR, P.: Planta *100:* 106–123 (1971).
5. ALLEN, C.F./GOOD, P./DAVIS, H.F./FOWLER, S.D.: Biochim.Biophys.Res.Commun. *15:* 424–430 (1964).
6. SASTRY, P.S./KATES, M.: Biochemistry *3:* 1280–1287 (1964).
7. WINTERMANS, J.F.G.M./HELMSING, P.J./POLMAN, B.J.J./VAN GISBERGEN, J./COLLARD, J.: Biochim.Biophys.Acta *189:* 95–105 (1969).
8. COHEN, W.S./NATHANSON, B./WHITE, J.E./BRODY, M.: Arch.Biochem.Biophys. *135:* 21–27 (1969).

9. SIEGENTHALER, P.A.: Biochim.Biophys.Acta *275:* 182–191 (1972).
10. CONSTANTOPOULOS, G./KENYON, C.N.: Plant Physiol. *43:* 531–536 (1968).
11. SIEGENTHALER, P.A.: sous presse dans Biochim.Biophys.Acta (1973).
12. SCHÜRMANN, P./BUCHANAN, B.B./ARNON, D.I.: Biochim.Biophys.Acta *267:* 111–124 (1971).
13. JACOBI, G./LEHMANN, H.: In: Progress in Photosynthesis Research, vol. *I*, pp. 159–173 (1969).
14. TSUJIMOTO, H.Y./MCSWAIN, B.D./CHAIN, R.K./ARNON, D.I.: Ibid., vol. *III*, pp. 1241–1261 (1969).
15. BOARDMAN, N.K.: Ann.Rev.Plant Physiol. *21:* 115–140 (1970).
16. ROTTENBERG, H./GRUNWALD, T./AVRON, M.: Eur.J.Biochem. *25:* 54–63 (1972).

16. M. BONZON (Genève): *Evolution du chloroplaste d'épinard lors de l'induction florale*

17. H. GREPPIN et B. HORWITZ (Genève): *Réponse photo-électrique de la feuille d'épinard lors de l'induction florale*

18. A. GRANGE, M.-N. MIÈGE et J. MIÈGE (Genève): *Evolution des protéines des graines de Phaseolus vulgaris pendant leur phase quiescente en relation avec les modalités de leur conservation*

Hauptvortrag (gemeinsam für beide Sektionen)

19. O. DANESCH (Vomperberg, Österreich): *Evolution in der Orchideengattung Ophrys*

4. Sektion für Chemie

Schweizerische Chemische Gesellschaft
Société Suisse de Chimie

Präsident: Prof. Dr. V. PRELOG, Laboratorium für organische Chemie der ETH, Universitätsstrasse 6, 8006 Zürich
Sekretär: PD Dr. H. DUTLER, Laboratorium für organische Chemie der ETH, Universitätsstrasse 6, 8006 Zürich

Samstag, 14. Oktober 1972 / Samedi 14 octobre 1972

Wissenschaftlicher Teil / Partie scientifique

Die Vortragenden sind mit * bezeichnet
Les conférenciers sont indiqués par *

Gruppe A / Série A

Anorganische und physikalische Chemie / Chimie minérale et physique

A1 M. TEXTOR* und W. LUDWIG (Universität Zürich): *d-Orbitalreihenfolge in planaren Platin(II)-Komplexen*

A2 A. SALZER* und H. WERNER (Universität Zürich): *Über die erstmalige Darstellung von Tripeldeckersandwich-Komplexen*

A3 J.R. GÜNTER* und H.R. OSWALD (Universität Zürich): *Topotaktische Entwässerung von Molybdäntrioxid-Hydraten*

A4 W. STEINMANN* und TH. KADEN (Universität Basel): *Einfluss der Ringgrösse auf die Komplexbildungsgeschwindigkeit von Schwermetallionen mit Tetraazacycloalkanen*

A5 TH. KADEN* (Universität Basel): *Magnetozirkulardichroismus-Untersuchungen an Co(II)-Komplexen und Co(II)-substituierten Metallenzymen*

A6 HO DAC THANG* und T. GÄUMANN (EPF Lausanne): *Cinétiques des centres* F *en* KBr

A7,8 R. GRAUER (Preisträger der Schweizerischen chemischen Gesellschaft 1972) (Alusuisse, Neuhausen am Rheinfall): *Das Photoelektronenspektrometer als Hilfsmittel der Korrosionsforschung*

A9 H. BILINSKI*, A. VAGENKNECHT and W. STUMM (EAWAG, Dübendorf): *Overlapping Anodic Stripping Voltametry Peaks of Lead (II) on Hanging Mercury Drop (HMD) Explained by Simultaneous Presence of Several Labile Complexes*

A10 P. TISSOT*, H. LÜTHI et R. MONNIER (Université de Genève): *Comportement anodique d'alliages or-cuivre en milieu chlorure*

A11 J.F. REBER*, R. STEIGER, J. FERNANDEZ et CH.G. BOISSONNAS (Université de Neuchâtel): *Quelques propriétés photolytiques des halogénures de plomb*

A12 R. KNUTTI* und R.E. BÜHLER (ETH Zürich): *MS-Untersuchung der Kinetik von H-Atom-Reaktionen mit ungesättigten Kohlenwasserstoffen in der Gasphase*

A13 A. HÖHENER* (ETH Zürich): *Erzeugung von Radikalen durch Feldemission*

A14 A. FIAUX* et T. GÄUMANN (EPF Lausanne): *Fragmentation des ions heptyles en spectroscopie de masse*

A15 R. LIARDON*, G. PARISOD et T. GÄUMANN (EPF Lausanne): *Premières expériences avec la résonance cyclotronique des ions*

Gruppe B / Série B

Organische Chemie I / Chimie organique I

B1 F. TROXLER* (Sandoz AG, Basel): *Elektrophile und nucleophile Substitution partiell hydrierter Nikotinsäure-Derivate*

B2 P. SCHIESS* und P. RADIMERSKI (Universität Basel): *Thermische [1,5] H-Verschiebungen in ungesättigten Aldehyden*

B3 P. FÜNFSCHILLING* und P. SCHIESS (Universität Basel): *Wanderungstendenz ungesättigter Gruppen in [1,5] sigmatropischen Umlagerungen*

B4 C.W. JEFFORD and M. LAFFER* (Université de Genève): *Solvolytic Study of Norbornyl Esters containing an Allylic Moiety*

B5 C.W. JEFFORD*, A. SWEENEY and D. KIRKPATRICK (Université de Genève): *Reductive Dehalogenation of Alkyl Halides with Metal Hydrides. A Re-appraisal*

B6 C.W. JEFFORD and A.F. BOSCHUNG* (Université de Genève): *Singlet Oxygen-Ene Reaction with Norbornene Derivatives*

B7 P. MÜLLER* (Université de Genève): *Oxydation von hydroaromatischen Verbindungen: 1,4-Cyclohexadien und Benzocyclopropen*

B8 P. MÜLLER et B. SIEGFRIED* (Université de Genève): *Substitutions nucléophiles dans un solvant aprotique: le hexaméthylphosphortriamide*

B9 W. TREIBS (Universität Heidelberg): *1,2-Diazapentalene und 1,2-Diazaazulene, zwei neue Klassen nichtbenzenoider Heteroaromaten*

B10 F. MÜLLER* (Agricultural University, Wageningen): *Wechselwirkung zwischen Flavochinon und Nitroxidradikalen*

B11 L. HOESCH* und A.S. DREIDING (Universität Zürich): *Umlagerungen bicyklischer Vinylaziridine*

B12 C. WENTRUP* (Université de Lausanne): *A Parallelism between the Thermal and the Electron-impact Induced Rearrangements of Aromatic Nitrenes*

B13 P. PINO, C. SALOMON, C. BOTTEGHI* und G. CONSIGLIO (ETH Zürich): *Asymmetrische Hydroformylierungsreaktion*

B14 NGUYEN QUOC TUAN* et T. GÄUMANN (EPF Lausanne): *Réactions en chaîne avec hexane et* CBr_4

B15 G. DESSAUGES*, N. MARAZAN et T. GÄUMANN (EPF Lausanne): *Echange isotopique des hydrocarbures*

Gruppe C / Série C

Organische Chemie II / Chimie organique II

C1 H. SCHALTEGGER* (Universität Bern): *Zur Chemie phylogenetischer und ontogenetischer Adaptations- und Lernprozesse (Informationstheoretisch-quasimolekulares Modell)*

C2 J.P. MERALDI*, A. TUN-KYI, R. SCHWYZER et K. WÜTHRICH (ETH Zürich): *Etudes conformationnelles de quelques pentapeptides cycliques*

C3 B. KAMBER* (Ciba-Geigy AG, Basel): *Die gezielte Synthese von asymmetrischen Cystinpeptiden*

C4 H.C. BEYERMAN* (Technische Hogeschool, Delft): *Nebenreaktionen bei der Festkörper-Synthese von Peptiden*

C5 G. FRATER* (Hoffmann-La Roche & Co. AG, SOCAR, Dübendorf): *Stereoselektive Synthese von* (±) *Seychellen*

C6 S. SHATZMILLER*, M. PETRZILKA jr., A. RÜTTIMANN und A. ESCHENMOSER (ETH Zürich): *Neues zur Chemie der α-Chlor-nitrone*

C7 P. ACKERMANN, H. TOBLER und C. GANTER* (ETH, Zürich): *Synthese und Bestimmung der absoluten Konfiguration von (–)-(1R,3R,6R, 8R)-2,7-Dioxa-twistan*

C8,9 R. IMHOF*, E. GÖSSINGER, W. GRAF, H. BERNER, L. BERNER-FENZ und H. WEHRLI (ETH Zürich): *Die Partialsynthese des Batrachotoxinins A (Planung und Verwirklichung)*

C10 J. PETER-KATALINIĆ* und J. ZSINDELY (Universität Zürich): *Säurekatalysierte Umlagerungen von 6-Methylen-tricyclo-[3.2.1.$0^{2,7}$]-oct-3-en-8-onen*

C11 W. MÜLLER* und H. GERLACH (ETH Zürich): *Synthese von 1,6-Spiro[4,4]nonadien*

C12 H. GERLACH* (ETH Zürich): *Enantiomere 2,6-Adamantandiole*

C13 E. GRELL*, F. EGGERS und TH. FUNCK (Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie, Göttingen): *Konformationsanalyse und Kinetik der Konformationsänderungen von membranaktiven Antibiotika*

C14 TH. FUNCK, F. EGGERS und E. GRELL* (Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie, Göttingen): *Kinetik und Mechanismus der selektiven Bindung von Ionen durch Cyclodepsipeptid-Antibiotika*

C15 V.M. KRIWACZEK und M. ROTTENBERG* (GRD, Laboratorium Wimmis) und J.L. FAUCHÈRE (ETH Zürich): *Wechselwirkung von hochfluorierten Effektoren mit proteolytischen Enzymen*

5. Sektion für Entomologie

Schweizerische Entomologische Gesellschaft
Société Entomologique Suisse

Präsident: Dr. W. MEIER, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-Reckenholz, 8046 Zürich
Sekretär: Dr. D. BASSAND, Sandoz AG, Agrochemische Abteilung, 4002 Basel

Samstag, 14. Oktober

Zusammen mit der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft

1. J. KLINGLER (Wädenswil): *Reaktionen von Collembolen auf biologisch wirksame Gase*

2. H. ARN (Wädenswil): *Pheromone im Dienste der Schädlingsbekämpfung*

3. F. SCHNEIDER (Eidgenössische Forschungsanstalt Wädenswil): *Ultraoptisch induzierte circahorare Verhaltensrhythmen*

Im Gegensatz zu früheren Versuchen galt die vorliegende neue Versuchsserie weniger dem Studium der ultraoptischen Orientierung [1] als den etwa stündlichen (circahoraren), überindividuellen Aktivitätsrhythmen der Maikäfer, wie sie erstmals 1961 unter dem Einfluss elektrostatischer Felder beobachtet worden sind [2]. Die Versuchstechnik ist im Prinzip die gleiche geblieben. In einem Kellerraum von konstant 20 °C werden 6, 12 oder 24 Versuchsschalen mit kältestarren Maikäfern beschickt. Nach einer Aktivitätsphase, während welcher die Tiere in den verdunkelten Glasschalen herumlaufen, setzen sie sich zur Ruhe; ruhende Käfer werden fortlaufend durch frische kältestarre ersetzt; Versuchsdauer 18–25 h. Dauer der Aktivitätsphase und Körperstellung im Moment der Inaktivierung sind nicht zufällig. Der Käfer scheint seine «Rezeptoren» für spezifische ultraoptische Informationen (magnetische und elektrische Felder, Melofelder) [1] in eine möglichst reizarme Stellung zu bringen. Infolge des funktionell radiären Baus der «Rezeptoren» [3] und der Richtungsvariabilität einzelner Melofelder gelingt die gleichzeitige Ausschaltung mehrerer ultraoptischer Reize nur diskontinuierlich in be-

stimmten Zeitabständen. Im Idealfall folgen solche Beruhigungsmaxima in der ganzen Versuchsanlage in etwa stündlichen Abständen.

Der bereits erwähnte 19stündige Versuch vom 12.–13. Juli 1961 [2] mit einem extremen überindividuellen Aktivitätsrhythmus von durchschnittlich 57 min Periodendauer (Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1‰) fiel auf einen Neumondtag. Für die folgenden Versuche 1971 und 1972 wurden deshalb auch Neumondtage gewählt. Es war vor allem abzuklären, ob eines der manipulierbaren physikalischen Felder für diesen Stundenrhythmus von wesentlicher Bedeutung sei. Die Ergebnisse waren in dieser Hinsicht eindeutig. Es wurden sehr ausgeprägte circahorare Rhythmen erzielt (in einem Fall 24 Perioden in 24 h) ohne künstliche elektrische Felder und unter Ausschluss unbeabsichtigter elektrostatischer Einwirkungen durch Faradaykäfige – 9 Versuche. Die Rhythmik liess sich auch nachweisen, wenn das natürliche magnetische Feld der Erde durch ein stärkeres, künstliches, horizontales (Stabmagnete unter den Schalen) ersetzt wurde – 3 Versuche. Schliesslich liessen sich Stundenrhythmen produzieren, wenn elektrische Felder mit Faradaykäfigen ausgeschlossen wurden und die Schalen völlig inhomogenen magnetischen Feldern ausgesetzt waren – 3 Versuche. Der Rhythmus läuft demnach unabhängig von einem homogenen elektrischen oder magnetischen Bezugssystem. Gegenseitig richtungsvariable Melofelder oder Melostrahlen scheinen zu genügen, um die Periodik aufrechtzuerhalten.

In drei Fällen (einmal mit natürlichem, zweimal mit inhomogenem magnetischem Feld) wurde der Stundenrhythmus durch extrem arhythmische Phasen unterbrochen. Eine Analyse dieses arhythmischen Verhaltens zeigt folgendes: In einem Teil der Versuchsschalen setzt sich der bisherige Rhythmus fort. Der Rest folgt einer neuen Periodik mit einer Phasenverschiebung von etwa ½ h. Die Schalen mit Rhythmus 1 und 2 sind nicht zufällig im Raum verteilt, sondern ihrerseits periodisch streifenförmig in der rechteckigen Versuchsanlage angeordnet. Es scheint sogar eine geometrische Beziehung zwischen dem Streifenmuster und der Lage der beiden den Versuchsraum begrenzenden, 2 und 1,3 m dicken Aussenmauern zu bestehen.

Im ultraoptischen Bereich kann das Verhalten sich somit nicht nur im Verlaufe von 30 min grundlegend ändern, sondern auch im gleichen Moment bei zwei 50 cm voneinander entfernten Punkten differieren (Phasenverschiebung in der circahoraren Rhythmik). Dieses Ergebnis war auf Grund der Versuche mit 40 kg schweren Bleiklötzen [4] eigentlich zu erwarten. Es beweist die Existenz einer «raumzeitlichen Inhomogenität des Melofeldermusters» (RIM). Dieses Phänomen erschwert die Beweisführung (Schwierigkeiten in der Reproduktion von Versuchsergebnissen, solange man die physikalische Natur der Melofelder noch nicht kennt und keine Prognosen machen kann). Es bietet anderseits willkommene Ansatzpunkte zur Definition und physikalischen Determination der verschiedenen Melofelder.

Bemerkenswert ist auch der Umstand, dass diese überindividuellen Perioden durchschnittlich etwa 1 h dauern. Eine solche Übereinstimmung

der menschlichen Zeiteinteilung mit tierischer Verhaltensrhythmik könnte mit einem übergeordneten biologischen Prinzip zusammenhängen, z.B. mit einer ähnlichen Struktur der «Rezeptoren» von ultraoptischen Informationen.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen sich wie folgt in bisher Bekanntes einordnen:

- *Beispiele für biologisch wirksame physikalische Felder oder Strahlen, die eine Richtungsinformation vermitteln*
  Gravitationsfeld der Erde
  Schallwellen
  Wärmestrahlen
  Licht
  Ultraoptisch wirksame Felder und Strahler
  Magnetische Felder
  Elektrische Felder
  Melofelder (oder Melostrahlen)

- *Nachweis der sinnesphysiologischen Wirksamkeit der Melofelder:*

1. Ultraoptische, jedoch nichtmagnetische und nichtelektrische, azimutale Orientierung
2. Orientierungsreaktionen auf minime Drehungen des Vektors eines magnetischen Feldes
3. Effekte einer Änderung des Massenverteilungsmusters durch Bleiklötze (Orientierung, Aktivität)
4. Effekte der «raumzeitlichen Inhomogenität des Melofeldermusters» = RIM. Verhaltensänderungen (Aktivität, Orientierung) bei
   a) Änderung des Beobachtungsortes
   b) Änderung der Beobachtungszeit (überindividuelle Aktivitäts- und Orientierungsrhythmen)

LITERATUR

1. SCHNEIDER, F.: Systematische Variationen in der elektrischen, magnetischen und geographisch-ultraoptischen Orientierung des Maikäfers. Vtjschr.Naturforsch.Ges. Zürich *108:* 373–416 (1963).
2. SCHNEIDER, F.: Orientierung und Aktivität des Maikäfers unter dem Einfluss richtungsvariabler künstlicher elektrischer Felder und weiterer ultraoptischer Bezugssysteme. Mitt.Schweiz.Ent.Ges. *36:* 1–26 (1963).
3. SCHNEIDER, F.: Die Feinorientierung des Maikäfers nach physikalischen Feldern als Indiz für Leistungsfähigkeit und Bau entsprechender Sinnesorgane. Verhandl. Schweiz.Naturforsch.Ges., Scuol 1962, 116–118 (1962).
4. SCHNEIDER, F.: Die Beeinflussung der ultraoptischen Orientierung des Maikäfers durch Veränderung des lokalen Massenverteilungsmusters. Rev.suisse Zool. *71:* 632–648 (1964).

4. H. ZÜST, A. H. EGG, H. A. HOSBACH und E. KUBLI (Zoologisch-Vgl. Anatomisches Institut der Universität Zürich): *Regulation von Darmenzymaktivitäten und Isozymmuster der Hexokinase bei der Letalmutante l(2)me von Drosophila melanogaster*

1. *Einleitung*

Bis auf wenige Ausnahmen (z.B. RITOSSA und SPIEGELMAN, 1965; RITOSSA et al., 1966) ist es für Letalfaktoren von *Drosophila melanogaster* bis heute noch nicht gelungen, die spezifische Schädigung im Bereich der DNS aufzudecken. Dies ist auch weiter nicht erstaunlich, da die Veränderung eines Gens (bzw. mehrerer Gene) ausserordentlich vielfältige Wirkungen haben kann. Die Aufklärung eines Letalfaktors wird sich daher meist nach dem folgenden Schema vollziehen. Man wird zunächst eine möglichst vollständige morphologische Bestandesaufnahme durchführen und anschliessend das biochemische Stoffinventar im Vergleich zum Wildtyp untersuchen. Zum letzteren gehört auch die physiologische Altersbestimmung im Zeitpunkt der effektiven Letalphase. Beides zusammen liefert meistens genügend Anhaltspunkte für das Aufstellen einer Hypothese über die Ursache des Todes der betroffenen Tiere. Davon ausgehend, können weitere Experimente geplant werden.

Der Letalfaktor *letal-meander, l(2)me,* wurde von HADORN und SCHMID (1947) im Stamm «*spermatheca*» entdeckt. Er ist rezessiv, homozygot letal und bewirkt einen Wachstumsstillstand im dritten Larvenstadium. Eine morphologische Analyse wurde von SCHMID (1949) durchgeführt. Experimente von CHEN und HADORN (1955), MEYER-TAPLICK und CHEN (1960) sowie von WALDNER-STIEFELMEIER (1967) lassen vermuten, dass die Verdauung im Darm gestört ist. Da bei der Letalmutante Trypsin-, Leucinaminopeptidase- und Carboxypeptidase-A-Aktivitäten herabgesetzt sind, liegt die Annahme nahe, dass nicht eine einzelne Protease, sondern das Regulationssystem bzw. ein übergeordnetes System defekt sein könnte. HOSBACH et al. (1972) konnten zeigen, dass Drosophila-Larven des Wildtyps selektiv ihre Darmenzymaktivitäten dem gebotenen Futter anpassen. Es stellt sich daher die Frage, ob die Mutante diese Regulation ebenfalls durchführen kann.

Nach 2½ Tagen tritt die Mutante in die phänokritische Phase ihrer Entwicklung ein. Die Tiere sterben jedoch erst nach 6–7 Tagen (effektive Letalphase). Die Larven verändern sich vom 3. Tag an morphologisch nicht mehr, das physiologische Alter der sterbenden Tiere ist daher nicht aus ihrer Morphologie zu erschliessen. Da sich das Isozymmuster vieler Enzyme während der Ontogenese eines Organismus ändert, könnte es eventuell einen geeigneten «Zeitgeber» für die Bestimmung des physiologischen Alters der Larven darstellen.

Die vorliegende Arbeit soll auf die nachstehenden Fragen Auskunft geben:

- Ist die Amylase-Aktivität des *l(2)me*-Darmes in gleichem Masse reduziert wie die Protease-Aktivität?
- Kann der Darm von *l(2)me*-Larven nach 5stündigem Hunger noch auf die Fütterung spezifischer Substrate reagieren?
- Lässt sich anhand des Isozymmusters der Mutante etwas über das physiologische Alter der Tiere während der effektiven Letalphase aussagen?

2. *Material und Methode*

2.1 *Versuchstiere und Zuchtbedingungen*

Alle Gelege wurden auf Standardfutter (Mais-Agar-Zucker-Hefe) bei 25 °C aufgezogen. Für die +/+-Tiere wurde der Wildstamm «Sevelen» verwendet. Die Mutanten wurden aus 3 verschiedenen Stämmen gezüchtet. Die beiden balancierten Stämme *Cy/l(2)me* und *l(2)me/SM 1, al² Cy sp²* liefern jeweils ¼ homozygote *l(2)me*-Nachkommen. Da für einige Versuche sehr viele Larven benötigt wurden, benutzten wir die für diesen

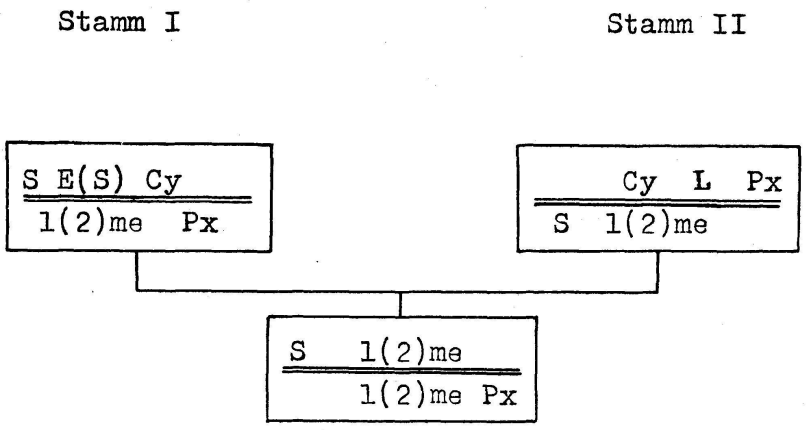


Abbildung 1

Kreuzungsschema für die selektive Zucht homozygoter *l(2)me/l(2)me*-Larven

Zweck synthetisierten Stämme I und II (Abb. 1; DÜBENDORFER, 1972). Damit ist es möglich, reine *l(2)me*-Larven in grossen Mengen zu erhalten. Ein weiterer Vorteil dieses Systems liegt darin, dass auch 48 h alte *l(2)me* untersucht werden können (bei den bisher verwendeten Stämmen lassen sie sich in diesem Stadium nicht von ihren normalen Geschwistern unterscheiden). Für die Kontrollexperimente des Hexokinasemusters benutzten wir den «*spermatheca*»-Stamm, in dem die Mutation *l(2)me* gefunden wurde.

2.2 *Messung der Proteaseaktivität*

Die proteolytische Aktivität wurde nach dem Verfahren von CHARNEY und TOMARELLI (1947) bestimmt. Ein Schema sowie Details findet man bei HOSBACH et al. (1972).

2.3 *Messung der Amylaseaktivität*

Die dazu verwendete Methode wird ebenfalls bei HOSBACH et al. (1972) beschrieben.

2.4 *Agar-Gel-Elektrophorese und Nachweis der Hexokinase*

Die Auftrennung der Hexokinase-Isozyme erfolgte mit dem High-Voltage-Elektrophoresesystem nach WIEME (1964), wobei Agar Noble (Difco) als Träger verwendet wurde. Für die Aufbereitung der Gelplättchen und der Elektrophoresebehälter wurde nach der Vitatron-Anleitung vorgegangen (Vitatron-Anleitung sowie URSPRUNG und LEONE, 1965).

Die Larven wurden in 20 µl Homogenisierpuffer homogenisiert (etwa 200 µg Protein pro Probe, URSPRUNG und LEONE, 1965; MADHAVAN et al., 1972). Anschliessend wurde das Homogenat bei 7000 U./min während 20 min in einem Sorvall-SS-34-Rotor zentrifugiert und sofort für die Elektrophorese verwendet. Auf eine Gelplatte wurden jeweils 8–10 Proben von je 1,6 µl Homogenat aufgetragen.

- Homogenisierpuffer EBT-PTU
  Stammlösung: 10 ml, H_2O: 200 ml, Phenylthioharnstoff-Lösung, gesättigt: 5 ml
- Stammlösung EBT-Puffer, pH 8,7
  EDTA: 7,4 g, Borsäure: 30,9 g, Tris: 109,1 g, H_2O: ad 1000 ml

Für den Nachweis des Hexokinasemusters der Fliegen wurde 1 Tier in einem Tropfen Pufferlösung auf einer Tüpfelplatte zerrieben und der Überstand auf die Gelplatte aufgetragen.

Die Elektrophorese dauerte bei konstanter Temperatur (6–8 °C) und 225 V 30–35 min. Die Gelplatten wurden anschliessend gespült und in die Inkubationslösung gelegt.

Der Nachweis der Hexokinase wurde nach den Angaben von MADHAVAN et al. (1972) durchgeführt. Die Fixation der Platten erfolgte während mindestens 2 h in der folgenden Lösung (Vitatron-Anleitung): 75 ml Äthanol, 5 ml Essigsäure, 25 ml H_2O. Die fixierten Platten wurden auf Whatman-Papier aufgezogen und getrocknet.

3. *Resultate*

3.1 *Regulation der Protease- und Amylase-Aktivität*

Nach den Befunden von WALDNER-STIEFELMEIER (1967) ist die Gesamtprotease-Aktivität im Darm von *l(2)me* gegenüber dem Wildtyp herabgesetzt. Diese Ergebnisse konnten im wesentlichen bestätigt werden

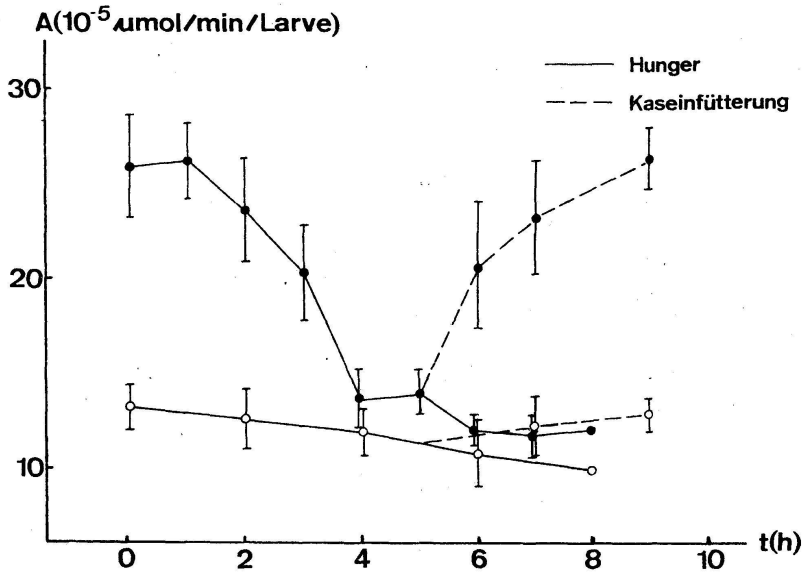


Abbildung 2

Vergleich der Protease-Aktivität von +/+ (•) und *l(2)me/l(2)me* (o) pro Larve bei Hunger und nach Kaseinfütterung (72-h-Larven)

(Abb. 2). Berechnet man die Proteaseaktivität pro Larve, so ergibt sich eine starke Reduktion. Bezieht man die Werte hingegen auf µg Protein, so erhält man für *l(2)me* höhere Werte (Abb. 3). Dies beruht darauf, dass die letalen Larven nur sehr wenig Protein enthalten. Da die Därme von 72 h +/+- und *l(2)me*-Larven praktisch gleich viel Protein enthalten (Abb. 4b), ergibt sich für die Protease-Aktivität pro Darm für die Mutante ein kleinerer Wert (der Hauptanteil der Protease ist im Mitteldarm lokalisiert; HOSBACH et al., 1972).

Die Amylase-Aktivität ist bei den 72stündigen Mutanten etwas herabgesetzt (Abb. 4a). Im Alter von 96 h zeigen sich dann deutliche Unterschiede. Die spezifischen Aktivitäten der Amylase sind bei allen untersuchten Entwicklungsstadien bei *l(2)me* kleiner (Abb. 4c).

Drosophila-Larven des Wildtyps können ihre Darmenzymaktivitäten dem gebotenen Substrat anpassen (HOSBACH et al., 1972). Versuche mit der Mutante zeigten, dass diese Larven wohl eine reduzierte Protease- und Amylase-Aktivität besitzen, eine Regulation aber trotzdem stattfinden kann (Abb. 2 und 5). Entsprechend den verminderten Enzymaktivitäten fällt auch die Antwort auf das spezifische Substrat jeweils schwächer aus.

3.2 *Isozymmuster der Hexokinase*

Die Isozyme der Hexokinase von *Drosophila melanogaster* werden in drei Regionen eingeteilt (MADHAVAN et al., 1972). Qualitativ ergeben sich im Isozymmuster der Hex-1- und Hex-2-Region bei Wildtyp und Mutante keine Unterschiede (Abb. 6 und 7). Die Bande Hex-3 zeigt jedoch bei den

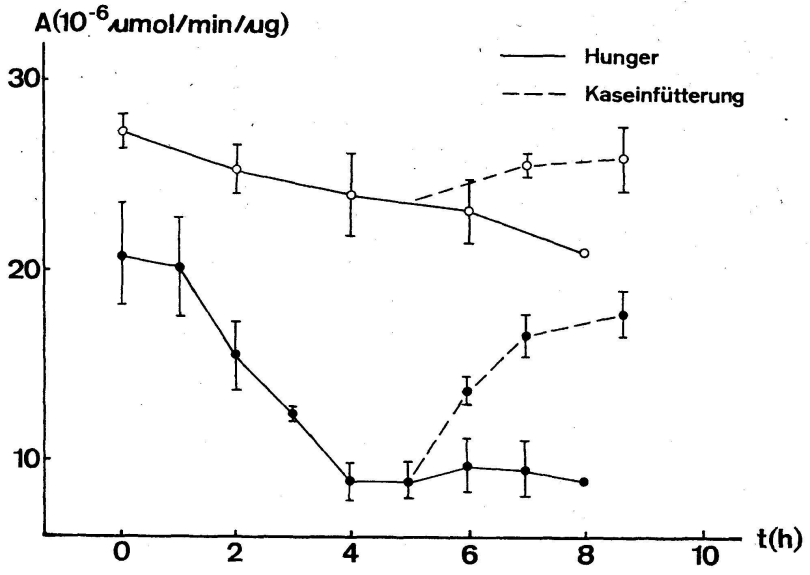


Abbildung 3

Vergleich der spezifischen Protease-Aktivität von +/+ (•) und *l(2)me/l(2)me* (○) bei Hunger und nach Kaseinfütterung (ganze 72-h-Larven)

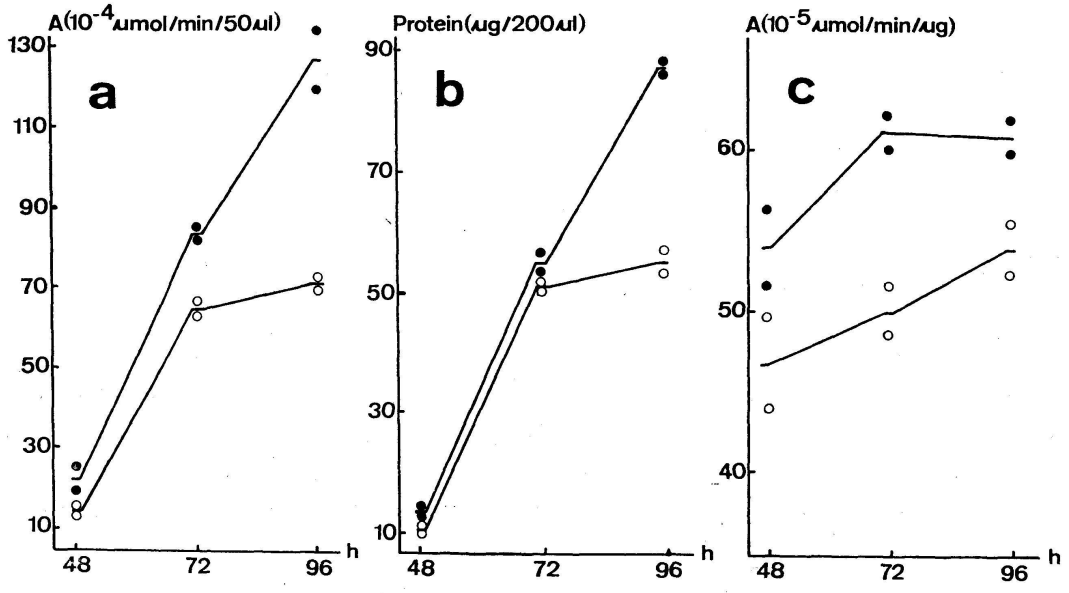


Abbildung 4

Amylase-Aktivität (a), Proteingehalt (b) und spezifische Amylase-Aktivität (c) von +/+ (•) und *l(2)me/l(2)me* (○) pro Darm. Vergleich der beiden Genotypen im Alter von 48, 72 und 96 Stunden

homozygoten *l(2)me*-Larven eine langsamere Wanderungsgeschwindigkeit als diejenige des +/+-Typs. Die Wildtypenzym-Variante findet man auch beim Stamm «*spermatheca*» *(spt/spt)*, aus dem die Mutante *l(2)me* ursprünglich stammt (HADORN und SCHMID, 1947). Ein *l(2)me*-Stamm aus Pasadena (*l[2]me/SM 1, al² Cy sp²* heterozygot) zeigt homozygot ebenfalls das *l(2)me*-Muster. Die Heterozygoten besitzen beide Hex-3-Isozymformen.

Vergleicht man das ontogenetische Muster der Isozyme bei Mutante und Wildtyp, so fallen die Unterschiede in der Stärke der einzelnen Hex-2-Banden auf (Abb. 7). Während 48-h-Larven beider Genotypen noch ein Überwiegen der Hex-2a-Bande gegenüber den anderen zeigen, verschiebt sich bei *l(2)me* die Intensität der Färbung schon bei 72-h-Larven auf die 2c-Bande. Beim Wildtyp dominiert die 2c-Bande erst bei 120-h-Larven.

4. *Diskussion*

Die vorliegenden Daten lassen vermuten, dass die Reduktion der Protease-Aktivität (CHEN und HADORN, 1955; WALDNER-STIEFELMEIER, 1967) nur einen sekundären Effekt der Mutation *l(2)me* darstellt. Für diese Interpretation spricht, dass die Amylase-Aktivität im Darm der Mutante ebenfalls reduziert ist. Zudem ist eine Regulation beider Aktivitäten durchaus möglich. Auffallend ist die Ähnlichkeit des Kurvenverlaufs in den Abbildungen 2 und 5. Da der Proteingehalt der Därme von 72-h-Larven beider Genotypen praktisch gleich ist (Abb. 4b) und die Protease-Aktivität zur Hauptsache im Darm zu finden ist, können diese Daten direkt miteinander verglichen werden. Das Ausmass der Schädigung scheint also für beide Enzym-Aktivitäten vergleichbar zu sein.

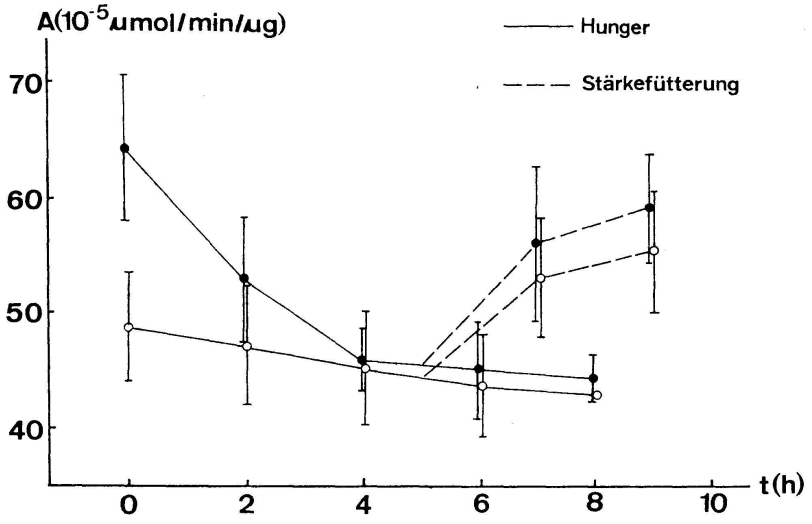


Abbildung 5

Vergleich der spezifischen Amylase-Aktivität von +/+ (•) und *l(2)me/l(2)me* (○) bei Hunger und nach Stärkefütterung (Därme von 72-h-Larven)

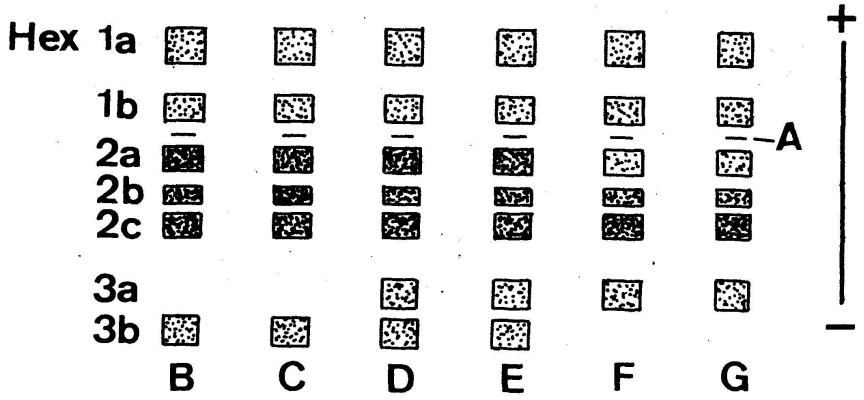


Abbildung 6

Isozymmuster der Hexokinase von 96-h-Larven folgender Genotypen: B: +/+; C: *spt/spt;* D: *Cy/l(2)me;* E: *l(2)me/SM 1, al*^{2} *Cy sp*^{2}*;* F: *l(2)me/l(2)me* aus *Cy/l(2)me*-Stamm; G: *l(2)me/l(2)me* aus *l(2)me/SM 1, al*^{2} *Cy sp*^{2}-Stamm. A: Auftragungsort

Für die Bestimmung des physiologischen Alters während der effektiven Letalphase der Mutante wurden die Isozyme der unspezifischen Esterasen, der Malatdehydrogenase und der Hexokinase untersucht (ZÜST, 1972). Die Ergebnisse der Malatdehydrogenase- und der Esterasen-Versuche zeigen, dass diese Muster in verschiedenen Altersstadien bei beiden Genotypen unregelmässig schwanken. Sie lassen sich daher für die vorliegende Fragestellung nicht verwenden. Sie sind deshalb in dieser Arbeit nicht aufgeführt.

Das Hexokinasemuster der Zone 1 zeigt für verschiedene Altersstadien bei +/+ und bei *l(2)me* keine Unterschiede. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von MADHAVAN et al. (1972) fanden wir schon bei 48-h-Larven beider Genotypen Hex-1-Aktivitäten. Zudem traten stets 2 statt nur 1 Bande auf. Diese Abweichungen beruhen vermutlich darauf, dass MADHAVAN et al. andere *Drosophila*-Stämme verwendeten.

Das Muster der Hex-2-Region wechselt beim Wildtyp zwischen 96 und 120 h. Bei der Mutante findet diese Umkehr in der Intensität der Banden schon zwischen 48 und 72 Stunden statt. Die dem Auftragsort am nächsten liegende Bande stammt in erster Linie aus dem Mitteldarm (MADHAVAN et al., 1972). Die Verschiebung des Musters im Laufe der Larvalentwicklung widerspiegelt die Abnahme der Darmtätigkeit. Beim Wildtyp tritt diese Bande gegenüber den anderen erst bei 120-h-Larven zurück, bei *l(2)me* schon bei 72stündigen. Dies stimmt überein mit der Schädigung des Darmes der Mutante, die zu diesem Zeitpunkt beginnt.

Für die Interpretation der Mutation *l(2)me* am interessantesten ist jedoch der Befund, dass die Hex-3-Bande bei der Mutante verschieden weit wandert (Abb. 6). Der Locus der Hex-3 wurde von JELNES (1971) auf 2–73,5± und von MADHAVAN et al. (1972) auf 2–73± bestimmt (*l[2]me:* 2–72±, SCHMID, 1949). Dass die Modifikation des Enzyms auf epigene-

tischen Veränderungen desselben beruht, ist unwahrscheinlich, da die Heterozygoten beide Enzymformen zeigen (Abb. 6). Die Veränderung des Hex-3-Musters bei *l(2)me* Homozygoten dürfte mit der Mutation direkt zusammenhängen, da der ursprüngliche Herkunftsstamm «*spermatheca*» (*spt/spt*, Abb. 6) das Wildtypenzym besitzt. Zudem ergab die Analyse eines weiteren *l(2)me*-Stammes aus Pasadena, der lange Zeit von unserem Stamm getrennt gezüchtet wurde, ebenfalls das *l(2)me*-typische Muster (Abb. 6). Die Letalität beruht aber vermutlich nicht auf der veränderten Hex-3, da das Enzym noch funktionsfähig ist.

Am gleichen Locus wie *l(2)me*, 2–72, ist ebenfalls eine *Minute*-Mutante lokalisiert (*M[2]d*, BRIDGES und MORGAN, 1923). *In-situ*-Hybridisierungsexperimente mit radioaktiv markierter t-RNS an Speicheldrüsenchromosomen von *Drosophila* haben wahrscheinlich gemacht, dass der $M(2)d^{+}$-Locus t-RNS codiert (STEFFENSEN und WIMBER, 1971). *Minute*-Mutanten sind homozygot letal und zeigen heterozygot ein verzögertes Wachstum. Nimmt man an, dass die Mutation *l(2)me* eine Deletion ist, die einerseits die t-RNS-Cistrons der *M(2)d*-Region umfasst und andererseits in die Region Hex-3 hineingreift, so lassen sich die bis jetzt bekannten Befunde zwanglos erklären (Abb. 8). Die Veränderung des Hex-3-Musters ergibt sich aus der verkürzten Aminosäuresequenz dieses Enzyms, die Letalität aus dem Fehlen von Cistrons für t-RNS der *M(2)d*-Region. Dass die Mutante sich bis 72 h normal entwickelt, kann auf einem stadienspezifischen Einsatz von t-RNS-Genen beruhen, wie er für die Entwicklung von Tenebrio wahrscheinlich gemacht werden konnte (ILAN, 1969). Für diese Interpretation spricht ebenfalls die stark erniedrigte Proteinsynthese (BAUMANN, 1969). Ferner zeigen homozygote *l(2)me*-Larven, die aus der Kreuzung der Stämme I und II hervorgegangen sind, in seltenen Fällen

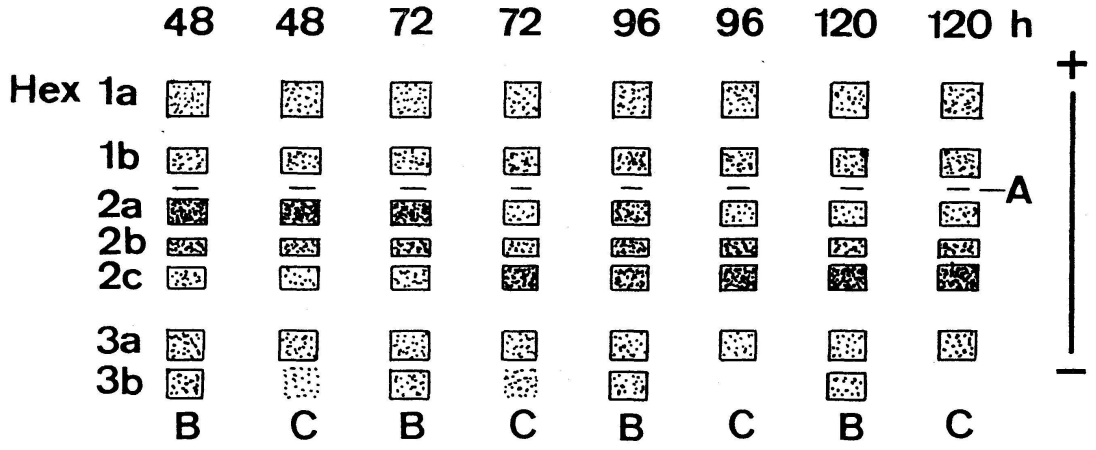


Abbildung 7

Hexokinase Isozyme von Larven verschiedenen Alters. A: Auftragungsort; B: *Cy/l(2)me;* C: *l(2)me/l(2)me*

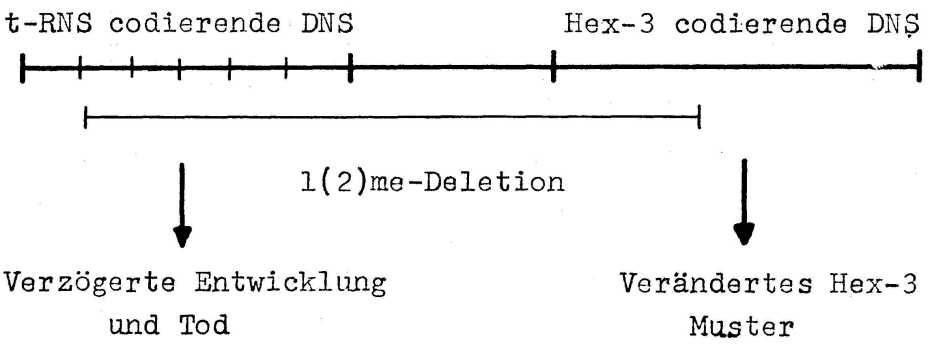


Abbildung 8

Die hypothetische *l(2)me*-Deletion

Puppenbildung. Dies deutet darauf hin, dass *l(2)me* nicht spezifisch eine bestimmte Funktion eines bestimmten Organs trifft, sondern eher durch eine stark reduzierte Proteinsynthese eine Weiterentwicklung ab 72 h verunmöglicht. Isolation und Charakterisierung von t-RNS und Hexokinase der entsprechenden Stadien des Wildtyps und der Mutante sollen zeigen, wie weit sich die vorgeschlagene Hypothese verifizieren lässt.

Zusammenfassung

1. Därme homozygoter Larven des Letalfaktors *l(2)me* (2–72±) von *Drosophila melanogaster* zeigen im Vergleich zum Wildtyp eine schwächere Protease- und Amylase-Aktivität.
2. Nach einer Hungerphase können 72 h *l(2)me/l(2)me*-Larven auf eine Fütterung von Kasein bzw. Stärke substratspezifisch die Enzymaktivität ihres Darmes erhöhen. Die Zunahme der Aktivität ist geringer als bei +/+-Larven.
3. In der Agar-Gel-Elektrophorese wandert die Hexokinase-3-Bande der homozygoten *l(2)me*-Larven weniger weit zur Kathode als diejenige des Wildtyps. Heterozygote *Cy/l(2)me*-Larven zeigen beide Enzymformen.
4. Die darmtypische Bande 2a der Hexokinase-2-Region ist schon bei 72 h *l(2)me*-Larven schwächer ausgeprägt als die beiden Banden 2b und 2c. Beim Wildtyp tritt dieser Unterschied in der Intensität der Banden erst im Alter von 120 h auf.
5. Es wird eine Hypothese vorgeschlagen, nach der der Letalfaktor *l(2)me* eine Deletion ist, die einen Teil der t-RNS-Cistrons des $M(2)d^+$-Locus (2–72±) umfasst und die in den Bereich des Hexokinase-3-Cistrons (2–73±) hineinreicht.

Résumé

1. En comparaison avec le type sauvage les larves homozygotes du facteur létal *l(2)me* (2–72±) de *Drosophila melanogaster* présentent une réduc-

tion de l'activité des enzymes protéolytiques et amylolytiques de l'intestin.
2. Après une période de jeûne les larves *l(2)me/l(2)me* de 72 h peuvent donner lieu à une augmentation de l'activité spécifique pour le substrat des enzymes intestinales, après une alimentation à la caséine resp. à l'amidon. L'augmentation de l'activité est plus faible que chez les larves du type sauvage.
3. Dans l'électrophorèse sur gel d'agarose la bande de l'hexokinase-3 des larves *l(2)me* homozygotes migre plus lentement vers la cathode que celle du type sauvage. Les larves hétérozygotes présentent les deux formes enzymatiques.
4. La bande typique de l'intestin 2a de la région 2 de l'hexokinase se trouve déjà affaiblie chez les larves *l(2)me/l(2)me* de 72 h par rapport aux bandes 2b et 2c. La différence d'intensité des bandes chez le type sauvage n'apparaît qu'à partir d'un âge de 120 heures.
5. Une hypothèse est formulée selon laquelle le facteur létal *l(2)me* serait une délétion qui comprend une partie du cistron de t-ARN du locus $M(2)d^+$ (2–72±) et qui pénètre le domaine du cistron de l'hexokinase-3 (2–73±).

Summary

1. In *Drosophila melanogaster*, lethal homozygous *l(2)me* (2–72±) larvae show a lower activity of proteolytic enzymes than the wildtype larvae.
2. 72 hours old larvae were starved for 5 hours and then fed with either casein or starch. Homozygous lethal larvae were able to increase the intestinal enzyme activity specifically according to substrate. The increase is less than in control +/+ larvae.
3. In agar-gel electrophoresis, the band of hexokinase-3 of homozygous lethal larvae moves less far towards the cathode than that of the wildtype. Heterozygous *Cy/l(2)me* larvae show both enzyme variants.
4. In homozygous lethal larvae of 72 hours band 2a of the hexokinase-2 region is weaker than bands 2b and 2c. In wildtype larvae this difference of intensity shows itself only at an age of 120 hours.
5. An hypothesis is put forward suggesting that the lethal factor *l(2)me* is a deletion, involving one part of the t-RNA cistron of the $M(2)d^+$ locus (2–72±) and overlapping into the hex-3 region (2–73±).

Diese Arbeit wurde ausgeführt und herausgegeben mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und der Georges-und-Antoine-Claraz-Schenkung. Den Herren D. Fox und K. Madhavan, Laboratorium für Entwicklungsbiologie der ETH Zürich, danken wir für die Einführung in die Technik der Agar-Gel-Elektrophorese, Frau M. Kutzer für wertvolle technische Hilfe.

LITERATUR

Baumann, P.A.: Untersuchungen zum Proteinstoffwechsel bei alternden Adultmännchen, Larven des Wildtyps und der Letalmutanten (ltr und lme) von Drosophila melanogaster. Z.vgl.Physiol. *64:* 212–242 (1969).

BRIDGES, C.B./MORGAN, T.H.: The third-chromosome group of mutant characters of Drosophila melanogaster. Carnegie Inst.Wash. Publ.No. 327, 1923.
CHARNEY, J./TOMARELLI, R.M.: A colorimetric method for the determination of the proteolytic activity of duodenal juice. J.biol.Chem. *171:* 501–505 (1947).
CHEN, P.S./HADORN, E.: Zur Stoffwechselphysiologie der Mutante letal-meander (lme) von Drosophila melanogaster. Rev.suisse Zool. *62:* 338–347 (1955).
DÜBENDORFER, K.: Zwei Stämme zur selektiven Zucht homozygoter letal-meander (1[2]me) Larven von Drosophila melanogaster. Diplomarbeit, Universität Zürich 1972.
HADORN, E./SCHMID, W.: DIS *21:* 68 (1947).
HOSBACH, H.A./EGG, A.H./KUBLI, E.: Einfluss der Futterzusammensetzung auf Verdauungsenzym-Aktivitäten bei Drosophila-melanogaster-Larven. Rev.suisse Zool. *79,* 1049–1060 (1972).
ILAN, J.: The role of tRNA in translational control of specific mRNA during insect metamorphosis. Cold Spring Harbor Symp. Quant.Biol. *34:* 787–791 (1969).
JELNES, J.E.: Identification of hexokinases and localization of a fructokinase and a tetrazolium oxidase locus in Drosophila melanogaster. Hereditas *67:* 291–293 (1971).
MADHAVAN, K./FOX, D.J./URSPRUNG, H.: Developmental genetics of hexokinase isozymes in Drosophila melanogaster. J.Insect Physiol. *18:* 1523–1530 (1972).
MEYER-TAPLICK, T./CHEN, P.S.: Zur Histologie des Mitteldarmes normaler und letaler (lme)-Larven von Drosophila melanogaster. Rev.suisse Zool. *67:* 245–257 (1960).
RITOSSA, F.M./SPIEGELMAN, S.: Localization of DNA complementary to ribosomal RNA in the nucleolus organizer region of Drosophila melanogaster. Proc.nat.Acad. Sci.Wash. *53:* 737–745 (1965).
RITOSSA, F.M./ATWOOD, K.C./SPIEGELMAN, S.: On the redundancy of DNA complementary to amino acid transfer RNA and its absence from the nucleolar organizer region of Drosophila melanogaster. Genetics *64:* 663–676 (1966).
SCHMID, W.: Analyse der letalen Wirkung des Faktors lme (letal-meander) von Drosophila melanogaster. Z.indukt.Abstamm.- u.Vererb.-L. *83:* 220–253 (1949).
STEFFENSEN, D.M./WIMBER, D.E.: Localization of tRNA genes in the salivary chromosomes of Drosophila by RNA:DNA hybridization. Genetics *69:* 163–178 (1971).
URSPRUNG, H./LEONE, J.: Alcohol dehydrogenase. A polymorphism in Drosophila melanogaster. J.exp.Zool. *160:* 147–154 (1965).
WALDNER-STIEFELMEIER, R.D.: Untersuchungen über die Proteasen im Wildtyp und in den Letalmutanten (lme und ltr) von Drosophila melanogaster. Z.vergl.Physiol. *56:* 268–289 (1967).
WIEME, R.J.: A procedure for high-voltage electrophoresis in agar gel, with a note on its application to acrylamide and starch gel. Ann.N.Y.Acad.Sci. *121:* 366–372(1964).
ZÜST, H.: Veränderungen des Isozymmusters während der Entwicklung von Larven des Wildtyps und der Letalmutante l(2)me von Drosophila melanogaster. Diplomarbeit, Universität Zürich 1972.

5. B. BRUDERER und E. WEITNAUER (Sempach/Oltingen): *Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers (Apus apus)*

6. CH. IMBODEN (Sempach): *Die Mortalität des Kiebitz (Vanellus vanellus) in Europa*

7. W. MEIER und TH. WILDBOLZ (Reckenholz/Wädenswil): *Der 14. Internationale Entomologenkongress in Canberra, Australien*

6. Sektion für Geographie und Kartographie

Schweizerische Geographische Gesellschaft
Société Suisse de Géographie

Präsident: Dr. ERICH BUGMANN, Alpenstrasse 298, 4515 Oberdorf SO
Sekretär: Dr. URS WIESLI, Bleichmattstrasse 34, 4600 Olten

Samstag, 14. Oktober 1972

1. H. ELSASSER (ORL-Institut und Universität Zürich): *Die neue Karte Industrie und Gewerbe (Übersichtskarte Atlas der Schweiz)* (wird publiziert in «Geographica Helvetica» 27/1972)

2. J. ROHNER (Universität Basel): *Die Grenzgängerströme aus Elsass und Baden nach Basel-Stadt und Basel-Land* (wird publiziert in «Geographica Helvetica» 27/1972)

3. K. AERNI und CH. PFISTER (Universität Bern): *Kulturlandschaftswandel in der Teilregion Bern-Nord in neuerer Zeit, speziell als Folge veränderter Verkehrsstrukturen* (wird publiziert in «Geographica Helvetica» 28/1973)

4. F. MÜLLER, A. OHMURA und R. BRAITHWAITE (ETH Zürich): *Das North-Water-Projekt, kanadische Hocharktis*

Die North Water Polynia, ein semipermanent eisfreier Meeresarm in der nördlichen Baffin-Bay von der Ausdehnung der Schweiz, wird zurzeit von einer internationalen interdisziplinären Arbeitsgruppe untersucht. Die klimatischen, glaziologischen und hydrologischen Auswirkungen dieser auch im Winter offenen Wasserfläche sollen quantitativ erfasst werden. Elf automatische digitale Wetterstationen und drei Überwinterungsmannschaften sammeln auf Inseln in und um das North Water und auf dem umgebenden ungewöhnlich stark vergletscherten Festland für die Dauer von etwas mehr als zwei Jahren Daten, die benötigt werden, um den Energieaustausch und Massentransport dieses mesoklimatischen Raumes unter Zuhilfenahme von verschiedenen theoretischen Modellen zu errechnen. Nachstehend werden die wichtigsten Aspekte der Studie kurz beschrieben.

Luftmassenmodifikation: ein numerisches Modell

Um die physikalischen Prozesse der Luftmassenveränderung, wie sie sich beim Überstreichen von offenen Wasserflächen besonders im Winter abspielen, zu verstehen, dient am besten ein numerisches Modell, das auf den Diffusionsgleichungen der Wärme und des Wasserdampfes basiert. Diese Gleichungen können unter gut fundierten Annahmen in eingeschränkten Bereichen gelöst werden.

In vertikaler Richtung umfasst das Modell eine Luftschicht von bis 500 m Dicke. Die untersten 40 m werden als die *bodennahe Luftschicht* (mit konstantem Austausch) und die darüber liegenden Luftmassen bis zur Höhe von 500 m als die *Ekmansche Spiralschicht* bezeichnet. Die grundlegenden Annahmen für den Ansatz dieser Gleichungen sind:

1. stationärer Zustand im zweidimensionalen Bereich
2. keine Divergenz der Strahlungsenergie
3. logarithmisches Windprofil mit linear anwachsenden Turbulenztransportkoeffizienten in der bodennahen Luftschicht und
4. Taylorsche Verteilung des Windes sowie konstante Austauschkoeffizienten in der Spiralschicht.

Die seitlichen Grenzwerte für Temperatur und Feuchtigkeit der Advektionsluft werden den Radiosondendaten der windwärtigen Station entnommen, z.B. aus den Radiosondierungen in Thule. Die oberen Grenzwerte werden durch Interpolation ebenfalls aus den Radiosondendaten der umliegenden Stationen gewonnen.

Das Modell wurde ursprünglich für die Westküste von Axel Heiberg Island, NWT, Kanada, entwickelt, um die Luftmassenmodifikation im Bereich des Beziehungssystems Arktischer Ozean–Tundra–Gletscher zu studieren. Der Vergleich zwischen berechnetem und gemessenem fühlbaren Wärmefluss ergab gute Übereinstimmung. Für das «North-Water-Gebiet» wurde dann das Modell unter Verwendung von approximativen Daten gerechnet. Die Resultate zeigen die Verteilung der Temperatur und des fühlbaren Wärmeflusses. Der sehr grosse Wärmeverlust an der Wasseroberfläche (rund zwei Drittel der Solarkonstanten in Küstennähe und etwa die Hälfte derselben im übrigen Bereich) muss durch Konvektion im Meerwasser nachgeliefert werden.

Mit dem gleichen Modell können Berechnungen in bezug auf Verdunstung und Feuchtetransport ausgeführt werden.

Luftmassenmodifikation: ein Black-box-Modell

Im Black-box-Modell wird das Klima der Region als einfaches Input-Output-System betrachtet, wobei als Output die gemessenen Temperaturen, als Input die Temperaturen der freien Atmosphäre (interpoliert von umliegenden Wetterstationen) und die Ausdehnung des offenen Wassers (durch *remote sensing* bestimmt) dienen. Eine ähnliche Arbeit befasste sich

mit der Modifikation von Luftmassen über Gletschern in der kanadischen Hocharktis. Mit Hilfe der Temperatur der freien Atmosphäre als einfacher linearer Input konnten Temperaturreihen mit einer Genauigkeit von $\pm 1{,}8$ °C vorausgesagt werden (Mittelwerte aus acht verschiedenen Sommern und Gletschern). Durch Einführung eines nicht linearen Ausdrucks sowie der Auswirkung der Temperatur von zwei vorangegangenen Tagen konnte das Resultat verbessert werden (mittlerer Fehler $\pm 1{,}5$ °C). In der gleichen Arbeit wurde die Genauigkeit der interpolierten Daten der freien Atmosphäre zu $\pm 1{,}3$ °C bestimmt, während die Genauigkeit der Voraussage der Lufttemperatur über dem Gletscher mit Hilfe eines einfachen Markov-Modells $\pm 2{,}1$ °C betrug.

Ähnliche Black-box-Modelle können auch für andere meteorologische Parameter, wie Taupunkttemperatur und Windgeschwindigkeit, verwendet werden.

Remote sensing

Periodische Überfliegungen des North-Water-Gebietes mit Flugzeugen, die Remote-sensing-Ausrüstung mitführen, werden im Polarsommer wie auch während der Polarnacht durchgeführt. Infrarotaufnahmen und Laserprofile sowie Normallichtphotographie gestatten es, die Ausdehnung des offenen Wassers, die Oberflächentemperatur des umgebenden Meereises und Festlandes sowie die Oberflächenrauheit regelmässig festzustellen. Das Personal der drei Überwinterungsstationen sammelt die notwendigen Ground-truth-Daten. Satellitenaufnahmen im Normallichtbereich stehen bereits zur Verfügung und werden ausgewertet. Der mit Infrarot ausgerüstete Satellit ERTS B, der die Gegend ganzjährig überwachen kann, wird jedoch erst gegen Ende der Feldarbeit in Umlauf gehen.

Luftmassenidentifikation und Paläoklima: Isotopenmessungen

Die bisherigen Untersuchungen von Deuterium und Sauerstoff 18 in West- und Nordwest-Grönland haben gezeigt, dass einfache Beziehungen zwischen dem Gehalt an stabilen Isotopen und gewissen physikalischen Prozessen des Wasserkreislaufes bestehen. Besonders wichtig sind dabei Kondensations- und Verdunstungstemperatur. Im Rahmen des North-Water-Projektes werden nun in einer gemeinsamen Arbeit mit dem Physikalischen Institut der Universität Bern über eine Zeitspanne von zwei Jahren regelmässig Proben gesammelt, um in Anwendung obiger Erkenntnisse erstens die Herkunft der Luftfeuchte und zweitens den lokalen Anteil aus der Polynia abzuschätzen.

Die unstabilen Isotopen Tritium, Pb^{210} und die β-Aktivität in ausgewählten Firnprofilen rund um das North Water werden untersucht, um den mittleren Firnzuwachs und dessen Änderungen sowie paläoklimatische Veränderungen der letzten 50–100 Jahre zu erfassen.

5. F. MÜLLER, T. CAFLISCH und G. MÜLLER (ETH Zürich): *Das Schweizer Gletscherinventar als ein Beitrag zum Problem der Gletscher-Klima-Beziehung*

Im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade werden in vielen Ländern nach den Richtlinien der UNESCO die Schnee- und Eismassen, die den Hauptanteil der Süsswasserreserven verkörpern, inventarisiert [1, 2]. Das schweizerische Gletscherinventar, das gegenwärtig am Geographischen Institut der ETH Zürich durchgeführt wird, stellt einen Beitrag zu diesen weltweiten Bemühungen dar. Mit dem Inventar wird eine einmalige Erfassung *aller* Schweizer Gletscher angestrebt. Es soll die periodischen Beobachtungen der Zungenaktivitäten ausgewählter Gletscher sinnvoll ergänzen [3].

Als Grundlage werden neueste Luftaufnahmen und Blätter der neuen Landeskarte im Massstab 1 : 25000 verwendet. Dieses Grundlagenmaterial ermöglicht es, für jeden Gletscher ein Datenblatt auszufüllen, das 38 Parameter umfasst und durch eine Photo- und Literaturliste ergänzt wird (Abb. 1). Es ist vorgesehen, die gesamte Informationsmenge (mehr als 50000 Daten) auf Rechenanlagen zu speichern. Besondere Beachtung findet die Höhe der Firnlinie, die wir als Schlüssel zum Klima der Gletscher betrachten.

Mit den gesammelten Gletscherdaten können weitere Erkenntnisse zum alten Problem der Beziehung zwischen Gletscher und Klima gewonnen werden. Eine Voraussetzung bildet das separate Studium der räumlichen Verteilung von Gletscher- und Klimaparametern. In einem ersten Schritt wird die räumliche Verteilung der Gletscherparameter mit Hilfe der «trend surface analysis» beschrieben. Eine kurze Darstellung der in diesem Forschungsprojekt angewandten Arbeitsmethoden ist anderswo publiziert [4].

LITERATUR

1. UNESCO/IASH: Perennial ice and snow masses. A guide for compilation and assemblage of data for a world inventory. Technical Papers in Hydrology, No. 1, UNESCO No. A2486, Paris 1970, 59 p.
2. MÜLLER, F./OMMANNEY, C.S.L.: The contribution of glacier ice to the world water balance. A status report on the world glacier inventory. International Association of Scientific Hydrology, Proceedings of the Reading Symposium on World Water Balance, Juli 1970, Vol. III, IASH Publication No. 94, p. 6–20.
3. FOREL, F.A./MERCANTON, P.-L./RENAUD, A./KASSER, P.: Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses (Die Gletscher der Schweizer Alpen), Hauptautoren: FOREL, 1880–1911; MERCANTON, 1912–1949; MERCANTON und RENAUD, 1950–1954; RENAUD, 1955–1962; KASSER, seit 1963; erschienen in folgenden Veröffentlichungen: 1880 und 1881 L'Echo des Alpes, Genève; 1882–1926 Jahrbuch des SAC; seit 1927 Die Alpen (basierend auf Arbeiten der Gletscherkommission der SNG).
4. MÜLLER, F./CAFLISCH, T./MÜLLER, G.: Das Schweizer Gletscherinventar als ein Beitrag zum Problem der Gletscher-Klima-Beziehung. Geographica Helvetica (im Druck; ca. 6 Seiten und Abb.).

SCHWEIZERISCHES GLETSCHERINVENTAR

KANTON .....
GEBIRGSGRUPPE .....
EINZUGSGEBIET .....
1. Ordnung .....
2. " .....
3. " .....
4. " .....

GRUNDLAGEN

a. Photographien

TYP	FLUGLINIE	PHOTONR	DATUM	VERWENDUNG

b. Karte: Massstab .....
Blatt Nr. .....
Name .....
Gletscherstand .....

BEMERKUNGEN

LITERATUR

DATENZUSAMMENSTELLUNG :

GEWASSERKODE/GL.NR 1 / 10

GLETSCHERNAME 11 27

GEOGR. BREITE 28 ° 40

" LÄNGE 41 ° 52

ZYLINDERKOORD. (Y) 53 61

" (X) 62 69

EXPOSITION
- Akk.gebiet 70 74
- Abl.gebiet 75 78

GRÖSSTE GL.HÖHE (m) 11 17

MITTLERE " 18 24

TIEFSTE GL.HÖHE (m)
- Schuttfreies Gebiet 25 31
- Total 32 37

SCHNEEGRENZE (m)
- aus Photo: Höhe 38 44
  Datum 45 56
  Genauigkeit 57 59
- Methode Hess 60 66
- " Lichtenecker 67 72
- " Höfer 73 78

MITTLERE HÖHE AKK. GEBIET (m) 11 16

MITTLERE HÖHE ABL. GEBIET (m) 17 22

OBERFLÄCHE (km^2)
- Schuttfreies Gebiet 23 30
- Total 31 37
- Genauigkeit 38 39

ABLATIONSFLÄCHE (km^2) 40 47

ACC. AREA RATIO (AAR) 48 51

MITTLERE BREITE (km) 52 56

MITTLERE LÄNGE (km) 57 62

MAXIMALE LÄNGE (km)
- Schuttfreies Gebiet 63 68
- Ablationsgebiet 69 73
- Total 74 78

MITTLERE MÄCHTIGKEIT (m) 11 16
- Genauigkeit 17 19

EISVOLUMEN ($10^6 m^3$) 20 29
- Genauigkeit 30 32

KLASSIFIKATION 33 41
- Aktivität für Jahre 42 / 50

MORÄNEN 51 54

POS. 80 : LOCHKARTENNUMMER

Abbildung 1
Datenblatt

6. TH. GINSBURG (ETH Zürich): *Aufbau einer meteorologischen Daten- und Informationsbank für die Schweiz*

In der Schweiz wie auch in vielen anderen Ländern wurden in den vergangenen Jahrzehnten grosse Teile des meteorologischen Datenmaterials auf computergerechte Medien übertragen. Handelte es sich dabei zu Beginn des Computerzeitalters noch um gewöhnliche Lochkarten, so wurden mit dem Fortschreiten der Technologie bald die Magnetbänder herangezogen, welche eine wesentlich konzentriertere Speicherung der Daten ermöglichten. Die Entwicklung von immer schnelleren und grösseren Rechenanlagen in den vergangenen Jahren erlaubt es heute, mit Hilfe von Plattenspeichern, welche ein Speichervermögen von Hunderten von Millionen Bits aufweisen, das gesamte gegenwärtig verfügbare Datenmaterial permanent im Computer zu speichern; dadurch wird es möglich, eine Datenbank aufzubauen, auf der alle meteorologischen Daten sofort aufgerufen und verfügbar gemacht werden können.

Die in der Schweiz ermittelten meteorologischen Messwerte werden seit Jahrzehnten in den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt teilweise als Originaldaten publiziert, teilweise aber auch in Form von Mittelwerten zusammengefasst. Bereits in den fünfziger Jahren wurde auf Anregung von Prof. Dr. M. SCHÜEPP damit begonnen, die Daten von einzelnen Stationen sofort auf Lochkarten zu übertragen und zusätzlich durch Rückwärtslochungen längere Zeitserien für die klimatologische Auswertung zu gewinnen. Im Jahre 1967 wies Dr. P. VALKO von der MZA in einem Exposé auf die Notwendigkeit meteorologischer Grundlagenstudien im Hinblick auf die klimatechnische Planung hin [1]. In den folgenden Jahren versuchte er, die Wünsche nach meteorologischen Planungsunterlagen auf nationaler Ebene zu erfassen und die dazu erforderlichen Dienstleistungen auf dem Gebiete der technischen Meteorologie zu koordinieren und rationell zu gestalten. Dabei zeigte sich bald einmal, dass diese Zielsetzung vorläufig wenigstens lediglich im Rahmen von Forschungsprojekten verfolgt werden kann, da von den offiziellen Stellen die Wichtigkeit dieses Unternehmens bisher noch nicht erkannt worden ist.

Ein erster Schritt zur Realisierung einer meteorologischen Datenbank für die Schweiz wurde im Rahmen eines vom Schweizerischen Nationalfonds ermöglichten Forschungsprogramms «Anwendung moderner statistischer Methoden zur Auswertung umfangreicher klimatologischer Daten» im Jahre 1969 in die Wege geleitet; dieses Forschungsprojekt wurde im Jahre 1971 für weitere zwei Jahre bewilligt. Aber erst im Laufe dieses Jahres gelang es – in Zusammenarbeit mit einer Programmierungsgruppe eines weiteren Forschungsprojektes unter der Leitung von Dr. P. VALKO und Dr. TH. GINSBURG –, mit der Entwicklung des Programmsystems DIREAD die meteorologischen Daten für die direkte Verarbeitung im Computer verfügbar zu machen. Diese nun im Betrieb stehende Datenbank ist für das CDC-Computersystem der ETHZ konzipiert. Sie enthält gegenwärtig das in Tabelle I aufgeführte Datenmaterial. Daneben sind seit 1964 rund 100 Klimastationen in die Datenbank aufgenommen wor-

Tabelle I

Klimatologische Daten (Kartenart 3/13), 3 Messungen täglich

Station	Höhe ü. M.	Jahre Anzahl	Periode
Basel	315	70	1901–70
Chaux-de-Fonds	990	70	1901–70
Zürich MZA	570	70	1901–70
Bern	570	70	1901–70
Neuenburg	490	70	1901–70
Genf-Cointrin	430	70	1901–70
Lausanne	620	40	1931–70
Montreux	410	40	1931–70
Sion	550	61	1910–70
Davos	1590	70	1901–70
Bever	1710	70	1901–70
Rigi-Kulm	1775	48	1901–48
		12	1955–66
Säntis	2500	70	1901–70
Lugano	275	70	1901–70
St. Gotthard	2095	70	1901–70
Altdorf	450	70	1901–70
Marsens	730	40	1931–70
Château-d'Œx	985	40	1931–70
Leysin	1360	40	1931–70
Bad Ragaz	510	40	1931–70
Freiburg	695	40	1931–70

den. Total dürften gegenwärtig etwa 1500 Stationsjahre in der Datenbank verfügbar sein; sie enthalten alle gemessenen und in den Annalen aufgeführten meteorologischen Messwerte.

- *Synoptische Daten* (Kartenart 2), 8 Messungen täglich
  Die Messwerte der 8 meteorologischen Stationen des synoptischen Dienstes sind gesamthaft für die Jahre 1964–1970 gespeichert.
- *Flugplatzdaten* (Kartenart 1), 24 Messungen täglich
  Von den meteorologischen Stationen der beiden Flugplätze Kloten und Cointrin sind die stündlichen Messwerte aus den Jahren 1947–1962 gespeichert.

Das DIREAD-System ist so aufgebaut, dass ein einfacher Aufruf mit den drei Parametern (Y, ST, M) genügt, um beispielsweise bei den klimatologischen Daten die 366 Zahlenwerte umfassende Folge eines meteorologischen Parameters (M) einer bestimmten Station (ST) für ein bestimmtes Jahr (Y) in den Rechenspeicher des Computers zu transferieren, wo sie dann statistisch verarbeitet werden kann. Dabei sind auch Möglichkeiten

vorgesehen, zwei und mehrere meteorologische Parameter gleichzeitig aufzurufen, um beispielsweise die Korrelationen zwischen ihnen oder mehrdimensionale Verteilungsfunktionen ermitteln zu können. Bei den Daten der Kartenart 2 (synoptische Daten) sind die Zahlenfolgen monatsweise gespeichert.

Es ist uns ein Anliegen, dass die Datenbank so organisiert wird, dass sie für alle wissenschaftlichen Untersuchungen zur Verfügung steht und auf diese Weise als Anregung für die meteorologische Forschung in der Schweiz dienen kann. Es ist deshalb geplant, in der weiter unten erläuterten Serie METEO-PLAN im Laufe des nächsten Jahres eine Publikation zu veröffentlichen, welche detaillierte Anweisungen für den Gebrauch der Datenbank enthält.

Das Ziel der nun in Angriff genommenen Arbeit beschränkt sich jedoch nicht auf die Datenbank allein, sondern ist wesentlich weiter gestreckt. Die nun im Aufbau begriffene Datenbank soll zusätzlich als Ausgangspunkt für eine sogenannte Informationsbank dienen, mit der es ermöglicht werden kann, die in den meteorologischen Daten gespeicherte Information möglichst vollständig, aber konzentriert und übersehbar, für praktische Zwecke verfügbar zu machen. Dabei kann es sich aber nicht nur darum handeln, lediglich Mittelwerte der verschiedenen meteorologischen Parameter zu ermitteln; für den einzelnen Parameter spielt die Varianz eine mindestens ebensogrosse Rolle wie der Mittelwert. Daneben ist aber auch der zeitliche Verlauf der Messwerte gerade im Hinblick auf Prognosenmethoden von grösster Bedeutung.

In den vergangenen Jahren wurde von uns speziell das Klimaelement «Temperatur» untersucht. Mit Hilfe von mathematischen Modellen gelingt es, den Jahresgang der Temperatur, ihrer Varianz und des die Persistenz charakterisierenden Autokorrelationskoeffizienten durch einige wenige Zahlenwerte zu beschreiben, welche aber ein Maximum an Information aus dem vorhandenen Datenmaterial repräsentieren [2]. Dabei müssen die mathematischen Hilfsmittel der Normalverteilung, der Fourieranalyse, der stationären Zufallsprozesse usw. eingesetzt werden. Für viele Anwendungen auf technischem und wirtschaftlichem Gebiet sind jedoch die Extremwerte von wesentlich grösserer Bedeutung als die Mittelwerte. Hier ist es die relativ junge Disziplin der Extremwertstatistik, welche erlaubt vorherzusagen, mit welcher Wahrscheinlichkeit in einem bestimmten Zeitraum mit dem Auftreten vorgegebener extremer Werte zu rechnen ist. Aber für viele technische Probleme genügen auch solche Angaben nicht: Das einmalige Auftreten eines Extremwertes kann von untergeordneter Bedeutung sein, wenn nur von länger dauernden Perioden mit hohen bzw. tiefen Temperaturen die uns interessierenden Wirkungen zu erwarten sind. So mag es beispielsweise für Vertreter der Heizungsindustrie von grosser Bedeutung sein, zu wissen, wie häufig in einer Stadt während des Winters mit fünftägigen Perioden bei Temperaturen unter $-15\,^{\circ}C$ zu rechnen ist. Hier genügt es nicht mehr, im Stile der konventionellen beschreibenden Statistik solche Fälle auszuzählen und als Wahrscheinlichkeiten darzustellen, weil wegen der Zufälligkeit der seltenen

Ereignisse die Unsicherheit der Resultate viel zu gross ist, als dass sie für prognostische Zwecke eingesetzt werden könnte. Auch hier hilft wieder nur ein mathematisches Modell, welches nach ausführlichen Untersuchungen Aussagen über die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens seltener Ereignisse erlaubt [3].

Für viele technische Anwendungen ist die Kenntnis der zusammengesetzten Verteilungsfunktion von zwei oder mehreren meteorologischen Parametern oft von grosser wirtschaftlicher Bedeutung. So interessiert sich die Lüftungsindustrie vor allem für die Zusammenhänge zwischen Temperatur und Feuchtigkeit, während die Häufigkeitsverteilung von Temperatur, Wind und Strahlung dem Heizungsingenieur wertvolle Unterlagen liefern kann über die Dimensionierung neuer Anlagen. Die Ermittlung mehrdimensionaler Verteilungsfunktionen ist aber so zeitaufwendig, dass solche Untersuchungen eigentlich erst mit den durch die neuen Computer zur Verfügung stehenden Rechenkapazitäten durchgeführt werden können. Dies speziell dann, wenn diese Funktionen noch nach Jahreszeiten oder gar nach Monaten aufgefächert werden müssen. Hier gilt es nun, durch spezifische, dem Problem angepasste Darstellungen dem Praktiker die Möglichkeit zu bieten, aus einem Minimum an Kurvenblättern ein Maximum an Information zu gewinnen. Daneben kann es sich aber auch als nützlich erweisen, neue meteorologische Parameter zu definieren, welche sich aus zwei oder mehreren Variablen berechnen lassen. Als Beispiel sei hier die Enthalpie erwähnt, welche sich aus Temperatur und Feuchtigkeit ermitteln lässt und als Mass für den Wärmeinhalt der Luft einen weiten Anwendungsbereich überdeckt.

Es ist beabsichtigt, die Resultate der statistischen Untersuchungen, welche zuerst anhand von einzelnen Stationen ausgetestet und dann für alle in der Datenbank verfügbaren Stationen ausgewertet werden, in einer neuen Serie METEO-PLAN im Laufe der nächsten Jahre zu publizieren, um sie so als meteorologische Planungsunterlagen für die Wirtschaft, aber auch für die Orts-, Regional- und Landesplanung und die weiten Gebiete des Umweltschutzes zur Verfügung zu stellen. Wir verfolgen mit diesen laufenden Publikationen bewusst einen anderen Weg als beispielsweise das schwedische Bauforschungsinstitut, welches in nächster Zeit ein sogenanntes Datenbuch herausgeben wird, wo die in den vergangenen Jahren gemachten klimatologischen Auswertungen in Schweden zusammenfassend dargestellt sind. Wir hoffen, auf diese Art die Interessenten – seien es nun Praktiker oder Wissenschafter, Planer oder Bauingenieure – auf die Wichtigkeit der meteorologischen Information aufmerksam machen zu können. Den grössten Erfolg würden wir darin sehen, die Benützer dieser Information zu einer Zusammenarbeit mit den Meteorologen zu gewinnen, um die vielen interdisziplinären Probleme, bei welchen die Wetter- und die Klimaabhängigkeit eine Rolle spielen, gemeinsam lösen zu können.

Aber nicht nur die meteorologischen Grunddaten sind bis heute nur zu einem geringen Bruchteil ihres Informationsgehaltes ausgewertet worden. So liessen sich beispielsweise aus den vom Wasserwirtschaftsamt seit Jahren gesammelten hydrologischen Daten Informationen gewinnen,

welche von grossem wissenschaftlichem und ökonomischem Interesse sein könnten, wenn nur die Ausgangsdaten in computergerechter Form gespeichert und damit der Auswertung durch Datenverarbeitungsanlagen mittels moderner statistischer Methoden zugänglich wären. Da bei hydrologischen Untersuchungen meist auch die meteorologischen Verhältnisse von Bedeutung sind, wäre es angezeigt, die bei der Programmierung der verschiedenen Organisationsprozeduren gewonnenen Erfahrungen in einer ersten Stufe für den Ausbau der heutigen meteorologischen zu einer hydrologisch-klimatologischen Daten- und Informationsbank zu nutzen.

Unter Umständen könnte dieses Gemeinschaftswerk dann den Ausgangspunkt bilden für eine gesamtschweizerische geophysikalische Datenbank, wo alle in unserem Lande durchgeführten Messungen der Atmosphäre, der Hydrosphäre und der Geosphäre integriert werden könnten.

LITERATUR

1. VALKO, P.: Technische Meteorologie. Arbeitsbericht Nr. 4 der MZA, Zürich 1971.
2. GINSBURG, TH.: Die statistische Auswertung von langjährigen Temperaturdaten. MZA, Zürich 1970.
3. GINSBURG, TH.: A practice-related presentation of the frequency distribution of extreme warm and cold periods. Teaching the Teachers in Building Climatology, Symposium in Stockholm, 1972.
4. BÖER, W.: Technische Meteorologie. Teubner, Stuttgart 1964.

7. E. BUGMANN (ETH Zürich): *Beiträge der Geographie zu einer interdisziplinären Ökologie*

Die Probleme des Menschen in seiner Umwelt sind durch den im Sommer 1972 veröffentlichten Bericht des Club of Rome [1] zur Lage der Menschheit schlagartig ins Zentrum öffentlicher und wissenschaftlicher Diskussionen gerückt. Durch Symposien an der Eidgenössischen Technischen Hochschule [2] und an der Hochschule St. Gallen [3] war in der Schweiz bereits in den beiden vergangenen Jahren eine interdisziplinäre Beschäftigung mit Umweltproblemen eingeleitet worden, welche zur einhelligen Feststellung führte, dass *die Umweltkrise eine Folge von menschlichen Verhaltensnormen und Aktionen* ist. Aufgabe der interdisziplinären Ökologie ist die *Entwicklung von Methoden und Modellen für die Herstellung eines Gleichgewichts zwischen menschlichen Einwirkungen und beeinflusster Umwelt.*

Die Geographie kann in verschiedenen traditionellen Fachbereichen zur Bearbeitung der Umweltprobleme beitragen, muss aber – in ähnlicher Weise wie andere Wissenschaften – eine bewusste Akzentverschiebung von der analytischen zur synthetischen und ökologischen Methode vornehmen.

Naturlandschaftliches Arbeiten kann vermehrt in den Dienst der ökologischen Grundlagenforschung gestellt werden, beispielsweise durch

mesoskalare Untersuchungen an Gewässern und Gletschern, durch geländeklimatische Aufnahmen und durch die naturräumliche Gliederung. Auf diesem Wege kann die Geographie wertvolle Grundlagen für Landschaftsschutz und Raumplanung erarbeiten.

Wir müssen uns aber auch *kulturgeographischen Bereichen* zuwenden, welche in der europäischen Geographie seit den zwanziger Jahren in den Hintergrund getreten sind. Es gilt die Prinzipien des *determinierenden Environmentalismus*, das *Ausmass der Anpassung menschlicher Populationen* an die Umweltverhältnisse, die weltweiten aktiven *Umweltveränderungen durch den siedelnden, wirtschaftenden und zirkulierenden Menschen* neu zu überdenken und in ihren Manifestationen und Auswirkungen zu untersuchen. Die Konzeption der *Ökologie als methodisches Prinzip* der Geographie ist in Forschung und Lehre wieder oder neu aufzunehmen und gebührend zu gewichten.

Ein Mittel zur *quantitativen Umschreibung der Umweltqualität*, welches auf Natur- *und* Kulturlandschaften anwendbar wäre, liesse sich finden als Zahlenausdruck einer *formalen ökologischen Valenz* V_{fo} nach der Formel

$$V_{fo} = \frac{A \cdot i_{ph} - \sum_{n=1}^{n} S_n \cdot f_n - \sum_{m=1}^{m} I_m \cdot f_m}{A}$$

wobei

A = Fläche des untersuchten Areals
i_{ph} = physisch-geographischer Index
S_n = besiedelte Flächenelemente
I_m = immittierende Nutzflächenanteile
f_n = Siedlungs-Attraktivitätsfaktor
f_m = Immissionsfaktor

Mit den an ausgewählten Testlandschaften empirisch zu erprobenden Indexwerten i und Faktoren f könnten *vergleichbare Grössen für die Umweltqualität* und Basiswerte für die *kartographische Darstellung der formalen ökologischen Valenz* gewonnen werden.

Für zivilisierte Populationen liegt ein wesentlicher Teil der Umweltqualität in der Zentralität der Siedlungen (Z) sowie in Erholungs- und Freizeitangebot (E). Eine *funktionale ökologische Valenz* V_{fu} wäre errechenbar als Funktion von E und Z nach der Beziehung

$$V_{fu} = f(Z, E)$$

Auf diesen Wegen gewonnene Zahlenwerte und Karten könnten in Beziehung gesetzt werden zum Faktor Q der *Umweltbelastung* nach BASLER [4]

$$Q(t) = \frac{\text{Bevölkerungszahl} \cdot \text{Güterkonsum}}{\text{verfügbarer Lebensraum} \cdot \text{Wirkungsgrad}}$$

und mit Zahlenwerten und kartographischen Darstellungen des direkt messbaren *Umweltverschmutzungsgrades* (bezüglich Luft, Wasser und Lärm).

Auf dem vorgezeigten Wege kann die Geographie notwendige Grundlagen bereitstellen für die Umweltplanung; sie muss aber auch beitragen durch Forschung und Lehre zu einem besseren Umweltbewusstsein und zu einem umweltkonformen Verhalten zukünftiger Generationen.

LITERATUR

1. MEADOWS, DENNIS: Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart 1972.
2. LEIBUNDGUT, H.: Schutz unseres Lebensraumes. Symposium an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich vom 10. bis 12. November 1970. Huber, Frauenfeld 1971.
3. VON WALTERSKIRCHEN, M. P.: Umweltschutz und Wirtschaftswachstum. Symposium an der Hochschule St. Gallen vom 19. bis 21. Oktober 1971. Huber, Frauenfeld 1972.
4. BASLER, E.: Umweltprobleme aus der Sicht der technischen Entwicklung. S. 78–87 in Lit. 2.

8. R. WULLSCHLEGER (ETH Zürich): *Die Erholungslandschaft des aargauischen Reusstals. Ein Beitrag zur angewandten Geographie* (wird publiziert in «Geographica Helvetica» 28/1973)

9. W. METTLER (ETH Zürich): *Anwendungen der EDV für die Ausscheidung von Regionen am Beispiel des Wynentales* (wird publiziert in «Geographica Helvetica» 28/1973)

10. J. KARLEN und U. ROTH (Zürich): *Das Nachdiplomstudium in Raumplanung aus der Sicht des Geographen* (wird publiziert in «Geographica Helvetica» 28/1973)

7. Sektion für Geologie

Schweizerische Geologische Gesellschaft
Société Géologique Suisse

Präsident: Prof. Dr. M. BURRI, 2, boulevard Paderewski, 1800 Vevey
Sekretär: Dr. L. HAUBER, Schlossgasse 26, 4125 Riehen

88. Ordentliche Generalversammlung

Samstag, 14. Oktober 1972

Zugleich Sitzung der Sektionen für Geologie und für Paläontologie der SNG

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

Entwicklung alpiner Orogene (wissenschaftliche Sitzung gemeinsam mit der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft)

1. R. TRÜMPY (Zürich): *L'évolution de l'orogénèse alpine à la lumière de la stratigraphie et de la tectonique*

2. E. JÄGER (Bern): *Die Entwicklung der alpinen Orogenese im Lichte der radiometrischen Altersbestimmung*

3. A. GANSSER (Zürich): *Die Zeit und Kinematik in den Anden, im Himalaja und in den Alpen – ein Vergleich*

Wissenschaftliche Sitzung

4. J.P. SCHAER (Neuchâtel): et F. JEANRICHARD (Berne): *Mouvements verticaux actuels et anciens dans les Alpes suisses*

5. B. KUBLER (Neuchâtel): *Utilité et limites de l'analyse factorielle dans l'analyse des sédiments*

6. F. PERSOZ et J. REMANE (Neuchâtel): *L'évolution des milieux de dépôts au Dogger supérieur et au Malm dans le Jura neuchâtelois*

7. M. FREY, J.C. HUNZIKER (Bern) und C. SCHINDLER (Zürich): *Niedriggradige Metamorphose in den Glarner Alpen und Versuche zu ihrer Datierung*

8. B. SCHEURING (Basel), H. AHRENDT und J.C. HUNZIKER (Bern): *Tertiärer oder paläozoischer Vulkanismus im Canavese*

9. S. AYRTON (Lausanne): *La Croix de Fer, Trient: la signification d'une structure verticale*

10. W. NABHOLZ (Bern) und A. SPICHER (Basel): *Die Reorganisation der geologischen Landesuntersuchung (Orientierung über den gegenwärtigen Stand)*

11. R. TRÜMPY (Zürich): *Orientierung über die Tätigkeit der Schweizerischen Arbeitsgruppe für stratigraphische Terminologie*

8. Sektion für Geophysik

Schweizerische Gesellschaft für Geophysik
Société Suisse de Géophysique

Präsident: PD Dr. W. SCHÜEPP, Abteilung für Meteorologie und Lufthygiene des Gesundheitsamtes Basel-Stadt, 4000 Basel
Sekretär: Dr. H.W. COURVOISIER, Krähbühlstrasse 58, 8044 Zürich

Samstag, 14. Oktober

1. W. KUHN (MZA Zürich): *Flussnebel über dem Rhein: Theorie und Beobachtung*

Anlass zu dieser Untersuchung gab die Frage von Schiffahrtsbehörden, ob eine Erwärmung des Rheins durch Rückgabe des Kühlwassers von Atomkraftwerken die Nebelhäufigkeit erhöhe.

Falls ein solcher Einfluss existiert, kann er sich nur über dem Wasser und in der Uferzone auswirken; Nebelfelder, die weit darüber hinausgreifen, dürften von einer leichten Erhöhung der Wassertemperatur nicht beeinflusst werden.

Nun gibt es aber bei schwachem Wind im Herbst und Winter über Wasserflächen gelegentlich Fähnchen, Säulen oder Schwaden von Nebel mit einer Höhenerstreckung von wenigen Dezimetern bis etwa 2 m. Diese Erscheinung wird als Fluss- bzw. Seenebel, oft auch als «Frostrauch» bezeichnet. Bei ihrem Zustandekommen spielt die Wassertemperatur bestimmt eine Rolle.

Wir wollen zunächst in Anlehnung an P. M. SAUNDERS die *physikalischen Bedingungen* für das Auftreten von Flussnebel untersuchen. Die Bildung des Nebels unmittelbar über dem Wasserspiegel deutet darauf hin, dass die Feuchtigkeit der untersten Luftschicht durch *Verdunstung* von Wasser angereichert wird. Wahrscheinlich entsteht eine mit Wasserdampf gesättigte Lufthaut, deren Temperatur nahe bei der Wassertemperatur T_W liegt. Die Temperatur T_L der darüber hinwegstreichenden atmosphärischen Luft ist bei Flussnebel stets tiefer als T_W. Mithin besteht ein Dampfdruckgefälle von unten nach oben, was die Verdunstung ermöglicht und aufrechterhält.

Infolge leichter Turbulenz *mischt* sich nun die flussnahe, feuchtwarme Luft mit der vom Lande her zuströmenden, kälteren Luft. In verschiedenen Höhen über Wasser wird sich ein anderes Mischungsverhältnis einstellen. In einem Diagramm (Abb. 1) mit den Koordinaten T (Temperatur) und e (Dampfdruck) liegen die Zustandspunkte entsprechend diesen verschiedenen Gemischen auf der Geraden, welche den Zustandspunkt der Wasseroberfläche mit demjenigen der atmosphärischen Luft verbindet.

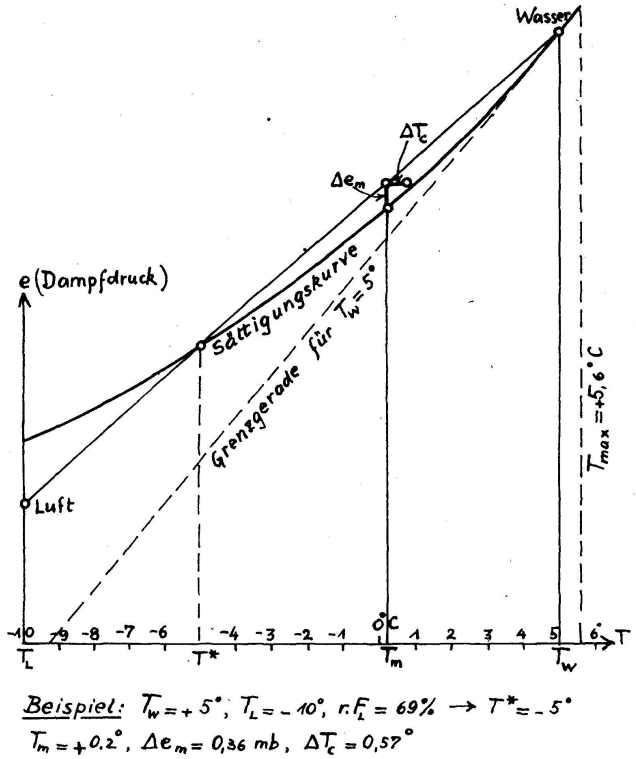


Abbildung 1

Zur Theorie der Mischnebel über Wasserflächen

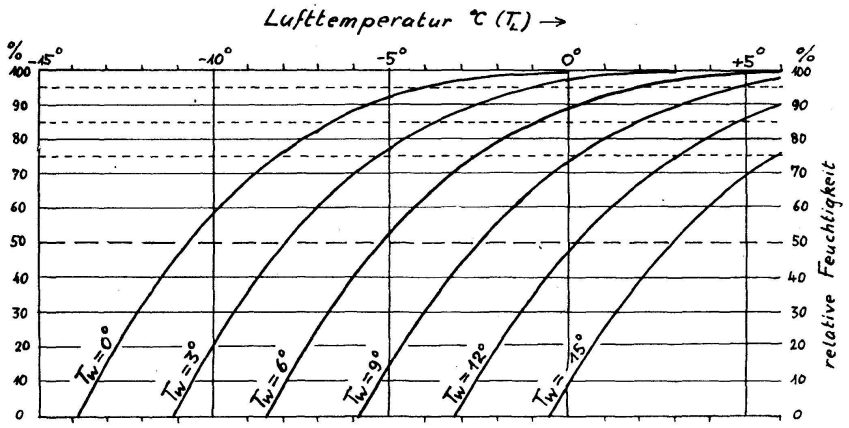


Abbildung 2

Grenzbedingung für Mischungsnebel über Wasserflächen bei verschiedenen Wassertemperaturen (T_W)

Wegen der Krümmung der Dampfdruckkurve schneidet diese Mischungsgerade unter Umständen die Sättigungskurve bei einer Temperatur T^* zwischen T_L und T_W; im Bereich zwischen T^* und T_W findet dann *Übersättigung* statt, was zu Nebelbildung führen kann. Voraussetzung ist allerdings, dass der atmosphärische Zustandspunkt oberhalb der Tangente liegt, die bei T_W die Sättigungskurve berührt. Daraus ergibt sich in den meisten Fällen eine Minimalbedingung für die relative Feuchtigkeit *rF* der atmosphärischen Luft. Bei grossen Werten von $T_W - T_L$ kann es – wie im Beispiel von Abbildung 1 – vorkommen, dass die Tangente die Abszissenachse rechts von T_L schneidet; in einem solchen Fall könnte theoretisch sogar wasserdampffreie Luft nach der Mischung Übersättigung erzeugen.

Unter adiabatischen Bedingungen tritt eine weitere Limite hinzu: Die bei der Kondensation frei werdende latente Wärme erhöht die Temperatur der Mischluft um den Betrag ΔT_c. Damit der so verschobene Zustandspunkt immer noch oberhalb oder auf der Sättigungskurve liegt, darf die Mischtemperatur (bei einem Luftdruck um 975 mb) +5,6 °C nicht überschreiten. So wird verständlich, warum Flussnebel nur im Herbst und Winter auftritt. Der Gefrierpunkt (0 °C) muss aber nicht unterschritten werden. Wir ziehen deshalb den Ausdruck «Flussnebel» der Bezeichnung «Frostrauch» vor.

Dichte und Höhenerstreckung des Flussnebels dürften von der Grösse der Übersättigungsfläche, d.h. des von der Mischungsgeraden und der Sättigungskurve zwischen T^* und T_W eingeschlossenen Flächensegmentes, abhängen.

In Abbildung 2 ist für 6 äquidistante Wassertemperaturen die minimale relative Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft in Funktion der Lufttemperatur dargestellt. Die Kurven verlaufen angenähert parallel und äquidistant; die minimale *rF* ist also im wesentlichen eine Funktion von $T_W - T_L$. Je grösser diese Differenz, desto trockener darf die Luft sein.

Durch eine Erhöhung der Wassertemperatur würde der Bereich der für Flussnebel günstigen Atmosphärenzustände vergrössert; es wäre dann mit häufigerem und dichterem Flussnebel zu rechnen.

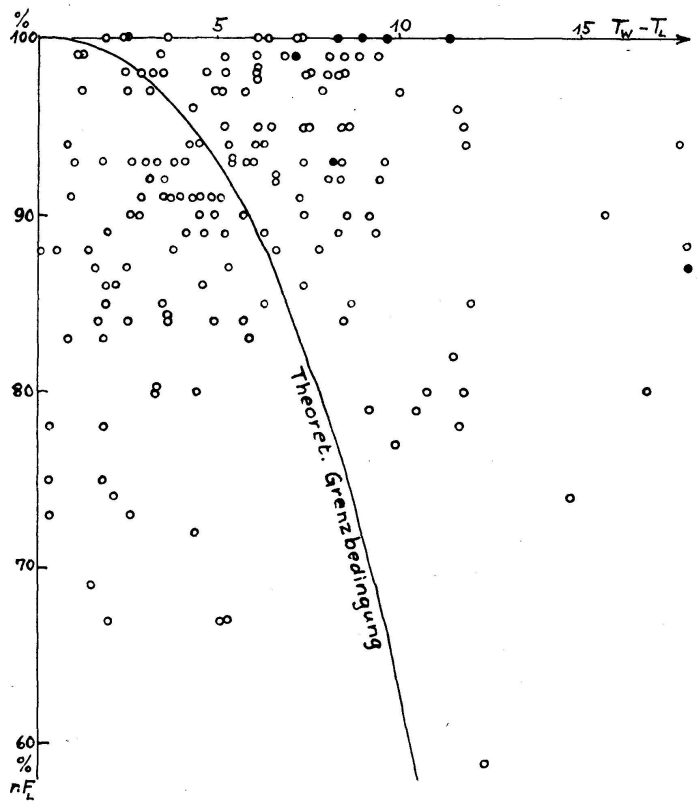
Um uns und die Schiffahrtskreise über die tatsächliche Häufigkeit und Bedeutung dieser Erscheinung zu orientieren, liessen wir *Sichtbeobachtungen* über dem Wasserspiegel des Rheins anstellen. Die Betriebsleiter der Laufkraftwerke *Augst* und *Birsfelden* (12 bzw. 4 Flusskilometer oberhalb Basel-St.Johann) fanden sich dazu während 9 Monaten bereit. Wir berichten hier über die Ergebnisse der 6 aufeinanderfolgenden Monate Oktober 1970 bis März 1971 mit insgesamt 182 Tagen zu 4 Beobachtungsterminen (8, 10, 13, 16 h MEZ). Die Beobachter waren angewiesen, Flussnebel und allgemeinen Nebel auseinanderzuhalten.

Zunächst ist festzuhalten, dass *Flussnebel* in diesem Zeitraum *sehr selten* vorkam. Von total 728 Terminen ergaben nur 3 in Augst und 5 in Birsfelden Flussnebel. Kein einziges Mal trat die Erscheinung an beiden Orten zugleich auf. Sämtliche Flussnebelfälle entfielen auf einen 8-h- oder 10-h-Termin. Nach dem 3. Januar wurde kein Flussnebel mehr gemeldet.

Übrigens fand nur ein Fall bei tiefer Lufttemperatur (−16,5 °C) statt; die andern ereigneten sich im Temperaturbereich zwischen −0,2 und +2,8 °C.

Die *meteorologischen Vergleichsdaten* (Lufttemperatur T_L und relative Feuchtigkeit *rF*) entnahmen wir den 7-h-Aufzeichnungen des Basler Observatoriums *St. Margrethen* (Gemeinde Binningen); die Wassertemperaturen T_W wurden in Augst täglich um 13 h abgelesen. Da die Rheintemperatur im Laufe eines Tages nur wenig schwankt, tut die Zeitdifferenz zwischen den beiden Beobachtungsterminen der Repräsentativität der Wassertemperaturen nicht sonderlich Abbruch.

Abbildung 3 zeigt für jeden Beobachtungstag mit positiver Differenz $T_W - T_L$ ein Kreislein mit den Koordinaten $(T_W - T_L)$ und *rF*. Tage, an denen in Augst oder Birsfelden Flussnebel beobachtet wurde – einmal war dies um 8 h und 10 h, sonst nur an einem dieser beiden Termine der Fall –, sind durch ein ausgefülltes Kreislein, d.h. durch einen dicken schwarzen Punkt, gekennzeichnet. Nach der vorstehenden Theorie wurde eine Kurve konstruiert, die näherungsweise die günstigen von den ungün-



Legende: • Flussnebel, o kein Flussnebel
$T_W - T_L$ = Temperaturdiff. Wasser-Luft
rF_L = relative Feuchtigkeit d. Luft

Abbildung 3

Flussnebel-Beobachtungen bei Basel, Oktober 1970 bis März 1971

stigen Bedingungen scheidet. Die 7 schwarzen Punkte liegen alle rechts von der Kurve, wie es nach der Theorie zu erwarten ist. Übrigens liesse sich die Kurve um 3° nach rechts verschieben, ohne dass ein Punkt auf ihre linke Seite zu liegen käme. Diese Tatsache beruht zum Teil auf der Wahl des Beobachtungsortes und des Termins für die Parameter T_L und rF; wahrscheinlich lägen die schwarzen Punkte näher an der Grenzkurve, wenn diese Parameter gleichzeitig und an den gleichen Orten wie die Sicht bestimmt worden wären.

Eine künstliche *Erwärmung des Rheins* bei gleichbleibenden meteorologischen Bedingungen würde in Abbildung 3 einer Verschiebung der Grenzkurve nach *links* entsprechen. Bei einer Verschiebung um 3° würde die Zahl der für Flussnebel günstigen Fälle um rund 40% zunehmen. Wenn die Zahl der effektiven Flussnebelvorkommen, die ja nur etwa 7% der günstigen Fälle ausmacht, im gleichen Verhältnis anstiege, wäre dies für die Navigation sozusagen belanglos. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass Flussnebel nicht nur selten ist, sondern dank seiner geringen Höhenerstreckung in der Regel keine ernste Gefahr für die kommerzielle Schiffahrt darstellt.

LITERATUR

SAUNDERS, P. M.: Sea smoke and steam fog. Quart.J.Roy.Met.Soc. *90:* 156–165 (1964).

2. G. GENSLER und A. URFER (MZA Zürich): *Häufigkeiten von Temperaturinversionen im Oberengadin, Raum Sils–Grevasalvas, im Winter 1971/72*

Im Auftrage der Regionalplanungsgruppe Oberengadin ersuchte ein Planungsbüro die MZA, beim Projekt «Alpine Erholungslandschaften, Testfall Grevasalvas» den lokalklimatischen Aspekt zu behandeln. Im Engadin bestehen keine amtlichen Wetterbeobachtungsstationen ausserhalb des Talboden- oder Hangfussbereiches. Da die drei Sommersiedlungen Blaunca, Buaira und Grevasalvas zwischen 100 und 250 m über dem Seespiegel des Silsersees (1797 m ü. M.) liegen, ergab sich die Notwendigkeit, mit temporären Stationen diese Lücke zu schliessen. Da eine laufende Betreuung der Instrumente durch Ortsbewohner nicht in Frage kam, wurden Registriergeräte eingesetzt, die nur einmal monatlich gewartet werden müssen, was sich von Zürich aus realisieren liess. Mitte Oktober 1971 wurde in Grevasalvas, 1950 m ü. M., in einer Kunststoffhütte (Typ Thaller, Israel) 1 Thermohygrograph, 1 Minimum-, 1 Maximumthermometer und ein Stationsthermometer in Betrieb genommen. In gleicher Art wurden 2 Extremthermometer bei der Post in Sils-Baselgia, 1800 m ü. M., eingerichtet und täglich vormittags abgelesen. Ferner wurden Windschreiber des Typs Woelfle in Blaunca, 2040 m ü. M., in Grevasalvas und Buaira, 1895 m ü. M., und in Grevasalvas ein Pluviograph (Typ Tognini) im Laufe der folgenden Monate installiert. Diese Arbeiten

Tabelle I

	November		Dezember		Januar		Februar		März		April		6 Monate	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Hell	13	6	22	18	17	12	11	7	17	3	9	1	89	47
Trüb	7	5	3	4	9	2	10	2	9	4	7	8	45	25
Tage	29	28	30	31	31	31	29	29	31	31	30	29	180	179

Tabelle II

	November		Dezember		Januar		Februar		März		April		6 Monate	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Hell	2,8	0,6	5,2	2,2	5,2	1,6	5,4	1,0	3,7	—0,8	2,0	—2,0	4,2	0,4
Trüb	0,6	—0,8	0,2	0,2	2,3	—1,5	0,2	—1,3	1,0	—0,9	—0,2	—0,6	0,7	—0,9
Z hell	14	10	23	23	18	17	11	10	17	17	12	11	95	88
Z trüb	15	18	7	8	13	14	18	19	14	14	18	18	85	91

Z = Anzahl verfügbarer Fälle des hellen und trüben Wettertyps. Gesamtdifferenz der Minima 2,43, der Maxima —0,13 °C (Mittel 1,15 °C)

Tabelle III

	Dezember 1971		Januar 1972		Februar 1972		November bis April		
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Mittel
Grevasalvas	—5,4	3,6	—10,2	—2,7	—7,0	—0,9	—6,2	1,3	—2,5
Sils-Baselgia	—9,4	1,9	—14,2	—2,9	—9,2	—0,4	—8,7	1,4	—3,6
Sils-Maria	—7,8	×	—12,2	×	—7,4	×	—7,2	×	(—2,9)
St. Moritz	—8,8	3,3	—11,2	—1,3	—7,5	1,4	—7,2	3,0	—2,1
Bever	—13,0	—0,6	—14,0	—2,9	—8,3	1,2	—9,1	1,8	—3,7
Arosa	—2,8	1,8	—6,3	—2,1	—3,8	0,9	—3,9	1,4	—1,2

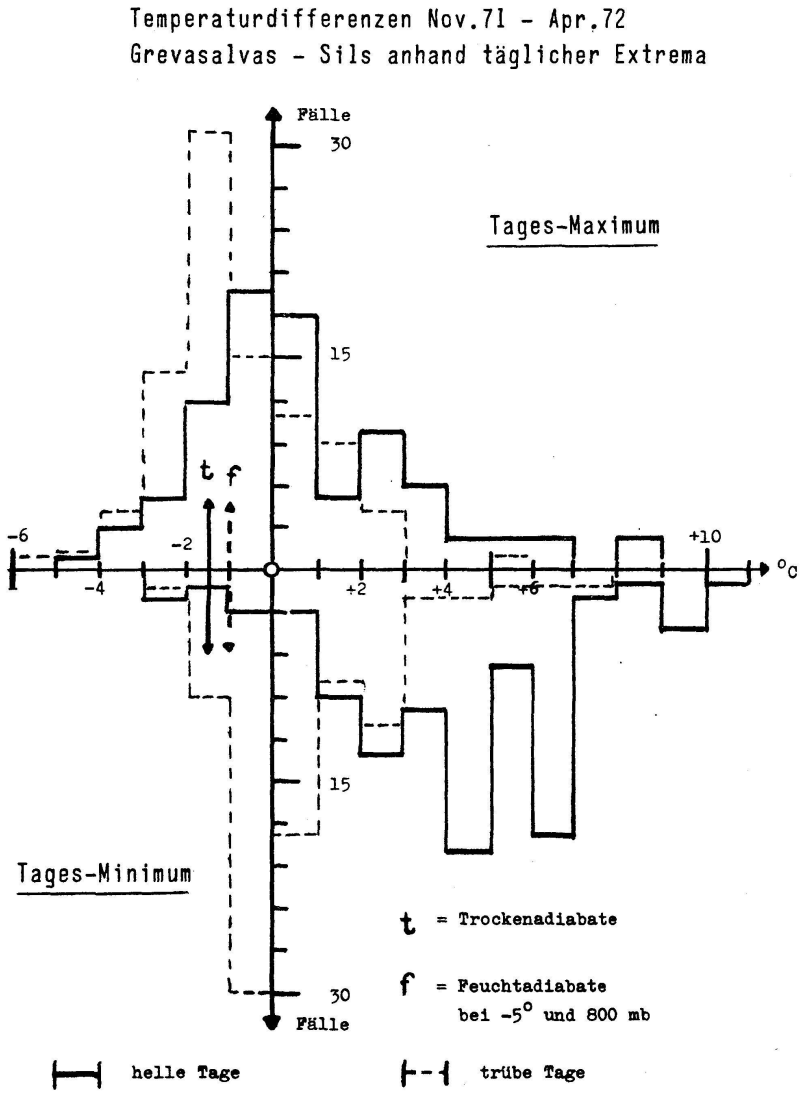
Tabelle IV

	Dezember 1971		Januar 1972		Februar 1972		November bis April	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
St. Moritz	0,9	3,2	1,2	0,2	3,1	0,4	1,3	1,1
Bever	2,2	2,2	2,3	0,2	5,8	0,7	1,8	0,6
	1,3		1,3		4,1		1,6	
Arosa	4,9	3,6	2,4	0,7	3,5	1,2	1,9	0,7

wurden durch A. URFER ausgeführt; die Wartung wurde zudem durch P. LENGGENHAGER vom Geographischen Institut der Universität Zürich vorgenommen, welches zudem 4 Windschreiber auslieh. Hilfsmittel zum Sondieren der Schneehöhe und des Schneegewichtes wurden uns von der Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der ETH, Prof. KASSER, und ein Tagbogenschreiber von Prof. M. DE QUERVAIN, Davos-Weissfluhjoch, in verdankenswerter Weise zu Verfügung gestellt.

Die Talsohle von Sils wurde am 9. November 1971 eingeschneit und aperte am 4. Mai 1972 aus. Die 6 gewählten Monate November–April stellen demnach weitgehend Winterverhältnisse dar. Alle aus den täglichen Extremtemperaturen von Grevasalvas und Sils-Baselgia bestimmten Inversionsfälle (obere Station mindestens gleich warm wie untere) wurden in 2 Wettertypen aufgespalten (Horizontaldistanz 3,1 km):

- hell: schön oder leichte, wechselhafte Bewölkung und
- trüb: stark bewölkt oder bedeckt, eventuell Niederschlag



Die sich in den Einzelmonaten anhand der täglichen Minima- (Min.) und Maximatemperaturen (Max.) ergebende Anzahl von Inversionen ist aus Tabelle I ersichtlich (Tage = verfügbare Messtage).

Der Dezember 1971 war stark antizyklonal (18 statt 8 heitere und 3 statt 8 trübe Tage), der Februar 1972 stark zyklonal (Südstau, 15 statt 6 trübe Tage, praktisch kein durchgehend heiterer Tag) geprägt. Auch bei trübem Wetter ermöglichen nächtliche Windflauten oder kurze Aufhellungen rasch eine Inversionsbildung, so dass die monatliche Zahl der Nachtinversionen gleichwohl hoch ist.

Die mittleren Temperaturunterschiede Grevasalvas minus Sils-Baselgia für die beiden Wettertypen (alle Tage) in °C zeigt Tabelle II.

Die Abbildung zeigt die Häufigkeitsverteilung der Inversionsbeträge für beide Wettertypen und beide Extremtemperaturen. Erstaunlich hoch ist die Inversionsstärke im Hochwinter bei den Tageshöchstwerten. Bioklimatisch wie auch lufthygienisch sind die ganztägigen und zudem aufeinanderfolgenden Inversionslagen bemerkenswert. Solche traten auf:

- im Dezember 1971 an je 6 Tagen (4.–9. und 21.–26.) zweimal und an je 3 Tagen auch zweimal (13.–15., 17.–19.)
- im Januar 1972 sogar während 7 Tagen vom 5. bis 11.

In weiteren 11 Fällen waren 24stündige Inversionen an 2 Tagen hintereinander zu verzeichnen. Solche mehrtägigen Dauerinversionen sind angesichts der heutigen Immissionsbelastung (Heizung und Verkehr) innerhalb von Talbodensiedlungen nicht belanglos. Nacht- oder Morgeninversionen traten bis 21 Tage hintereinander auf (15. März bis 4. April). Als Winterminimum 1971/72 wurden notiert: −16,5 in Grevasalvas (1950 m ü. M.), −25,5 in Sils-Baselgia (1800 m ü. M.), −21,0 in Sils-Maria (1802 m ü. M., etwa 10 m über Boden, gegenüber 1,5 m in Baselgia und Grevasalvas und 2 m an den übrigen Stationen), −25,0 in Bever (1710 m ü. M.), −18,0 in St. Moritz-Dorf (1825 m ü. M.), −17,6 auf Bernina-Hospiz (RhB, 2240 m ü. M.) und als Vergleich −16,5 in Arosa (1821 m ü. M.).

Die mittleren Tagesextrema des Hochwinters 1971/72 und der 6-Monats-Periode November–April sind in Tabelle III angegeben.

Gegenüber der waldlosen Hanglage von Grevasalvas sind Arosa und St. Moritz, abgesehen von ihrer rund 130 m tieferen Lage, dank ihres Siedlungs- und Waldeinflusses noch merklich milder.

Gegenüber dem 10jährigen Mittelwert 1959–1968 der Extremtemperaturen ergaben sich für die in Tabelle III erwähnte Periode (für Bever noch zusätzlich zum 60jährigen Monatsmittel 1901–1960) die in Tabelle IV angeführten Abweichungen.

Der Wärmeüberschuss des Dezembers 1971 und des März 1972 (um 2,5°) ist durch Subsidenz, derjenige des Januars und Februars 1972 durch Advektion bedingt. Gesamthaft betrachtet, herrschten somit während der Schneedeckenzeit des Winters 1971/72 um 1,5° zu hohe Wärmegrade bei einer normalen Anzahl heiterer Tage (48 statt 47), jedoch einer zu hohen Anzahl trüber Tage (58 statt 49 im Oberengadiner Durchschnitt von 1901–1940). Die Gesamtzahl von 134 Tagen (von 180) mit Inversio-

nen aufgrund der Tagestiefstwerte bzw. 72 für die Tageshöchstwerte der Lufttemperatur für die 6 betrachteten Monate könnte demnach noch leicht unter dem langjährigen Mittel liegen.

3. CHARLOTTE URFER-HENNEBERGER (Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 8903 Birmensdorf ZH): *Mesoklimatische Temperaturverteilung im Dischmatal*

Aus dem umfangreichen Material über die Temperaturverteilung im Talquerschnitt des Dischma sind hier die Gradienten zwischen je zwei benachbarten Stationen herausgegriffen, also zwischen Kammstation und Hangmitte, Hangmitte und unterem Hangviertel sowie unterem Hangviertel und Talgrund für beide Talseiten. Um die Tagesgänge der Gradienten bei den verschiedenen, für Mittelbünden typischen Wetterlagen (Abb. 1 und 2) besser interpretieren zu können, muss man sich die Tagesgänge der Temperatur vergegenwärtigen.

Bei Kaltluftadvektion (Kaltfronten aus West bis Nordwest und Stau aus Nordwest bis Nord) verlaufen die Temperaturkurven in den verschiedenen Meereshöhen unter sich annähernd parallel, wobei an den tiefer gelegenen Stationen der Tagesgang etwas ausgeprägter ist als an den höheren. Diese beiden Kategorien, 5 und 7, lassen sich für diese Darstellung zusammenfassen. Ebenso sind Kategorie 1 und 2, antizyklonales und leicht gestörtes Wetter, unter sich sehr ähnlich: Nachts entsteht in den untersten Dekametern eine Inversion von einigen Grad, an die sich nach oben bis etwa Hangmitte eine Isothermie anschliesst. Im Laufe des Tages wird es im Talgrund am wärmsten, am rechten Hang später ausgesprochen wärmer als in derselben Höhe am linken Hang. An Bisentagen mit heiterem Himmel (Kategorie 6) nehmen die Einflüsse der Advektion allmählich ab und die der Thermik zu.

Am Beispiel des Monats September lässt sich erkennen: Am linken Hang erreicht die Inversion bei schönem Wetter (einschliesslich Bise) ihre extremen Werte ($-2\,°C/100$ m) bei Sonnenaufgang, wenn die oberen Partien bereits besonnt, die unteren noch beschattet sind. Wenn im unteren Hangviertel am Nachmittag ein überadiabatischer Gradient erreicht wird, setzt sogleich der Hangabwind ein. Er ist so stark, dass er den Talaufwind abzulenken vermag, wobei in den untersten 100 m über Talgrund Temperaturabnahmen mit der Höhe von einigen Grad gemessen wurden! Im zweiten Hangviertel wird der Gradient bei schönem Wetter früher überadiabatisch, wenn der Hangaufwind sich unter dem Einfluss des Gebirgswindes in Talrichtung abdreht. In der oberen Hanghälfte ist der Tagesgang des Gradienten am wenigsten ausgeprägt und übertrifft nie die Trockenadiabate. In der hangabwärts fliessenden Kaltluft hat der Gradient nachts eine Grösse zwischen 0,0 und $+0{,}5$, tagsüber zwischen $+0{,}5$ und $1{,}0\,°C$. – Am rechten Hang wird in der oberen Hälfte bei schönem Wetter während des Hangaufwindes der Wert von $1\,°C/100$ m überschritten. Dagegen ist im zweiten Hangviertel, und zwar in allen Wetter-

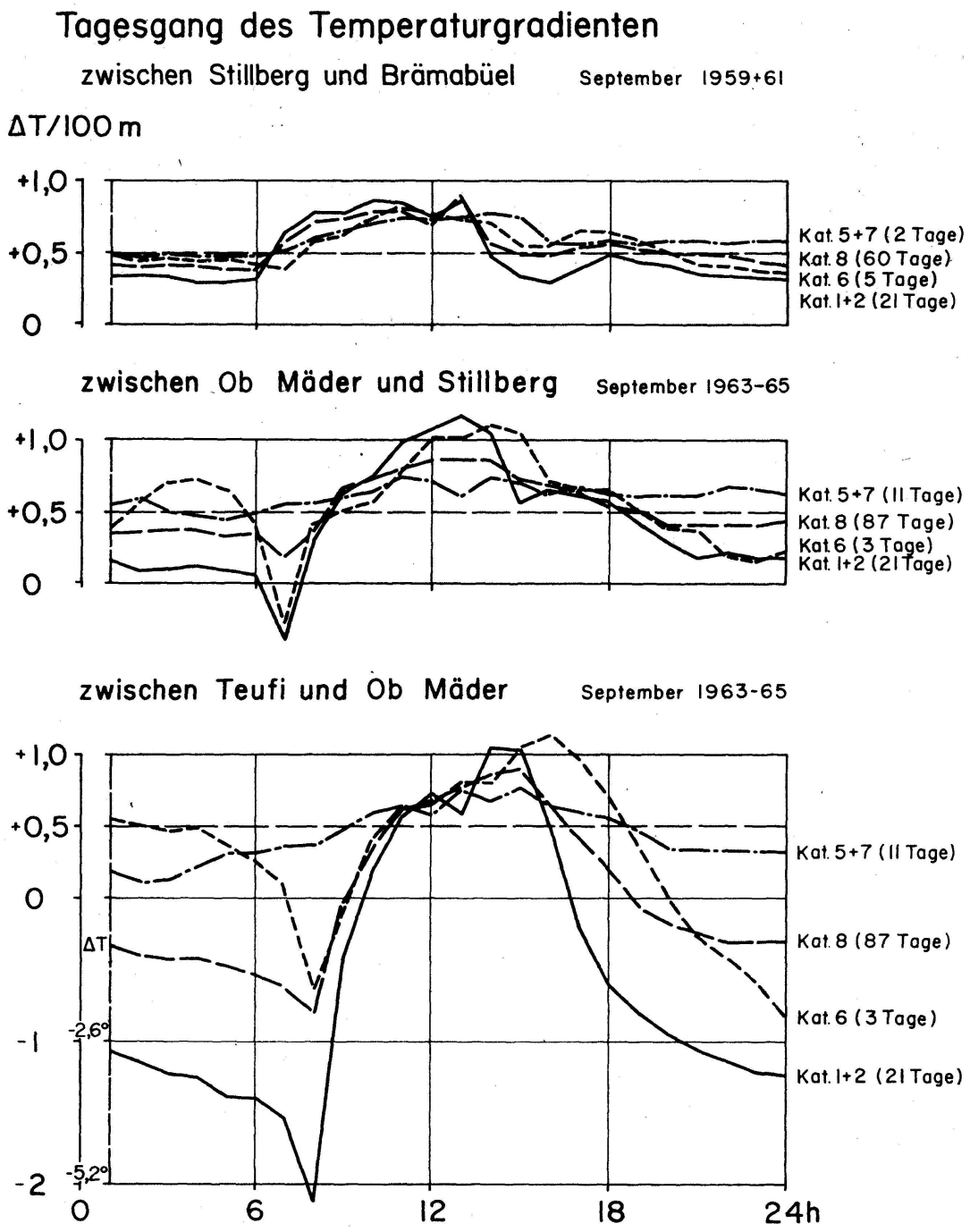


Abbildung 1

Tagesgang des Temperaturgradienten am linken, NE-exponierten Hang des Dischmatales bei typischen Wetterlagen. September 1959 und 1961 bzw. 1963–1965. Meteorologische Stationen: Brämabüel (2560 m), Stillberg (2100 m), Ob Mäder (1960 m), Teufi (1700 m)

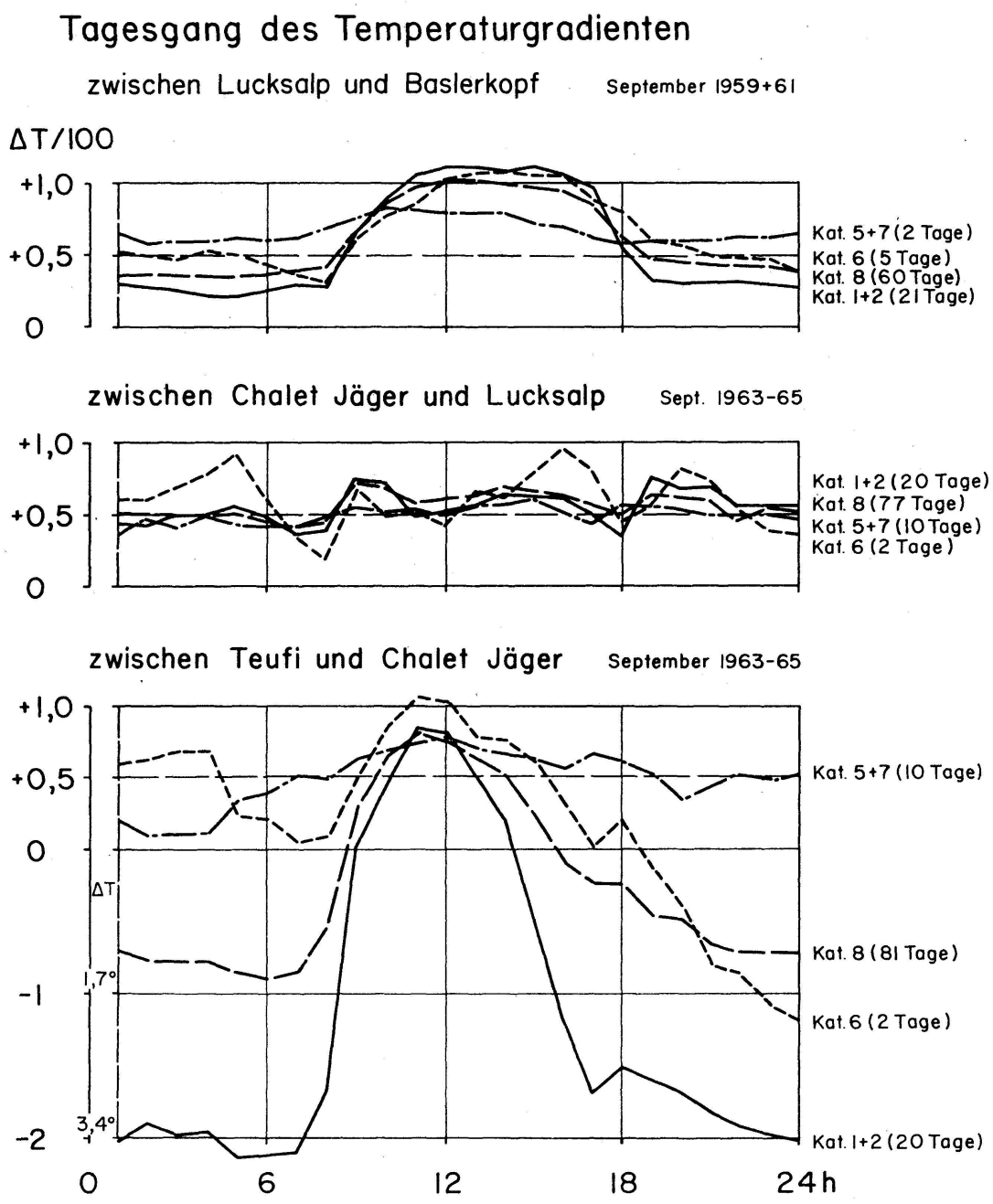


Abbildung 2

Tagesgang des Temperaturgradienten am rechten, SW-exponierten Hang des Dischmatales bei typischen Wetterlagen. September 1959 und 1961 bzw. 1963–1965. Meteorologische Stationen: Baslerkopf (2536 m), Lucksalp (2104 m), Chalet Jäger (1870 m), Teufi (1700 m)

lagen, kaum ein Tagesgang zu erkennen. In den untersten 200 m ist nachts bei schönem Wetter die Inversion ausgeprägt, während tagsüber im Aufwind die Trockenadiabate nicht einmal erreicht wird.

Wir finden also die Faustregel nicht bestätigt, wonach Hangaufwinde durch überadiabatische und Abwinde durch unteradiabatische Gradienten ausgelöst würden. Vielleicht arbeitet man in 1,5 m Höhe über Boden mit falschen Bezugstemperaturen. Zum Teil sind die Luftströmungen so lokal, dass sie nicht von einer Messstation zur nächsten reichen. In der Temperaturverteilung am Hang drückt sich auch die Tatsache aus, dass sich lokale Hangwinde, regionale Talwinde und übergeordnete Gebirgswinde vermischen. Auch die verschiedenen Vegetations- und Bodentypen sorgen für sehr unterschiedliche Verformung der konservativen Eigenschaften der Luftmassen. Die Mikroklimatologie und die Pflanzenphysiologie haben hier vielleicht das letzte Wort.

Mehr als die Kurven der mittleren Gradienten im unteren Hangviertel sagt die Häufigkeitsverteilung der Gradienten: Wie schon aus den Werten

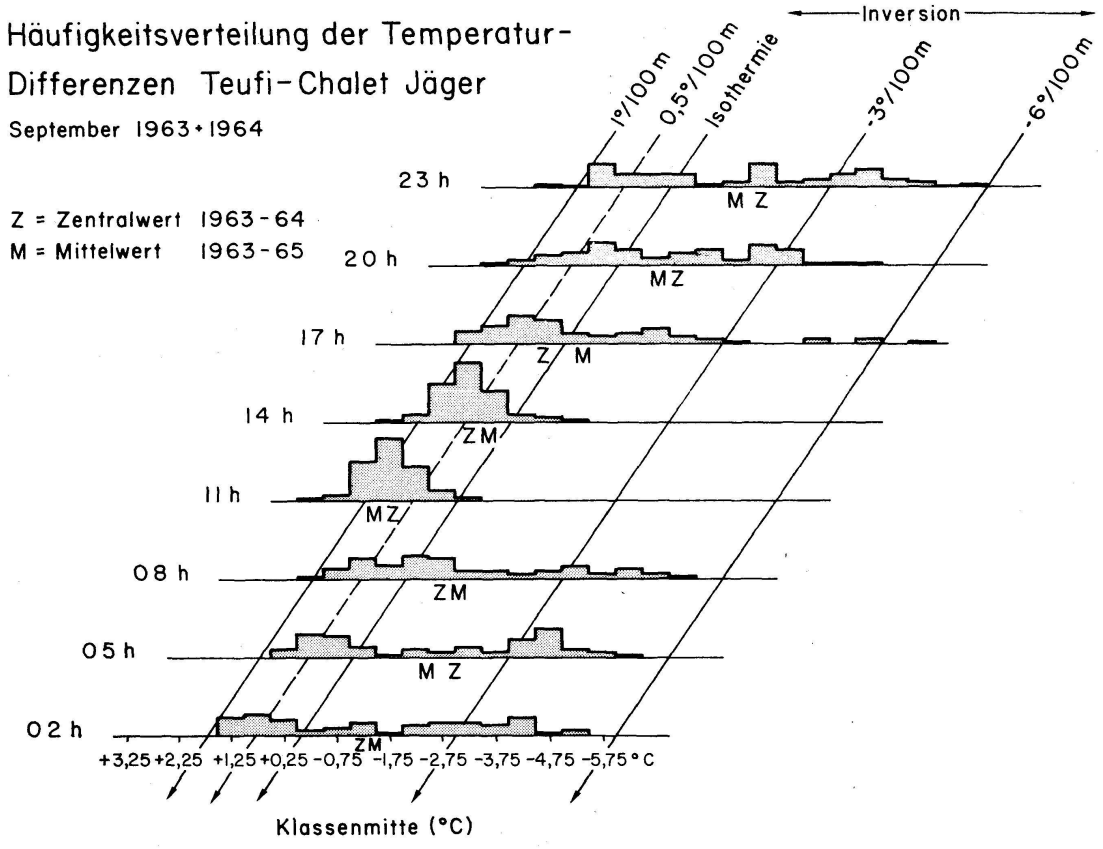


Abbildung 3

Häufigkeit der Temperaturdifferenzen zwischen der Station im Talgrund (Teufi, 1700 m) und der Station im unteren Viertel des rechten Hanges (Chalet Jäger, 1870 m). September 1963 und 1964

für die einzelnen typischen Wetterlagen hervorgeht, haben wir ein primäres Maximum nahe der Feuchtadiabaten und ein zweites, das sich in den 24 Stunden von der Inversion über die Isothermie bis zur Trockenadiabate und dann allmählich wieder zurück zur Inversion verschiebt (Abb. 3).

4. H. RICHNER (Labor für Atmosphärenphysik der ETH Zürich): *Rasche Luftdruckschwankungen und Wetterlage*

Am Laboratorium für Atmosphärenphysik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich läuft seit Ende 1969 ein vom Schweizerischen Nationalfonds finanziertes Forschungsprojekt, welches die Biotropie des Wetters im allgemeinen und diejenige des Föhns im besonderen untersucht. Da ein Literaturstudium rasche atmosphärische Luftdruckschwankungen als mögliches biotropes Element der Wetterlage erscheinen liess, erhalten diese Druckschwankungen besondere Wichtigkeit.

Zunächst wurde eine Apparatur zur Messung und Registrierung der raschen atmosphärischen Druckschwankungen gebaut. Abbildung 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Messdose. Druckschwankungen gelangen durch das Einlassventil A_{01} (ein Nadelventil) in das Innenvolumen V_1. Sie bewirken eine Verschiebung h der zwischen V_1 und V_2 aufgespannten Membran; zum Teil übertragen sie sich auch durch das Bypassventil A_{12}

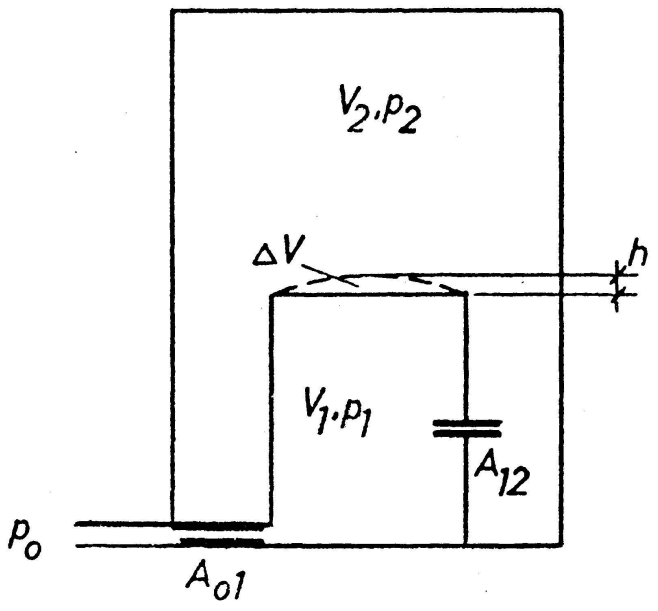


Abbildung 1

Schematische Darstellung des LAPETH-Veriographen. A_{01} und A_{12} stellen die Nadelventile, die gestrichelte, gebogene Linie stellt die Membran dar

ins Gegenvolumen V_2. Die Bewegungen der Membran werden elektronisch gemessen und registriert. Mittels der beiden Ventile A_{01} und A_{12} kann das Frequenzverhalten der Messapparatur bestimmt werden. Eine mathematische Analyse zeigt, dass die Dose eine Bandpass-Charakteristik aufweist, d.h., dass sie aus dem gesamten Frequenzspektrum der Druckschwankungen nur ein bestimmtes Band registriert. Die Flankensteilheit beträgt 6 dB/oct. Ein Verstellen der Nadelventile bewirkt eine Parallelverschiebung der Flanken auf der Frequenzachse. Der Frequenzbereich, der registriert werden soll, kann auf diese Weise in weiten Grenzen gewählt werden.

Insgesamt wurden 15 Apparate gebaut und im Schweizerischen Mittelland aufgestellt. Die Geräte wurden so justiert, dass Druckschwankungen mit einer Periodendauer von 4,5 bzw. 24 min die Bandbreite definieren (−3 dB-Punkte). Wegen der relativ flachen Flanke von 6 dB/oct werden jedoch auch weit schnellere bzw. langsamere Schwankungen registriert. Da diese Apparate über das elektrische Verbundnetz untereinander synchronisiert sind, kann der Durchgang einer Druckspitze bei jeder Station auf etwa 1,5 sec genau bestimmt werden. Aus den relativen Durchgangszeiten von je drei Stationen kann die Quelle der Druckspitze und die Ausbreitungsgeschwindigkeit mathematisch eindeutig bestimmt werden.

Dieses Netz gab vor allem wertvollen Aufschluss über die räumliche Ausdehnung der Druckschwankungen:

a) Vereinzelt traten Druckstösse auf, die nur an einer einzigen Station registriert werden konnten.
b) Häufig waren die Druckschwankungen «kanalisiert», d.h., sie wurden von bestimmten, mehr oder weniger auf einer Geraden liegenden Stationen registriert, während die seitlichen Stationen keine entsprechende Aufzeichnung zeigten.
c) Hie und da entstanden innerhalb des Netzes sinusförmige Wellengruppen, welche über einige Stationen hinweg verfolgt werden konnten und dann wieder verschwanden.
d) Bei Föhn ergaben sich charakteristische Schwankungsfrequenzen, deren Amplitude mit der Höhe der Grenzschicht in einer klaren Beziehung stand.

Im Normalfall zeigte die Registrierung eine Überlagerung der einzelnen Phänomene, wobei praktisch ungedämpfte und sich über das ganze Netz erstreckende Druckschwankungen dominierten.

Eine für eine Hochdrucklage charakteristische Registrierung zeigt unregelmässige Schwankungen kleiner Amplitude. Über die Mittagsstunden erhöht sich jeweilen der hochfrequente Anteil deutlich. Föhndurchgänge bewirken einen starken Anstieg der Schwankungen mit einer Periodendauer von einigen Minuten, während Gewitterlagen vor allem die Amplitude der hochfrequenten Schwankungen stark erhöhen. Die hochfrequenten Anteile werden vor allem durch Wind an der Station hervorgerufen.

Für die Zeit vom 1. Juni 1970 bis zum 31. Mai 1972 – also während zweier Jahre – wurden die Registrierungen der Station Zürich quantitativ

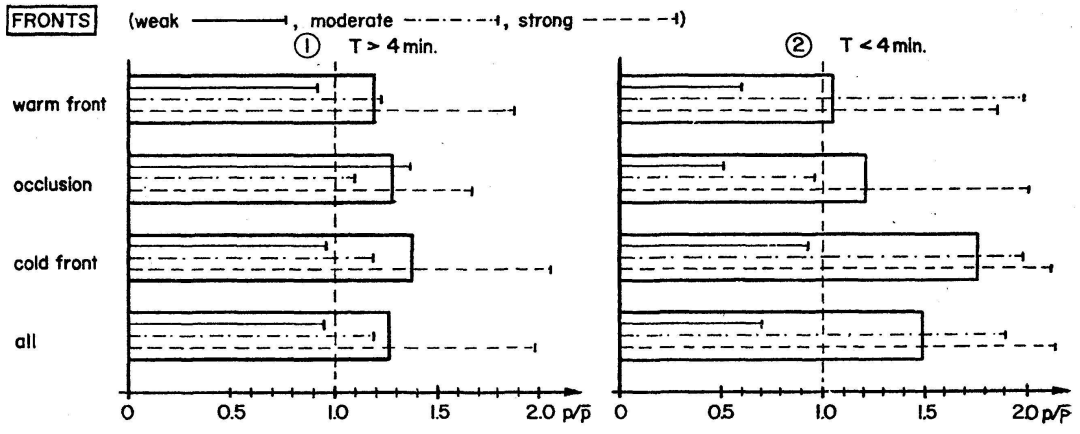


Abbildung 2

Mittlere Halbtagswerte der relativen Druckamplituden bei Frontdurchgängen. Die Balken bedeuten die Mittelwerte über alle drei Intensitätsstufen

ausgewertet. Es zeigte sich, dass das Spektrum der Druckschwankungen eine Lücke bei etwa 4 min aufweist, d.h., dass Druckschwankungen mit einer Periodendauer um 4 min sehr selten sind. Es lag daher nahe, die Auswertung für zwei Frequenzbereiche getrennt durchzuführen. Man bestimmte deshalb für jedes 2-Stunden-Intervall getrennt die mittlere Amplitude der Schwankungen mit einer Periodendauer von mehr als 4 min und die mittlere Amplitude der Schwankungen mit einer Periodendauer von weniger als 4 min.

Dass diese Trennung sinnvoll ist, zeigt sich im Tagesgang der mittleren Amplituden der beiden Frequenzbereiche. Während die Amplitude des langsamen Bereiches sehr konstant bleibt, steigt die Amplitude des raschen Bereiches über die Mittagsstunden auf ungefähr den doppelten Wert der Amplitude während der Nachtstunden. Wie dies allerdings zustande kommt, ist noch nicht restlos geklärt. Höchstwahrscheinlich bestehen Zusammenhänge mit Turbulenzvorgängen in der Atmosphäre.

Unter Verwendung der Alpenwetterstatistik der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt versuchte man Zusammenhänge zwischen Wetter und Druckschwankungsamplitude zu finden.

Abbildung 2 zeigt, dass die mittleren, relativen Amplituden beider Frequenzbereiche sowohl mit der Intensität der vertikalen Austauschvorgänge an einer Front wie auch – mit kleinen Einschränkungen – mit der Stärke der Front zunehmen.

Südföhn bewirkt eine signifikante Zunahme der mittleren, relativen Amplitude im langsamen Frequenzbereich. Diese Zunahme wird den an der Grenzschicht vorhandenen Helmholtz-Wellen zugeschrieben. Die Schwankungen im raschen Bereich sind deutlich vermindert. Da die Registrierstation praktisch immer im ruhigen Kaltluftsee stand, muss angenommen werden, dass die Grenzschicht zwischen Föhnströmung und

Kaltluftsee eine wirksame Barriere für die in einer bewegten Luftmasse immer vorhandenen raschen Druckschwankungen bildet.

Abbildung 3 bestätigt die doch recht überraschenden Messresultate bei Südföhn: Ein lokaler Überdruck auf der Alpensüdseite bewirkt einerseits eine erhöhte Amplitude des langsamen und andererseits eine verminderte Amplitude des raschen Frequenzbereiches.

Zwischen der Windgeschwindigkeit im 500-mb-Niveau und der Amplitude der Schwankungen im langsamen Bereich besteht ein linearer Zusammenhang, während die Amplitude im raschen Bereich quadratisch mit der Windgeschwindigkeit anwächst.

Die Druckamplituden hängen auch stark von der Bodenwindrichtung ab (Abb. 4). Dabei dürfte es sich jedoch um eine Scheinkorrelation handeln, denn im langsamen Frequenzbereich sind es nämlich Fronten und Föhn (Windrichtung Südost bis Nordwest), die einen Anstieg der Amplitude bewirken, während im raschen Frequenzbereich nur Fronten (Windrichtung West bis Nordwest), eine Zunahme zur Folge haben. Föhn hingegen (Windrichtung Süd) vermindert die Amplitude in diesem Bereich beträchtlich, was die vorangehenden Ergebnisse erneut bestätigt.

Da bei diesen Polardiagrammen nicht mehr der Radius (entsprechend der relativen Amplitude) augenfällig dargestellt ist, sondern die Sektorfläche (entsprechend dem Quadrat der Amplitude), zeigen sie recht gut, wie unterschiedlich die Energien sind, die uns in Form von Druckschwankungen aus den verschiedenen Himmelsrichtungen erreichen.

Die hier dargelegten Untersuchungen sind – wie anfangs erwähnt – Teil eines Projektes, das Aufschluss über die biotropen Elemente in der Atmo-

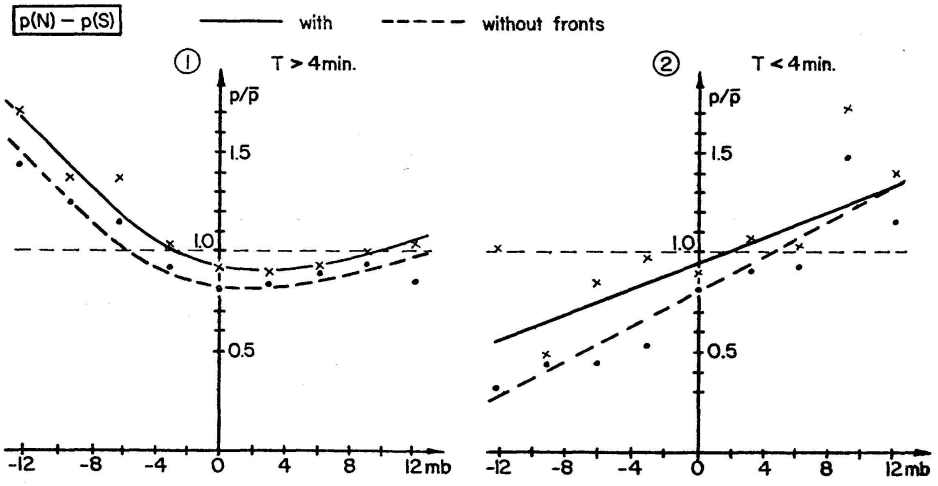


Abbildung 3

Mittlere relative Druckamplituden als Funktion der lokalen Druckdifferenz zwischen Alpennord- und Alpensüdseite. Berücksichtigt man nur Tage *ohne* Frontdurchgänge, so erhält man die gestrichelten Kurven

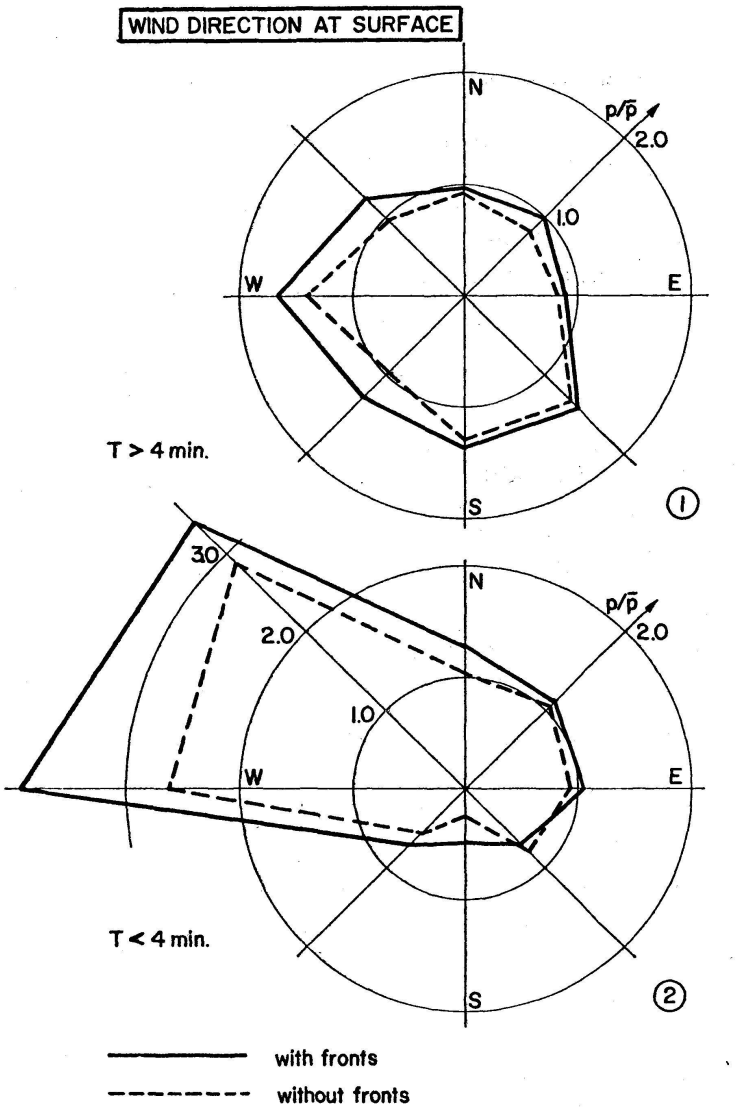


Abbildung 4

Mittlere relative Druckamplituden in Abhängigkeit der Bodenwindrichtung. Berücksichtigt man nur Tage *ohne* Frontdurchgänge, so erhält man die gestrichelten Kurven

sphäre liefern soll. Wir haben vorläufige Resultate, die zeigen, dass die mittleren Amplituden des langsamen Frequenzbereiches recht hoch mit der Häufigkeit von Befindensstörungen korrelieren. Kombiniert man dieses Ergebnis mit den Zusammenhängen zwischen Druckschwankungen und Wetterlage, so findet man das bestätigt, was von vielen wetterfühligen Menschen immer wieder behauptet wird: Nicht durchgebrochene Föhnsituationen und Kaltfronten haben den grössten Einfluss auf unser Befinden.

LITERATUR

COURVOISIER, P.: Über Luftdruckvariographen und Luftdruckschwankungen. Arch. Met.Geoph.Biokl., A, *1:* (1948).

HERRON, T.J./TOLSTOY, J./KRAFT, D.W.: Atmospheric pressure background fluctuations in the mesoscale range. J.Geophys.Res. *74:* 1321 (1969).

MALKOWSKI, G.: Untersuchung mesometeorologischer Schwankungen des Bodenluftdrucks in Berlin in Verbindung mit Wetter-Radar. Met.Abhandl. *41:* 3 (1965).

SCHÜEPP, W.: Zur Analyse von Luftdruckvariogrammen. Arch.Met.Geoph.Biokl., A, *8:* 1 (1955).

5. M. KRAMMER (Abteilung für Meteorologie, Basel): *Temperaturdifferenzen zwischen der Wildschen und der Englischen Hütte*

Die Wildsche Wetterhütte wurde in Binningen im Jahre 1966 durch eine Englische Wetterhütte ersetzt. Um die Beobachtungen in den beiden Wetterhütten vergleichen zu können, wurden das ganze Jahr 1966 durch Temperaturmessungen mit ventilierten Thermometern, Extremthermometern sowie Thermographen parallel geführt. Ausserdem wurde in der Wildschen Wetterhütte von März an ein nicht ventiliertes Thermometer aufgestellt. Die stündlichen Werte der Temperatur hatte W. SCHÜEPP [1] bereits verglichen. Hier folgen die Resultate eines Vergleichs der Extremtemperaturen in beiden Aufstellungen.

Wie die Tabelle I zeigt, kann die Nullhypothese für die Monatsmittelwerte der Differenzen der Minimaltemperaturen nur gerade für zwei Monate, die für die Maxima jedoch für die Monate März bis September verworfen werden, d.h. ein Unterschied zwischen den Monatsmitteln der Tagesminima bzw. -maxima ist in diesen Monaten statistisch gesichert. Der Jahresgang der entsprechenden mittleren Differenzen, auch der Minima, ist insofern als reell zu betrachten, als eine Varianzanalyse dieser Grössen für mindestens zwei Monate signifikant verschiedene Mittelwerte ergibt.

Die von W. SCHÜEPP bearbeiteten Differenzen der mittleren Stundenwerte der Temperatur sind in der Abbildung dargestellt. Die Darstellung bringt vor allem die unterschiedliche thermische Trägheit der beiden Temperaturhütten zum Ausdruck. Die Thermometer in der Englischen Hütte folgen den Änderungen der Lufttemperatur wesentlich langsamer als die in der offenen Wildschen Hütte. Dadurch treten in den frühen Morgenstunden viel grössere negative Temperaturdifferenzen auf, als man es aufgrund des Vergleichs der Minima – die ja nicht gleichzeitig auftreten müssen – erwarten würde. Während des Tages erhält man die grössten positiven Differenzen bereits um Mittag herum, wegen der zögernden Erwärmung der Luft in der Englischen Hütte.

Die Weiterführung der seit 1755 bestehenden Reihe der Temperaturbeobachtungen in Basel [2] macht die Bestimmung entsprechender Korrekturen ebenfalls wünschenswert. Die Reihe liegt in Form von Monats-

Tabelle I

Mittlere Differenzen der Extremtemperaturen in der Wildschen und in der Englischen Hütte: Wildsche–Englische Hütte

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Minimum	—0,12	—0,09	—0,15■	—0,05	0,08	0,07	0,05	0,07	0,02	0,06	—0,13	—0,19■	—0,04
s	± 0,63	0,24	0,33	0,41	0,33	0,32	0,35	0,21	0,33	0,33	0,33	0,42	
Maximum	—0,17	—0,08	0,48▲	0,70▲	0,80▲	0,97▲	0,95▲	0,53▲	0,36●	0,11	0,12	—0,01	0,40
s	± 0,69	0,42	0,51	0,65	0,77	0,59	0,36	0,67	0,55	0,43	0,54	0,49	

Die Zeichen bedeuten: signifikant auf der Vertrauensgrenze: ▲ = 0,001, ■ = 0,05, ● = 0,01

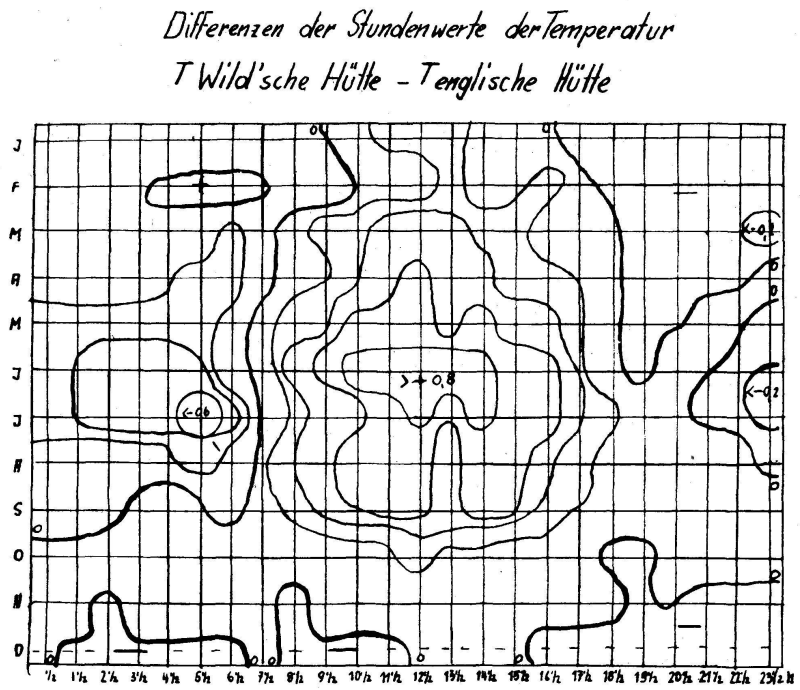
Tabelle II

Monatliche mittlere Differenzen zwischen den ventilierten Thermometern der Wildschen Hütte und der Englischen Hütte zur Zeit der Beobachtungstermine [°C]

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
7.30 Uhr	—0,06	0,05	—0,03	—0,05	0,11	0,07	0,12	0,20	0,11	0,18	0,02	—0,09
13.30 Uhr	0,27	0,21	0,55	0,40	0,48	0,80	0,60	0,52	0,57	0,16	0,21	0,16
21.30 Uhr	—0,12	—0,09	—0,17	—0,05	0,01	0,04	—0,10	0,04	0,04	0,12	—0,08	—0,16

Monatliche mittlere Differenzen zwischen ventilierten und nicht ventilierten Thermometern in der Wildschen Hütte zur Zeit der Beobachtungstermine [°C]

7.30 Uhr	0,02	0,10	0,22	0,19	0,18	0,04	0,08	0,04	0,03	0,01
13.30 Uhr	0,23	0,17	0,28	0,29	0,26	0,13	0,30	0,17	0,18	0,09
21.30 Uhr	0,07	0,05	0,03	0,00	—0,16	—0,03	0,00	0,05	0,02	0,06



mitteln (4er-Mittel) vor, reduziert auf ein nicht ventiliertes Thermometer in der Wildschen Hütte im Observatorium Binningen. In die Korrektur gehen also die Monatsmittel der Differenzen der Terminwerte um 7.30 Uhr, 13.30 Uhr und 21.30 Uhr in den beiden Thermometerhütten sowie die Differenzen der Ablesungen an den nicht ventilierten und an den ventilierten Thermometern in der Wildschen Hütte ein. Die Zahlen sind in der Tabelle II wiedergegeben. Die aus diesen Daten zu errechnende Gesamtkorrektur hat im Juni mit 0,4 °C ihren höchsten Wert, ein Betrag, der sicher nicht unberücksichtigt bleiben darf.

LITERATUR

1. SCHÜEPP, W.: Vergleich zwischen alter und neuer Hüttenaufstellung auf der Astronomisch-Meteorologischen Anstalt Basel-Binningen, 317 m NN. 3 S. + 2 S. Tabellen. Als Manuskript vervielfältigt (1968).
2. BIDER, M./SCHÜEPP, M./VON RUDLOFF, H.: Die Reduktion der 200jährigen Basler Temperaturreihe. Arch.Met.Geoph.Bioklim., Ser.B, *9:* 360–412 (1959).

6. G. HIRSCHI (Richterswil): *Beobachtungen über die Steuerung des Wetterablaufes*

Vor ungefähr 12 Jahren ist mir ein sonderbares Verhalten meiner batteriebetriebenen Wanduhr aufgefallen. Ihr sonst fast unhörbarer Gang steigerte sich in den Tagen vor einem Erdbeben zu einem lauten, auffallenden Ticken und kehrte nach dem Ereignis wieder in den Normal-

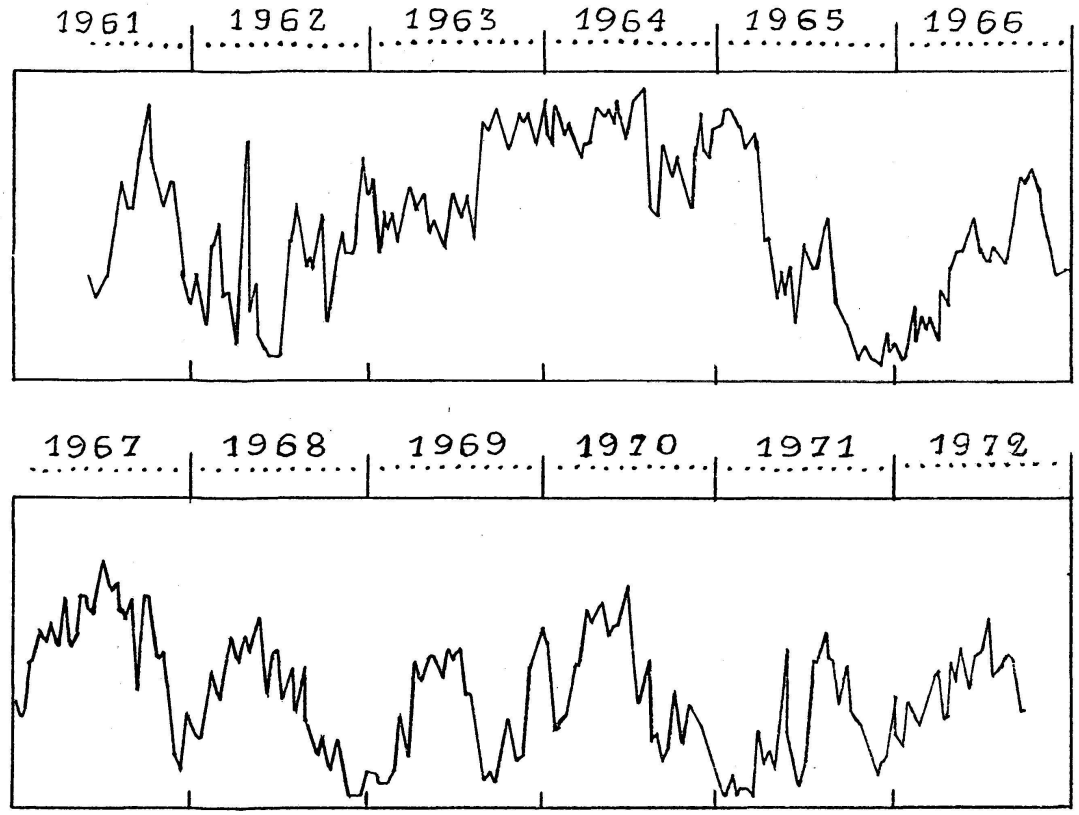


Abbildung 1

zustand zurück. Nach den starken Beben von Agadir und Persien versuchte ich, eine Art Erdbebenvorwarngerät zu bauen. Die Stromschwankungen in batterie- oder netzgespiesenen Stromkreisen verschiedenster Ausführung wurden auf Papierstreifen registriert. Nach jahrelangen Beobachtungen und Vergleichen der erhaltenen Kurven lässt sich folgendes festhalten:

1. Batterie- und stabilisierte Netzspeisung liefern identische Kurven.
2. Kurven aus Stromkreisen verschiedenster Konstruktion zeigen ähnliche Ausschläge zum gleichen Zeitpunkt.
3. Die verschiedensten natürlichen und künstlich herbeigeführten Ereignisse hinterlassen ihre Spuren auf den Registrierstreifen, z.B. Wetter, Erdbeben, Atombombentests.

Um dem Ding einen Namen zu geben und in Anlehnung an die beobachteten Wetterabläufe nenne ich die Ursache der registrierten Stromschwankungen die variable Aktivität der Erde.

Die Jahreskurven sind aus den täglichen Durchschnittswerten aufgebaut.

Die 12 Jahreskurven basieren auf dem Durchschnitt von 10tägigen Beobachtungsperioden. Beachten Sie bitte das Nachlassen der Aktivität

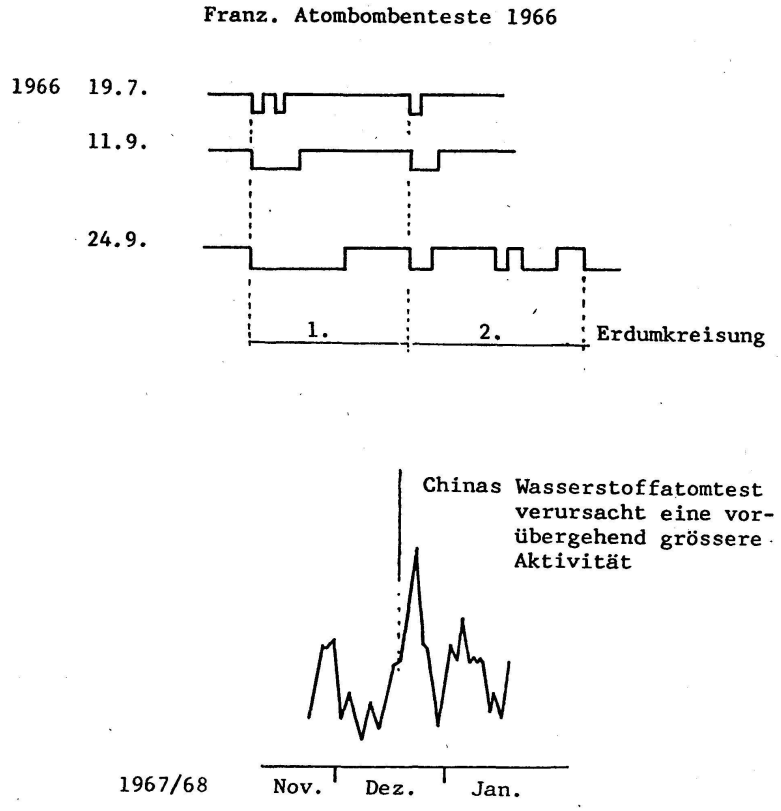


Abbildung 2

in den letzten Jahren, vielleicht liegt da ein Zusammenhang mit einer sich anbahnenden Klimaveränderung.

Nun zu einigen Details:

Vor einem Erdbeben sinkt die Kurve während einiger Tage stark ab und steigt nachher rasch wieder auf das vorherige Niveau. Das allgemeine Absinken des Niveaus in den letzten Jahren verflacht die Kurve, auch sind meine Registrierapparate nicht spezialisiert genug, um Überlagerungen

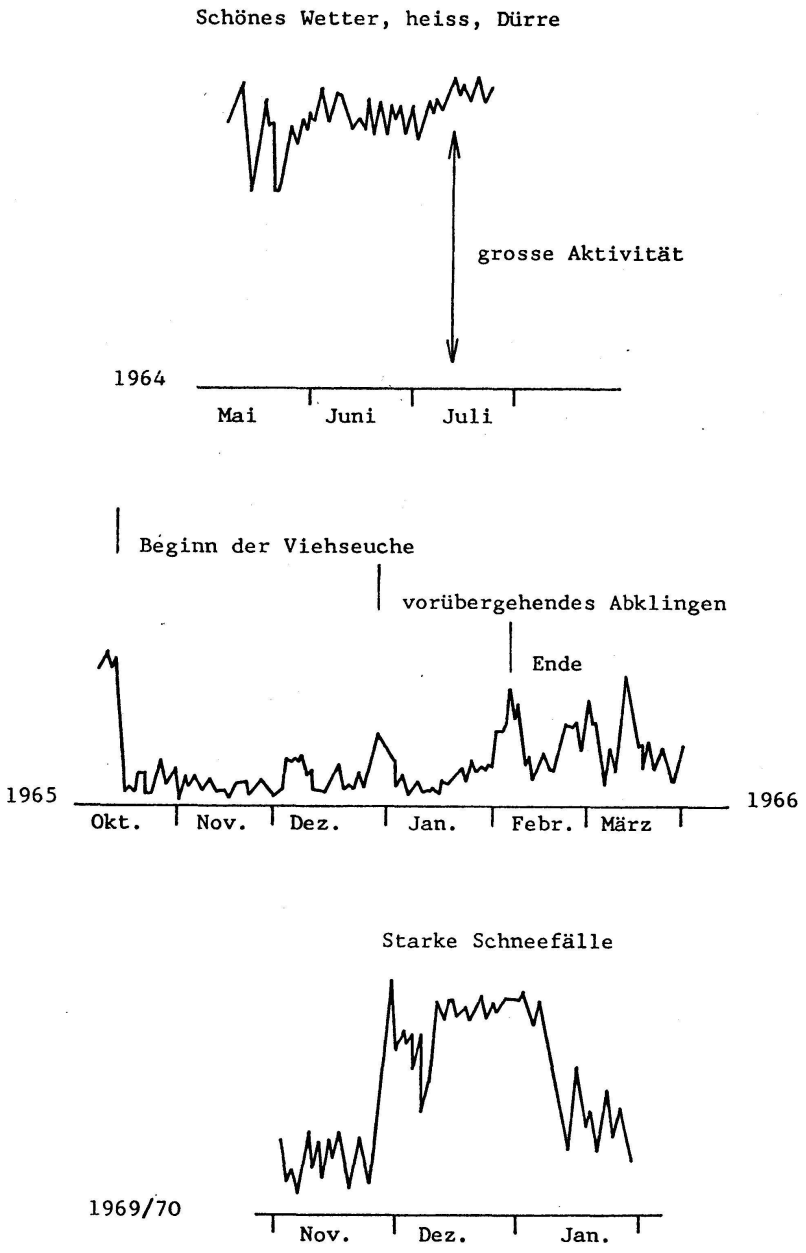


Abbildung 3

durch andere Einflüsse auszuschalten, so dass momentan auf eine exakte Vorhersage verzichtet werden muss.

Abbildung 2 zeigt einige Spuren künstlicher Ereignisse. Die französischen Atombombenteste 1966 zeigen jedesmal einen typischen Aktivitätszusammenbruch, dessen Kurvenbild nach 53 Minuten Erdumlauf deutlich, wenn auch durch Überlagerung gestört und etwas verlangsamt wieder in Erscheinung tritt.

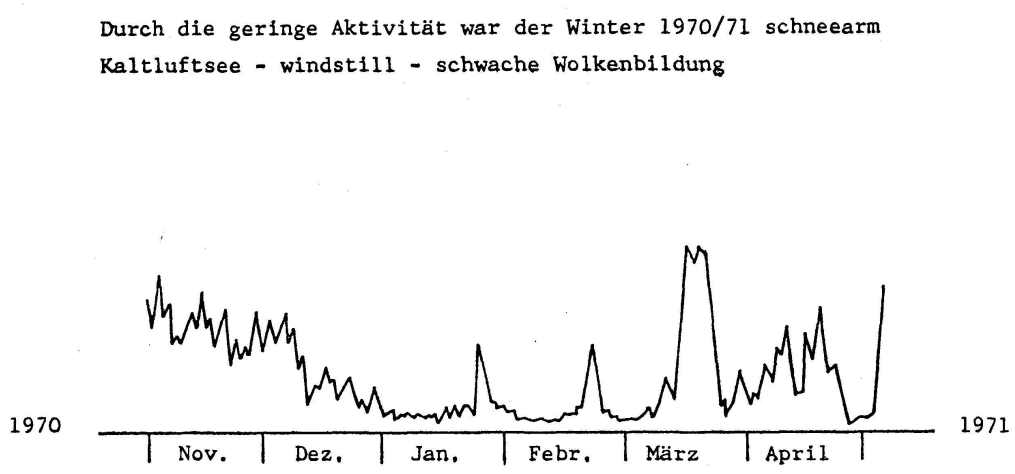


Abbildung 4

Der chinesische Wasserstoffbombentest 1967 verursacht einen ebenso typischen steilen Anstieg mit nachfolgendem starkem Abfall.

Der unterirdische Atombombentest in Russland von Anfang Oktober 1972 lässt die ohnehin geringe Aktivität relativ langsam absinken.

Nun zu den Einflüssen der Wetterlage auf die Kurvenbilder:

Im Sommer 1964 fiel eine lange Periode hoher Aktivität mit einer langen heissen Schönwetterperiode zusammen, ein ähnliches Kurvenbild im Winter 1969/70 brachte starke Schneefälle (Abb. 3).

Die geringe Aktivität im schneearmen Winter 1970/71 äusserte sich in schwacher Wolkenbildung und Windstille, tiefe Niveaus im Frühsommer 1971 in Regen und unbeständigem Wetter (Abb. 4).

Der Beginn der Viehseuche im Winter 1965/66 deckte sich mit dem Absinken der Kurve. Während eines kurzen Anstiegs der Aktivität erlahmte vorübergehend die Kraft der Seuche und erlosch dann beim endgültigen Niveauanstieg (Abb. 3).

Föhnperioden mit all ihren Einwirkungen auf den Menschen entsprechen Kurven im untern Drittel des Registrierstreifens.

Ich bin überzeugt, dass Wetterlage, Pflanzenwuchs und Wohlbefinden des Menschen in einem Zusammenhang mit den aufgezeichneten Aktivitätsschwankungen stehen.

7. J. Joss (Osservatorio Ticinese, Locarno-Monti): *Zehn Jahre Radarforschung, Rückblick und Ausblick*

Vor zehn Jahren wurde dem Osservatorio Ticinese in Locarno-Monti ein Radargerät für wolkenphysikalische Forschung durch einen Kontrakt mit der amerikanischen Armee zur Verfügung gestellt. Dieses Gerät war für Experimente im Rahmen des Grossversuches zum Studium der Hagel-

abwehr vorgesehen und wurde zur Untersuchung der folgenden beiden Fragen verwendet:

A Kann man Hagelzonen in Wolken mit Radar als solche erkennen und untersuchen?
B Wie genau kann man mittels Radars Niederschlagsintensitäten fernmessen?

Erste Experimente zeigten, dass zur Beantwortung von Frage A Laborexperimente notwendig waren. Darum wurde an unserem Institut eine Versuchsapparatur aufgebaut, die erlaubte, das Radar-Reflexionsverhalten von einzelnen Hagelkörnern bei drei verschiedenen Radarwellenlängen gleichzeitig zu vermessen. Mit dieser Apparatur wurde in den Jahren 1963–1965 in Zusammenarbeit mit der Hagelgruppe des Institutes für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch-Davos das Reflexionsverhalten künstlicher Hagelkörner (Eis-Wasser-Gemischen) untersucht. Diese wurden im Hagelversuchskanal einzeln unter genau definierten Bedingungen hergestellt und anschliessend in der Apparatur zur Vermessung des Radar-Streuquerschnittes vermessen.

Die Resultate dieser Versuche lassen erwarten, dass in der Natur eine Echointensitätsgrenze existiert, die, wenn überschritten, das Vorhandensein von Hagel anzeigt. Bei welchem Intensitätswert diese Grenze liegt und wie scharf sie ist, kann nur durch einen Feldversuch in einem grossen Gebiet abgeklärt werden, in dem das Vorkommen von Hagel durch zusätzliche Beobachtungen kontrolliert wird. Zudem setzt die Bestimmung dieser Grenze ein sehr genau geeichtes Radargerät und Erfahrungen voraus, wie häufig hohe Echointensitäten durch Regen allein erreicht werden. Diese Probleme brachten uns auf die Fragestellung B, wie genau man Niederschlagsintensitäten mittels Radars fernmessen könne. Um diese Frage beantworten zu können, war es notwendig, dass man den mit Radar vermessenen Niederschlag mit andern Instrumenten genau kontrollieren konnte. Daher wurde das von der amerikanischen Armee zur Verfügung gestellte Radar 1966 auf vertikalen Betrieb umgebaut. Zur Untersuchung des Niederschlages wurde ein Gerät zur Vermessung von Grösse und Anzahl der Regentropfen entwickelt. Dieses bildete zusammen mit konventionellen Regenmessern vor unserem Institut die gewünschte Kontrolle des Niederschlages, der zuvor im Höhenbereich zwischen 200 m und 15 km mit dem vertikalen Radar untersucht worden war. Zur Auswertung wurde ein Analogcomputer gebaut, der in Echtzeit die Radarreflektivität, die daraus berechnete Regenintensität, die mit den Regenmessern gemessene Regenintensität und das Tropfenspektrum darstellte. Zur Registrierung der Messwerte wurde ein 12-Kanal-Schreiber benützt, für die Aufzeichnung des Radarbildes ein Wetterkartenschreiber umgebaut. Die Resultate haben gezeigt, dass man Regenintensitäten mittels Radars in einem Punkte mit vernünftiger Genauigkeit bestimmen kann, vorausgesetzt, dass das Radargerät die notwendige Stabilität besitzt.

Der nächste, wichtige Schritt besteht nun darin, dass man diese Möglichkeit der quantitativen Erfassung von Niederschlägen von einem Punkt

auf ein grosses Gebiet ausdehnt. Dazu müssen folgende Probleme gelöst werden:

1. *Vorbereitung* der Radardaten in eine computerkompatible Form (z.B. Elimination der Bodenechos, Fluktuationen usw.)
2. *Verarbeitung* der Daten im Computer nach verschiedenen Gesichtspunkten, z.B. für Kurzfristprognosen, wolkenphysikalische Experimente, Regenmessungen
3. *Übertragung* an den Ort und Darstellung der Daten am Ort des Benützers, der nicht unbedingt mit einem günstigen Radarstandort zusammenfällt

Im Hinblick auf eine Beschaffung von zwei Radargeräten für die MZA, die etwa 1976 die heutigen MZA-Radargeräte auf Albis und La Dôle ersetzen sollen, hat die Direktion der MZA der Radarforschung innerhalb der MZA erste Priorität eingeräumt. Daraufhin hat die Meteorologische Kommission in ihrer Sitzung vom 12. Juni die Beschaffung eines Forschungsradars gutgeheissen, das zur Bearbeitung der drei oben erwähnten Probleme in Locarno-Monti eingesetzt und zudem nach Bedarf im Feldexperiment zum Studium der Hagelbildung und Hagelabwehr verwendet werden soll.

Für die nächste Zukunft ist die Bearbeitung des Problems der Elimination von Bodenechos aus dem Radarbild vorgesehen. Entsprechend der Orographie weist das schweizerische Radarbild besonders viele störende Bodenechos auf. Durch eine Elimination derselben gewinnt es für den Nicht-Radar-Spezialisten an Übersichtlichkeit. Zudem wird eine wirtschaftliche Verarbeitung der Radardaten mit Kleincomputer wie auch die Übertragung über Telefonleitungen dadurch erst ermöglicht.

8. M. SCHÜEPP (Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, Zürich), J. JOSS, H.P. ROESLI (Osservatorio Ticinese, Locarno-Monti): *Eine physikalische Erklärung für die Beeinflussung des Regens im Grossversuch III*

Viele Arbeiten haben sich bereits mit dem Grossversuch III befasst, der ja ursprünglich zur Abklärung der Frage geplant wurde, ob man Hagel mit Silberjodid-Bodengeneratoren wirksam bekämpfen könne. Die statistische Analyse hat ergeben, dass durch das Impfen die Häufigkeit der Hagelfälle erhöht wurde. Ebenso konnte eine Regenvermehrung statistisch signifikant nachgewiesen werden. Dieser Effekt war besonders stark in Südstaulagen und weniger ausgeprägt in Situationen mit Kaltfrontdurchgang. In den übrigen Situationen wurde eher eine Abnahme der Niederschlagsmenge an geimpften Tagen festgestellt, allerdings nicht statistisch gesichert (SCHMID und THAMS, 1967). Ein ähnliches Resultat fand man auch bei verschiedenen ausländischen Impfexperimenten (z.B. DENNIS, 1971). Der Verdacht lag daher nahe, dass in gewissen Situationen tatsächlich eine Niederschlagsverminderung durch die Impfwirkung hervorge-

rufen wurde, jedoch dieser Effekt durch eine nicht adäquate Auswertemethode verschleiert war. Diese Vermutung gab bereits Anlass zu den Arbeiten von NEYMAN (1968) und NEIBURGER (1968). Ihre Resultate geben jedoch keine eindeutige Erklärung. Damit man die Stratifikation der Daten richtig vornehmen kann, sollte man eine Vorstellung haben über die Art und Weise, wie eine Impfung mit Silberjodid zur Niederschlagsvermehrung bzw. -verminderung führen kann. Wir möchten hier einen Mechanismus diskutieren, der die gefundenen Resultate erklärt.

Auf dem Weg durch die Luftschicht zwischen der Wolkenuntergrenze und dem Boden (WBL) verdampfen vorwiegend die kleinen Regentropfen, wobei die Verdampfungsrate von der Falldistanz und von der Trockenheit der Luft abhängt. Während beispielsweise ein Tropfen von 0,2 mm Durchmesser in mittleren Feuchtigkeitsverhältnissen im Grossversuch III bis zum vollständigen Verdampfen 60 m Fallstrecke benötigt, muss ein 5-mm-Tropfen 40 km weit fallen. Wir nehmen an, dass durch die Impfwirkung die Konversionsrate von Wolkenwasser in Niederschlagswasser erhöht wird und dass dieses zusätzlich gewonnene Wasser als kleine Tropfen ausfällt. Somit erhalten wir an der Wolkenuntergrenze eine grössere Regenmenge, während sich die Grössenverteilung der Regentropfen von der natürlichen vor allem durch eine erhöhte Tropfenzahl bei den kleinen Durchmessern unterscheidet. Ist nun die WBL feucht, so wird auch die Regenmenge am Boden vergrössert. Mit trockener WBL hingegen ist eine Regenverminderung zu erwarten.

Von dieser Hypothese ausgehend, wurde ein einfacher Parameter abgeleitet, der ein Mass für die in der WBL verdampfbare Wassermenge bildet. Für jeden Versuchstag des Grossversuchs III wurde der Wert dieses Parameters berechnet und danach das ganze Datenmaterial in drei gleich grosse Teilkollektive aufgespalten. Das erste Teilkollektiv mit kleinen Parameterwerten repräsentiert die Tage mit feuchter WBL, während das dritte mit grossen Parameterwerten die Tage mit trockener WBL umfasst. Für diese beiden Situationen wurde das entsprechende geographische Einflussgebiet bestimmt, d.h. das Gebiet, in dem nach unserer Hypothese der Niederschlag durch die Impfwirkung zu- bzw. abgenommen haben soll. Tatsächlich lassen sich zwei geschlossene Gebiete finden, die unter sich verschieden sind und mit den entsprechenden mittleren Höhenwindrichtungen in grossen Zügen übereinstimmen. Wertet man die Resultate statistisch aus, so ist sowohl die Niederschlagsvermehrung im feuchten Einflussgebiet wie auch die Niederschlagsverminderung im trockenen signifikant. Allerdings hat man durch die Wahl der Gebiete nach dem gewählten Kriterium der Niederschlagsvermehrung bzw. -verminderung einen Einfluss auf dieses Resultat ausgeübt, dessen Grösse nicht einfach abzuschätzen ist. Dieser Einfluss täuscht eine bessere Signifikanz vor. Daher ist diese statistische Signifikanz mit Vorsicht zu interpretieren.

Es gibt aber noch weitere Gründe, die den vorgeschlagenen Mechanismus zur Erklärung der Niederschlagsvermehrung und -verminderung unterstützen. Aus unseren Messungen von Tropfenspektren kennen wir die mittlere Tropfenverteilung im Tessin. Davon ausgehend, kann man

die Veränderung der Verteilung berechnen, die nötig ist, um die im Grossversuch bei feuchter WBL gemessene Niederschlagsvermehrung bzw. die bei trockener WBL gemessene Verminderung zu erklären. Vergleicht man diese Veränderungen mit den natürlichen Veränderungen von Tag zu Tag, so findet man, dass die notwendigen künstlichen Veränderungen innerhalb der natürlichen liegen, also realistisch sind.

Eine weitere Überlegung, die den vorgeschlagenen Mechanismus unterstützt, ist die folgende. Wenn das Verdampfen für die Niederschlagsverminderung verantwortlich ist, sollte man das verdampfte Wasser in der WBL finden, d.h., die geimpften Tage müssen im Mittel eine höhere Feuchtigkeit aufweisen als die ungeimpften. Tatsächlich ist an geimpften Tagen die Feuchtigkeit etwa 1,1mal grösser. Aus dieser Differenz kann man die Wassermenge und damit die dem Boden verlorengegangene Niederschlagsmenge berechnen. Auch hier findet man unter Annahme eines vernünftigen Luftaustausches im Impfgebiet Übereinstimmung mit dem Niederschlagsmanko an Tagen mit trockener WBL.

Zum Schluss wollen wir untersuchen, welche systematischen Unterschiede zwischen den Wetterlagen mit feuchter und trockener WBL bestehen. Die feuchte WBL tritt immer zusammen mit ausgeprägten Südstaulagen auf; d.h. in einer Wetterlage, die sich durch eine stagnierende Grundschicht auszeichnet. In Situationen mit trockener WBL deuten die Druckverhältnisse in Bodennähe auf einen Nordföhneffekt hin, während der Höhentrog das Testgebiet noch nicht ganz überquert hat. Diese Verhältnisse findet man am Ende von Südstaulagen und vor allem bei Kaltfrontdurchgängen aus NW. Die Frage ist natürlich noch offen, ob andere und welche anderen Mechanismen, ausgelöst durch die Verschiedenheit der beiden Wetterlagen, für die gewonnenen Resultate zusätzlich massgebend sind. Sicher ist, dass wir mit der Modifikation der Tropfenverteilung zusammen mit dem Verdampfungseffekt eine handgreifliche Ursache gefunden haben, um die Beeinflussung des Regens im Grossversuch III physikalisch erklären zu können.

LITERATUR

SCHMID, P./THAMS, J.C.: Results of a large-scale rain stimulation experiment on the southern slopes of the Alps. Arch.Meteorol.Geophys.Bioklimatol.A, *16:* 2–3, 226 bis 241 (1967).

DENNIS, A.S./SCHOCK, M.R.: Evidence of dynamic effects in cloud seeding experiments in South Dakota. J.appl.Meteorol. *10:* 1180–1184 (1971).

NEYMAN, J./SCOTT, E./WELLS, M.A.: Influence of atmospheric stability layers on the effect of ground-based cloud seeding. I. Empirical Results Proceedings of the National Academy of Sciences *60:* Nr. 2, 416–423 (1968).

NEIBURGER, M./CHIN, H.C.: The meteorological factors associated with the precipitation effects of the Swiss Hail Suppression Project. First National Conference on Weather Modification of the American Meteorological Society Albany, New York 1968.

9. A. N. AUFDERMAUR (Osservatorio Ticinese, Locarno-Monti): *Zur elektrischen Ladungstrennung im Gewitter*

In diesem Vortrag möchte ich eine neueste Ansicht über die Entstehung der Gewitterelektrizität darlegen. Kürzlich wurde ein neuer Mechanismus gefunden, der wie bei einer Influenzmaschine Ladungstrennung und hohe Spannungen in der Wolke herbeiführen kann. Bevor wir jedoch diesen Mechanismus besprechen, wollen wir etwas allgemeiner auf das Influenzprinzip und seine Bedeutung für das Gewitter eingehen. Unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes verschieben sich Ladungen im Bestreben, dieses Feld zu reduzieren. In einem elektrischen Leiter geht dies so lange, bis das Feld im Inneren verschwunden ist. Die Zeitkonstante für diesen Vorgang beträgt $\varepsilon\,\varepsilon_0 \cdot R_{spez}$, was bei Wasser einen Wert von einigen μsec ergibt. Für Eis ist diese Zeitkonstante je nach Temperatur mindestens 1000mal länger. Beim Zusammenstoss von Wassertropfen oder Eisteilchen ergibt sich mit dieser Zeitkonstante eine neue Ladungsverteilung. Falls sich zwei Teilchen nach dem Zusammenstoss wieder trennen, wird auch diese Ladungsverteilung aufgetrennt. Die beiden Teilchen sind nun durch Influenz entgegengesetzt geladen. Falls sie, der Kraft des Erregerfeldes folgend, auseinanderlaufen, wird das Erregerfeld dadurch reduziert. Erfolgt die Trennung der Teilchen jedoch in entgegengesetzter Richtung, wird das Erregerfeld jedesmal verstärkt. Letzteres ist das Prinzip der Influenzmaschine. Damit die Wolke als Influenzmaschine funktioniert, müssen kleine Teilchen von der Unterseite grosser Teilchen abprallen, Aufwindströmung und Erdanziehung sorgen dann für die Feldverstärkung.

ELSTER und GEITEL (1913) haben auf die Bedeutung des Influenzmechanismus in der Wolke hingewiesen. Diese Autoren vermuteten, dass sich zusammenstossende Tropfen unter Umständen wieder trennen könnten. Sie erkannten auch, wie wichtig es ist, ob sich der kleinere Tropfen von der Ober- oder der Unterseite des grösseren Tropfens ablöst. Beim Zusammenstoss zwischen grossen Tropfen scheint ersteres der Fall zu sein, dadurch bewirkt die Ladungstrennung durch Influenz jedoch eine negative Rückkopplung auf das elektrische Feld. Beim Zusammenstoss zwischen grossen und sehr kleinen Tropfen ($d < 100$ μm) erfolgt eine eventuell stattfindende Trennung eher seitlich. Die Versuche von WHELPDALE und LIST (1971) lassen noch keinen eindeutigen Schluss zu, ob Abpraller den Tropfen oberhalb oder unterhalb seines Äquators verlassen. Dieser wichtige Punkt muss noch untersucht werden, da er darüber entscheidet, ob negative oder positive Rückkopplung vorliegt. Positive Rückkopplung liegt jedoch vor, wenn kleine Tropfen von einem Hagelkorn oder einer Graupel abprallen. Dies konnte durch unsere eigenen Versuche kürzlich gezeigt werden (AUFDERMAUR und JOHNSON, 1972). Die Umströmung des Hagelkornes sorgt dafür, dass Tröpfchen bereits unterhalb des Äquators tangential einfallen und ein Teil davon wegspritzt.

Durch unsere Versuche konnte dieser Mechanismus sicher identifiziert und konnten grobe Angaben über die Häufigkeit dieser Abpraller ge-

macht werden. Diese beträgt etwa ein Abpraller auf 100–1000 angelagerte Tröpfchen. Die Stärke der Ladungstrennung stimmte ungefähr mit der Theorie überein. Demnach nimmt das kleine Tröpfchen jedesmal eine Ladung mit, die seinem Durchmesser im Quadrat proportional ist. Das Hagelkorn lädt sich dadurch auf, und seine Ladung erreicht einen Sättigungswert, der dem Durchmesser D des Hagelkornes im Quadrat proportional ist. In der Sättigung kompensiert die Eigenladung das äussere Feld am massgeblichen Punkt, wo die Abpraller stattfinden. Die Sättigungsladung des Hagelkornes beträgt damit

$$Q_s = -3\pi D^2 \varepsilon_0 E_e \cos \Theta$$

E_e ist das Erregerfeld, und der Winkel Θ bezeichnet den Abprallort (am Äquator $\Theta = 90°$). Ein einzelner abprallender Tropfen vom Durchmesser d trägt die Ladung

$$q = \frac{\pi^3}{6} \varepsilon_0 d^2 (3 E_e \cos \Theta + Q / \pi \varepsilon_0 D^2)$$

Die Aufladung des Hagelkornes Q nähert sich dem Sättigungswert Q_s exponentiell, die Ladung nach m Abprallern beträgt

$$Q = Q_s [1 - \mathrm{Exp}(-m \pi^2 d^2 / 6 D^2)]$$

Wenn in einer Wolke mit $10^8\ m^{-3}$ Tröpfchen von 20 µm Durchmesser eines auf Hundert nach der Kollision abprallt, wird die Zahl im Exponenten schon nach einer Fallhöhe von 2 km grösser als 1. Das heisst, dass der Niederschlag nahezu die durch das Erregerfeld bestimmte Sättigungsladung Q_s trägt. Wir können nun den mit dem Niederschlag in der Wolke verbundenen Strom berechnen. Der Einfachheit halber betrachten wir den Niederschlag als Teilchen von $D = 1$ mm Durchmesser. Bei einer Intensität von $p = 36$ mm/h ($= 10^{-5}$ m s^{-1}) erhalten wir eine Stromdichte i von

$$i = p \varepsilon_0 E_e \cos \Theta \cdot 18 / D$$

Im Modell des Plattenkondensators ist das gerade gleich $\varepsilon_0 \cdot \mathrm{d}E_e/\mathrm{d}t$. Damit wird die Zeitkonstante für das exponentielle Wachstum des Feldes

$$D / (p \cdot 18 \cos \Theta) = 20 \text{ sec}$$

wenn wir für Θ 74° annehmen.

Mason (1972) hat kürzlich solche Berechnungen in dieser Art mit Einbezug der Verluste angestellt und ist zum Schluss gekommen, dass unser Mechanismus unbedingt den Anforderungen genügt, die an den elektrischen Generator im Gewitter gestellt werden. Nun ist aber dieses Bild nur richtig, wenn die Wolkentröpfchen den gleichen Strom nach oben ergeben, was von Mason nicht untersucht wurde. Dabei darf nur etwa eines auf 100–1000 Tröpfchen die Gleichgewichtsladung q tragen. Nehmen wir an, es seien $n = 10^6\ m^{-3}$ geladene Teilchen vom Durchmesser $d = 20$ µm bei einem Aufwind von 1 m s^{-1}. Die berechnete Stromdichte wird

$$i = n U \frac{\pi^3}{2} d^2 \varepsilon_0 E_e \cos \Theta$$

Daraus ergibt sich eine Zeitkonstante für das exponentielle Wachstum des Erregerfeldes von

$$2/(\pi^3 n U d^2 \cos\Theta) = 600 \text{ sec } (\Theta = 74°)$$

Diese Zeitkonstante wäre für ein Gewitter eher zu lang. Wir können jedoch argumentieren, ein Gewitter sei ja gerade durch grössere Wolkentröpfchen und stärkere Aufwinde gekennzeichnet. Wenn wir nun annehmen, die Gewitterwolke habe $10^8\ m^{-3}$ Tröpfchen mit Durchmesser $d = 40$ µm, n sei $10^6\ m^{-3}$ und der Aufwind betrage 5 m s^{-1}, so wird die Zeitkonstante für das exponentielle Wachstum des Feldes auf 30 sec reduziert. Dies bedeutet, dass sich das elektrische Feld in einigen Minuten vom Wert bei schönem Wetter bis zu jenem in der Gewitterwolke aufschaukeln kann. Auch wird die durch Blitzentladung verlorengegangene Ladung in kürzester Zeit wieder ersetzt. Interessant ist, dass der Mechanismus nur dann genügend wirksam ist, wenn die Wolke bei grossem Wassergehalt relativ grosse Tröpfchen und grosse Aufwinde entwickelt. Dies ist aber gerade das Kennzeichen der Gewitterwolken.

LITERATUR

AUFDERMAUR, A.N./JOHNSON, D.A.: Charge separation due to riming in an electric field. Quart.J.Roy.Met.Soc. *98:* 369–382 (1972).

ELSTER, J./GEITEL, H.: Zur Influenztheorie der Niederschlagselektrizität. Phys.Z. *14:* 1287–1292 (1913).

MASON, B.J.: The physics of the thunderstorm. Proc.R.Soc.Lond. A, 327, 433–466 (1972).

WHELPDALE, D.M./LIST, R.: The coalescence process in raindrop growth. J.Geophys. Res *76:* 2836–2856 (1971).

10. TH. ZINGG (Männedorf): *Karte der lawinengefährdeten Gebiete der Schweiz*

Die Karte wurde im Auftrag des ORL ETH entworfen, sie dient für Zwecke der Nationalplanung. Der Kartenmassstab, aber auch der Stand des Lawinenkatasters zwangen zu einer zusammenfassenden Darstellung, um vor allem über das ganze Alpengebiet der Schweiz eine überall gleich interpretierte Karte zu erhalten.

Es wurde folgende Unterteilung vorgenommen, die sich als brauchbare Arbeitsbasis ergeben hat:

1 Gebiete mit wenigstens zeitweise akuter Gefahr
1a mehr oder weniger zusammenhängende sichere Stellen in obigem Gebiet
2 Gebiete, die nur unter bestimmten Voraussetzungen lawinengefährdet sind (Schneedeckenaufbau, Neuschneemenge, Änderung der Vegetationsverhältnisse)
2a Gebiete wie 2, aber von aktiven Lawinenzügen durchzogen

3 Gebiete ohne Lawinengefahr
3a allgemein lawinensicheres Gelände mit lokal eng begrenzten Lawinenzügen

Als Grundlage dienten vor allem die Landeskarten 1 : 25000 und mit ihrer Hilfe ausgeführte etliche tausend Neigungsbestimmungen im Gelände, ferner Luftaufnahmen. Anderseits mussten auch die klimatischen Gegebenheiten, wie Verteilung der Neuschneemengen, mit berücksichtigt werden.

Unter 1 gehören vor allem die waldlosen hochalpinen Gebiete und solche, die entwaldet wurden. 1a umfasst meist Hochflächen und Rundhöckergebiete im Gelände 1.

2 umfasst vor allem bewaldete Hänge, die durch Weidgang oder Waldbrand oder Windwurf usw. lawinengefährdete Hänge ergeben können, die momentan als sicher erscheinen, auch Hänge kritischer Neigung sind darin enthalten, die nur bei extremen Schichtverhältnissen der Schneedecke gefährdet sind. Unter 2a werden die gleichen Hänge verstanden, die aber bereits von Lawinen durchzogen werden.

3 betrifft sicheres Gelände, das kleinere Steilhänge mit Rutschen oder kleinen Lawinen umfassen kann, die aber gut lokalisierbar sind. In 3a kommen eng begrenzte Lawinenzüge vor, wie Tobel oder Runsen, die ins Haupttal auslaufen.

Für touristische Zwecke kann die Karte nicht verwendet werden.

11. W. Good (Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos): *Änderungen von Schneestrukturen durch mechanische Spannungen*

1. *Einleitung*

Die physikalischen Eigenschaften von Gefügen sind wesentlich von den Komponenten, deren Anordnung und Beschaffenheit mitbestimmt. Die Metallurgie hat sich diese Einsicht schon lange zunutze gemacht und Techniken (wie Hämmern, Ziehen und Walzen) zur Veredlung der Werkstoffe entwickelt. Die Erfassung und Parametrisierung der Struktur von Schnee ist Voraussetzung, um

1.1 die mechanischen Eigenschaften, wie Zug- und Scherfestigkeit, mit Modellvorstellungen in Zusammenhang zu bringen und
1.2 aufgrund eines erhärteten physikalischen Modells Aussagen über kritisches Verhalten (Instabilität, Bruch) machen zu können.

Eine Beobachtung von Schnee wird aber dadurch wesentlich erschwert, dass sich Eiskristalle unter natürlichen Bedingungen in Temperaturverhältnissen nahe des Schmelzpunktes befinden. Diese Tatsache erklärt die rasche Umwandlung und Umlagerung dieser Kristallgefüge. Die Dünnschnittechnik bringt die Zerstörung der Stichprobe mit sich, was jedes

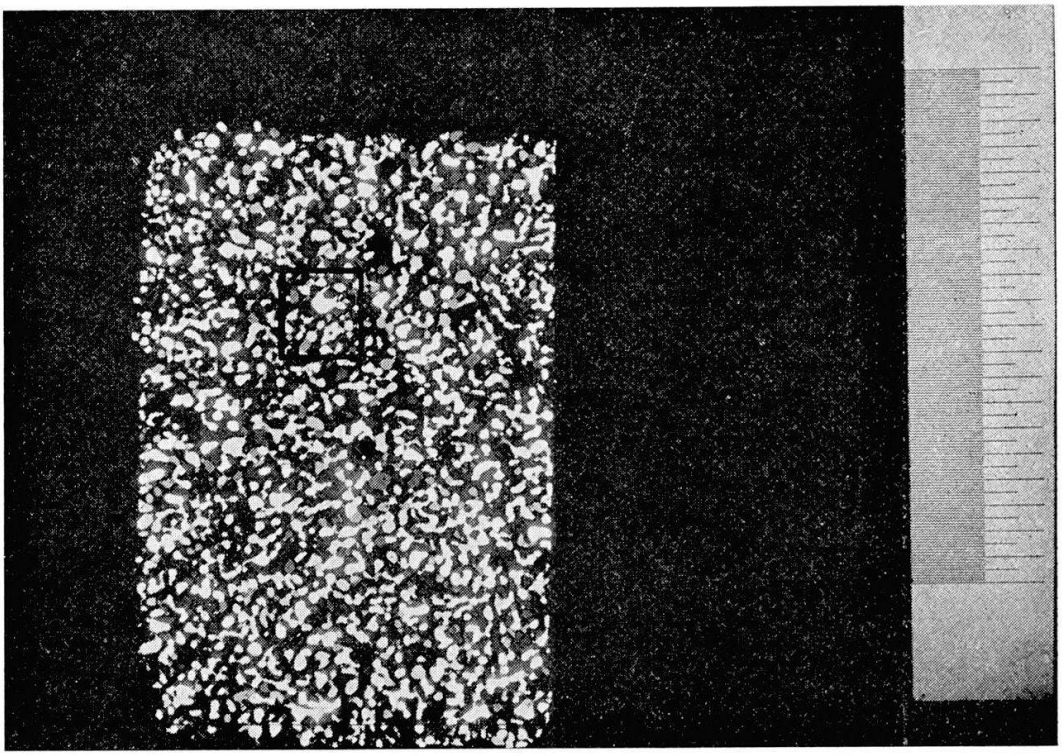


Abbildung 1

Probenmaterial, Aufnahme eines horizontalen Dünnschnittes im linear polarisierten Licht (undeformierte Probe) (Massstabsteilung $^1/_{10}$ mm)

Experiment mit der dreidimensionalen Stichprobe ausschliesst. So ist es nur möglich, zweidimensionale Momentaufnahmen zu machen.

Das Aufnahme- und Auswertesystem hat diesen Beschränkungen Rechnung zu tragen (z. B. Datei magnetisch gespeicherter Schnittinformationen).

2. *Probenmaterial*

Man war bestrebt, mit möglichst homogenem Material zu arbeiten. Dieses wurde aus der Ablagerung des Grossschneefalls vom Januar 1968 und am Ende der Periode abbauender Metamorphose entnommen [1].

Von den zylindrischen Proben wurde ein Teil der mechanischen Verformung unterworfen. Aus jedem Zylinder stammt eine würfelförmige Stichprobe von 3 cm Kantenlänge. Zwei horizontale und zwei vertikale Dünnschnitte wurden aus diesen Würfeln geschnitten und pro Würfel etwa 1000 Körner ausgewertet (Abb. 1).

3. *Mechanische Deformierung und Konservierung der Schneeproben*

Die zylindrischen Proben wurden einaxial entweder unter Zug oder Druck und bei ungehinderter Querdehnung deformiert [2]. Für den vorlie-

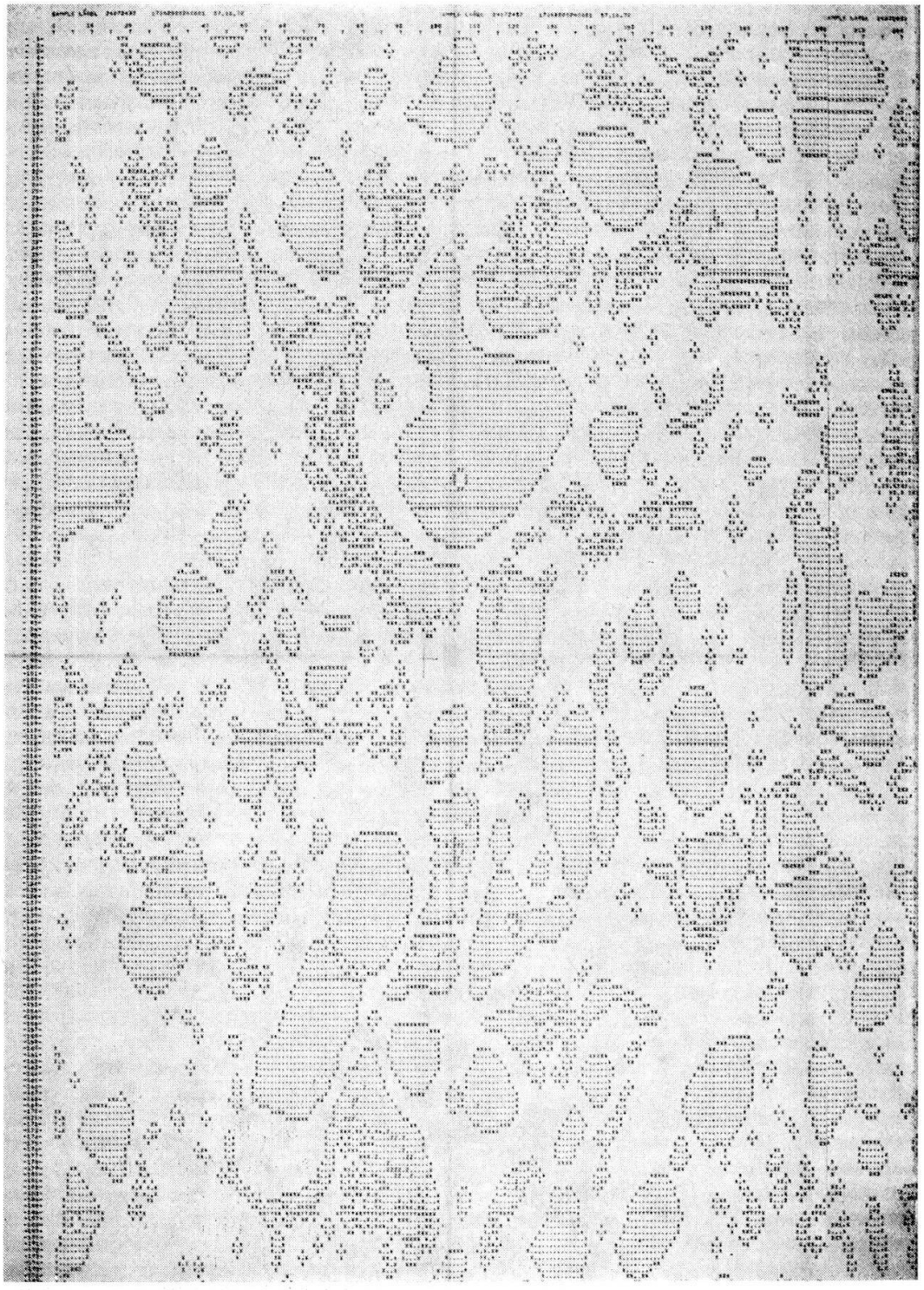


Abbildung 2

Ausdruck des Formerkennungsprogrammes (vgl. □ Abb. 1)

genden Fall handelt es sich um eine geringe Verformung von $\varepsilon \sim -3 \cdot 10^{-2}$. Die erwähnten Stichproben wurden in eine Phtalsäurediäthylester-Matrix eingebettet. Diese schliesst alle Poren des Gefüges, verhindert die Zirkulation von Wasserdampf, unterbindet dadurch eine Stoffumlagerung und gestattet eine relativ problemlose Aufbewahrung des Schnees.

4. *Anordnung zur Auswertung der Dünnschnitte* [3, 4]

Diese ist dreiteilig:

4.1 Die *Aufnahmeapparatur* ist wesentlich ein Polarisationsmikroskop mit einem gesteuerten Kreuztisch, der das Positionieren und das automatische Abtasten des Dünnschnittes gestattet.
Die Intensität des zirkularpolarisierten Lichtes trägt, nach dem Durchgang durch einen Eiskristall, implizit die Information über die Lage im Raum der ausgezeichneten Kristallachse.

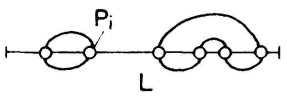
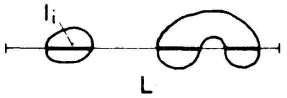
4.2 Ein *Analog-Digital-Wandler* setzt die in Fotoströme umgesetzten Lichtintensitäten in 12-bit-Wörter um. Diese werden gespeichert und vor der Weiterverarbeitung geprüft.

4.3 Die *Programmbibliothek* (FORTRAN-63) ist für die Auswertung auf einem Grossrechner (CDC 1604) angelegt.

Tabelle I

Parameter zur Charakterisierung der Stichproben

PARAMETER ZUR CHARAKTERISIERUNG DER STICHPROBEN

KRISTALLOGRAPHISCHE:	AZIMUTALWINKEL $0 \leq \Phi \leq 2\pi$
	ZENITALWINKEL $0 \leq \Theta \leq \pi/2$
GEOMETRISCHE:	DURCHMESSER
	UMFANG
	KONVEXITÄT / KONKAVITÄT
	HAUPTTRÄGHEITSMOMENTE T_1, T_2
	T_1 / T_2, $\sim\sqrt{T_1 \cdot T_2}$
	FLÄCHE
	WINKEL (T , x (LABORKOORDIN. SYST.))
STEREOLOGISCHE:	$P_L = \frac{\Sigma P_i}{L}$ 
	$L_L = \frac{\Sigma l_i}{L}$ 
	DARAUS ABGELEITETE SEKUNDÄRE GRÖSSEN
TOPOLOGISCHE:	TEILCHENZAHL / STICHPROBE ($N \sim 200$)

SLF .6
ZNo 3-0392

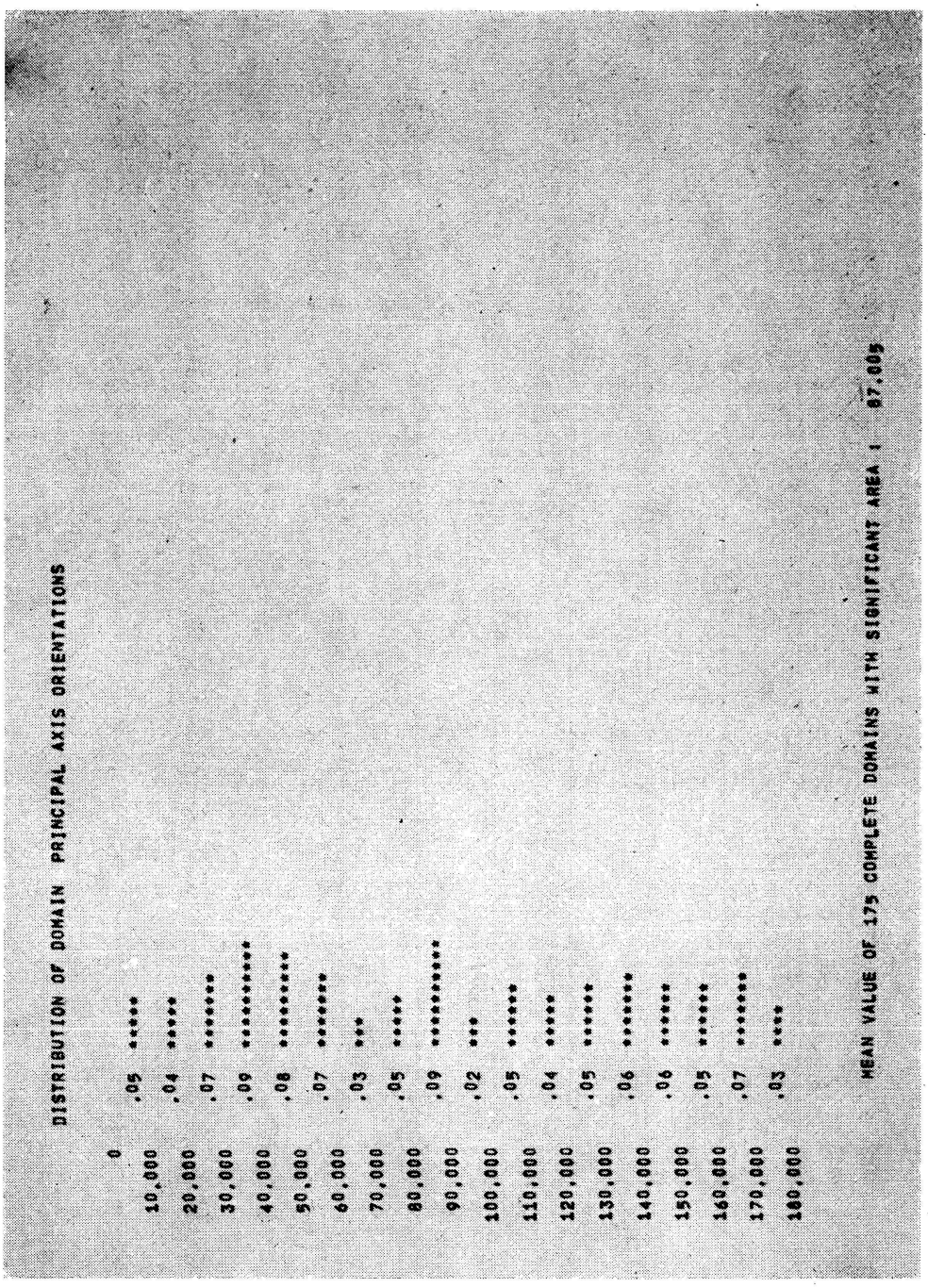


Abbildung 3
Orientierung der grösseren Hauptträgheitsachsen im Laborkoordinatensystem

4.3.1 Der Kern dieser Rechenvorschriften ist ein Formerkennungsprogramm, das Punkte gleicher Information mit einem Rand abschliesst (Abb. 2). Die so berandeten Gebiete können anschliessend charakterisiert werden [5].

4.3.2 *Parameter zur Strukturbeschreibung* (Tabelle I). Es werden kristallographische und geometrische Grössen berechnet. Ein Teil der geo-

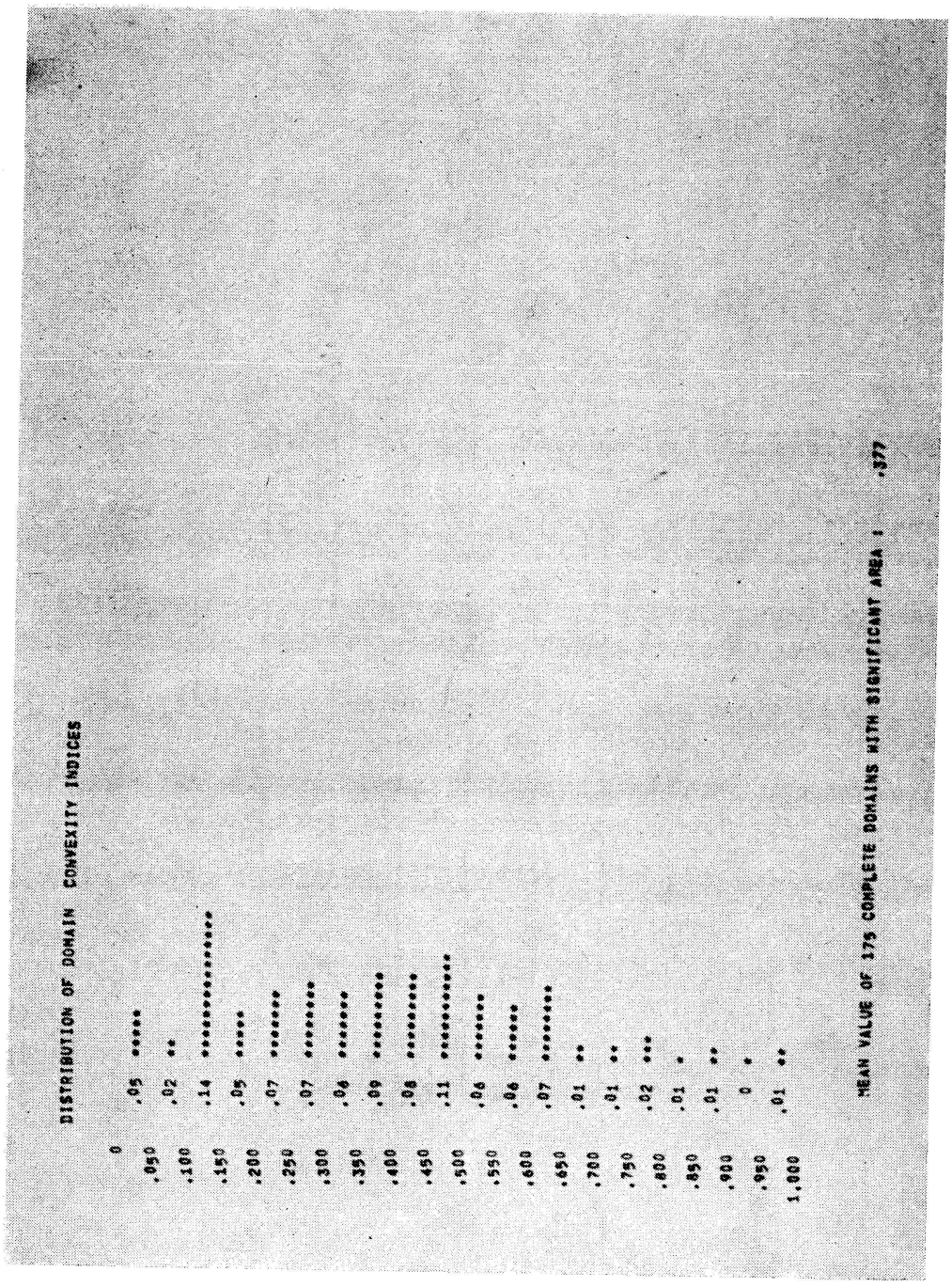


Abbildung 4
Verhältnis der konkaven zu konvexen Randlängen

metrischen Parameter errechnet sich aus einfachen Zählgrössen der Stereologie [6]. Es sind die Anzahl Schnittpunkte zwischen Berandungskurven und einem Netz von Testlinien, P_L, und das Verhältnis von Längen der Teststrecken innerhalb der berandeten Gebiete zur Totallänge der Teststrecken, L_L. Eine andere Betrachtungsweise geht von der punktweisen Massenverteilung aus. Hieraus resultieren

Tabelle II

Vergleich von zwei Schneeproben anhand geometrischer Parameter ($\varepsilon \sim 3 \cdot 10^{-2}$)

VERGLEICH VON ZWEI SCHNEEPROBEN ANHAND GEOMETRISCHER PARAMETER ($\epsilon \sim 3 \cdot 10^{-2}$)

SLF .4 ZNo 3-0391			UNDEFORMIERTE PROBE 72			ZUGEHÖRIGKEIT DER HORIZONTALEN STICH-PROBEN ZUM ENSEMBLE E		DEFORMIERTE PROBE 77		
			U_H		U_V	$[U \wedge D] \epsilon E$	$[UD_1 \wedge UD_2] \epsilon E$	D_H		D_V
	FORMEL	DIMENS.	μ_x	σ_x	χ^2	D, W, χ^2	D, W, χ^2	μ_x	σ_x	χ^2
VERTEILUNG HOMOGENER FLÄCHEN	$\frac{N}{N_{TOT}}$				.90	.90				.90
VERHÄLTNIS DER HAUPTTRÄGHEITS-MOMENTE	$\frac{T_2}{T_1}$				.15	.93				.95
DICHTE HOMOGENER FLÄCHEN (VOLUMINA)	$D = L_L$		.214	.021		.84	.89	.217	.029	
OBERFLÄCHE HOMOG. FLÄCHEN (VOLUMINA)	$2 \cdot P_L$	mm^{-1}	.128	.016		.10	.68	.120	.008	
DURCHMESSER HOMOG. FLÄCHEN (VOLUMINA)	$\frac{2D}{P_L} \cdot S$	mm	.670	.044		.05	.34	.722	.068	
MITTLERER ABSTAND HOMOG. FLÄCHEN (VOL.)	$\frac{2D}{P_L} \cdot \frac{1-D}{D} \cdot S$	mm	2.481	.375		.17	.68	2.622	.247	

für jedes Gebiet der Trägheitstensor, die Hauptträgheitsmomente und der damit verbundene Drehwinkel (Abb. 3). Durch Umlaufen des Randes werden konkave und konvexe Teile unterschieden und für jedes Gebiet ihr Verhältnis gebildet (Abb. 4). Im ganzen werden für einen Dünnschnitt 13 Parameter und 16 Parameterverteilungen ausgegeben.

5. *Auswertung, Resultate*

Gegeben sind zwei Stichproben aus Proben von deformiertem und undeformiertem Schnee. Die Kenntnis beruht auf der Projektion der zweidimensionalen Schnittinformation in die Menge der teilweise abhängigen Strukturparameter. Gefragt wird nach der Zugehörigkeit der beiden Stichproben zur gleichen oder aber zu verschiedenen Populationen. Für jede Stichprobe sind 3 Schnitte und 6 Parametersätze vorhanden. Es zeigte sich aber rasch, dass die Nullhypothese nicht durch einfachen Vergleich zwischen den Parametersätzen überprüft werden konnte, handelt es sich doch um sehr geringe strukturelle Unterschiede. Ein Vergleich der vertikalen Schnitte wies eine grössere Inhomogenität innerhalb der undeformierten als zwischen deformierter und undeformierter Probe auf (Tabelle II). Zur weiteren Behandlung wurden deshalb die vertikalen Schnitte eliminiert. Das Zahlenmaterial bestand demnach noch aus 8 individuellen

Parametersätzen. Vergisst man für einen Moment, woher diese stammen, kann man Gruppierungen von je 2 mal 4 Sätzen austesten. Das Resultat ist für 4 Parameter in Tabelle II angeführt*. Es wird ersichtlich, dass, falls Unterschiede zwischen den Parametersätzen bestehen, diese vergrössert werden, wenn die eine Gruppe aus Elementen der undeformierten und die andere Gruppe aus Elementen der deformierten Probe stammen. Der Unterschied wird wesentlich kleiner, wenn die Hälfte der Sätze vertauscht wird. Auf diese Weise lässt sich eine Tendenz und damit ein Unterschied zwischen den Stichproben nachweisen.

6. *Folgerungen*

Ein willkürlicher Satz von Strukturparametern gestattet relativ feine Unterschiede im Gefüge zu erfassen. Voraussetzung sind eine reproduzierbare Messbarkeit und eine numerische Charakterisierung. Das vorliegende System erfüllt diese Forderungen. Die Möglichkeiten sind dadurch nicht erschöpft. Die Orthogonalisierung des Parametersatzes und die Bildung eines Phasenraumes der Struktur einerseits und die Bildung eines physikalischen Vektorraumes aus den mechanischen Invarianten und thermodynamischen Funktionen anderseits wird die Aufstellung eines konsistenten Modells des Schnees erlauben.

* Die verwendeten Testverfahren sind χ^2-, Run-, Sign-, Wilcoxon- (W) und Kolmogorov-Smirnov-Test (D) [7, 8, 9].

LITERATUR

1. Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1967/68. Wi.Ber.SLF *32:* 19 (1970).
2. Salm, B.: (erscheint demnächst).
3. Jaccard, C.: Automatic thin section analysis with the Tomograph. Mitteilung des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung *28* (1969).
4. Good, W.: Ein automatisches System zur Aufnahme und Auswertung von kristallinen Dünnschnittpräparaten. Verh.Schweiz.Naturforsch.Ges. 1970. 180 (1971).
5. Crettol, R./Good, W.: A program for investigations of structural parameters on computer-compatible images of snow thin sections (erscheint demnächst).
6. Underwood, E.: Quantitative stereology. Addison-Wesley, Reading, Mass. 1970.
7. Noether, G.: Nonparametric statistics. SIAM in applied mathematics. John Wiley and Sons Inc., New York 1967.
8. Crow, E./Davis, F./Maxfield, M.: Statistics manual. Dover Publications, New York 1960.
9. Milton, R.: Rank order probabilities. John Wiley and Sons Inc., New York 1970.

12. H. M. KELLER (Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf): *Abflussregime und Transport gelöster Stoffe in kleinen voralpinen Einzugsgebieten*

1. *Einleitung*

Zur Charakterisierung des Abflussregimes werden die Abflussdauerkurve und die Rezessionskurve des Hydrographen bei Basisabfluss bestimmt. Die Stoffkonzentrationen und ihre Abhängigkeit von der Wassermenge geben die Grundlagen zur Berechnung des Transportes gelöster Stoffe. Während die Abflussdauerkurve starken jährlichen Schwankungen ausgesetzt ist, bleiben die Rezessionskurve für Basisabfluss sowie die Beziehung zwischen Konzentration und Abflussmenge ziemlich konstant.

In diesem vorläufigen Bericht interessieren vor allem die Unterschiede im Abflussregime und Regime des Stofftransportes zwischen kleinen benachbarten Einzugsgebieten der Voralpen.

2. *Die Einzugsgebiete*

Die 3 hier betrachteten Gebiete befinden sich im Alptal, Kanton Schwyz (KELLER, 1970). Sie lassen sich wie in Tabelle I angegeben charakterisieren.

Tabelle I

Die 3 Einzugsgebiete im Alptal

Gebiet		Fläche ha	Exposition	Neigung %	Wald %	Sumpf %
Vogelwaldbach	III	155,4	ESE	37	63	25
Frifangbach	V	107,6	E	43	38	20
Gämschbach	VII	52,3	WNW	58	93	4

3. *Das Abflussregime*

In Abbildung 1 sind die Abflussdauerkurven, soweit sie heute verfügbar sind, dargestellt. Es kommen darin vor allem die Unterschiede zwischen den Abflussjahren 1970 und 1971, aber auch die Verschiedenheit der Gebiete zum Ausdruck. Während das Jahr 1970 mit 2500 mm Niederschlag sehr wasserreich war, kann das Jahr 1971 als eher wasserarm gelten (1700 mm Niederschlag).

Im Jahre 1970 zeigen die Bäche III und VII einen ähnlichen Verlauf im Bereich der mittleren und niederen Wasserführung. Der stark bewaldete Gämschbach hat aber bedeutend weniger Hochwassertage. Auch der relativ schwach bewaldete, aber auch versumpfte Frifangbach zeigt 1971 bedeutend kleinere Anteile an Tagen mit Mittel- und Hochwasser als der Vogelwaldbach. Dagegen ist die Niederwasserführung etwas höher.

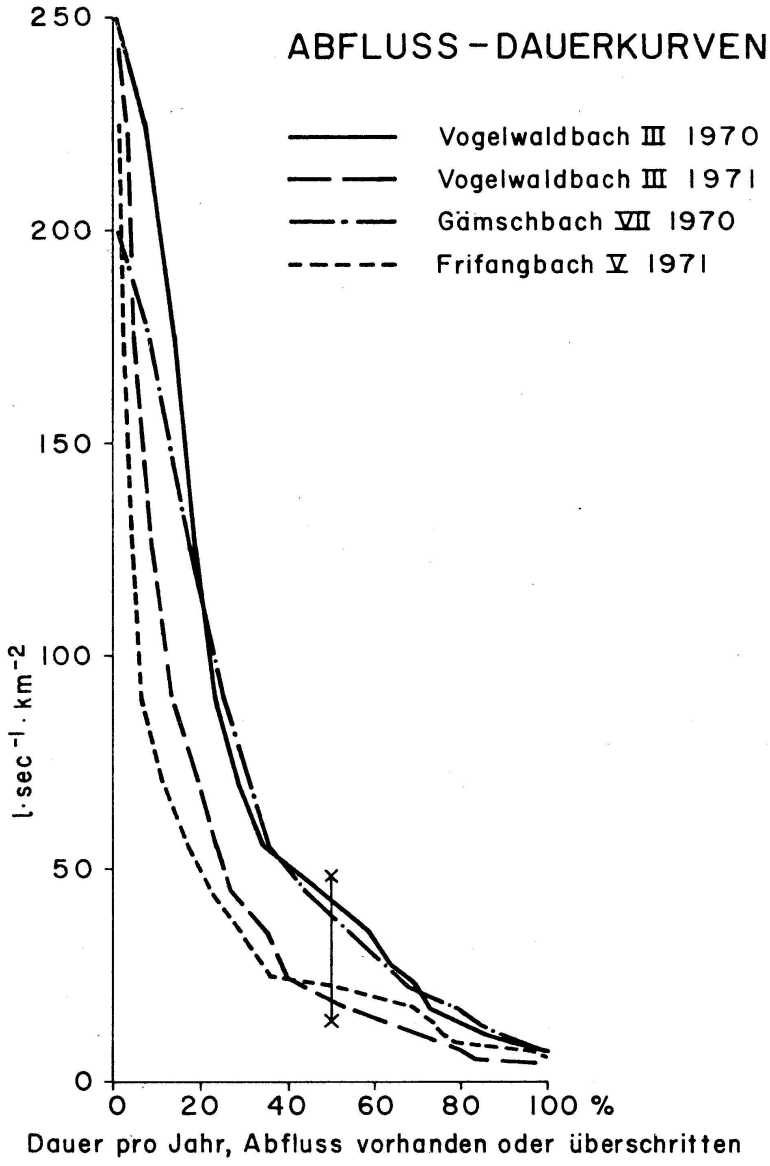


Abbildung 1

Die Abflussdauerkurven der Jahre 1970 und 1971 in 3 Gebieten des Alptales.
x–x: In 50% der Zeit vorhandener oder überschrittener Abfluss

Die Neigung der Rezessionskurve bei Niederwasserbedingungen (Basisabfluss) wurde nach folgendem Modell berechnet:

$$Q = e^{a-bt} \tag{1}$$

$$\ln Q = a - b\,t \tag{2}$$

wobei Q = der Abfluss in $1 \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$
t = Zeit in Stunden
a, b = Konstante

Für die Charakterisierung des Abflussregimes interessiert vor allem die Konstante b, da sie angibt, in welchem Mass sich das Gebiet nach einem Niederschlag entleert. b ist immer negativ. Grosse Werte bedeuten ein rasches Abfliessen des im Gebiet gespeicherten Wassers, kleine Werte einen langsamen Entleerungsvorgang. Um vergleichbare Werte zu erhalten, wurden an allen 3 Bächen 8–10 Ganglinien von isolierten Regenfällen untersucht und die Konstante b für das Zeitinterval 25–35 Stunden nach der Abflussspitze berechnet. Die Werte sind in Tabelle II angegeben.

Tabelle II

Die Rezessionskonstante b in den 3 Bächen im Alptal [siehe Gleichung (2)]

Gebiet		Mittelwert $\bar{b}$	Standardabweichung des Mittelwertes $s_{\bar{b}}$	%
Vogelwaldbach	III	−0,0312	0,0034	10,9
Frifangbach	V	−0,0155	0,0022	14,2
Gämschbach	VII	−0,0238	0,0032	13,4

Der Unterschied zwischen Frifangbach V und Vogelwaldbach III ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% gesichert. Der Gämschbach kann statistisch weder von V noch III gesichert unterschiedlich gelten. Die häufig auftretenden, durch neue Regenfälle überlagerten Ganglinien sind für die Berechnung der Rezessionskonstanten ungeeignet. Um ein umfangreicheres Datenmaterial zu erhalten, müssen wir noch etwas zuwarten, damit dann allfällige Unterschiede zwischen den Bächen besser festgestellt und interpretiert werden können.

4. *Der Transport gelöster Stoffe*

Wird im Bachwasser immer die gleiche Konzentration eines Stoffes gemessen, so wird sich der Transport des gelösten Stoffes wie die Abflussmenge verhalten. Wir gehen hier deshalb auf diese Stoffe nicht ein. Hingegen interessieren jene gelösten Stoffe, die mit der Abflussmenge in enger Beziehung stehen (KELLER, 1970).

Stellvertretend für jene Stoffe, die einer Verdünnung unterworfen sind (CO_3, SO_4, Ca, Na), d.h., dass bei zunehmender Abflussmenge die Konzentration abnimmt, sei hier Kalzium gewählt. Die Beziehungen der Ca-Konzentration zur Abflussmenge sind in Tabelle III gegeben.

Tabelle III

Die Verdünnungskurven von 3 Bächen im Alptal für Ca

Gebiet		Gleichung	
Vogelwaldbach	III	$60{,}9 - 6{,}98 \ln Q$	$r^2 = 0{,}83$
Frifangbach	V	$74{,}2 - 7{,}23 \ln Q$	$r^2 = 0{,}80$
Gämschbach	VII	$71{,}3 - 5{,}53 \ln Q$	$r^2 = 0{,}70$

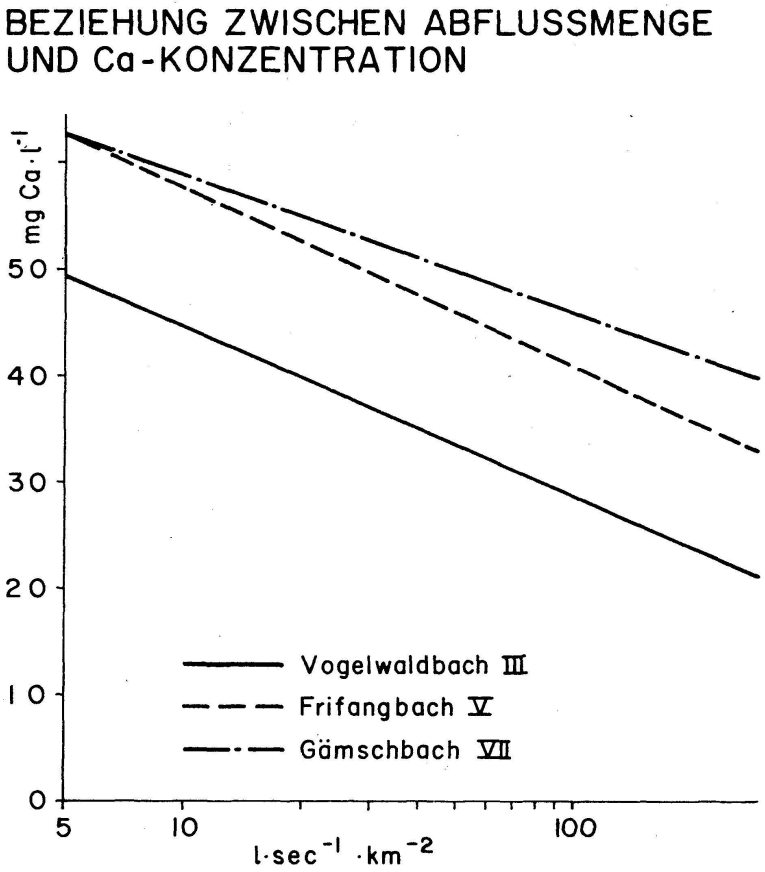


Abbildung 2

Die Verdünnungskurven für Kalzium in 3 Bächen des Alptales

Den Verdünnungskurven (siehe auch Abb. 2) liegt folgendes Modell zugrunde:

$$C = a - b \ln Q \tag{3}$$

wobei C = die Stoffkonzentration in $mg \cdot l^{-1}$
Q = die Abflussmenge in $l \cdot sec^{-1} \cdot km^{-2}$
a und b = Konstante sind

Es fällt auf, dass der Frifangbach wohl die steilste Verdünnungskurve, aber die flachste Rezessionskurve (Tabelle II) hat. Diese beiden müssen sich also nicht, wie man vermuten könnte, gleichlautend verhalten. Unser Datenmaterial reicht allerdings noch nicht aus, um hier schlüssige Vergleiche anzustellen.

Verwenden wir nun die Abflussdauerkurve zusammen mit der Verdünnungskurve, so ergibt sich daraus die Stofffrachtdauerkurve, die hier stellvertretend am Beispiel des Kalziums berechnet wurde. Dabei gelte

$$SF = Q \cdot C \tag{4}$$

wobei SF = die Stofffracht in mg · sec^{-1} · km^{-2}
Q = die Abflussmenge in l · sec^{-1} · km^{-2}
C = die Stoffkonzentration in mg · l^{-1} aus Gleichung (3)

In Abbildung 3 sind die Stofffrachtdauerkurven für Ca der Jahre 1970 und 1971 dargestellt. Auch hier stellen wir wiederum deutliche Unterschiede zwischen den Jahren 1970 und 1971, aber auch zwischen den Einzugsgebieten fest. Dabei fallen die grossen Stofffrachten des Gämschbaches VII auf.

Um den Vergleich zwischen den Dauerkurven des Abflusses und der Stofffrachten (Ca) zu erleichtern, sind die wichtigsten Werte in Tabelle IV zusammengestellt.

Tabelle IV

Die mittleren Werte der Abflussmengen und Stofffrachten in den 3 Gebieten im Alptal

		Gebiet			
		Vogelwaldbach III		Gämschbach VII	Frifangbach V
		1970	1971	1970	1971
$\overline{Q}$	Mittlerer Jahresabfluss l · sec^{-1} · km^{-2}	61	38	55	33
$Q_{50\%}$	In 50% der Dauer vorhanden oder überschritten l · sec^{-1} · km^{-2}	42	19	39	22
$\overline{Q}/Q_{50\%}$		1,45	1,41	2,0	1,5
$\overline{SF}$	Mittlere Ca-Fracht g Ca · sec^{-1} · km^{-2}	1,8	1,2	2,6	1,5
$SF_{50\%}$	In 50% der Dauer vorhanden oder überschritten g Ca · sec^{-1} · km^{-2}	3,1	2,3	4,9	2,2
$\overline{SF}/SF_{50\%}$		0,58	0,53	0,52	0,68

Auch wenn bei zunehmendem Abfluss die Stoffkonzentration abnimmt, steigt die Fracht dennoch stark an. Die Verdünnung ist bei weitem nicht so stark, dass daraus eine fast konstante Stofffracht resultieren würde. Immerhin fällt auf, dass die Stofffrachtdauerkurven einen beinahe linearen Verlauf haben, während die Abflussdauerkurven deutlich exponentiell verlaufen.

Bei den Abflussmengen ist der mittlere Jahresabfluss 1½- bis 2mal so hoch wie der während 50% der Zeit vorhandene oder überschrittene Abfluss. Umgekehrt verhält es sich dagegen bei den Stofffrachten. Die mittlere Fracht ist nur etwa halb so gross wie die in mittlerer Häufigkeit vorhandene oder überschrittene Ca-Fracht.

Anders ausgedrückt, ist der jahresmittlere Abfluss nur in etwa 30–35% der Zeit vorhanden oder überschritten, die mittlere Ca-Fracht dagegen in etwa 70% der Zeit.

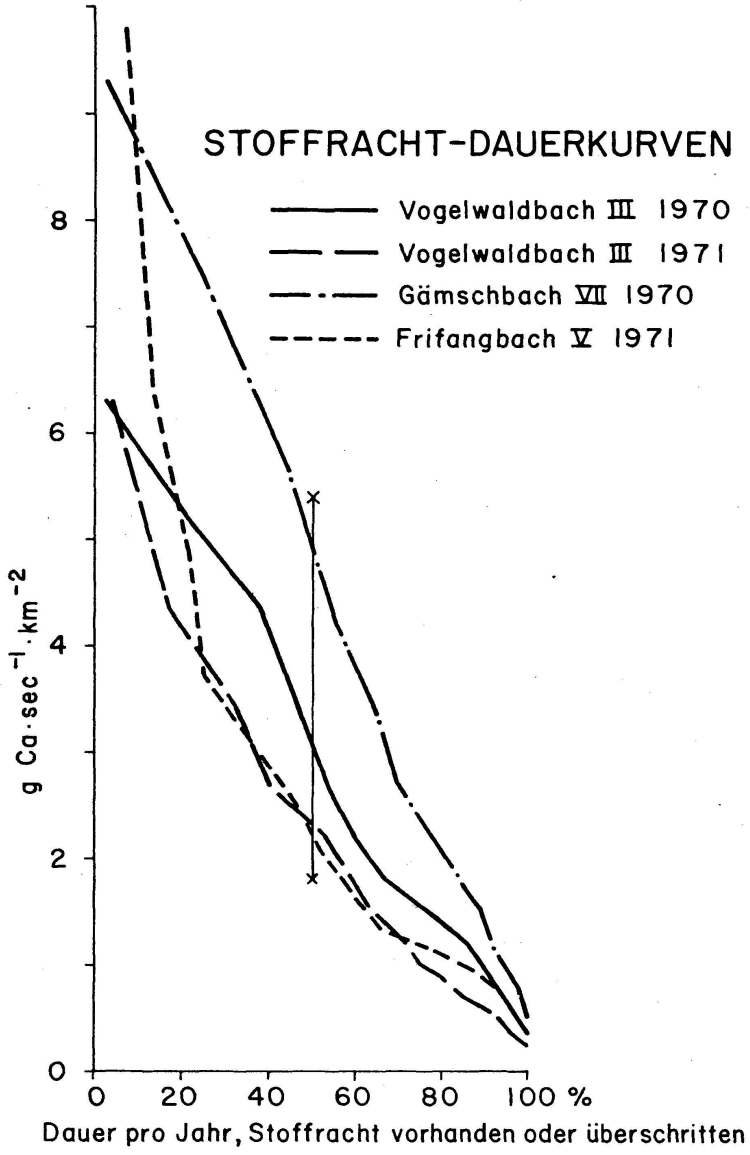


Abbildung 3

Die Stofffrachtdauerkurven für Kalzium der Jahre 1970 und 1971 in 3 Gebieten des Alptales.
x–x: In 50% der Zeit vorhandene oder überschrittene Stofffracht

Als weiteres Ergebnis liefert uns diese Betrachtungsweise Angaben über den Abtrag von Stoffen in gelöster Form. Berechnen wir die Ca-Frachten in Tonnen pro Jahr, so erhalten wir die in Tabelle V angegebenen Werte. Sie sind unter Annahme eines spezifischen Gewichtes von 2,5 t/m^3 in mm Abtrag pro Jahr angegeben (WALSER, 1970). Von der gesamten gelösten Stofffracht in den 3 Gebieten macht die Ca-Fracht etwa einen Drittel aus. Der totale Abtrag durch Wegtransport in gelöster Form muss deshalb etwa 3mal grösser veranschlagt werden.

Tabelle V

Die jährlichen Ca-Frachten und Abtrag in den 3 Einzugsgebieten des Alptales

	Gebiet			
	Vogelwald-bach III		Gämsch-bach VII	Frifang-bach V
	1970	1971	1970	1971
Ca-Fracht, t pro Jahr und km²	56,7	37,2	81,0	46,6
Ca-Abtrag, mm pro Jahr	0,023	0,015	0,032	0,019

5. *Schlussbemerkung*

Diese Untersuchungen stehen im Rahmen eines grösseren hydrologischen Projektes der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen über den Einfluss von Vegetation und Boden auf Abflussmenge und Wasserqualität. 11 Einzugsgebiete im Alptal, wovon 3 hier verwendet wurden, bilden den Kern der Untersuchung. Es geht dabei u.a. darum, jene Parameter des Abflussregimes sowie des Stofftransportes zu bestimmen, die auf Unterschiede der Bodennutzung, also Vegetation und Boden, im Einzugsgebiet möglichst sensitiv ansprechen. Auf die Parameter, die die Topographie der Gebiete charakterisieren, wurde hier absichtlich nicht eingegangen.

Meinen Mitarbeitern W. HOFSTETTER und A. STORRER sei für ihre Feld- und Laborarbeiten, der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz für die chemischen Analysen an dieser Stelle bestens gedankt.

LITERATUR

KELLER, H. M.: Der Chemismus kleiner Bäche in teilweise bewaldeten Einzugsgebieten in der Flyschzone eines Voralpentales. Eidg.Anst.forstl.Versuchsw. *46* (3): 113–155 (1970).

WALSER, E.: Transport gelöster Stoffe in Fliessgewässern. Verh.Schweiz.Naturforsch. Ges. *150:* 175–176 (1970).

13. AL. RIMA (Locarno-Muralto): *Temperatura massima e minima del misto granulare fino alla profondità di 1,60 m rilevata a Bellinzona (1965 a 1967)*

Oltre alla variazione della temperatura nel terreno naturale fino alla profondità di 1,60 m, il laboratorio dell'Ufficio ticinese delle strade nazionali diretto dall'ing. HOLECZ, ha precisato quella di un terreno composto artificialmente, di misto granulare, materiale adottato per il sottofondo delle autostrade. Lo stazionamento di misura è pure in via Ghiringhelli 9, con le coordinate 721 920–116 520 a ca. 236 m s.m.

Per la variazione della temperatura nel terreno naturale abbiamo già presentato, in occasione della riunione del 10 ottobre 1971 a Friborgo, una nota riportata del resto sul bollettino [6].

Anche per il misto granulare vengono eseguite osservazioni giornaliere, alle ore 8.00, di temperatura massima e minima, ogni 20 cm di profondità fino a 1,60 m, ossia per 8 strati, contemporaneamente alle osservazioni della temperatura dell'aria a 10 e 100 cm sopra il suolo, e alle precipitazioni.

Per la preparazione della stratificazione del terreno di misto granulare è stato impiegato materiale di sottofondo stradale tipico, ben battuto, per tutta l'altezza di controllo. (Tipo del materiale, 0% argilla, 2% di silt, 23% di sabbia, 85% di ghiaia [2 a 60 mm].) La modalità di posa degli apparecchi è analoga a quella adottata per la osservazione del terreno naturale, così l'elaborazione dei dati di 3 anni dal 1965 al 1967 compreso è stata mantenuta [6] a titolo comparativo. In questo intervallo di osservazione risultano delle discontinuità di tempo e di misura, come rilevato nella serie cronologica della temperatura del terreno naturale. A parte l'inizio delle osservazioni avvenuto il 27 gennaio 1965, con delle interruzioni nel 1966 per 3 mesi consecutivi, agosto a ottobre nel 1967, la continuità della serie è quasi completa. I casi disponibili giornalieri per tutti gli strati, sono 14360 comprendenti la massima e la minima.

Considerando pure le misure dell'aria a 10 e 100 cm, il totale delle misurazioni è di 17950. Il numero mensile di osservazioni disponibili per ogni strato è riportato qui sotto. Le densità riferite danno una possibile valutazione del materiale statistico impiegato, e fissano i limiti di validità dell'elaborazione.

Riportiamo solo i casi delle massime, in quanto le minime danno dei risultati identici per ogni singolo strato (tabella III) con un totale (1965 a 1967) di 898 casi per strato di massima.

Sono state riportate le temperature massime, nella tabella I, i valori cioé di media ponderata del terreno misto granulare per ogni mese e media annua, come pure la temperatura dell'aria a 100 cm dal suolo.

Nella tabella II abbiamo le stesse caratteristiche riferite alla geotemperatura minima ed inoltre nel grafico figura 1 sono stati riprodotti i valori mediati di massima e minima di ogni strato, cosicché si ha indicativamente la temperatura media. Occorre osservare che la ripartizione dei

Tabella III

Mese	Giorni con osservazioni	Mese	Giorni con osservazioni
Gennaio	67	Luglio	82
Febbraio	84	Agosto	62
Marzo	93	Settembre	50
Aprile	75	Ottobre	62
Maggio	84	Novembre	77
Giugno	70	Dicembre	92

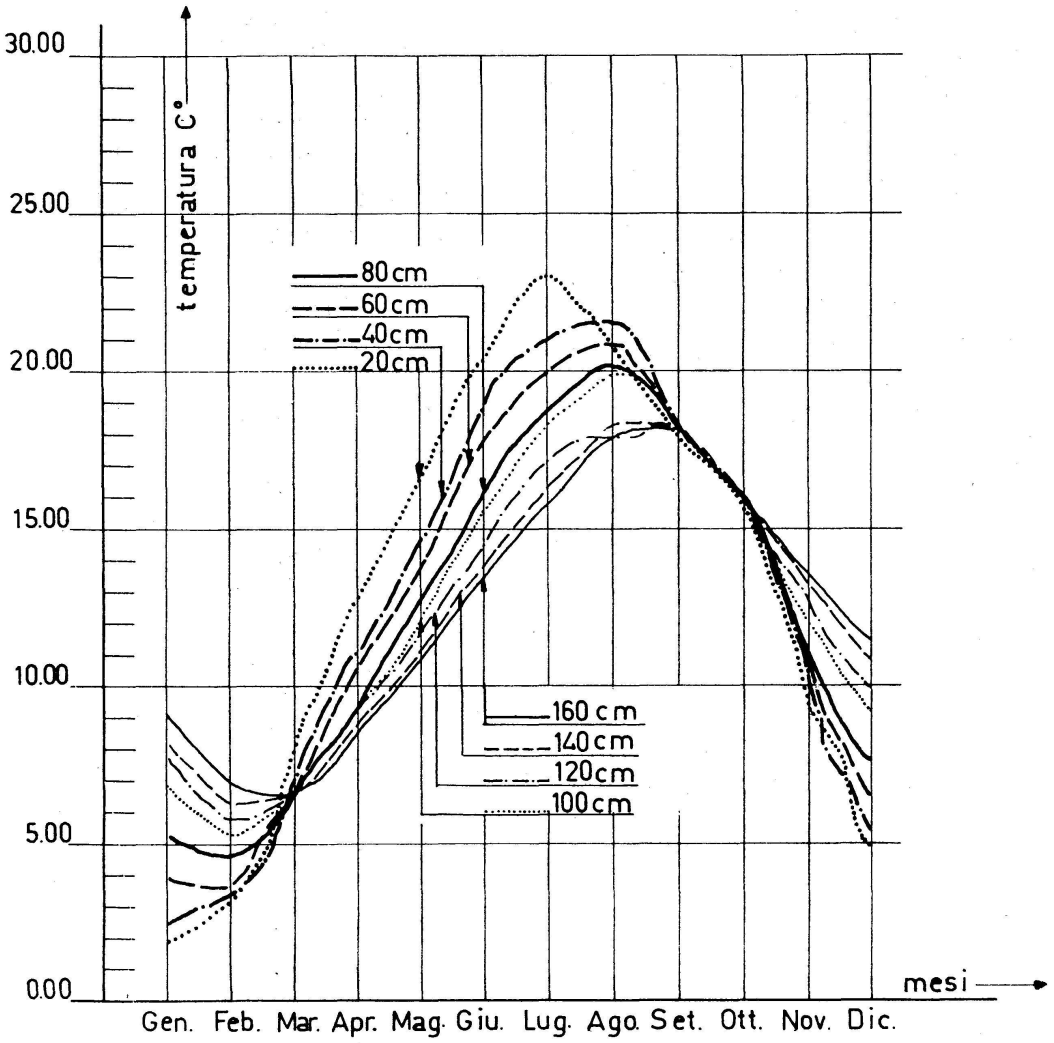


Figura 1

Valori medi mensili di *massima e minima* della temperatura nel misto granulare, degli strati da 20 a 160 cm a Bellinzona. Osservazioni dal 1965 al 1967 (3 anni), in °C

valori di temperatura giornaliera non è completamente gaussiana e quindi la media ponderata della massima e della minima non corrisponde esattamente al valore medio, ma press'a poco, essendo la differenza tra la moda e la norma non accentuata. Dagli andamenti cronologici riportati si osserva una diminuzione dell'escursione ad ogni strato, specialmente alla profondità di 60 cm nei mesi da luglio a settembre, come del resto nel terreno naturale. Le isoterme per le massime e per le minime per ogni singolo anno sono state costruite mediando i valori ogni 5 giorni, esse mettono in evidenza chiaramente le inversioni di marzo–aprile e di settembre, infatti collima con ciò che si riscontra nella figura 1 alla quale si rimanda. Nella stessa si notano andamenti delle diverse curve termiche molto regolari, forse dovuti alla densità uguale del terreno e alla stratifi-

Tabella I

Medie mensili e annuali della geotemperatura *massima* degli strati da 20 a 160 cm nel *misto granulare* a Bellinzona. Temperatura media mensile della massima dell'aria T °C a 100 cm dal suolo. In °C. Osservazioni dal 1965 al 1967 (3 anni)

Prof. in cm	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ag.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Media annua
20	2,7	6,2	12,6	17,8	22,3	27,2	28,5	25,2	22,2	21,7	14,7	9,5	17,1
40	3,7	4,2	8,5	12,7	18,5	23,4	24,2	23,8	19,9	18,4	11,3	7,1	14,1
60	5,6	4,5	7,4	11,3	16,5	20,8	22,1	23,0	19,4	18,0	12,0	8,5	13,5
80	7,2	5,4	7,2	10,5	15,7	19,7	20,6	22,0	19,3	18,1	12,4	9,5	13,4
100	8,9	6,1	7,2	10,2	15,1	18,4	19,7	21,4	19,1	17,9	13,3	11,0	13,5
120	9,7	6,6	7,2	9,9	14,0	17,1	18,7	20,8	18,8	17,4	13,5	11,2	13,3
140	10,7	7,2	7,2	9,6	13,6	16,6	17,7	19,8	18,4	17,2	14,0	12,4	13,3
160	11,3	7,9	7,6	9,5	13,2	15,9	17,1	19,6	18,4	17,2	14,4	12,9	13,3
T °C	7,1	11,7	15,8	20,7	22,3	29,3	29,9	27,7	24,1	23,4	13,2	10,4	19,3

Tabella II

Medie mensili e annuali della geotemperatura *minima* degli strati da 20 a 160 cm nel *misto granulare* a Bellinzona. Temperatura media mensile della minima dell'aria *T* °C a 100 cm dal suolo. In °C. Osservazioni dal 1965 al 1967 (3 anni)

Prof. in cm	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ag.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Media annua
20	0,1	—0,02	3,5	7,7	11,1	14,0	17,4	18,7	14,0	10,7	4,6	0,3	7,7
40	1,3	2,2	5,5	9,6	10,2	15,4	17,8	19,4	16,9	13,4	8,0	3,3	9,7
60	2,2	2,7	5,4	9,5	10,2	14,9	17,6	18,8	17,2	13,8	8,9	4,5	9,9
80	3,2	3,3	5,3	8,9	9,2	13,0	16,5	18,7	17,4	14,3	9,6	5,4	9,8
100	4,9	4,4	5,5	8,4	9,1	12,5	16,1	18,4	17,9	14,6	11,1	7,4	10,3
120	5,7	5,0	5,4	8,0	8,7	11,9	15,7	14,7	17,9	14,7	11,5	8,5	10,2
140	6,4	5,2	5,5	7,8	8,6	11,5	15,1	17,0	17,8	14,6	12,1	9,1	11,5
160	6,9	5,9	5,8	7,7	8,5	11,2	14,9	16,8	17,5	14,8	12,7	9,6	10,6
T °C	—5,8	0,4	1,4	4,8	7,8	12,1	13,2	15,3	9,3	4,3	—1,6	—4,5	3,8

cazione uniforme. La capillarità e permeabilità del terreno favoriscono durante i periodi di pioggia una penetrazione dell'umidità alle diverse profondità e quindi una più uniforme ripartizione termica negli strati.

Risulta pure che la media annua della geotemperatura ai singoli strati del misto granulare, per rapporto al terreno naturale, essere:

- per la massima superiore di 1 °C fino alla profondità di 60 cm e di 0,5 °C agli strati più profondi
- per la minima di 1 °C fino a 40 cm e di 0,4 °C ca. agli strati inferiori; quest'ultimo valore è da considerare medio fino alla profondità misurata

La determinazione del coefficiente termometrico e di diffusività ossia il coefficiente termometrico di conducibilità termica, calcolato coll'esame di tutto il materiale, s'impone.

I valori di gelo. Vien solo esaminato, per ragioni di continuità, l'inverno 1965–1966.

Per periodo di gelo s'intende il primo giorno dell'inverno e l'ultimo giorno dell'inverno in cui sia notata una temperatura di 0 °C al determinato strato; esso corrisponde appunto a quello riscontrato nel terreno naturale, ossia 157 giorni con inizio 24 ottobre 1965 e termine 29 marzo 1966.

La densità dei casi di gelo riscontrata ad ogni strato per i singoli mesi per tutto l'intervallo tenendo calcolo dell'inomogeneità (specialmente per il mese di gennaio) è la seguente (tabella IV).

Tabella IV

Mese	Strato				
	20 cm	40 cm		60 cm	Totale
Gennaio	17	28	19	1	65
Febbraio	27	25	4		56
Marzo	3				3
Novembre	1				1
Dicembre	49	17			66
Altri mesi	0				0
Totale	97	70	23	1	191

A titolo di conclusione possiamo notare che:

- le medie annue della temperatura massima dai 40 ai 60 cm di profondità si stabiliscono su 13,3–13,5 °C (tabella I) e per la minima (tabella II) si osservano delle differenze maggiori 9,9–11,5 °C, non uniformi con la profondità
- l'escursione tra la media annua della massima e della minima è (differenza tra tabella I e tabella II):

Profondità	Misto granulare
Fino a 20 cm	9,4 °C
Fino a 40 cm	4,4 °C
Fino a 60 cm	3,6 °C
Fino a 80 cm	3,6 °C
Fino a 100 cm	3,2 °C

agli strati più profondi si stabilisce ca. sui 3,0 °C

- la differenza con quanto riferito sul terreno naturale risulta essere maggiore nel misto granulare di 2 °C a 20 cm e di 0,4 °C agli strati più profondi
- la profondità di gelo risultante a Bellinzona nel misto granulare è più significativa che non nel terreno naturale. Infatti risultano 191 casi con gelo alla profondità di almeno 20 cm, mentre nel terreno naturale ne furono registrati il 16% di meno e considerando la tabella III la percentuale potrebbe essere ridotta al 10%.

BIBLIOGRAFIA

1. Bonjour, J.: Détermination de la profondeur du froid dans les chaussées. La route et la circulation routière, nº 1 (1963). Imprimerie Vogt-Schild SA, Soleure.
2. Bossolasco, M.: La temperatura del terreno sabbioso a Mogadiscio. Boll.Soc.ital. Geofis.Meteorol. *XIX:* 3–4, 81–89 (1970).
3. Ambrosetti, F.: Confronti sulle condizioni del gelo a sud delle Alpi. Osservatorio ticinese dell'ISM climatologia, Rapporti dell'Istituto Svizzero di Meteorologia, Zurigo, dicembre 1970.
4. Rima, A.: Contributo allo studio della temperatura nel Cantone Ticino. Riv.tecn. Svizzera ital. 2/3/4 (1960), pag. 21, fig. 33, tab. 3.
5. Rima, A.: Temperatura massima e minima del terreno naturale, fino alla profondità di 1,60 m, a Bellinzona nel 1965. Rapporto di lavoro nº 1, aprile 1971, ciclostilato – pag. 15, fig. 5, tab. 5.
6. Rima, A.: Geotemperatura minima e massima a Bellinzona 1965–1967. Verh. Schweiz.Naturforsch.Ges. *151:* 142–146 (1971), pag. 4, fig. 1, tab. 4.

14. H.U. Dütsch (Laboratorium für Atmosphärenphysik, ETH Zürich): *Diskussion der sechsjährigen Beobachtungsreihe der vertikalen Ozonverteilung über der Schweiz*

1. *Versuch einer Extrapolation auf langjährige klimatologische Mittelwerte*

Seit November 1966 werden in der Schweiz regelmässig – im allgemeinen dreimal pro Woche – Sondierungen der vertikalen Ozonverteilung mit dem elektrochemischen Instrument Brewer-Mast durchgeführt – bis Juli 1968 in Thalwil und seither durch die Aerologische Station in Payerne. Die Gesamtzahl der Aufstiege, die sich ziemlich gleichmässig auf die einzelnen Kalendermonate verteilen, übersteigt nun 700. Obschon eine sechsjährige Reihe zur Festlegung einer gesicherten Klimatologie des atmo-

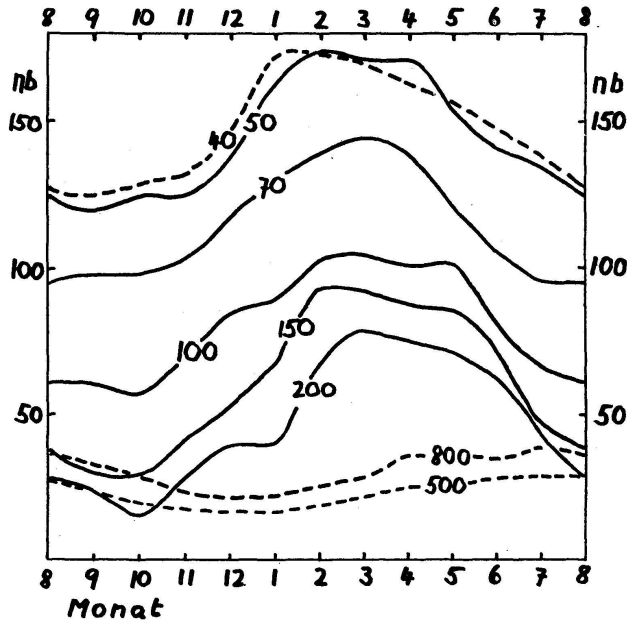


Abbildung 1

Jahresgang der Ozonkonzentration in verschiedenen Niveaus (Druck in mb eingezeichnet); aus sechsjähriger Messreihe auf langjähriges Mittel extrapoliert (Partialdruck in nb)

sphärischen Ozongehalts über unserem Lande sicher nicht ausreicht, kann man versuchen, ein langjähriges Mittel dadurch anzunähern, dass die der Beobachtungsreihe zugehörigen monatlichen Gesamtozonmittel (mit dem Dobson-Spektrophotometer des Lichtklimatischen Observatoriums in Arosa gemessen) mit den entsprechenden dreissigjährigen Durchschnittswerten verglichen werden. Unter Benutzung der beobachteten Korrelation zwischen Gesamtozon und Ozongehalt in einzelnen Niveaus kann man aus den sechsjährigen Mitteln des Jahresgangs der vertikalen Ozonverteilung eine Extrapolation auf einen «klimatologischen» Durchschnittswert der jahreszeitlichen Variationen durchführen mit Hilfe der Formel

$$\bar{p}_3(i,j) = p_3(i,j) \cdot (1 - \frac{\Delta x_i}{x_i} \cdot R_i \cdot c_j)$$

wobei i den Monat und j das betrachtete Niveau angibt. p_3 bedeutet den sechsjährigen, $\bar{p}_3$ den klimatologischen Durchschnittswert des Ozonpartialdruckes, $\Delta x_i / x_i$ die relative Differenz zwischen beobachtetem und langjährigem Gesamtozonwert im Monat i, c_j den Korrelationskoeffizienten im Niveau j, während R_i ein Normierungsfaktor ist, durch dessen Verwendung die durch Integration über $\bar{p}_3$ berechneten Gesamtozonwerte mit denen der langjährigen Reihe zur Übereinstimmung gebracht werden. Durch Anwendung dieses Verfahrens werden tatsächlich einige Unregelmässigkeiten im jahreszeitlichen Gang der Ozonkonzentration in den ver-

schiedenen Niveaus zum Verschwinden gebracht; einige wenige, schwächer ausgeprägte Buckel erscheinen allerdings neu (vor allem im Bereich des 50-mb-Niveaus, siehe Abb. 1), was eine gewisse Überkorrektion andeutet.

2. *Diskussion des «klimatologischen» Jahresganges*

Eine der auffallendsten Erscheinungen im Jahresgang der atmosphärischen Ozonkonzentration ist der rapide, auf ungefähr 2 Monate im Frühwinter zusammengedrängte Anstieg im Bereich des Ozonmaximums etwa zwischen 35- und 50-mb-Niveau (Abb. 1). Die Annahme drängt sich auf, dass der im Winter aus der tropischen Stratosphäre polwärts gerichtete Ozonstrom in unseren Breiten primär in dieses Niveau gerichtet ist und dass er mit dem in die Stratosphäre sich erstreckenden Teil der winterhemisphärischen Hadley-Zelle (welche die sommerliche fast um einen Faktor 10 an Intensität übertrifft) verknüpft ist.

In der unteren Stratosphäre (zwischen 100 und 200 mb) beginnt der Anstieg früher (etwa in der zweiten Oktoberhälfte) und dauert bis zum Ende des Winters an. Ob der um die Jahreswende angezeigte Unterbruch in der winterlichen Ozonzunahme in diesem Niveau reell ist oder nur eine durch Ungenügen des verwendeten Extrapolationsverfahrens zurückbleibende Unregelmässigkeit darstellt, d.h. durch die spezifische Zirkulation in den letzten 6 Jahren bedingt ist, lässt sich noch nicht mit Sicherheit sagen. Man kann immerhin das beobachtete Verhalten folgendermassen

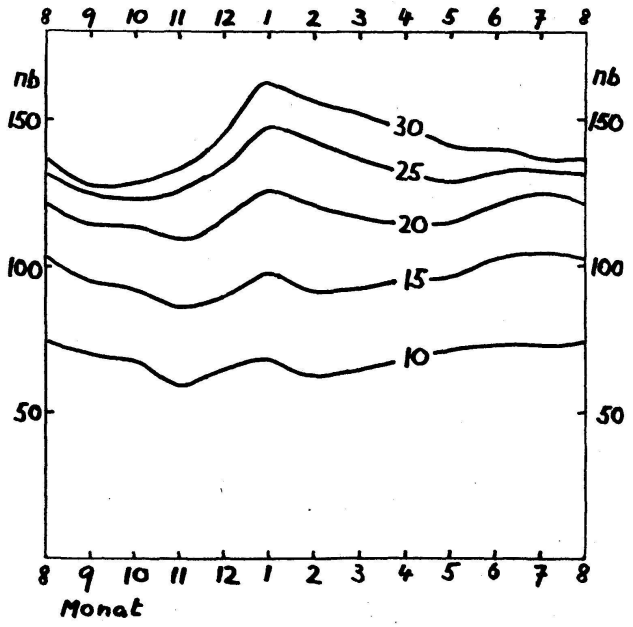


Abbildung 2

Jahresgang der Ozonkonzentration in verschiedenen Niveaus (Druck in mb eingezeichnet); aus sechsjähriger Messreihe auf langjähriges Mittel extrapoliert

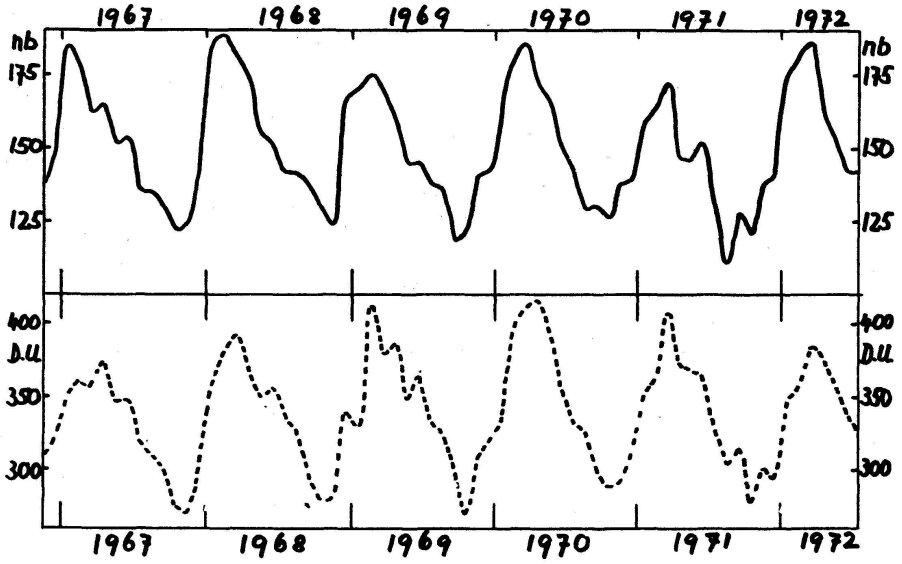


Abbildung 3

Gang der Ozonkonzentration in 40-mb-Niveau (——) und des Gesamtozons (– – – –) von November 1966 bis Juli 1972

deuten: Der im Herbst einsetzende Anstieg ist durch einen aus dem Polargebiet, wo der Ozongehalt in diesem Niveau auch im Sommer verhältnismässig hoch bleibt, nach Süden gerichteten, durch meridionalen Grossaustausch erzeugten Ozonstrom bedingt, welcher mit der in dieser Jahreszeit äquatorwärts erfolgenden Verschiebung der Grenze zwischen Polarluft und Tropikluft in Gang kommt. Der Unterbruch im Anstieg könnte durch eine Herabsetzung des Grossaustausch-Transportes infolge der um die Jahreswende vorherrschenden Zonalität der Strömung bedingt sein. Ob der Hauptanstieg im Spätwinter durch erneut verstärkten Meridionalaustausch aus einem Reservoir in hohen Breiten erfolgt, das inzwischen durch den in grösserer Höhe längs polwärts geneigten Flächen erfolgten Ozonfluss gespeist worden ist, oder – wie durch die Phasenverschiebung angedeutet sein könnte – durch vertikalen Austausch aus dem Bereich des darüberliegenden Ozonmaximums zustande kommt, muss ebenfalls durch weitere Untersuchungen abgeklärt werden.

Während der Abfall des Ozongehalts im Bereich der Maximalschicht schon am Ende des Winters einsetzt, bleibt der Rückgang in der unteren Stratosphäre bis gegen Ende des Frühjahrs gering, worauf der Abfall zum Minimum im Spätsommer und Herbst ausserordentlich rapid vor sich geht. Wenn man annimmt, dass ein Abtransport im wesentlichen vertikal, d. h. nach unten in die Troposphäre erfolgt, so entspricht dies einer bodennahen Zerstörung von $1–2 \cdot 10^{11}$ Molekülen/cm^2 · sec, je nachdem, von welcher Höhe an eine bei höherem Sonnenstand spürbar werdende photochemische Zerstörung des durch die winterliche Zirkulation eingehäuften Überschussozons einen wesentlichen Beitrag an den beobachteten Rück-

gang leistet. Diese Grenze hängt von einigen noch ungewissen Parametern der photochemischen Theorie ab.

Oberhalb von 30 mb (Abb. 2) tritt ein sekundäres Ozonmaximum im Sommer in Erscheinung, das in der mittleren Stratosphäre (etwa ab 20 mb) zum Hauptmaximum wird. Während der Anstieg im Winter auch in diesem Niveau eindeutig durch Ozonverfrachtung erfolgt (und von Winter zu Winter ziemlich verschieden ausfällt), ist das sommerliche Maximum durch photochemische Vorgänge bedingt.

3. *Jahr-zu-Jahr-Schwankungen des Ozongehalts*

In den Grundzügen erfolgen die im vorhergehenden Abschnitt geschilderten saisonmässigen Schwankungen in den sechs Jahren in recht ähnlicher Weise. Dennoch lassen sich einige Unterschiede feststellen, denen

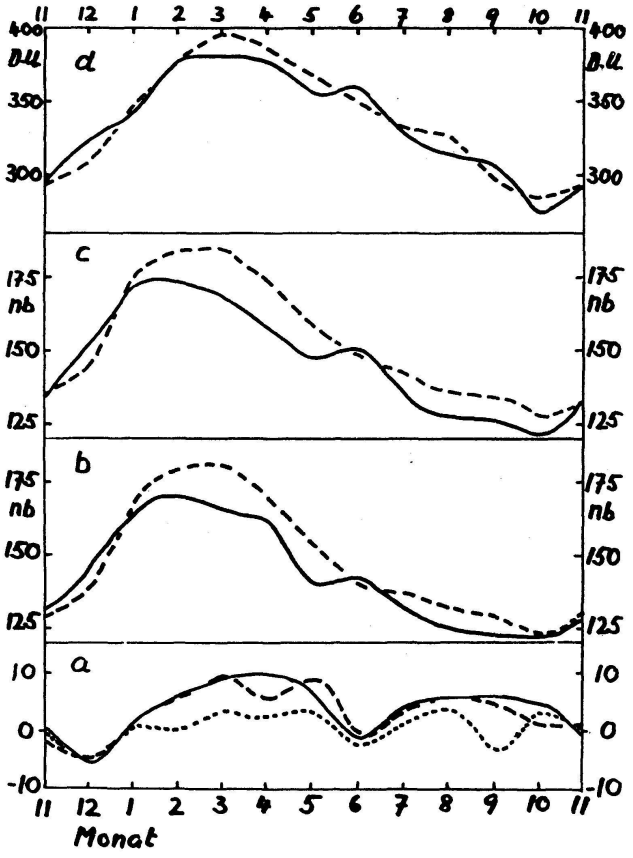


Abbildung 4

a) Relative Differenz (in Prozenten) zwischen der Ozonkonzentration in geraden und ungeraden Jahren (Mittel 1968 + 1970 + 1972 minus Mittel 1967 + 1969 + 1971). —— 40-mb-Niveau, ---- Schicht 4 (31,2–62,5 mb), ... Gesamtzone

b) Jahreszeitlicher Verlauf der Ozonkonzentration in der Schicht 4 in ungeraden (——) und geraden Jahren (----)

c) und d) Entsprechende Darstellung wie b) für das 40-mb-Niveau und das Gesamtozon

allgemeinere Bedeutung zukommen könnte. Das im Niveau zwischen 40 und 50 mb erreichte Maximum weist im untersuchten Zeitabschnitt einen deutlichen zweijährigen Rhythmus auf, der aber im Gange des Gesamtozons nicht mehr zum Ausdruck kommt (Abb. 3), da er von 30 mb aufwärts sowie vor allem in der unteren Stratosphäre, wo die stärksten Differenzen von Jahr zu Jahr auftreten, nicht mehr vorhanden ist. Es ist naheliegend, den zweijährigen Rhythmus – der in den geraden Jahren (1968, 1970 und 1972) offenbar vor allem einen verstärkten winterlichen Ozonanstieg zu einem höheren und dann durch einige Monate überhöht bleibenden Niveau brachte (Abb. 4) – mit der sogenannten 26monatigen Schwankung der Zirkulation in der tropischen Stratosphäre in Zusammenhang zu bringen. Aus der Theorie, die R. REED [1] zur kohärenten Beschreibung des Phänomens aufgestellt hat, ergibt sich mit zweijähriger Periode eine Verstärkung und Schwächung des stratosphärischen Astes der Hadley-Zelle, der wie erwähnt wesentlich für den normalen winterlichen Ozonanstieg im Niveau des Maximums verantwortlich zu sein scheint. Mit der von REED angegebenen Intensität der überlagerten Zirkulation kann auch quantitativ gerade der zwischen 5 und 10% liegende Unterschied in den erreichten Höchstwerten (Abb. 4) erklärt werden. Die Beziehung zwischen der beobachteten Ozonschwankung und der Oszillation der tropischen stratosphärischen Zirkulation entsprach in der Beobachtungszeit dieser Theorie. Die über der Schweiz festgestellte Ozonvariation im Bereiche des Maximums sollte dementsprechend eine hemisphärische bzw. (mit halbjähriger Verschiebung) weltweite Erscheinung sein.

Im Gegensatz dazu stehen die stärkeren – aber unregelmässigen – Fluktuationen des Ozongehalts in der unteren Stratosphäre, welche überwiegend den Gang des Gesamtozons bedingen, im Zusammenhang mit den troposphärisch gesteuerten Schwankungen der allgemeinen Zirkulation, die sich regional (d.h. in Gebieten von einigen 1000 km Durchmesser) verschieden auf den Ozonhaushalt auswirken. In bezug auf den Gesamtozongehalt kann sich daher die Oszillation in der tropischen stratosphärischen Zirkulation nur im hemisphärischen Mittel auswirken, wobei eine Nachprüfung dieses Effekts infolge des unregelmässigen weltweiten Beobachtungsnetzes recht schwierig ist.

Es ist wesentlich, dass die hier zur Erklärung sowohl der langjährigen Mittelwerte (bzw. ihres jahreszeitlichen Ganges) wie auch der Jahr-zu-Jahr-Schwankungen aufgestellten Hypothesen aus einer weiter fortgesetzten Messreihe überprüft werden können. Eine gesicherte Erklärung verlangt aber zusätzlich ähnliche Messreihen in verschiedenen Breiten, womöglich in Abständen, die 10° nicht überschreiten.

LITERATUR

1. REED, R.J.: The present status of the 26-month oscillation. Bull.Amer.meteor.Soc. *46:* 374 (1965).

15. K. LENGGENHAGER (Bern): *Zur Erklärung der langen und schmalen Lichtreflexstreifen auf ruhigen Gewässern*

Anlässlich von Studien über die sogenannte Lichtsäule bei sonnigem Kaltwetter ist mir aufgefallen, dass viele Autoren sich des Vergleichs mit den langen und schmalen Sonnenreflexstreifen in ruhigen Gewässern bei tieferem Sonnenstande bedienen. STUCHTEY hat aber dann darauf hingewiesen, dass eigentlich niemand eine Erklärung für letztere gegeben habe. MEYER bedient sich später auf S. 139 seines Buches über «Die Haloerscheinungen» bei der Besprechung der Lichtsäulen einer durch GALLE 1840 gegebenen Erklärung der langen und schmalen «Lichtstrassen» auf ruhigen Gewässern und deren Vergleich mit den langen und schmalen Lichtsäulen. In dieser Originalarbeit steht jedoch auf S. 257 nur der folgende, einzige Satz: «Auf dieselbe Weise wie die Lichtsäulen erklären sich die langen Lichtstreifen auf schwach bewegten Gewässern, wenn sie von Sonne oder Mond beschienen werden.»

Tatsächlich ist es aber zunächst schwer verständlich, warum lange und doch gelegentlich nicht breitere Hellstreifen als dem Sonnendurchmesser oder einer hellen Lampe entsprechend gesehen werden können (siehe Abb. 1).

Rotieren um die senkrechte Achse eines zur horizontalen Ebene leicht geneigten und durch steilen Lichteinfall beschienenen Spiegelchens lässt zwar das Spiegelbild auf senkrecht zum Lichteinfall stehendem Auffangschirm in gut doppelter Höhe verglichen zur Breite ausschlagen. Bei stär-

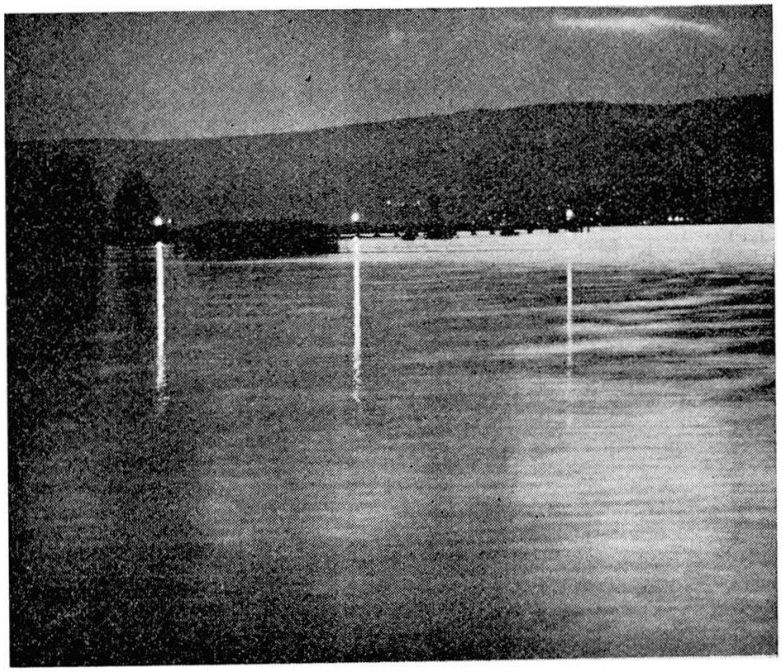


Abbildung 1

Lange und ganz schmale Lichtreflexstreifen im See durch Hafenlaternen

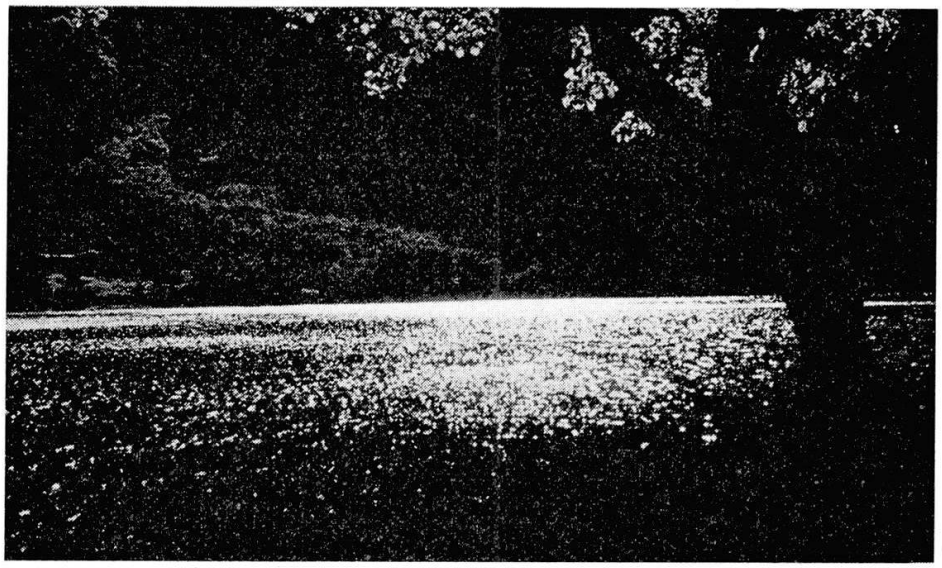


Abbildung 2

Diffuse Sonnenreflexe bei kurzen und kleinen «Spitzwellen»

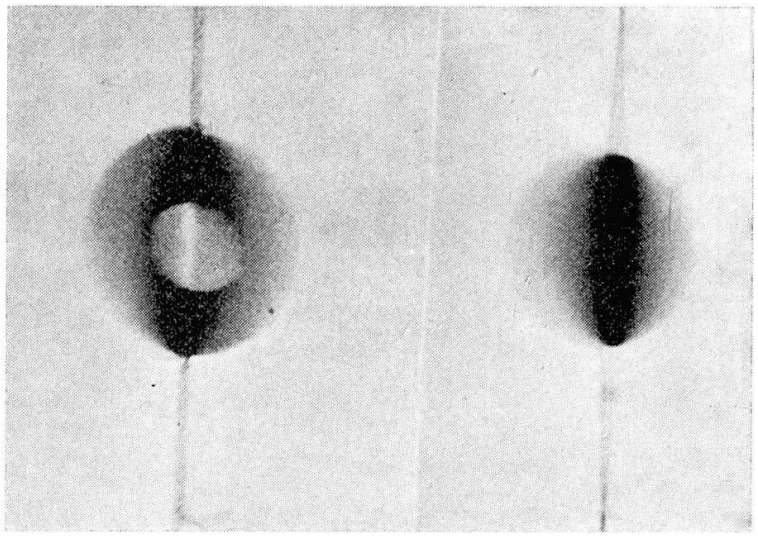


Abbildung 3

Links ein durchlochtes, rechts ein kompaktes, 2–3 mm dickes Kartonscheibchen bei rascher Drehung um eine senkrechte Achse (links = Zentrum hell, rechts = dunkel)

ker welliger Wasseroberfläche können jedoch selbst bei hohem Sonnenstande sehr breitflächige Reflexionsbezirke (selbst noch bei tieferem Sonnenstande) entstehen (siehe Abb. 2).

Umgekehrt kann auf völlig windgeschützten Tümpeln, besonders aber auf einer windgeschützten Wasser- oder Öloberfläche in einem Gefäss ein ideal rundes Sonnenspiegelbild gesehen werden, selbst bei sehr tiefem Sonnenstande.

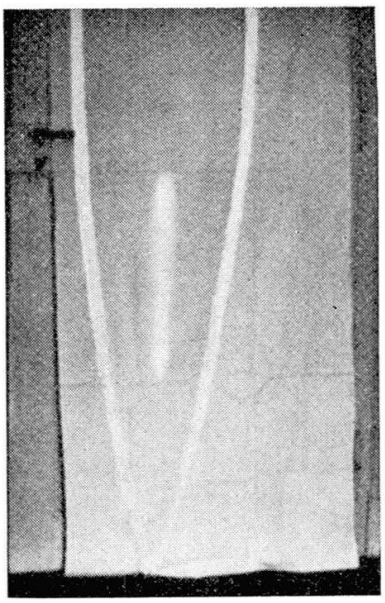


Abbildung 4

Ein um rund 3–4° zur Horizontalen geneigtes Spiegelchen bedingt bei Rotation um eine vertikale Achse bei flachem Lichteinfall auf dem Schirm eine senkrechte Gerade, das doppelt so stark geneigte Spiegelglasstücklein die obere Hälfte einer Lemniskate

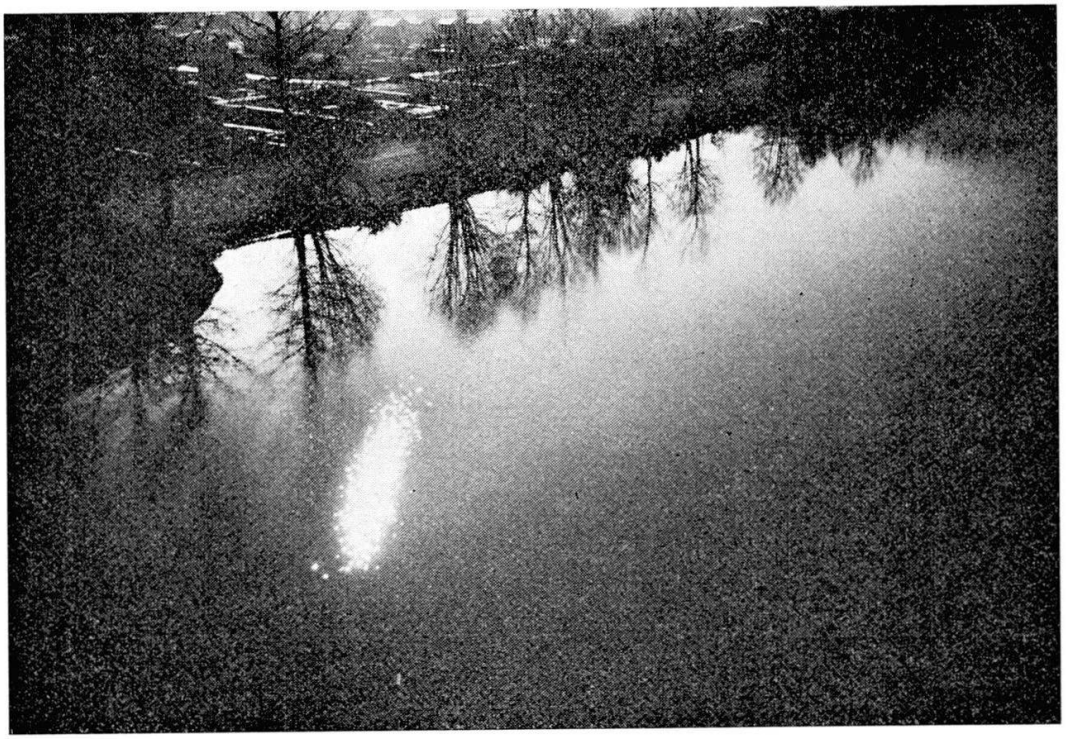


Abbildung 5

Schräger, wellenbedingter Lichtreflexstreifen

1. Nach zahlreichen Eigenbeobachtungen sind es einmal die ganz flachen, langen «Rundwellen» (im Gegensatz zu den gekräuselten Kleinwellen oder gar Spitzwellen), welche für die schlanken Lichtstreifen verantwortlich sind, *weil von jeder flachen Langwelle Strahlen in der Sonneneinfallsrichtung in unser Auge gelangen können.*

2. Im Gegensatz hierzu reflektieren die seitlich abfallenden Wellenpartien, da nicht mehr geradlinig, sondern gebogen verlaufend, das Licht *divergierend* und daher für unser Auge lichtschwächer.

In gleicher Weise reflektiert ein gerader Glas- oder polierter Metallstab das Sonnenlicht in sehr viel stärkerem Grade als die Konvexität eines gebogenen Stabes, welche nicht mehr Parallellicht, sondern *divergierendes* Licht reflektiert.

3. Dazu kommt noch der Umstand, dass die seitlich abfallenden Partien der Langwellen durchaus ungeordnet, weil nur zufällig in der Blicklinie liegend, ihr schwaches, divergierendes Licht in unser Auge werfen, ohne den additiven Effekt aller im Sonnenvertikal getroffenen Langwellen. Ein gewisses Analogon dazu ergibt sich in der grossen Lichtstärke der durch einen fernen Planspiegel reflektierten Sonnenstrahlen im Gegensatz zum schwachen Reflexlicht eines flächenmässig gleich grossen Konkavspiegels gleicher Lokalisation.

4. Nach einem durch EVERLING gefundenen Gesetz reflektieren selbst rauhere, horizontale Oberflächen auffallendes Licht vornehmlich in der Einfallsrichtung, so dass längsovale Lichteffekte entstehen. Auch hier addieren sich die Lichtreflexionsstellen in der Lichteinfallsrichtung für unser Auge. Eine gewisse Analogie hierzu ergibt sich auch nach eigener, oft gemachter Beobachtung: Auf regenfeuchte, nächtliche Asphaltstrassen durch kräftige Lampen projizierte Lichtstreifen (z.B. eines Zaunes) können nur in einem recht kleinen Blickwinkel wahrgenommen werden. Bei leicht seitlicher Verschiebung des Beschauers verschwinden sie sofort und machen neuen Licht- und Schattenwürfen Platz. Wiederum handelt es sich um den in der Lichtquellenrichtung additiven Effekt.

Ein weiteres Analogon könnte man in folgendem sehen: Lässt man ein rundes Kartonscheibchen von etwa 5 cm Durchmesser und 2–3 mm Dicke mit zentralem Loch von etwa 2 cm Durchmesser um eine senkrechte Achse gegen einen hellen Hintergrund rotieren, so erblickt man ein schmales, helles, zentrales, vertikales Lichtband im Halbhellfeld, bedingt durch den an dieser Stelle zeitlich am längsten anhaltenden Lichteffekt. Hierbei wird der an dieser Stelle während der kurzen Dauer der Minimalprojektion bestehende, schmale Längsschatten nicht nur weggeleuchtet, sondern sogar durch einen deutlich helleren Längsstrich gekennzeichnet (siehe Abb. 3).

5. Noch ein weiteres Gesetz spielt für die schmalen und langen «Lichtstrassen» bei tiefem Sonnenstande eine Rolle. Lässt man das schon beschriebene, *leicht* zur Horizontalebene geneigte Spiegelchen um seine Vertikalachse bei zunehmend flacherem Sonneneinfall rotieren, so ent-

steht auf einem senkrechtem Auffangschirm ein progressiv schmäler werdender ellipsoider Lichtbogen, welcher zuletzt nur noch eine kurze, vertikale, schmale «Lichtsäule» bedingt (siehe Abb. 4). Die mathematische Form dieses einer geometrischen Funktion entsprechenden Gesetzes habe ich Herrn P. WILD vom Astronomischen Institut der Universität Bern übergeben.

6. Natürlich spielt die *Richtung* langer Flachwellen auch eine Rolle für die Entstehung schmaler Lichtreflexstreifen. Verlaufen diese Langwellen z.B. parallel zum Lichteinfall, so sieht man selbst bei tieferem Sonnenstande einen breiten Lichtreflexstreifen. Ganz ähnlich sieht man auch den schmalen Kerzenlichtreflex auf einem parallelfaserigen Brett sich sofort verbreitern, wenn der Faserlauf parallel zum flacheren Lichteinfall eingestellt wird.

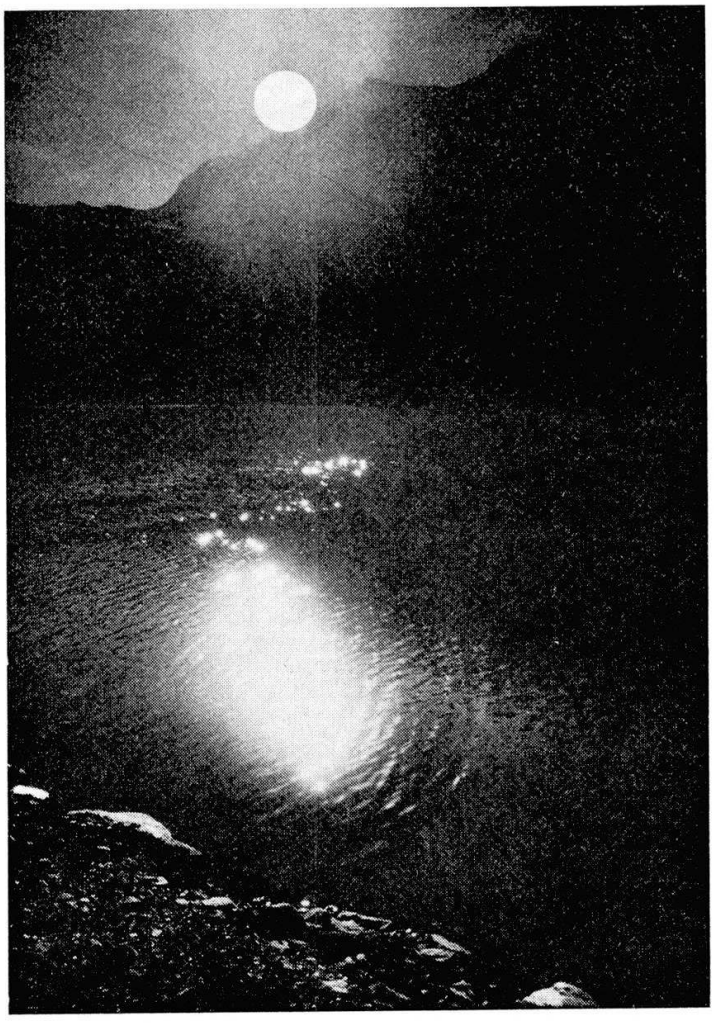


Abbildung 6

Schräger Lichtreflexstreifen bei schrägem Wellenverlauf. Die Sonne ist durch eine weisse Scheibe gekennzeichnet

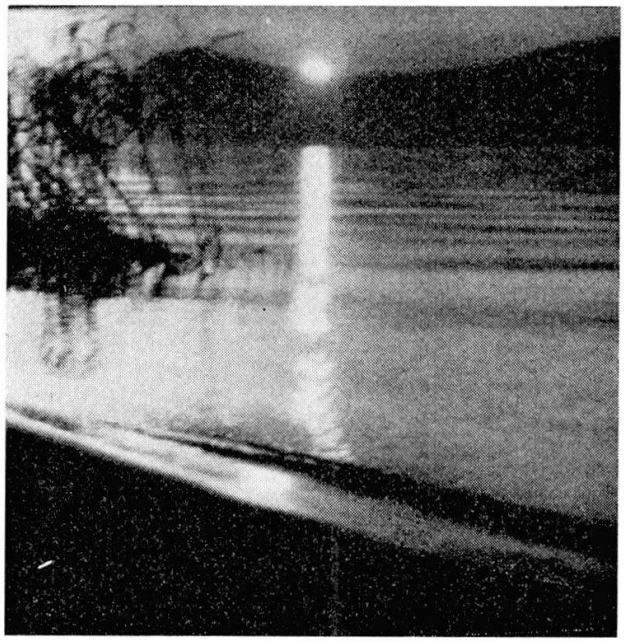


Abbildung 7

Ufernahe Abweichung des Lichtreflexstreifens nach rechts, am nassen Sandstrand nach links

7. Für die entwickelte Ansicht sprechen auch die gelegentlich gemachten Beobachtungen von schrägen, breiteren und schmäleren Lichtreflexstreifen auf Seen, wenn die Wellen in einem schiefen Winkel zum Sonneneinfall erfolgen (siehe Abb. 5 und 6).

Die Abbildung 7 zeigt, dass selbst bei niedrigem Sonnenstande zur Seltenheit eine wellenbedingte Abweichung eines ufernahen Reflexstreifens entstehen kann in Kombination mit einer durch leicht geneigten, nassen Sandstrand bedingten, gegensinnigen Abwinkelung des Reflexstreifens.

Zusammenfassung

Es werden 6 Faktoren beschrieben und experimentell gestützt für die Erklärung der zwar in der Literatur bekannten, jedoch nie erklärten langen und schmalen «Lichtstrassen» auf ruhigen Gewässern bei relativ tiefen Sonnen- oder Mondständen. Beispiele von auch schräg verlaufenden Lichtstrassen werden gegeben.

LITERATUR

EVERLING, E.: Beobachtungen und Theorie der durch Reflexion erzeugten Lichtsäulen. Verh.phys.Ges.Berlin *15:* 1117 (1913).

GALLE, J.: Über Höfe und Nebensonnen. Ann.Phys.Poggendorf, Reihe XLIX: 241 (1840).

MEYER, R.: Die Haloerscheinungen. Verlag Henri Grand, Hamburg 1929.

STUCHTEY, K.: Untersonnen und Lichtsäulen an Sonne und Mond. Ann.Phys. *59:* 33 (1913).

9. 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

Präsident: Prof. Dr. med. HEINRICH BUESS,
Medizinhistorische Bibliothek, Bernoullistrasse 20, 4056 Basel
Sekretär: Prof. Dr. med. H. KOELBING, Direktor des
Medizinhistorischen Institutes, Rämistrasse 71, 8006 Zürich

Sonntag, 15. Oktober

2. Wissenschaftliche Sitzung

1. H. KOELBING (Zürich): *Der Nobelpreis – ein Spiegel der Medizin unseres Jahrhunderts?*

Der Autor kommt zu folgenden Schlüssen:

Soweit die Medizin des 20. Jahrhunderts naturwissenschaftliche Forschung ist – aber nur so weit –, hat sie tatsächlich bis jetzt im Nobelpreis für Physiologie und Medizin einen recht getreuen Spiegel gefunden. Wenn man die sachlichen und historischen Zusammenhänge, in denen die Preisträger und ihre Leistungen stehen, mit in Betracht zieht, ergibt sich ein gutes Bild der Entwicklung, ganz besonders in den Bereichen der Mikrobiologie, Immunologie, Genetik, Biochemie und Neurophysiologie. Für die praktische und namentlich die therapeutische Medizin sind die Nobelpreise dagegen nicht repräsentativ.

In der letzten Zeit haben sich die Akzente stark auf die allgemeinbiologischen Grundlagen der Medizin verlagert. Hier sehen die Fakultät des «Karolinska Institut» und ihre Nobelkommission offenbar zur Zeit das Feld der Entdeckungen, die für die Gesamtmedizin wesentlich sind und dieser letzten Endes auch Nutzen bringen werden, während sie der spezialistischen Zersplitterung der praktisch-ärztlichen Tätigkeit skeptisch und wohl auch etwas ratlos, wie wir alle, gegenüberstehen.

2. P. RÖTHLISBERGER (Bern): *Der Zürcher Arzt und Medizinhistoriker Conrad Meyer-Ahrens (1813–1872)*

Im wissenschaftlichen Werk von CONRAD MEYER-AHRENS lassen sich zwei Hauptabschnitte erkennen.

Die medizinhistorische Arbeit vom Jahre 1836 an, die ihn während rund 30 Jahren beschäftigte, und die klimatologisch-balneologische, die bereits 1845 beginnt, ihn aber erst besonders gegen das Ende der fünfziger Jahre in starkem Masse in Anspruch nahm. Zwischen diesen beiden Pha-

sen schiebt sich, ausgelöst durch ausgedehnte Studien über die Ätiologie und die Verbreitung des Kretinismus in der Schweiz und im Ausland, vom Jahre 1841 an die Beschäftigung mit Themen der «medizinischen Geographie», wie sie MEYER-AHRENS nennt, die mit dem Werk über die Bergkrankheit 1854 einen Höhepunkt erreicht. Vom Jahre 1841 an tritt die Medizingeschichte etwas in den Hintergrund. Von da an wirkte MEYER-AHRENS als Aktuar und später als Präsident der von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft eingesetzten Kommission zur «Aufnahme einer Statistik des Cretinismus und Idiotismus ... in der Schweiz». Diese Aufgabe hat ihn während rund eines Jahrzehnts stark beansprucht.

Bei den medizinhistorischen Arbeiten lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

1. Die Beiträge zur Geschichte des schweizerischen Medizinalwesens, die 1836 ihren Anfang nehmen und mit der Studie über «Die Ärzte und das Medizinalwesen in der Schweiz im Mittelalter» im Jahre 1862 enden.
2. Die Geschichte einiger Volkskrankheiten in der Schweiz, wie Syphilis, Pest, Stich bzw. Alpenstich, Englischer Schweiss und Kretinismus. Diese Arbeiten fallen in die Jahre 1839 und 1848.
3. Die Biographien über Fabry von Hilden, Freitag (Vater und Sohn), den Steinschneider Rueff und die Ärztefamilie von Muralt, deren Veröffentlichungen zwischen 1862 und 1865 erfolgte.

Als Abschluss der balneologischen und klimatologischen Publikationen ist das Werk über die «Heilquellen und Kurorte der Schweiz. In historischer, chemischer, topographischer und therapeutischer Beziehung» zu bezeichnen, das 1860 in erster und 1867 in zweiter Auflage erschien.

Alle historischen Arbeiten von MEYER-AHRENS zeichnen sich, wie seine Zeitgenossen bescheinigen, «durch grossen Fleiss, gewissenhafte Benutzung der Quellen und Achtung vor dem wissenschaftlichen Eigentum aus». HIRSCH schreibt im «Biographischen Lexikon hervorragender Ärzte», dass dem Lebenswerk MEYER-AHRENS' «die Schweiz und namentlich die Ärzte derselben zu grossem Danke verpflichtet sind».

3. H. BALMER (Konolfingen): *Aegidius Tschudis Schweizer Karte von 1538*

Der junge TSCHUDI erforschte die Schweizer Alpen. Er überschritt viele Pässe und durchwanderte weithin das Land. Durch Vermittlung GLAREANS gab SEBASTIAN MÜNSTER in Basel 1538 TSCHUDIS Karte heraus. Der Holzschneider verwendete dazu neun Holztafeln. Ringsum wurde ein breiter Rahmen mit 28 Wappen angebracht; sie betreffen die 13 Orte, die Zugewandten und die gemeinen Herrschaften. Von der Erstauflage hat sich kein Exemplar erhalten.

KONRAD WOLFHART besorgte 1560 eine Neuausgabe und fügte ringsum zwischen Rahmen und Karte Leisten ein, die von links nach rechts und

von oben nach unten je die Zahlen 1 bis 80 trugen. Dazu lieferte er ein Ortsnamenverzeichnis mit beigefügten Hinweiszahlen, z.B. Gothart mons 33.39. Dies bedeutete, dass der Berg senkrecht unter 33 und waagrecht neben 39 zu finden war. Um die seitlichen Zahlenleisten anzubringen, wurde im Osten die Karte beschnitten. Die drei Holztafeln jener Seite sind um so viel schmaler als jene der Westseite, als die Breite beider Zahlenleisten beträgt. WALTER BLUMER zog denselben Schluss, weil ANTONIO SALAMANCAS Nachstich der Erstauflage im Osten etwas weiter reicht. Oben und unten liessen sich die Leisten besser einfügen, weil der Rahmen ein wenig von der Karte abgehoben war. Doch ist unten ein Gedränge entstanden. Das Neuntel der Karte oben rechts wurde von WOLFHART mit einer Erklärung seines «Zeigers» überklebt.

Die Karte ist südorientiert und umfasst den Raum vom Gardasee bis zum Aostatal und vom Allgäu jenseits des Bodensees bis zum Doubs im französischen Jura. Der Massstab beträgt knapp 1 : 350000.

Das Gebirge beherrscht die Karte. Die Berge sind durch dreieckige Stöcke angedeutet, die sich zu Ketten hintereinanderreihen. Im Mittelland sind sie nur einreihig; im Jura und in den Alpen treten sie zu Gruppen zusammen. Dazwischen liegen die Täler. Es kam TSCHUDI auf die klare Gliederung in Bergzüge und Täler an. Auf Flusskrümmungen achtete er weniger. Wald ist nur an wenigen Stellen gezeichnet, beim Rheinwald und Kernwald und am meisten im Schwarzwald. Orte sind durch Kreislein in Türmchen bezeichnet. Die Ostschweiz, die TSCHUDI besser kannte, ist mit mehr Schrift bedeckt als die Westschweiz. Wo es anging, ist der lateinische Name beigefügt. Berg- und Passnamen stehen in Rechtecken auf dem Gebirge und stechen hervor.

Die Seeumrisse sind nicht alle gelungen. Der Genfersee hat sein schmales Ende oben statt unten. Der Vierwaldstättersee besteht aus wurstförmigem Urner- und dreieckigem Luzernersee. Der Murtensee ist grösser als der Bielersee. Die langgestreckten Alpenrandseen sind zu breit.

Während Kander und Simme damals gemeinsam unterhalb Thuns in die Aare mündeten, gibt TSCHUDI der Kander einen eigenen Lauf in den Thunersee. Erlenbach verlegt er ins Kandertal, Wimmis ins Obersimmental. Neuveville ist vom Bieler- an den Neuenburgersee versetzt. Einen deutlichen Fehler weist der Lauf des Doubs auf, weil TSCHUDI den Oberlauf der Loue bei Vuillafans und Ornans für einen Abschnitt des Doubs hielt. Er lässt diesen von Pontarlier aus in leichtem Bogen über jene Orte nach Besançon fliessen, statt ihn weiter nach Osten zu führen und in scharfen Kehren zu wenden. Die Allaine, die an Pruntrut und Montbéliard vorbei den Doubs erreichen sollte, lässt er fort. Da Baume-les-Dames nordöstlich von Besançon an einem Fluss liegt, erfindet er dort einen Nebenfluss des Doubs, obschon es dieser selber wäre.

WALTER BLUMER hat weitere Entwürfe zu Schweizer Karten in Tschudis Nachlass untersucht und 1950 die Nordhälfte einer Schweizer Karte veröffentlicht, die in der Ostschweiz und im Jura Verbesserungen bringt. Namentlich sind der Vierwaldstätter- und der Zürichsee dort gut getroffen. Die Südabdrehung der Ostschweiz, die auf der Karte von 1538 auffällt, ist

auf einer kleinen Handzeichnung TSCHUDIS verbessert. Auch ein Gradnetz hat er auf einem Entwurf zu geben versucht.

Diese Bemühungen blieben verborgen. Der Holzschnitt von 1538 aber wurde oft abgezeichnet, so von SEBASTIAN MÜNSTER, JOHANNES STUMPF, ABRAHAM ORTELIUS und teilweise noch von GERHARD MERCATOR.

4. MARIE-LOUISE PORTMANN (Basel): *Der Venezianer Arzt Girolamo Donzellini (um 1527–1587) und seine Beziehungen zu Basler Gelehrten*

Die Mitteilungen über den Epidemiographen GIROLAMO DONZELLINI beruhen auf bisher noch unausgeschöpftem Quellenmaterial, nämlich auf den Akten der beiden Inquisitionsprozesse der Jahre 1559–1561 und 1574–1577, die das Archivio de Stato von Venedig in dankenswerter Weise in Form eines Mikrofilms zur Verfügung gestellt hat, sowie auf den 25 erhaltenen Briefen an den Basler Humanistenarzt THEODOR ZWINGER (1533–1588) in der Universitätsbibliothek Basel. Dabei sind die wenigsten Briefe im Katalog unter dem Namen DONZELLINI registriert, denn da der Venezianer Arzt in Humanistenmanier seinen Namen (donzella = ital. Mädchen) in PARTHENIOS gräzisierte (*parthenos* = griech. Mädchen), sind die Briefe im Katalog fälschlicherweise unter «Carolus Parthenius» aufgeführt. Doch durch Schriftvergleich ist sehr leicht die Identität der beiden Personen festzustellen. Es werden dann die Beziehungen DONZELLINIS zu dem italienischen Glaubensflüchtling und Basler Drucker PIETRO PERNA geschildert, der DONZELLINI mehrmals in Venedig besuchte, was u.a. zum ersten Prozess führte. Da DONZELLINI 1553 flüchtete, wurde zunächst über ihn die Verbannung verhängt, und erst nachdem er durch kaiserliche Vermittlung 1560 aus Deutschland nach Venedig zurückkehren konnte, wurde ein ordentliches Gerichtsverfahren gegen ihn durchgeführt, das mit der Abschwörung seiner Häresien endete. 1564 begann DONZELLINI als Mitarbeiter PERNAS mit ZWINGER zu korrespondieren, und es entwickelte sich eine freundschaftliche wissenschaftliche Zusammenarbeit. Der Venezianer Arzt belieferte ZWINGER zusammen mit dem Paduaner Medizinprofessor GERONIMO MERCURIALI (1530–1606) mit griechischen Lesarten für die Hippokrates-Edition des Basler Arztes von 1579. 1574 begann ein neuer Prozess, da DONZELLINI bei seiner Abschwörung von 1561 nicht alle seine Gesinnungsgenossen, die als Anhänger der Augsburger Konfession von 1530 von den Inquisitoren als «confessionisti» bezeichnet wurden, denunziert und daher Wichtiges verschwiegen hatte. 1575 brach indessen in Venedig die Pest aus, während DONZELLINI noch immer im Gefängnis war. Da er als Pestarzt gute Dienste leistete und im Kerker eine Pestschrift verfasst hatte, wurde ihm 1577 gestattet, gegen eine Kaution seine Praxis wieder auszuüben. Sein Briefwechsel mit ZWINGER und PERNA ging jedoch weiter, von denen er Bücher bezog, die in Venedig verboten waren. Bei einer Razzia in seinem Hause wurden 1587 solche entdeckt. DONZELLINI, der gewarnt worden war und flüchtete, wurde gefasst und

kurz darauf hingerichtet (Universitätsbibliothek Basel, Briefe der Söhne Zwingers, die in Padua studierten, Fr. Gr. Ms. I, 11, Nr. 418, und Fr. Gr. Ms. II, 23, Nr. 520).

5. W. F. DAEMS (Arlesheim): *Johann Jakob Wecker (1528–1586), Arzt, Pharmazeut und Bestseller-Autor*

6. F. HASLER (Basel): *Johann Bauhin und die Genfer «Ordonnances sur l'estat de la médecine» von 1569*

7. F. MERKE (Basel): *Bemerkungen zu den vergessenen, grundlegenden physiologischen Untersuchungen Friedrich Mieschers (1844–1895) über die wandernden Lachse*

8. H. H. WALSER (Zürich): *Johann Jakob Honegger (1885–1911) – Zur Geschichte der Psychoanalyse in der Schweiz*

2. Verleihung des Sigerist-Preises

3. Markus-Guggenheim-Gedenkvortrag

9. G. MAJNO (Genf): *L'histoire de l'inflammation*

10. Sektion für Kristallographie

Schweizerische Gesellschaft für Kristallographie
Société Suisse de Cristallographie

Präsident: Prof. Dr. W. NOWACKI, Mineralogisch-Petrographisches Institut, Sahlistrasse 6, 3000 Bern
Sekretär: Dr. P. ENGEL, Sahlistrasse 6, 3000 Bern

Samstag, 14. Oktober

1. T. ITO and W. NOWACKI (Bern): *The crystal structure of the sulfosalt jordanite*

The crystal structure of jordanite, $Pb_{28-x}As_{12}S_{46-x}$, has been determined. The crystal is monoclinic, space group $P2_1/m$ with $a = 8.92$, $b = 31.90$, $c = 8.46$ Å and $\beta = 117.8°$.

The unit cell of jordanite is approximately halved along both the *a*- and *c*-directions. The complete structure was solved by a systematic trial-and-error method starting from the one-fourth substructure. The method (the method of key shifts) is quite simple: calculate the *R* values by giving each atomic parameter of each metal atom certain amounts of plus and minus displacements, and detect from the steepest descents of the *R* values the key shifts in the transition from the sub- to the superstructures.

The structure of jordanite is based on the PbS structure with the [111] of PbS parallel to the *b*-axis. The twelve independent metal atoms are distributed on the three metal-layers, $y = c.\ 0.05$, *c.* 0.15 and 0.25 (the mirror plane) with four metal atoms, 3 Pb + As, on each layer. One Pb site on the first layer is statistically occupied by *c.* 50% Pb and *c.* 50% As, and another Pb site on the third layer is fractionally (*c.* 70%) occupied by Pb. Thus, the unit cell content is $Pb_{27.4}As_{12}S_{46-x}$ from the present analysis. The fully occupied Pb atoms on the first, second and third layers are coordinated with six (the average Pb–S = 3.01 Å), seven (3.05 Å) and eight (3.07 Å) sulfur atoms, respectively. The sulfur-coordinations of the As atoms are trigonal pyramidal with the average As–S = 2.25 Å.

2. T. SRIKRISHNAN and W. NOWACKI (Bern): *A redetermination of the crystal structure of cosalite*, $Pb_2Bi_2S_5$

The crystal structure of cosalite has been redetermined with the aid of diffractometric data. Crystals of cosalite are generally found as elongated needles and as capillary forms and also as fibrous or feathery aggregates. Accurate cell dimensions were determined from the back-reflection Weissenberg photographs on which the diffraction patterns of silicon powder were recorded to calibrate the effect of film shrinkage. The follow-

ing cell dimensions were found from a least squares best fit of lattice parameters: $a = 19.098 \pm 0.004$ Å, $b = 23.890 \pm 0.004$ Å, $c = 4.057 \pm 0.001$ Å. From the systematic absences in the Weissenberg photographs, the space group could be either D_{2h}^{16}—Pbnm or C_{2v}^{9} Pbn2. But a study of the intensity distribution in the Weissenberg photographs and also the distribution of the normalized structure amplitudes indicated that the correct space group is Pbnm. The calculated and the observed densities are 7.13 and 7.17 gcm^{-3} respectively.

The crystal structure of cosalite was first proposed by WEITZ and HELLNER (1960). But their study was not based on complete three-dimensional data and they were not able to distinguish between Pb and Bi atoms. Our three-dimensional analysis yielded the following structure: All the atoms lie on the mirror planes of the space group, Pbnm, which are situated at $z = \frac{1}{4}$ and $z = \frac{3}{4}$. This makes the number of formula units in the asymmetric unit as two, but with a over-all occupancy of 0.5. There are eight formula units in the unit cell. The average standard deviation in the coordinates of the metal atoms is 0.002 Å and in that of the sulfur atoms is 0.016 Å.

Bismuth atoms could be distinguished from the lead atoms by a comparison of their coordination. Six sulfur atoms around the bismuth atoms make a distorted octahedron. The shorter of the Bi—S distances are in the range 2.57 to 2.79 Å and the longer of the Bi—S distances are found to lie in the range 2.85 to 3.47 Å. The average standard deviation in the Bi—S distances is 0.013 Å. Six sulfur atoms around two of the lead atoms form a deformed octahedron. The other two of the lead atoms have a coordination of eight (trigonal prismatic plus two). The Pb—S distances are found to lie in the range 2.72 to 3.46 Å. The average standard deviation in the Pb—S distances is 0.015 Å.

There is, in addition, a statistical copper atom in the structure. The coordination around the copper atom is a distorted tetrahedron. The Cu—S distances are found to lie in the range 2.24 to 2.94 Å. The structural formula of cosalite is $Pb_4(BiS_2)_4S_2$, i.e. Type III.a_3 of the classification of NOWACKI (1969). There are infinite chains of the composition $BiS_{2/2}S = BiS_2$ plus additional sulfur atoms, not connected (by short distances) to Bi atoms.

3. M. OHMASA (Bern und Göttingen) und W. NOWACKI (Bern): *Die Kristallstruktur von synthetischem* $CuBi_5S_8$

Das für die Strukturbestimmung verwendete Material wurde von A. SUGAKI und H. SHIMA (Ube, Japan) synthetisiert, welche die Formel $CuBi_3S_5$ angaben. Von A.A. GODOWIKOW (Nowosibirsk, UdSSR) erhielten wir eine Probe mit einer Zusammensetzung angegeben als nahe an $CuBi_4S_7$ gelegen, welche praktisch gleiche Pulver- und Einkristalldaten wie die erstere ergab. Die Gitterkonstanten sind $a_0 = 13{,}214$, $b_0 = 4{,}025$, $c_0 = 14{,}087$ Å, $\beta = 115{,}6°$ und die Raumgruppe ist C_{2h}^{3}—C2/m. Die Inten-

sitäten wurden an einem halbautomatischen Diffraktometer von Supper-Pace-Typus gesammelt. Die Struktur wurde mittels einer generalisierten Patterson-Projektion $P_1(x,z)$ und dreidimensionalen Fourier- und Differenzsynthesen gefunden. Die Verfeinerung ergab einen R-Wert von 8,5%.

Die aus der Strukturbestimmung sich ergebende Formel ist $CuBi_5S_8$. Die Koordination der S-Atome um Bi(1) ist oktaedrisch mit (Bi(1)–S)-Abständen von 2,79 Å (2×) und 2,81 Å (4×). Bi(2) ist von fünf S-Atomen mit den Abständen 2,59 Å, 2,83 Å (2×) und 2,86 Å (2×) umgeben. Drei S-Atome sind an Bi(3) gebunden und bilden eine flache trigonale Pyramide mit Abständen von 2,68 Å und 2,71 Å (2×). Die Cu-Atome sind statistisch verteilt und von S-Atomen in Form eines verzerrten Tetraeders mit Abständen von 2,35 Å (2×) und 2,44 Å (2×) umgeben. Sie bilden Paare mit einem Abstand von 2,55 Å.

4. W. HOPPE (München): *Direkte Methoden der Kristallstrukturbestimmung*

5. J.D. DUNITZ und F.K. WINKLER (Laboratorium für Organische Chemie, ETH Zürich): *Phaseninformation aus schwachen Reflexen bei der Anwendung direkter Methoden*

Symmetrieelemente mit einer Translationskomponente (Schraubenachsen, Gleitspiegelebenen) bewirken, dass für gewisse Reflexklassen Phasenbeziehungen der Art $\alpha(F_{hkl}) = \pi + \alpha(F_{\bar{h}\bar{k}\bar{l}})$ zwischen äquivalenten Reflexen bestehen. Dies ist gleichbedeutend damit, dass im Laufe einer symbolischen Phasenbestimmung Widersprüche auftreten, was bei Raumgruppen wie P1, P$\bar{1}$, P2, P2/m usw. nicht möglich ist. Anders ausgedrückt heisst dies, dass in Raumgruppen mit Translationssymmetrieelementen für eine beliebige Phasenwahl der Symbole negative Strukturinvarianten vorhanden sind.

Die Bestimmung von Translationssymmetrieelementen beruht auf dem Vorkommen systematischer Auslöschungen, und für jeden ausgelöschten Reflex (H) muss gelten:

$$\langle E_{H'} E_{H-H'} \rangle_{H'} = 0$$

Für jeden Beitrag mit der Phase α findet sich ein äquivalenter Beitrag mit der Phase $\alpha+\pi$. Allgemein gilt für schwache Reflexe, dass die Resultierende aller Beiträge $E_{H'}E_{H-H'}$ klein sein muss [1].

Die Struktur von Lithiumpurpurat-Dihydrat (P$\bar{1}$, 22 Nichtwasserstoffatome in der asymmetrischen Einheit) war durch Anwendung der üblichen symbolischen Additionsmethode gelöst worden, nachdem man dem Reflex 020 aus Packungsbetrachtungen ein negatives Vorzeichen gegeben hatte [2]. Es konnte gezeigt werden, dass diese Information auch auf

folgende, einfache Weise aus schwachen Reflexen hätte gewonnen werden können:

a) Nach Definition des Ursprungs und Wahl von einigen Symbolen bestimmt man auf übliche Art die symbolischen Phasen möglichst vieler Reflexe mit hohem E-Wert.
b) Für schwache Reflexe niedriger Ordnung (z.B. $|E_H| \leq 0{,}35$; $\sin\theta/\lambda \leq 0{,}25$) ermittelt man die stärksten Beiträge $E_H \cdot E_{H-H'}$ (z.B. $E_H \cdot E_{H-H'} \geq 4$).

Für das weitere Vorgehen sind nur diejenigen schwachen Reflexe von Bedeutung, welche viele starke Beiträge aufweisen, deren symbolische Phasen aus a) bestimmt werden können. Im günstigsten Fall findet man, dass sich für mehrere schwache Reflexe die stärksten Beiträge in zwei Gruppen von Symbolkombinationen (z.B. $A+C, B$) gliedern, so dass sich daraus die Indikation $A+C=B+\pi$ ergibt.

Obschon dieses einfache Vorgehen aus verschiedenen Gründen bei komplexeren Strukturen nicht ausreicht, um zuverlässige Information zu gewinnen, gilt das allgemeine Prinzip nach wie vor, und die Entwicklung ähnlicher Methoden für grössere und insbesondere nichtzentrosymmetrische Strukturen ist im Gange.

LITERATUR

1. COCHRAN / DOUGLAS: Proc. Roy. Soc. *A 227:* 486 (1957).
2. BÜRGI, H.B. / DJURIĆ, S. / DOBLER, M. / DUNITZ, J.D.: Helv. *55:* 1771 (1972).

6. M. MOREAU et E. PARTHÉ (Genève): *Applications des méthodes directes à la structure de* $SmAu_6$

7. K. YVON et H. BOLLER (Genève): *Structure cristalline de* V_4As_3

8. M. SAUVAGE et E. PARTHÉ (Genève): *Ordre à courte distance des lacunes dans les carbures* VC_{1-x}, NbC_{1-x} et TaC_{1-x}

9. P. FISCHER und D. SCHWARZENBACH (Zürich): *Kristallstruktur und magnetische Struktur von* CuF_2

10. D. SCHWARZENBACH und K. GIRGIS (Zürich): *Elektronendichteverteilungen in Peroxytitankomplexen*

11. F. SANZ (Zürich): *Stereochemistry of some V compounds*

12. M. DOBLER und R.P. PHIZACKERLEY (Zürich): *Die Strukturen von Nonactin und seinen Alkalimetallkomplexen*

13. P. SEILER, M. DOBLER, J.D. DUNITZ und R.P. PHIZACKERLEY (Zürich): *Röntgenstrukturanalysen von 18-Crown-6 und seinen Alkalimetallkomplexen*

14. S.D. DOVER, M. DOBLER und KATARINA LAVES (Zürich): *Crystallographic studies of the biliprotein phycocyanin* C

15. I. UEDA, F. SCARBROUGH, N. YASUOKA and W. NOWACKI (Bern): *The crystal and molecular structure of some metacyclophanes*

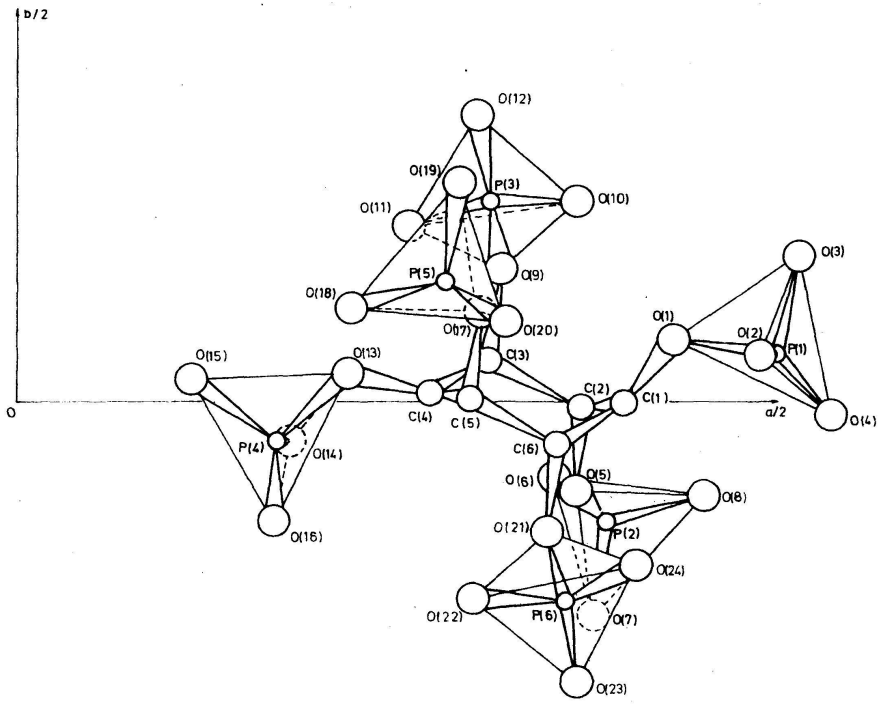
The crystal structure analyses of $[2_3]$, $[2_4]$, $[2_5]$ and $[2_6]$ metacyclophane are proceeding by X-ray diffraction methods. Two modifications were found for the 4,5 and 6 membered compounds and are caused by the solvents of recrystallization. At present, the crystal structure of $[2_4]$ metacyclophane-I has been determined from three-dimensional X-ray diffraction data. The unit cell contains two molecules and the molecule has a center of symmetry. The intensity data were collected by an automated diffractometer and the structure was solved by the symbolic addition method. The final disagreement factor for all reflections is 10.1%. The two cyclophane planes in the asymmetric unit are inclined at 97° to each other. The two CH_2-groups of one linkage pair in the asymmetric unit vibrate anisotropically much more than those of the other chemically equivalent pair. The molecules are in contact with normal van der Waals' distances. – The lattice constants, number of molecules per unit cell, and space groups of the four compounds are:

	a	*b*	*c*	*β*	*Z*	*SG*
$[2_3]$	13.231	13.231	9.138 Å	90°	3	$P3_{1,2}$
$[2_4]$-I	10.180	23.375	5.074	105°31′	2	$P2_1/c$
$[2_4]$-II	16.736	8.968	16.824	98°57′	–	$P2_1/c$ or $P2/c$
$[2_5]$-I	14.816	56.120	10.352	135.27°	8	Cc
$[2_5]$-II	7.81	44.87	8.79	90°	–	–
$[2_6]$-I	34.608	5.334	26.993	124°07′	4	C2/c
$[2_6]$-II	–	6.128	–	–	–	–

16. P. ENGEL und W. NOWACKI (Bern): *Die Kristallstruktur des 38-Hydrates des Natriumsalzes der Phytinsäure*, $C_6H_6(PO_4)_6Na_{12} \cdot 38\,H_2O$

Die Phytinsäure (Hexaphosphorsäureester von Mesoinosit) ist im Pflanzenreich stark verbreitet und kommt auch in den Erythrozyten von Hühnern und andern Vögeln vor. Die Kristallstrukturbestimmung wurde unternommen, um die Gestalt der Molekel abzuklären.

Das Salz kristallisiert in der monoklinen Raumgruppe Cc mit den Gitterkonstanten $a = 23{,}065$, $b = 12{,}120$, $c = 22{,}871$ Å, $\beta = 108°21'$. Die Phasenwinkel wurden mit der Tangensformel bestimmt und dienten zur Berechnung der *E*-Fouriersynthese, welche Teile der Struktur aufzeigte. Die vollständige Struktur wurde durch weitere *F*-Fouriersynthesen bestimmt. Die Verfeinerung mit der Methode der kleinsten Quadrate ergab einen *R*-Wert von 9%.

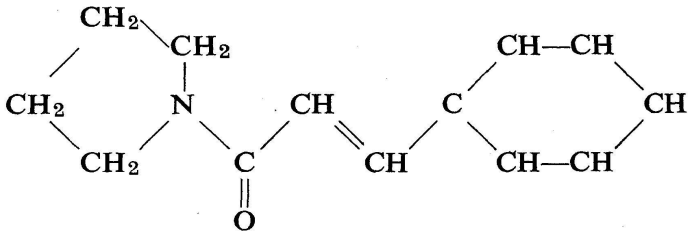


17. P. ENGEL und W. NOWACKI (Bern): *Die Kristallstruktur des Zimtsäurepyrrolidids*, $C_{13}H_{15}ON$

Die Untersuchung der Kristallstruktur des Zimtsäurepyrrolidids wurde unternommen, um die genaue Gestalt der Molekel zu bestimmen.

Zimtsäurepyrrolidid kristallisiert in der orthorhombischen Raumgruppe Pbca mit den Gitterkonstanten $a = 24{,}884$, $b = 7{,}477$, $c = 11{,}747$ Å. Die Vorzeichen der *E*-Werte wurden mit der Σ_2-Formel bestimmt. Die damit berechnete *E*-Fouriersynthese zeigte die vollständige Struktur. Die

Verfeinerung erfolgte mit der Methode der kleinsten Quadrate bis zu einem *R*-Wert von 10%.



18. H. D. FLACK (Genève): *Structure cristalline à haute pression de polytetrafluoro-ethylène* (*PTFE*)

19. W. HAIDINGER (Genf): *Einfluss der Oberflächenstruktur auf das epitaxiale Wachstum von* Ge *und* Si

11. Sektion für Logik und Philosophie der Wissenschaften

Schweizerische Gesellschaft für Logik und Philosophie
der Wissenschaften
Société Suisse de Logique et Philosophie des Sciences

Präsident: Dr François Bonsack, 23, rue Le-Corbusier, 2400 Le Locle
Sekretär: Hans Iklé, Im Rhyner, 8712 Stäfa

Samstag, 14. Oktober

1. J. de Siebenthal (Lausanne): *Le rôle des modèles en mathématique*

Introduction

Au cours de ma carrière de mathématicien enseignant, je me suis vu contraint à une réflexion sur ma science et sur l'insertion de celle-ci dans le reste de la culture. En particulier, la question des relations de la mathématique avec la philosophie s'est posée avec acuité. Je me présente à vous en mathématicien amené à s'exprimer à l'aide d'un appareil conceptuel et terminologique qui n'est pas spécifiquement le sien.

Pour enseigner dans une Ecole polytechnique il faut correspondre aux nécessités pratiques et théoriques des ingénieurs et des physiciens; cela exclut l'enseignement en circuit fermé, car l'ingénieur mal alimenté en mathématiques se donne facilement à lui-même la nourriture qui lui convient.

Cette constatation influence beaucoup la présentation des modèles que j'expose ici.

Par ailleurs, le malaise suscité en France et dans d'autres pays par une réforme scolaire hâtive peut nous inciter à éviter des engagements erronés et un certain illuminisme ensembliste dans nos propres réformes.

La position doctrinale suggérée dans ces lignes me paraît capable, si c'est nécessaire, d'amener nos professeurs ou maîtres de tous niveaux à adopter une attitude équilibrée, qui tient compte des avantages des notations et conceptions récentes, tout en valorisant les notions et objets dont vit le praticien.

L'exposé distingue quatre domaines ou champs de réflexion et d'activité mathématique. Ils sont mutuellement complémentaires, et réagissent les uns sur les autres. Je distinguerai donc:

1. Les essences immédiates
2. Les essences construites
3. La métaphysique axiomatique
4. La métaphysique typographique

Les objets sous 1 et 2 fonctionnent comme modèles pour les systèmes décrits sous 3 et 4.

1. *L'essence matérielle immédiate*

La source de la mathématique, c'est l'humble réalité matérielle; ce sont ces objets, ou situations toutes concrètes, manipulés, contemplés. Là est le fondement véritable, l'origine non point naïve, mais profonde.

Aujourd'hui comme hier, deux mots résument la mathématique: le nombre et l'espace. La source du nombre: ces collections d'objets comptés, ces problèmes pratiques d'énumération, de dénombrement, de mesure, appliqués à des situations où l'espace est en jeu, d'abord de simples problèmes de localisation, de limite, de jonction, de fabrication d'objets, d'ornementation, de construction, d'érection de bâtiments.

Il est facile de voir que cette conception vaut encore aujourd'hui-même. Certes, pendant des millénaires, les Egyptiens ont dénombré, mesuré, construit, trouvé des règles pratiques; les Babyloniens, faisant de même, ont forgé des règles pratiques d'algèbre et de numération. Recueillant cet héritage, les anciens Grecs ont, en quatre siècles, édifié la construction mathématique et logique la plus étonnante, qui culmine dans les Eléments d'Euclide, dans les œuvres d'Archimède et d'Appollonius: *le nombre (réel positif) intimement lié à l'espace*. On peut bien plus observer qu'aujourd'hui les humbles situations concrètes, comme un terreau inépuisable, font encore jaillir de nouvelles sciences; l'exemple le plus marquant est fourni par la naissance et la création de la topologie: ainsi, en trois siècles, d'Euler aux topologues d'aujourd'hui, en passant par les conceptions de Gauss et de Poincaré, on est parti d'objets concrets, manipulés ou pensés, pour aboutir à ces belles constructions axiomatiques de l'homologie, de la cohomologie, de la suite spectrale, etc.

Comment, au plan philosophique, ces situations concrètes engendrent-elles nos grandes constructions? Notons que jamais l'esprit humain ne peut pouvoir prétendre s'émanciper, se soi-disant libérer des situations matérielles concrètes, à moins de succomber au mirage idéaliste, appelé aussi idéosophique, à moins de s'égarer dans les méandres de l'*a priori*, des constructions sans ancrage – j'y reviendrai.

Le nœud, le centre créateur, le voici: c'est *l'essence matérielle concrète*. D'où vient cette idée que je vous avance? Tout simplement des définitions d'Euclide, qui portent bel et bien sur des *essences*.

Qu'est-ce qu'une essence (pour le mathématicien)?

L'essence d'une situation matérielle concrète est le contenu intelligible de cette situation sous le rapport de la quantité (nombre et étendue).

Le point est ce qui n'a pas de partie!

Dans le problème de la localisation, on peut se servir d'objets qui n'ont de mesure dans aucune direction (dimension zéro), dans lesquels on ne peut discerner aucune partie, faute de quoi la localisation n'est pas atteinte.

Le point est donc l'essence de localisation; c'est un objet de pensée, un être de raison, présent à l'état singulier dans cette tache de craie, d'encre ou de graphite, et présent à l'état d'universalité dans l'esprit.

Le point n'est pas un objet matériel, limite d'objets de plus en plus petits; il est présent dans chacun d'eux sous l'état singulier, à l'état d'universalité dans notre esprit.

Une ligne est une longueur sans largeur!

Cette définition est parfaite selon mon point de vue pour situer l'essence de la pure jonction d'un lieu à un autre. Aujourd'hui bien sûr on dit qu'une ligne est l'image d'un intervalle (a,b) de IR par une application continue (différentiable). Ici, Euclide veut saisir le continu connexe unidimensionnel en tant qu'essence présente à l'état singulier dans des fils, dans des rayons lumineux, dans des bords d'objets, etc., et présents à l'état d'universalité dans nos esprits.

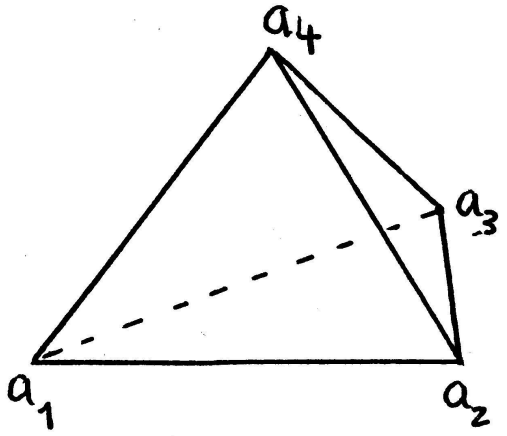
On dit qu'Euclide était platonicien; je me permets d'en douter, par la seule considération de ses définitions.

Un travail analogue peut être ainsi fait sur la plupart des définitions d'Euclide.

Dans le même esprit, les *postulats* sont des constatations d'ordre expérimental, liées aux objets concrets, et par suite aux essences; leur rôle logique est bien entendu primordial. Ils constituent le système de générateurs de centaines voire de milliers de propositions. Les *axiomes* ou notions communes sont moins directement liés aux essences fondamentales comme telles «Le tout est plus grand que la partie».

Aucun problème de consistance, de non-contradiction: les postulats étant vérifiés expérimentalement, au sens local, aucune contradiction ne peut se révéler dans la chaîne des raisonnements.

La lecture d'essences immédiates peut se faire encore à l'aide d'un tétraèdre de sommets a_1, a_2, a_3, a_4.



Le solide $(a_1\ a_2\ a_3\ a_4)$ est limité par des faces

$(a_1\ a_2\ a_3)$, $(a_1\ a_2\ a_4)$, $(a_1\ a_3\ a_4)$, $(a_2\ a_3\ a_4)$

chacune d'elles étant limitée par des arêtes:

$(a_1\ a_2)$, $(a_2\ a_3)$, $(a_1\ a_3)$
$(a_1\ a_2)$, $(a_2\ a_4)$, $(a_1\ a_4)$
$(a_1\ a_3)$, $(a_3\ a_4)$, $(a_1\ a_4)$
$(a_2\ a_3)$, $(a_3\ a_4)$, $(a_2\ a_4)$

Chaque arête est limitée par des sommets

$(a_1)\ (a_2)$, ... , $(a_2)\ (a_4)$

On a: $1+4+6+4$ éléments géométriques. On passe d'un élément de dimension à un élément de dimension inférieure par considération du fait que l'un est un bord ou une extrémité de l'autre. Chaque face fournit par exemple trois arêtes, etc.

Supposant connu un formalisme algébrique de nature vectorielle, on peut «lire» sur le tétraèdre 15 vecteurs qui se regroupent en 4 espaces vectoriels à 1, 4, 6, 4 dimensions:

$$IR(a_1\,a_2\,a_3\,a_4),\ IR(a_1\,a_2\,a_3)\oplus IR(a_1\,a_2\,a_4)\oplus IR(a_1\,a_3\,a_4)\oplus \oplus IR(a_2\,a_3\,a_4),\ \text{etc.}$$

Alors le bord d'un élément s'obtient par une opération δ qui fait passer d'un vecteur à un autre (linéairement)

$$\begin{cases} \delta a_{1234} = a_{123} - a_{124} + a_{134} - a_{234} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \delta a_{123} = a_{12} - a_{13} + a_{23} \\ \delta a_{124} = a_{12} - a_{14} + a_{24} \\ \delta a_{134} = a_{13} - a_{14} + a_{34} \\ \delta a_{234} = a_{23} - a_{24} + a_{34} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \delta a_{12} = a_1 - a_2,\ \delta a_{13} = a_1 - a_{31},\ \delta a_{14} = a_1 - a_4 \\ \delta a_{23} = a_2 - a_3,\ \delta a_{24} = a_2 - a_4\ ,\ \delta a_{34} = a_3 - a_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \delta a_1 = \ldots = \delta a_4 = 0 \end{cases}$$

On constate alors que le bord d'un bord est le vecteur nul, ce qu'on écrit: $\delta\delta = 0$ ou $\delta^2 = 0$.

On dégage ainsi d'une situation concrète une essence constituée d'espaces vectoriels lus sur la figure avec une opération «bord» qui transforme linéairement chaque espace dans le suivant. On a un *germe des théories homologiques. Les théories homotopiques* procèdent de même à partir des phénomènes liés aux boucles et surfaces élastiques, convenablement malaxés par l'intelligence.

L'analyse naît de la même manière: chez les Grecs, la quadratrice ou les coniques employées par Menechme pour la duplication du cube font ressortir le graphe d'une fonction, notion qui conduit à l'explicitation progressive des idées dont nous vivons. De même, quand Archimède calcule l'aire de la première spire de sa courbe $r = (\theta/2\pi)$ à l'aide d'un calcul de limite qui somme des secteurs circulaires, nous repérons dans

sa gangue le diamant combien précieux du calcul intégral moderne.

La circonférence étant divisée en n parties, on a n secteurs «par défaut» et n secteuer «par excès». Les secteurs de rang p ont pour aires respectivement

$$\pi\left(\frac{p-1}{n}\right)^2 \cdot \frac{1}{n} \quad -\left(\frac{p}{n}\right)^2 \frac{1}{n}$$

Les aires par défaut et par excès sont

$$\frac{\pi}{n^3}\left\{1^2+2^2+\ldots+(n-1)^2\right\}\ ,\ \frac{\pi}{n^3}\left\{1^2+2^2+\ldots+n^2\right\}$$

La différence $(\pi/n^3)n^2=\pi/n$ est aussi petite qu'on le désire, pour n convenable. L'aire cherchée est alors

$$\lim_{n\to\infty}\frac{\pi}{n^3}\frac{n(n+1(2n+1)}{6}=\frac{\pi}{3}$$

Il ne s'agit en aucune manière de se confier à quelque «intuition naïve»; il s'agit en fait d'une prospection rigoureuse qui, à même la situation concrète dégage une essence mathématique plus étoffée ou nouvelle. *Un esprit de totale ouverture est requis dans le sens d'une nouveauté qui s'enracine dans l'ancien.*

A ce niveau mathématique, qu'est-ce qu'un *modèle*, et quel peut bien être son rôle? On admettra sans peine que les *modèles* sont ces objets matériels ou dessins concrets dans lesquels repose l'essence mathématique, et à partir desquels cette essence peut être dégagée et fleurir. Quelques-uns de ces objets ont été présentés ci-dessus. Je me souviens avoir vu chez HEINZ HOPF une nappe brodée présentant les premières approximations de cette courbe dite de Peano qui remplit un carré.

On voit sans doute le rôle capital des modèles en mathématique – à notre présent niveau –: un rôle de *fondement germinal*, qui arme l'esprit des idées les plus générales, vécues à même le concret.

J'insiste encore: *le modèle, en un premier sens, c'est l'objet matériel, souvent construit, à partir duquel se dégage l'essence-germe appelée aux plus grands développements, tout en restant soumise aux enchaînements logiques habituels.*

Le formalisme est peu développé; le texte prédomine; le dessin peut éventuellement faciliter l'adhésion. Les plus belles réussites impliquent un texte abondant, expressif, un formalisme algébrique minimal, qui émerge à peine du texte, et quelques dessins. La logique, au sens du Stagirite, est parfaitement adaptée.

A partir des définitions, postulats et notions communes se constituent, par progression logique, tout un corps de propositions, souvent vérifiables matériellement.

Ainsi *beaucoup de modèles mathématiques sont réalisables matériellement*, et sont capables d'illustrer les germes des théories mathématiques.

Remarquons que cette attitude n'est pas du tout platonicienne: c'est celle du réalisme modéré. A ce stade, il serait possible d'introduire la notion *d'ontologie mathématique: dans son activité contemplative et constructrice, le mathématicien discerne en son contexte matériel des essences*, des êtres de raison, antérieurement à tout formalisme, quoique liés à quelque formalisme s'ils doivent être exprimés.

2. *Deuxième niveau*

Les essences matérielles construites, ou le travail sur la matière intelligible

A un stade qui implique la parfaite connaissance de certaines essences concrètes, jointe à des moyens algébriques et algorithmiques suffisants, un certain détachement des situations concrètes peut se produire en ce sens que, dans *l'imaginable matériel*, on peut se mettre à construire, à partir du concret.

Le pas essentiel de l'étape précédente: *dégager pour construire logiquement* étant fait, les essences primitives vont en engendrer d'autres. La construction relativement libre dans la matière intelligible devient possible. On passe d'une réalité immédiate à une réalité médiate, domaine de l'immense majorité des mathématiciens d'aujourd'hui.

Exemple: chez les anciens Grecs, Egyptiens, Babyloniens se précise le domaine des nombres réels positifs, rationnels, irrationnels, qui s'enrichit, par la conquête du zéro, des nombres négatifs, de toutes les propriétés qui font la droite numérique réelle $IR+$, corps commutatif totalement ordonné continu, les propriétés anciennes et nouvelles s'imbriquant inextricablement, l'axiome d'Archimède ou mieux d'Eudoxe se mêlant à la propriété moderne de la borne supérieure d'une partie majorée non vide.

Cet objet, où l'arithmétique des nombres naturels est incluse, ne fait pas problème: une réalité élémentaire où les entiers positifs et négatifs s'alignent potentiellement, où la grille des rationnels s'intercale physiquement et toujours potentiellement, où les irrationnels sont définis par des sections commençantes, ou demi-coupures à gauche dans les rationnels, cet objet donc, sorti plus ou moins directement de l'expérience concrète, ne cause aucun trouble au mathématicien «courant». Par un passage soigné à l'espace, il s'élabore toute une théorie abstraite des espaces IR^n numériques à n dimensions, à l'aide de constructions précises. Bien plus, l'intervalle concret défini par deux nombres de IR, s'amplifie dans les ouverts connexes de IR^n, réunion de pavés ouverts, avec lesquels, par des recollements très suggestifs, on constitue les variétés différentiables réelles; cette théorie est encore en pleine floraison aujourd'hui, sainement enracinée dans nos objets très humbles: la droite, le plan et l'espace du vénérable Euclide. De la notion de fonction définie dans IR on passe à la notion de fonction définie dans un ouvert de IR^n. Les fonctions définies sur une variété constituent aujourd'hui un instrument d'analyse apprécié. On leur fait constituer des espaces fonctionnels, espaces vectoriels, qui

par la structure d'Hilbert ou des espaces normés transcendent l'espace euclidien comme un arbre transcende la graine dont il est sorti.

La topologie de situation de même, sortie du fondement germinal de la géométrie du caoutchouc des lanières et des membranes et de l'analyse de polyèdres associe maintenant à chaque espace un ensemble algébrique complexe de groupes d'homologie, ou de cohomologie, ou d'autres. On ne saurait douter du développement de cette science à partie de situations concrètes contemplées, travaillées, équipées de moyens algébriques de mieux en mieux adaptés.

Des réflexions semblables peuvent être faites à partir du calcul des probabilités.

Ainsi, la plupart des mathématiciens «purs ou appliqués» travaillent dans un monde d'êtres de raisons, construits à partir d'essences directement tirées des situations matérielles concrètes. La sûreté de leur démarche vient de la proximité des objets «palpables». Les êtres existent, construits; ils ne sauraient impliquer contradiction.

Pour s'exprimer, le mathématicien dispose d'un formalisme évolué algébriquement, harmonieusement proportionné au texte courant; quelquefois, il ne dédaigne pas de recourir au dessin. Il se sert de la logique de l'honnête homme, qui est liée à l'être.

On dispose ici d'un monde d'objets construits, ou découverts, qui généralise à un niveau supérieur les modèles du niveau de tout à l'heure. C'est à mon sens le niveau véritablement mathématique, le cœur de l'activité du mathématicien par définition de celui-ci.

3. *Métaphysique mathématique*

Les théories mathématiques du premier et du deuxième niveau, examinées d'un point de vue suffisamment éloigné, révèlent des traits communs, des «structures» parfois identiques, et le dégagement de cette notion constitue l'essentiel du troisième niveau. Les objets précis de tout à l'heure sont remplacés par des objets non précisés «vagues», mais dont chacun peut être l'un quelconque des objets «réels». On a des objets posés devant l'esprit, mais issus de situations concrètes ou construites, et l'on cherche à dégager les lois de l'être mathématique en tant que tel. Les points, droites, plans du vénérable Euclide deviennent ces trois systèmes de choses (vagues) dont la nature cesse d'être connue, soumis à des règles précises: les postulats deviennent des règles de fonctionnement logique, ou axiomes.

Une très saine notion d'ensemble apparaît alors, que certains appellent «naïve», mais qui, proche des intuitions fondamentales, est très facile à saisir. Appartenance, inclusion, réunion, intersection, applications, ... De même, selon les propres termes de J. DIEUDONNÉ, la théorie des catégories constitue la métaphysique de l'algèbre linéaire, et domine à son niveau un grand nombre de théories. La topologie ensembliste se trouve à notre niveau actuel par rapport aux théories relatives aux parties de IR^n.

Les théories du premier et du deuxième niveaux constituent alors autant de *modèles* pour celles du troisième, et assurent leur cohérence.

Un exemple particulièrement étoffé est donné par la structure de groupe: considérant les translations du plan, ou les rotations autour d'un point dans l'espace, ou IR^n muni de l'addition des vecteurs, ou les matrices orthogonales $n \times n$, etc., on dégage la notion de structure de groupe E, où E est un ensemble muni d'une application:

$$E \times E \to E$$
$$(x, y) \to x\,y$$

avec des règles de fonctionnement:

$$x(yz) = (xy)z \;;\; (\exists e)\,(xe = ex = x) \;;\; (\forall x)\,(\exists x')\,(xx' = x'x = e)$$

Il se développe une théorie abstraite, qui s'incarne dans d'innombrables situations concrètes ou construites, dont elle provient, ou qu'elle engendre. La démarche est toujours la même: des êtres mathématiques dont la nature (au sens des deux premiers niveaux) n'est pas précisée, mais qui sont «actionnés» par des règles précises, appelées axiomes, communes par nature à toutes les «incarnations». Le contenu intuitif en ce sens est évacué mais il est directement sous-jacent. De là à dire que seules les relations logiques impliquées par les axiomes forment l'objet des mathématiques, comme le prétendait EINSTEIN, c'est certainement abusif.

Notre métaphysique mathématique est ainsi solidement enracinée dans les objets concrets ou construits. Le caractère quasi expérimental des postulats des deux premiers degrés se transforme en caractère de fonctionnement logique. Le groupe des postulats devient un groupe d'axiomes, qui régit logiquement des théories très diverses, à tritre d'organe moteur, ou générateur. Toutes ces théories ou objets sont autant de *modèles* pour l'édifice basé sur un système d'axiomes donnés. On voit aussi qu'*un modèle n'est rien d'autre qu'une incarnation d'un système d'axiomes dans une sorte de réalité concrète ou construite*, et que, par construction même, les systèmes envisagés sont consistants. En ce sens, notre époque moderne a perfectionné l'œuvre des Grecs: l'édifice géométrique, basé sur les définitions et postulats énoncés par Euclide, s'est prolongé en un complexe très riche basé sur des systèmes d'axiomes multivalents, liés aux objets des deux premiers niveaux de la manière même dont les solides de la géométrie élémentaire liés aux postulats d'Euclide.

Peut-on s'émanciper de ce cadre? Question difficile, dont la réponse semble être négative. Je me permets d'affirmer même que la réponse est franchement négative, si l'on veut rester dans le domaine de la mathématique prise dans son ordre d'intelligibilité.

Peut-on concevoir des êtres mathématiques qui ne soient pas enracinés dans quelque configuration matérielle concrète. Je n'en connais aucun; mais mes connaissances sont limitées... Les constructions de CANTOR et de beaucoup d'autres vont, je crois, dans le sens évoqué, en évitant toute incarnation. Diverses attitudes philosophiques guident les démarches.

Posant *in abstracto* des objets de pensée mathématiques, on peut les situer, soit dans le monde des idées platoniciennes, d'où la démarche de la découverte, soit encore dans la liberté de l'esprit humain au sens du conceptualisme kantien. Mais ces hypothèses se heurtent à de sérieux obstacles. Comment ériger en somme une théorie axiomatique sans modèle au sens précédent? La consistance devient très mal assurée et les antinomies difficiles à éviter. Reste une sorte de nominalisme: l'être mathématique se pose sur les signes typographiques utilisés, assemblés suivant certaines règles. Le mathématicien opère ici de la façon suivante:

- il pense des êtres mathématiques (vagues) en l'avouant ou non
- il guide son esprit par une typographie linéaire enrobée dans un texte
- il voit les êtres mathématiques concentrés dans les signes représentatifs
- le travail logique consiste à manipuler ces signes: c'est de la logistique

La théorie RUSSELL-WHITEHEAD est un exemple d'articulation de symboles typographiques qui prétend transcender la logique fondée sur les essences; elle est très utile pour affiner le discours mathématique en tant que discours, mais ne remplace pas les données des deux premiers niveaux.

On peut bien, par ailleurs, poser les axiomes d'une théorie ensembliste: ZERMELO-FRÄNKEL, par exemple, en posant en même temps l'acte de foi qui consiste à croire que le système issu des prémisses ne comporte aucune contradiction. Cette certitude ne vient que de l'expérience et ne saurait provenir d'une démonstration.

Poursuivant la recherche dans le même sens, on débouche alors sur

4. *Le formalisme intégral*

C'est ici le moment du formalisme intégral, où le discours typographique, disent certains, devient la seule réalité. Pour une droite, par exemple, plus de sens «intuitif», cette béquille pour «sous-développés, infirmes à mentalité prélogique». Les caractères d'imprimerie suivants expriment toute la réalité, dit-on:

$$[\exists (a,b,c) \in IR^3 - \{0,0,0\}]\ \{(x,y) \in IR^2 \mid a\,x + b\,y + c = 0\}$$

N. BOURBAKI, dans son livre de théorie des ensembles, pose très bien les bases formalistes de la mathématique, qui devient dans cette conception une manipulation typographique linéaire particulière:

Une théorie mathématique est un ensemble de signes: les signes logiques $\square$, τ, ν, $\urcorner$, les lettres, et les signes spécifiques ($=, \in, ,\ldots$). Un *assemblage* est une succession de signes

$$\tau\,\nu\,\urcorner \in \square\, A' \in \square\, A''$$

par exemple. On a des règles qui disent que certains assemblages sont des termes, ou des relations, ou des théorèmes. Un ensemble est un assemblage, et non plus une collection d'objets. Partant d'une théorie purement typographique, on retrouve le discours axiomatique, au prix de conces-

sions faites à l'intuition. On sait par ailleurs que le texte formalisé ne peut être effectivement écrit; on se contente à chaque stade de savoir qu'il pourrait l'être éventuellement.

Ces manipulations formalistes présentent certainement un très grand intérêt, car elles fournissent un discours mathématique pur et affiné. Une culture mathématique véritable devrait impliquer la connaissance des notions principales en cette matière, dont l'informatique, par exemple, ne saurait se passer.

Ainsi, nous obtenons une notation, expression écrite de la mathématique, une longue ligne flexible codée, capable de se prolonger indéfiniment.

Selon N. BOURBAKI, le travail axiomatique n'est plus que l'art de rédiger des textes dont la formalisation est facile à concevoir. La signification des assemblages importe peu; la seule chose qui compte, c'est l'observation correcte du code de formation.

12. Sektion für Mathematik

Schweizerische Mathematische Gesellschaft
Société Mathématique Suisse

Präsident: Prof. Dr. ERNST SPECKER, Mathematisches Seminar der ETH, Leonhardstrasse 33, 8006 Zürich
Sekretär: Prof. Dr. HEINRICH KLEISLI, Mathematisches Institut der Universität, 1700 Freiburg

Samstag, 14. Oktober

1. R. CICUREL: *Actions algébriques avec orbites ouvertes*

2. J. DUPERTUIS: *L'homomorphisme de suspension pour les sphères*

3. SOPHIE PICCARD (Neuchâtel): *Quelques résultats de la théorie des groupes*

Nous avons étudié la structure du groupe multiplicatif abstrait $^*G$ engendré par le couple d'éléments t, t' liés par l'ensemble exhaustif des deux relations caractéristiques (1) $t'^2t = tt'^2$ et (2) $tt'^{-1} = t't^{-1}$. On déduit sans peine des relations (1) et (2) la relation (3) $(tt')^2 = (t't)^2$ et il ressort des trois relations (1)–(3) que le groupe $^*G$ se compose des éléments (tous distincts) $t^k t'^1$, $k, 1 \in Z$. On peut répartir les éléments de $^*G$ en deux classes d'équivalnece, l'une C_0 formée de tous les éléments de $^*G$ dits pairs de la forme $t^u t'^{2v}$, l'autre C_1 formée de tous les éléments de $^*G$ dits impairs de la forme $t^u t'^{2v+1}$, $u, v \in Z$. Le produit de deux éléments de même classe est un élément pair de $^*G$, alors que le produit de deux éléments de classe différente est un élément impair de $^*G$. Deux éléments pairs de $^*G$ sont commutables et l'ensemble des éléments de classe C_0 de $^*G$ est un sous-groupe invariant et maximal d'index 2 de $^*G$. Ce sous-groupe noté $^*G_1$ est abélien libre de rang 2. Il est engendré entre autres par les deux éléments t et t'^2 qui forment un couple de générateurs libres de $^*G_1$. $^*G$ possède deux autres sous-groupes invariants et maximaux d'index 2, non abéliens et non libres. Ce sont d'une part le sous-groupe $^*G_2$ formé de tous les éléments pairs de $^*G$ de la forme $t^{2u}t'^{2v}$ et de tous les éléments impairs de la forme $t^{2u'+1}t'^{2v'+1}$, $u, v, u', v' \in Z$. Ce sous-groupe non

cyclique est fondamental de rang 3, il ne possède aucun couple d'éléments générateurs mais il possède une infinité dénombrable de triplets de générateurs, parmi lesquels le triplet t^2, t'^2 et tt'. Le troisième sous-groupe invariant et maximal d'index 2 de $*G$ est l'ensemble $*G_3$ de tous les éléments pairs de $*G$ de la forme $t^{2u}t'^{2v}$ et de tous les éléments impairs de la forme $t^{2u'}t'^{2v'+1}$, $u, v, u', v' \in Z$. Ce sous-groupe est fondamental de rang 2. Parmi les couples de générateurs de $*G_3$ signalons les couples de la forme $t_1 = t^{\pm 2}t'^{\pm 2}$, $t_2 = t^{2u'}t'^{2v'+1}$, couples qui sont liés par la seule relation caractéristique

$$t_1 t_2 = t_2 t_1^{-1}$$

ce qui montre que le sous-groupe $*G_3$ de $*G$ est isomorphe au groupe abstrait G auquel est consacré le fasc. 6, Série I, des Publ. du Sém. de Géom. de l'Université de Neuchâtel. Pour que deux éléments $t^* = t^u t'^{2v}$ et $t^{**} = t^{u'}t'^{2v'}$, $u, v, u', v' \in Z$, constituent une base du groupe $*G_1$ il faut et il suffit que

$$\begin{vmatrix} u & u' \\ v & v' \end{vmatrix} = \pm 1$$

Tout élément pair $\neq 1$ de $*G$ est d'ordre infini. Un élément impair de $*G$ est soit d'ordre infini, soit du second ordre. Pour qu'un élément impair t_2 de $*G$ soit du second ordre, il faut et il suffit qu'il soit de la forme $t_2 = t^{2u+1}t'^{-2u-1}$, $u \in Z$. Des relations caractéristiques (1) et (2) reliant les deux générateurs t et t' de $*G$ on déduit les relations (4) $t'^{2v}t^u = t^u t'^{2v}$, $u, v \in Z$, (5) $tt' = t'^3 t^{-1}$, (6) $t't^n = t^{-n}t'^{1+2n}$ quel que soit $n \in Z$. Tout élément pair $t_1 = t^u t'^{2v}$ de $*G$ est lié à tout élément impair d'ordre infini $t_2 = t^{u'}t'^{2v'+1}$ de $*G$ par les relations

$$t_2^2 t_1 = t_1 t_2^2 \ , \ (t_1 t_2)^2 = (t_2 t_1)^2 \ ,$$
$$t_2 t_1^{(u'+2v'+1)/d} = t_1^{-(u'+2v'+1)/d} t_2^{2(u+2v)/d+1}$$

où d désigne le p.g.c.d. de $u+2v$ et de $u'+2v'+1$. Si $u'+2v'+1 = +1$ ou -1, la relation $(t_1t_2)^2 = (t_2t_1)^2$ est une conséquence des deux autres. Un élément pair $t_1 = t^u t'^{2v}$ de $*G$ est lié à un élément impair du second ordre $t_2 = t^{2u'+1}t'^{-2u'-1}$ par les relations $(t_1t_2)^2 = (t_2t_1)^2$ et $t_2^2 = 1$. Deux éléments impairs d'ordre infini chacun $t_1 = t^u t'^{2v+1}$, $t_2 = t^{u'}t'^{2v'+1}$, $u+2v+1 \neq 0$, $u'+2v'+1 \neq 0$, sont liés par les relations caractéristiques

$$t_1^2 t_2 = t_2 t_1^2 \ , \ t_2^2 t_1 = t_1 t_2^2 \ , \ t_1^{2(u'+2v'+1)/d} = t_2^{2(u+2v+1)/d}$$

où d désigne le p.g.c.d. des nombres $u+2v+1$ et $u'+2v'+1$.

Deux éléments impairs de $*G$:

$$t_1 = t^u t'^{2v+1} (u+2v+1 \neq 0), \ t_2 = t^{2u'+1}t'^{-2u'-1}$$

dont un et un seul est du second ordre, sont liés par les relations caractéristiques

$$t_1^2 t_2 = t_2 t_1^2 \text{ et } t_2^2 = 1$$

Toute base du groupe $*G$ contient au moins un élément impair qui peut être d'ordre infini ou du second ordre, mais les deux éléments d'une base ne sauraient être impairs du second ordre. L'ensemble des bases du groupe $*G$ est dénombrable. Nous appelons chaîne normale de sous-groupes d'un groupe dénombrable G toute suite dénombrable G_0, G_1, G_2,... de sous-groupes de G, tels que $G_0 = G$ et que G_i est un sous-groupe invariant et maximal propre de G_{i-1}, $i = 1, 2,...$ Le groupe $*G$ possède un ensemble de la puissance du continu de chaînes normales de sous-groupes dont le second élément est l'un quelconque des trois sous-groupes $*G_j$, $j = 1, 2, 3$. L'ensemble des automorphismes intérieurs de $*G$ est dénombrable et il en est de même de l'ensemble de ses automorphismes extérieurs. Une méthode efficace pour rechercher les automorphismes d'un groupe multiplicatif fondamental de rang fini consiste à ordonner des différentes façons possibles les éléments de chaque base de G et de former ainsi ce qu'on appelle des bases ordonnées de G, puis de répartir les bases ordonnées en classes d'équivalence, deux bases ordonnées faisant partie d'une même classe si l'on peut appliquer l'une de ces bases sur l'autre de façon que toute relation entre les éléments de la première base se transforme en une relation entre les éléments de la seconde base quand on y remplace tout élément de la première base par son homologue de la seconde et vice versa on passe de façon analogue de toute relation entre les éléments de la seconde base à une relation entre les éléments correspondants de la première base. Pour déterminer tous les automorphismes du groupe G, il suffit de connaître une classe d'équivalence de bases ordonnées de G. On part d'un représentant fixe d'ailleurs quelconque de cette classe. Tout automorphisme de G transforme la base fixe envisagée en une base de même classe, deux automorphismes distincts font passer de la base fixe considérée à deux bases distinctes de la même classe et il existe un automorphisme de G qui fait passer de la base fixe envisagée à toute autre base ordonnée de la même classe. En transformant la base fixe par tous les éléments de G on détermine tous les automorphismes intérieurs de G et on peut affirmer que le groupe G possède des automorphismes extérieurs si l'ensemble des transformées de la base fixe par les éléments de G n'épuise pas la classe d'équivalence dont fait partie la base fixe envisagée. C'est par cette méthode que nous avons trouvé tous les automorphismes du groupe $*G$. Le centre de $*G$ est le groupe cyclique engendré par l'élément t'^2 et le sous-groupe commutateur $*G'$ de $*G$ est le groupe cyclique engendré par l'élément $t^2 t'^{-2}$. Le groupe $*G$ est quasi libre modulo 2. Le groupe saturé des transformations périodiques de période 2 des entiers rationnels qui a fait l'objet d'études dans les fasc. 5 et 7 des Publ. du Sém. de Géom. de l'Université de Neuchâtel est isomorphe à $*G$ et en constitue une réalisation intéressante.

4. R. Bieri: *Gruppen mit Poincaré-Dualität*

5. R. STREBEL: *Über die Homologie von Gruppen mit spezieller Präsentierung*

6. E. BOLTHAUSEN: *Über die Gruppe der einfachen Isomorphietypen*

7. W. BAUR: *Rekursive algebraische Strukturen*

8. W. DEUBER: *Eine Verallgemeinerung des Satzes von Ramsey auf reguläre Bäume*

9. U. KIRCHGRABER: *Einführung in die Methoden der analytischen Störungstheorie von gewöhnlichen Differentialgleichungen*

10. N. SIGRIST: *Anwendung der störungstheoretischen Methoden auf die Bewegung eines künstlichen Erdsatelliten*

11. C. BANDLE: *Mittelwertsätze für Funktionen, die einer gewissen Differentialgleichung genügen*

12. R. SPERB: *Untere Schranken für die tiefste Eigenfrequenz in gewissen Problemen, die einen Parameter enthalten*

13. CH. BLANC: *Sur certains problèmes d'analyse non linéaire*

14. M.-TH. JOBIN: *Quelques propriétés de moyennes de fonctions à Laplacien constant*

15. J. HERSCH: *Problèmes auxiliaires anisotropes pour des membranes vibrantes*

16. G. PHILIPPIN: *Problèmes auxiliaires anisotropes pour les valeurs propres et plaques*

13. Sektion für Mineralogie und Petrographie

Schweizerische Mineralogische und Petrographische Gesellschaft
Société Suisse de Minéralogie et de Pétrographie

Präsident: Prof. Dr. A. STRECKEISEN, Manuelstrasse 78, 3006 Bern
Sekretär: Dr. H.A. STALDER, Naturhistorisches Museum, Bernstrasse 15, 3005 Bern

Wissenschaftliche Sitzung
Séance scientifique

1. R. WETZEL (Basel): *Chlorite aus der Monte-Rosa-Decke*

2. K. BÄCHTIGER, G. RÜDLINGER und W. CABALZAR (Zürich): *Scheelit in Quarz- und Fluorit-Gängen am Calanda*

3. F. LAVES (Zürich): *Submikroskopische «Entmischungs»-Texturen und Entmischungstendenzen in Feldspäten, speziell in Plagioklasen*

4. L. WEBER (Zürich): *Untersuchungsmöglichkeiten von Entmischungstexturen mit dem Photoemissions-Elektronenmikroskop und dem Sekundärionen-Mikroanalysator*

5. M. SATIR (Bern): *Erste Altersresultate aus dem Gebiet des Tauern-Westendes*

6. J.W. PURDY und E. JÄGER (Bern): K-Ar-*Altersbestimmungen an gesteinsbildenden Glimmerpaaren der Schweizer Alpen*

7. A. ARNOLD (Bern): Rb-Sr-*Untersuchungen an einigen alpinen Zerrklüften des Lukmaniergebietes*

8. J.W. PURDY und H.A. STALDER (Bern): K-Ar-*Altersbestimmungen an Zerrkluftmineralien der Schweizer Alpen*

9. H. SCHWANDER und W. STERN (Basel): *Alkalifeldspäte des Mt. Kibo (Tanzania). 1. Röntgen-Mikrosondenuntersuchungen an Feldspäten des Mt. Kibo und ihren Einschlüssen. 2. Röntgenfluoreszenz-Untersuchungen an Anorthoklasen aus Rhombenporphyren des Mt. Kibo*

10. M. KRISTMANN (Basel): *Zur Wasserbestimmung von Silikaten*

11. B. KÜBLER (Neuchâtel): *The occurrence of corrensite and related minerals*

12. E. WENK (Basel): *Wie genau kann der Mensch fedoroffieren?*

13. A. STRECKEISEN (Bern): *Zur Systematik der Plutonite*

14. B. AYRANCI und M. WEIBEL (Zürich): *Zur Geochemie der rhyolithischen Gesteine des Erciyes-Vulkans (Zentralanatolien, Türkei)*

15. R. TRÜMPY (Zürich): *L'évolution de l'orogénèse alpine à la lumière de la stratigraphie et de la tectonique*

16. E. JÄGER (Bern): *Die Entwicklung der alpinen Orogenese im Lichte der radiometrischen Altersbestimmung*

17. A. GANSSER (Zürich): *Die Zeit und Kinematik in den Anden, im Himalaja und in den Alpen – ein Vergleich*

18. T. PETERS, H. SCHWANDER, V. TROMMSDORFF (Zürich): *Mangansilikate der alpinen Metamorphose II, Paragenesen und Stabilität von Tephroit im Bernina-Gebiet*

19. V. TROMMSDORFF (Zürich): *Ableitung eines T–X-Diagrammes aus Paragenesen kieseliger Dolomitgesteine der Zentralalpen*

20. T. LABHART (Bern) und L. RYBACH (Zürich): *Der Vallorcine-Granit und seine radiometrischen Anomalien*

14. Sektion für Paläontologie

Schweizerische Paläontologische Gesellschaft,
Société Paléontologique Suisse

Präsident: Prof. Dr. L. HOTTINGER, Geologisch-Paläontologisches Institut,
Bernoullistrasse 32, 4054 Basel
Sekretär: Dr. H. SCHAEFER, Naturhistorisches Museum,
Augustinergasse 2, 4000 Basel

Sitzungen gemeinsam mit der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft

15. Sektion für Pflanzenphysiologie

Schweizerische Pflanzenphysiologische Gesellschaft
Société Suisse de Physiologie végétale

Präsident: Prof. Dr. K. ERISMANN, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern
Sekretär: Dr. ROLAND BRÄNDLE, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern

Sitzungen gemeinsam mit der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft

16. Sektion für Physik

Schweizerische physikalische Gesellschaft
Société Suisse de Physique

Président: Prof. E. HEER, Université de Genève, 1211 Genève 4
Secrétaire: Prof. M. GUENIN, Dépt. de Physique théorique, 32, boulevard d'Yvoy, 1211 Genève 4

Les textes sont publiés dans: «Helvetica Physica Acta» et «Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik»

Physique de la matière condensée

1. W. BÜHRER (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung, Würenlingen) und M. GODET (Département de physique de la matière condensée, Université de Genève): *Magnonen-Dispersion in* $TbAl_2$

2. P. RÜEGSEGGER, A.B. DENISON und W. KÜNDIG (Physik-Institut, Universität Zürich): *Der Debye-Waller-Faktor in magnetischen Schichtkristallen*

3. P. ROGGWILLER und W. KÜNDIG (Physik-Institut, Universität Zürich): *Mössbauer-Spektroskopie an superparamagnetischem* Fe_3O_4

4. G. BUSCH, K. SATTLER, H.C. SIEGMANN (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich): *Eine paramagnetische Schicht an der Oberfläche eines Heisenberg-Ferromagneten*

5. G. BUSCH, P. COTTI, E. KALDIS und P. MUNZ: *Photoemission aus dotiertem* EuO

6. D. BRINKMANN und R. BRUGGER (Physik-Institut, Universität Zürich): *Magnetische Kernresonanz von* ^1H *und* ^{195}Pt *im quasi-eindimensionalen Leiter* $K_2Pt(CN)_4Br_{0,3}(H_2O)_n$

7. B. GÄCHTER und H. BLUM (ETH Zürich): H^+ *im Saphirgitter*

8. M. POSTERNAK et S. STEINEMANN (Institut de physique expérimentale de l'Université de Lausanne): *Structure de bande d'un réseau CFC sous cisaillements*

9. C. WEINMANN et S. STEINEMANN (Institut de physique expérimentale de l'Université de Lausanne): *Propriétés élastiques sous pression de quelques métaux de transition de la cinquième période*

10. J. BUTTET (Département de physique de la matière condensée, Université de Genève): *Résonance acoustique nucléaire par couplage électrique quadrupolaire dans l'aluminium*

11. J.-M. SUTER, P. LAENG et L. RINDERER (Institut de physique expérimentale de l'Université de Lausanne): *Conductivité thermique et structure de l'état intermédiaire des supraconducteurs du type I*

12. P. LAENG et L. RINDERER (Institut de physique expérimentale de l'Université de Lausanne): *Dynamique de l'état intermédiaire en présence d'un courant de chaleur*

13. E. MEYER und L. RINDERER (Institut de physique expérimentale de l'Université de Lausanne): *Kapillar- und Pinch-Instabilität stromverflüssigter Metalldrähte*

14. A. NOUAILHAT, R. PERRENOUD, M. AEGERTER, J. ROSSEL (Institut de physique, Neuchâtel): *Effet de champ électrique sur la luminescence de KI doté en ions divalents*

15. J. FÜNFSCHILLING und I. ZSCHOKKE-GRÄNACHER (Institut für Angewandte Physik der Universität Basel): *Wechselwirkung von Triplett-Excitonen in dotierten Anthracen-Kristallen*

16. A. MERCIER et J.P. VOITCHOVSKY (Laboratoire de physique appliquée, EPF Lausanne): *Photoluminescence du* GaSe *à* 4,2 °K

17. J. WULLSCHLEGER (Ciba-Geigy Photochemie Ltd., Freiburg), S. STRÄSSLER, W. R. SCHNEIDER (Brown Boveri Research Center, Baden): *Urbach-Regel in polaren Halbleitern*

18. P. WACHTER (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): *Schwellen- und Gedächtnisschalter in hoch dotierten, «amorphen» ferromagnetischen Halbleitern*

19. A. ZUMSTEG, M. ZIEGLER, M. BÖSCH, W. KÄNZIG (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *Spezifische Wärme von* KO_2*-Kristallen bei tiefen Temperaturen*

20. M. BÖSCH, W. KÄNZIG (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich) und E. F. STEIGMEIER (Laboratories RCA, Zürich): *Molekül- und Kristallschwingungen im Natriumhyperoxid*

21. R. HOFMANN und H. AREND (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *Phasenumwandlungen im* $LiIO_3$

22. O. MERCIER, A. ISORÉ, W. BENOIT (Laboratoire de génie atomique, EPF Lausanne): *Etude par le frottement intérieur et l'anomalie de module de pics de relaxation dans l'or écroui à basse température*

23. K. AKUNE, A. ISORÉ, O. MERCIER, W. BENOIT (Laboratoire de génie atomique, EPF Lausanne): *Etude, par ultrasons, de la restauration des dislocations dans des métaux CFC très faiblement écrouis*

24. W. BENOIT et A. ISORÉ (Laboratoire de génie atomique, EPF Lausanne): *Détermination du frottement intérieur local lors de la recristallisation de l'argent écroui*

25. A. ISORÉ, W. BENOIT et O. MERCIER (Laboratoire de génie atomique, EPF Lausanne): *Processus de germination lors de la recristallisation de l'argent écroui*

26. P.-A. SCHNEGG, M. AEGERTER, C. JACCARD (Institut de physique, Université de Neuchâtel): *Détection optique de l'endor de paires de centres* F *dans* KCl

27. A. FURRER, W. BÜHRER and H. HEER (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung, Würenlingen) and H.-G. PURWINS and E. WALKER (Département de physique de la matière condensée, Université de Genève): *Crystalline electric field levels in* $Tm_{.25}Y_{.75}Al_2$

28. H. HEER (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung, Würenlingen) und J. KJEMS (A.E.C. Research Establishment Risø, Roskilde, Denmark): *Crystal field splitting in the cerium monochalcogenides*

29. G. BRÄNDLI, S.R. DERBENWICK und A.J. SIEVERS (Laboratories of Atomic and Solid State Physics, Cornell University, Ithaca, N.Y. 14850): *Resonanzähnlicher Buckel im Ferninfrarot-Oberflächenwiderstand von* Cu:Fe

30. R.S. SORBELLO (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *Anisotropic relaxation-times for electron-impurity scattering on the Fermi surface of aluminum*

31. R. GRIESSEN and R.S. SORBELLO (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *The stress dependence of the Fermi surface of aluminum and indium*

32. G. BUSCH, H.-J. GÜNTHERODT, W. HALLER und P. WYSSMANN (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *Lorenzzahl und thermische Leitfähigkeit von flüssigem* Hg *und* Hg-In

33. G. BUSCH, P. COTTI, H.-J. GÜNTHERODT, P. MUNZ und P. OELHAFEN: *Photoemission aus festem und flüssigem Quecksilber*

Physique théorique

1. A. HINTERMANN and D. MERLINI (Laboratoire de physique théorique, EPF Lausanne): *Exact solution of a two-dimensional ising model with pure 3-spin interactions*

2. T. SCHNEIDER, E. STOLL and K. BINDER (IBM Zurich Research Laboratory, Rüschlikon): *Critical slowing-down in the kinetic ising model; evidence for the failure of the dynamical scaling hypothesis*

3. K. BINDER (IBM Zurich Research Laboratory, Rüschlikon): *Monte-Carlo calculation of the scaling equation of state for the classical Heisenberg ferromagnet*

4. P.F. MEIER (IBM Research Laboratory, Zurich) and H. BECK (Institute for Theoretical Physics, University of Zurich): *Hydrodynamical description of structural phase transitions*

5. C. LIÈVRE et F. ROTHEN (Institut de physique expérimentale, Université de Lausanne): *Stabilité du mouvement d'une frontière interphase entre domaines normal et supraconducteur*

6. P.B. SCHEURER (Département de physique théorique, Université de Genève): *Equivalence de l'action et de l'entropie IV: Cohomologie et interdépendance des constantes universelles*

7. J. BERNASCONI (Brown Boveri Research Center, Baden): *Electrical conductivity in disordered systems*

8. E. STOLL and T. SCHNEIDER (IBM Zurich Research Laboratory, Rüschlikon): *Kronig-Penney-type calculations for electron tunneling through thin disordered dielectric films*

9. M. GUENIN and J.P. ECKMANN (Department of Theoretical Physics, University of Geneva): *Exactly soluble microscopic models for the Josephson effect*

10. PH. CHOQUARD and R. SARI (Laboratoire de physique théorique, EPF Lausanne): *Short-range order in ionic fluids*

11. W. SCHNEIDER und S. STRÄSSLER (Brown Boveri Research Center, Baden): *Theorie der gerichteten Erstarrung*

Post deadline papers

1. I. CH. SCHLÜTER and M. SCHLÜTER (Laboratoire de physique appliquée, EPF Lausanne): *Electronic structure of* SnS_2 *and* $SnSe_2$

2. I. CH. SCHLÜTER and M. SCHLÜTER (Laboratoire de physique appliquée, EPF Lausanne): *Electronic structure of* PbI_2

3. W. VON WARTBURG (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung, Würenlingen): *Bestimmung der magnetischen Struktur von* Ni-I-*Boracit*

4. P. BRÜESCH (BBC-Forschungszentrum, Dättwil) und J. WULLSCHLEGER (Ciba-Geigy Photochemie AG, Freiburg): *Optische Untersuchungen der Halbleiter-«Metall»-Übergänge von* Ag_2S *und* Ag_2Se *im Infrarot*

5. E. SCHUMACHER, R. STEIGER, J. WULLSCHLEGER (Ciba-Geigy Photochemie AG, Freiburg): *Spektrale Sensibilisierung der Photoleitung in Halbleitern*

6. P. THOMANN, E. GENEUX et P. CORNAZ (Laboratoire d'optique physique, EPF Lausanne): *Résonances de cohérence en référentiel tournant sur le niveau fondamental du rubidium 85*

Physique générale et appliquée

1. P.E. ZINSLI (Institut für angewandte Physik, Universität Bern): *Untersuchungen zur Reaktionskinetik des angeregten Zustandes von zwei Cumarin-Farbstoffen*

2. H.J. SCHÖTZAU, F. KNEUBÜHL (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich) und S. VEPŘEK (Anorganisch-chemisches Institut der Universität Zürich): *Über die Bildung laseraktiver Moleküle in einem kontinuierlichen HCN-Laser*

3. S. VEPŘEK, H.R. OSWALD (Anorganisch-chemisches Institut der Universität Zürich) und W. PEIER (Institut für Theoretische Physik der Universität Zürich): *Stationäre Zusammensetzung eines nichtisothermen Plasmas in chemisch reagierenden Medien*

4. M. SIEGRIST, B. ADAM, F. KNEUBÜHL (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *Impulsverzögerungen in* TEA-CO_2-*Lasern*

5. K. MÜLLER, P. STETTLER, H.P. BALTES, F. KNEUBÜHL (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *Ein Lamellargitter-Interferometer für Transmissions-, Reflexions- und Emissionsmessungen im Spektralbereich 10–1000* cm^{-1}

6. K. MÜLLER, F. KNEUBÜHL (Laboratorium für Festkörperphysik der ETH, Zürich): *Vibrationsrelaxationsfunktionen von* $Cr(CO)_6$, $Mo(CO)_6$ *und* $W(CO)_6$

7. M.R.E. BICHARA, G. ARFARAS et P. VAN BERCHEM (Département de physique nucléaire et corpusculaire, Université de Genève): *Coupleur directionnel variable pour micro-ondes*

8. G.J. BÉNÉ (Département de physique de la matière condensée, Université de Genève): *Echos de spins en régime permanent*

9. A. JOVANOVIC: *Ein neuer Interferometer und seine Anwendungen*

10. R.W. BRUSA und C. FRÖHLICH (Abteilung Weltstrahlungszentrum, Observatorium, Davos): *Entwicklung eines neuen Absolutradiometers*

11. W. STEFFEN: *Schnelle Modulation von Halbleiterlichtquellen*

12. H. R. ZELLER und D. KUSE (Brown-Boveri-Forschungszentrum, Baden): *Dünner elektrisch isolierender Film mit hohem Emissionsvermögen im Infrarot*

13. J. L. OLSEN (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): *Optische Beobachtung von stehenden Wellen zweiten Schalles in Helium II*

14. P. GÜNZBURGER: *Reziprozitätsgesetz für Zinkoxyd-Harz-Schichten*

15. U. ZIMMERMANN und W. BAUMGARTNER (Abteilung für industrielle Forschung des Institutes für technische Physik an der ETH, Zürich): *Zur elektrischen Leitung in reduziertem Bleiglas*

16. B. BALMER, P. KAUFMANN und W. BAUMGARTNER (Abteilung für industrielle Forschung des Institutes für technische Physik an der ETH, Zürich): *Zur Photoleitung von zonengereinigtem Antimonselenid*

17. M. DARWISH (Département dév. circuits intégrés, CEH, Neuchâtel): *Mesure des concentrations et mobilité des porteurs dans le* Si

18. F. LEUENBERGER (Centre électronique horloger S.A., Neuchâtel): *Einfluss des Elektrodenmetalls auf durch γ-Strahlen erzeugte Defekte in MOS-Strukturen*

19. A. FAIST, E. GENEUX, P. MEYSTRE (Laboratoire d'optique physique, EPF Lausanne) et A. QUATTROPANI (Laboratoire de physique théorique, EPF Lausanne): *Rayonnement cohérent en interaction avec un système à 2 niveaux: évolution des observables*

20. A. FAIST, E. GENEUX, P. MEYSTRE (Laboratoire d'optique physique, EPF Lausanne) et A. QUATTROPANI (Laboratoire de physique théorique, EPF Lausanne): *Spectre d'énergie d'un atome à 2 niveaux en interaction avec un champ électromagnétique polarisé linéairement*

21. A. S. TAI (Laboratoire de génie atomique, EPF Lausanne): *Expérience de neutrons pulsés dans un réacteur à deux zones*

22. E. BECK und H. KAUFMANN: *Die mechanische Kopplung im monolithischen Filter*

23. H. KAMMER und P. KESSELRING (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): *Phasenrichtige Homodyngleichrichtung im Frequenzbereich von 100 MHz bis 500 MHz*

24. J.W. GOODMAN (Department of Electrical Engineering, Stanford University, Stanford, California 94305, USA) and H.B. STRÜBIN (Ciba-Geigy Photochemie Ltd., Freiburg): *Increasing the dynamic range of coherent optical filters by means of modulating gratings*

25. W. RÜEGG und L. DECREY (Laboratorium für Hochenergiephysik, ETH Zürich) und W. HELFENSTEIN (Lehrstuhl für Automatik, ETH Zürich): *Messungen ultrakleiner Schwingungen mit Hilfe des Mössbauereffektes*

26. O. OEHLER, D.A. SMITH und K. DRESSLER (Laboratorium für physikalische Chemie, ETH Zürich): *Messung der Vibrationsrelaxation von* N_2 *in festem Stickstoff*

27. D. BRINKMANN und H.P. SCHMID (Physik-Institut, Universität Zürich): *Kernmagnetische Relaxation im Krypton-Gas*

28. J. BOUVET, V. STINGELIN (Battelle, Genève): *Dispositif d'ensemencement en potassium associé à un tube à ondes de choc pour générateur magnétohydrodynamique*

29. V. STINGELIN (Battelle, Genf): *Erste Leistungsmessungen an einem Edelgas-MHD-Stosswellengenerator*

30. M. MATTHEY (Laboratoire de génie atomique, EPF Lausanne): *Processus aléatoires dans un réacteur nucléaire soumis aux effets de température et d'ébullition*

31. M. MÖLL, H. OESCHGER, B. STAUFFER: *Extraktion sehr kleiner* CO_2*-Konzentrationen mit Ionentauscher*

32. M. CAMANI (Laboratorium für Hochenergiephysik der ETH, Zürich): *Formierung myonischer Heliumatome*

33. P. BUCHER, H. OESCHGER, P. PULFER (Physikalisches Institut der Universität Bern): *γ-Aktivität von Beton*

34. U. SCHOTTER, H. OESCHGER und U. SIEGENTHALER: *Tritium- und Sauerstoff-18-Profile auf dem Jungfraujoch*

Physique nucléaire et corpusculaire

1. TH. V. LEDEBUR, R. EICHLER (Laboratorium für Hochenergiephysik der ETH, Zürich): *Richtungskorrelation im Zerfall von Xenon bei hoher Gasdichte*

2. B. ROBERT-TISSOT (Collaboration Berlin/Darmstadt/Fribourg/SIN/ETH): *Nuclear excitation in muonic gold*

3. L.PH. ROESCH, F. HORBER, R. KULESSA, H.P. SEILER und P. MARMIER (Institut für Kernphysik, ETH Zürich): *Untersuchung der Quadrupolwechselwirkung durch Messung der gestörten Winkelkorrelation*

4. R. KULESSA, P.H. BARKER, P.M. COCKBURN, H.P. SEILER und P. MARMIER (Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich): *Bestimmung der Reichweiten von* ^{13}C- *und* ^{19}F-*Ionen in* Ni *und* Ta

5. H.P. SEILER, P.H. BARKER, P.M. COCKBURN, R. KULESSA und P. MARMIER (Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich): *Bestimmung von Lebensdauern nach der Methode der DSA*

6. S. CHAKRABORTY (EIR, Würenlingen): *Einfluss der chemischen Bindung auf die Halbwertszeit von* ^{24}Na

7. I. SICK (Physikalisches Institut der Universität Basel): *Evidenz für einen Hard core aus* ^{3,4}He(e,e)-*Messungen*

8. D. TRAUTMANN und K. ALDER (Institut für theoretische Physik, Basel), G. BAUR (Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg): *Der Deuteronenaufbruch im Feld schwerer Kerne oberhalb der Coulombbarriere*

9. R.D. VIOLLIER, G.R. PLATTNER, D. TRAUTMANN, K. ALDER (Institut für theoretische Physik der Universität Basel): N-^{4}He-*Dispersionsrelationen und die Struktur von* ^{4}He

10. H.C. PAULI (Institut für theoretische Physik der Universität Basel): *Auf der Suche nach Normalschwingungen im endlichen Kern*

11. T. LEDERGERBER und H.C. PAULI (Institut für theoretische Physik der Universität Basel): *Über die mikroskopische Berechnung von Lebensdauern für spontane Spaltung*

12. R. CORFU et C. NUSSBAUM (Institut de physique de l'Université de Neuchâtel): *Etude de la réaction séquentielle* ^{7}Li(d,n) ^{8}Be* 16,63, ^{8}Be* 16,63 $\rightarrow \alpha+\alpha$ *à 3 MeV*

13. G.R. PLATTNER (Basel) und H.O. MEYER (University of Wisconsin, USA): *Neue T-½-Niveaux in* ^{13}N *aus p-*^{12}C*-Streuung*

14. D. BOVET, S. JACCARD, J. PIFFARETTI, J. WEBER (Institut de physique de l'Université de Neuchâtel): *Dépolarisation dans la diffusion (n,d) à 2,45 MeV*

15. F. SEILER (Physikalisches Institut, Universität Basel): *Linearrelationen zwischen Vektorpolarisations-Observablen in Reaktionen zwischen leichten Kernen*

16. D. RAPIN, R. HESS, J.-C. NIKLÈS et D. WERREN (Département de physique nucléaire et corpusculaire, Université de Genève): *Dépolarisation d'un faisceau polarisé. dans un système de transport. Matrices de transfert*

17. D. AEBISCHER, R. HESS, B. MAURON, J.-C. NIKLÈS, J.-P. VITTET, D.W. WERREN (Département de physique nucléaire et corpusculaire de l'Université de Genève): *Logique cablée de décision liéc à un système de chambres à fils en régime proportionnel*

18. GASSER, HUBER, IONESCU, KERN und RAEMY: *Zerfall von* ^{161}Gd *(β⁻;3,7 min)* ^{161}Tb

19. O. PILLER, W. BEER, J. KERN (Physikalisches Institut der Universität Freiburg): *Bestimmung der niederenergetischen Gammalinien von* ^{182}W *mit dem fokussierenden DuMond-Kristallspektrometer*

20. J. KERN, G. MAURON, B. MICHAUD et L.A. SCHALLER (Institut de physique de l'Université de Fribourg), R. KOCH, B.P.K. MAIER, D. BREITIG et O.W.B. SCHULT (Institut de recherche, Risö, Danemark), K. SCHRECKENBACH, T. v. EGIDY, W. MAMPE (Département de physique de l'Université technique, Munich): *Niveaux du noyau* ^{160}Tb

17. Sektion für Zoologie

Schweizerische Zoologische Gesellschaft
Société Suisse de Zoologie

Président: Prof. Dr H. A. Guénin, Institut de Biologie animale, Palais de Rumine, 1005 Lausanne
Secrétaire: José Fahrni, Institut de Biologie animale, Palais de Rumine, 1005 Lausanne

Samstag, 14. Oktober

Zusammen mit der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft

1. J. Klingler (Wädenswil): *Reaktionen von Collembolen auf biologisch wirksame Gase*

2. H. Arn (Wädenswil): *Pheromone im Dienste der Schädlingsbekämpfung*

3. F. Schneider (Wädenswil): *Ultraoptisch induzierte circahorare Verhaltensrhythmen*

4. H. Züst, A. H. Egg, H. A. Hosbach und E. Kubli (Zürich): *Regulation von Darmenzymaktivitäten und Isozymmuster der Hexokinase bei der Letalmutante l(2)me von Drosophila melanogaster*

5. B. Bruderer und E. Weitnauer (Sempach/Oltingen): *Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers (Apus apus)*

6. Ch. Imboden (Sempach): *Die Mortalität des Kiebitz (Vanellus vanellus) in Europa*

7. W. Meier und Th. Wildbolz (Reckenholz/Wädenswil): *Der 14. Internationale Entomologenkongress in Canberra, Australien*

Alphabetisches Namenregister der Autoren
Liste alphabétique des auteurs
Indice alfabetico degli autori

Ackermann P. 167
Adam B. 296
Aebischer D. 301
Aegerter M. 291, 293
Aerni K. 183
Ahrendt H. 196
Akune K. 292
Alder K. 300
Aregger J. 9
Arend H. 292
Arfaras G. 296
Arn H. 169, 302
Arnold A. 286
Aufdermaur A.N. 225
Ayranci B. 287
Ayrton S. 196

Bächtiger K. 286
Balmer B. 297
Balmer H. 261
Baltes H.P. 296
Bandle C. 285
Barker P.H. 299
Baumgartner W. 297
Baur G. 300
Baur W. 285
Beck E. 298
Beck H. 294
Beer W. 301
Béné G.J. 296
Benoit W. 292
van Berchem P. 296
Bernasconi J. 294
Berner H. 167
Berner-Fenz L. 167
Beyerman H.C. 167
Bichara M.R.E. 296
Bieri R. 284
Bilinski H. 165
Binder K. 294
Blanc Ch. 285
Blum H. 290
Boissonnas Ch.G. 166
Boller H. 268
Bolthausen E. 285
Bonzon M. 164
Bösch M. 292
Boschung A.F. 166
Botteghi C. 167
Bouvet J. 298
Bovet D. 300
Braithwaite R. 183
Brändli G. 293
Breitig D. 301
Brinkmann D. 298, 290
Bruderer B. 182, 302
Brüesch P. 295
Brugger R. 290
Brunold Chr. 145
Brusa R.W. 296
Buchanan B.B. 156
Bucher P. 290
Bugmann E. 192
Bühler R.E. 166
Bührer W. 290, 293
Busch G. 290, 293
Buttet J. 291

Cabalzar W. 286
Caflisch T. 186
Camani M. 299
Chakraborty S. 299
Choquard Ph. 295
Cicurel R. 282
Cockburn P.M. 299
Consiglio G. 167
Corfu R. 300
Cornaz P. 295

Cotti P. 290, 293

Daems W.F. 264
Danesch O. 164
Darwish M. 297
Decrey L. 298
Denison A.B. 290
Derbenwick S.R. 293
Dessauges G. 167
Deuber W. 285
Dobler M. 269
Dover S.D. 269
Dreiding A.S. 167
Dressler K. 298
Duckert M.-M. 130
Dunitz J.D. 267, 269
Dupertuis J. 282
Dütsch H.U. 248

Eckmann J.P. 294
Egg A.H. 172, 302
Eggers F. 168
v. Egidy T. 301
Eichler R. 299
Eller B.M. 142
Elsasser H. 183
Endress P.K. 126
Engel P. 270
Erismann K.H. 145, 151
Eschenmoser A. 167

Faist A. 297
Fauchère J.L. 168
Fernandez J. 166
Fiaux A. 166
Fischer P. 268
Flack H.D. 271
Flückiger K. 103
Franz G. 148
Frater G. 167
Frey M. 196
Fröhlich D. 296
Funck Th. 168
Fünfschilling J. 291
Fünfschilling P. 166
Furrer A. 293

Gächter B. 290
Gansser A. 195, 287
Ganter C. 167
Gasser 301
Gäumann T. 165, 166, 167
Geneux E. 295, 297
Gensler G. 201
Gerlach H. 167
Ginsburg Th. 188
Girgis K. 268
Gloor P.-A. 93, 94
Good W. 228
Goodman J.W. 298
Gössinger E. 167
Graf W. 167
Grange A. 164
Grauer R. 165
Grell E. 168
Greppin H. 164
Griessen R. 293
Guenin M. 294
Günter J.R. 165
Güntherodt H.-J. 293
Günzburger P. 297

Haidinger W. 271
Haller W. 293
Hasler F. 264
Heer H. 293
Helfenstein W. 298
Hersch J. 285
Hess R. 300, 301
Hintermann A. 294
Hirschi G. 216
Hoesch L. 167
Hofmann R. 292
Höhener A. 166
Hoppe W. 267
Horber F. 299
Horwitz B. 164
Hosbach H.A. 172, 302
Huber 301
Hunziker J.C. 196

Imboden Ch. 182, 302
Imhof R. 167
Ionescu 301
Isoré A. 292
Ito T. 265

Jaccard C. 293
Jaccard S. 300
Jäger E. 195, 286, 287
Jeanrichard F. 195
Jefford C.W. 166
Jobin M.-Th. 285
Joss J. 220, 222

Jovanovic A. ... 296

Kaden Th. ... 165
Kaldis E. ... 290
Kamber B. ... 167
Kammer H. ... 298
Känzig W. ... 292
Karlen J. ... 194
Kaufmann H. ... 298
Kaufmann Hélène ... 96
Kaufmann P. ... 297
Keller H.M. ... 236
Kern J. ... 301
Kesercioglu T. ... 134
Kesselring P. ... 298
Kirchgraber U. ... 285
Kirkpatrick D. ... 166
Kjems J. ... 293
Klingler J. ... 169, 302
Kneubühl F. ... 112, 296
Knutti R. ... 166
Koch R. ... 301
Koelbing H. ... 260
Krammer M. ... 214
Kristmann M. ... 287
Kriwaczek V.M. ... 168
Kübler B. ... 195, 287
Kubli E. ... 172, 302
Kuhn W. ... 197
Kulessa R. ... 299
Kündig W. ... 290
Kuse D. ... 297

Labhart T. ... 287
Laeng P. ... 291
Laffer M. ... 166
Landolt E. ... 130
Laves F. ... 286
Laves K. ... 269
v. Ledebur Th. ... 299
Ledergerber T. ... 300
Lenggenhager K. ... 254
Leuenberger F. ... 297
Leuschner R.M. ... 130
Liardon R. ... 166
Lièvre C. ... 294
Lites B.W. ... 124
Ludwig W. ... 165
Lüthi H. ... 166

Maeder A. ... 99
Magun A. ... 107
Maier B.P.K. ... 301
Majno G. ... 264
Mampe W. ... 301
Marazan N. ... 167
Marmier P. ... 299
Martinet L. ... 99
Matthey M. ... 298
Mätzler C. ... 107
Mauron B. ... 301
Mauron G. ... 301
Meier P.F. ... 294
Meier W. ... 182, 302
Meraldi J.P. ... 167
Mercier A. ... 291
Mercier O. ... 292
Merke F. ... 264
Merlini D. ... 294
Mert H.H. ... 134
Mettler W. ... 194
Meyer E. ... 291
Meyer H.O. ... 300
Meystre P. ... 297
Michaud B. ... 301
Miège J. ... 164
Miège M.N. ... 164
Möll M. ... 298
Monnier R. ... 166
Moreau M. ... 268
Müller E.A. ... 112, 120, 122, 124
Müller F. ... 166
Müller F. ... 183, 186
Müller G. ... 186
Müller K. ... 296
Müller P. ... 166
Müller W. ... 167
Munz P. ... 290, 293

Nabholz W. ... 196
Niklès J.-C. ... 300, 301
Nouailhat A. ... 291
Nowacki W. ... 265, 266, 269, 270
Nussbaum C. ... 300

Oehler O. ... 298
Oelhafen P. ... 293
Oeschger H. ... 298, 299
Ohmasa M. ... 266
Ohmura A. ... 183
Olson J.L. ... 297
Oswald H.R. ... 165, 296

Parisod G. ... 166

Parthé E. 268
Pauli H.C. 300
Peier W. 296
Perrenoud R. 291
Persoz F. 196
Peter-Katalinic J. 167
Peters T. 287
Petrzilka M., jr. 167
Pfister Ch. 183
Philippin G. 285
Phizackerley R.P. 269
Piccard S. 282
Piffaretti J. 300
Piller O. 301
Pino P. 167
Plattner G.R. 300
Portmann M.-L. 263
Posternak M. 291
Pulfer P. 299
Purdy J.W. 286
Purwins H.-G. 293

Quattropani A. 297

Radimerski P. 166
Raemy 301
Rapin D. 300
Reber J.F. 166
Remane J. 196
de la Reza R. 120, 122
Richner H. 209
Rima Al. 242
Rinderer L. 291
Robert-Tissot B. 299
Roesch L.Ph. 299
Roesli H.P. 222
Roggwiller P. 290
Rohner J. 183
Rossel J. 291
Roth U. 194
Rothen F. 294
Röthlisberger P. 260
Rottenberg M. 168
Rüdlinger G. 286
Rüegg W. 298
Rüegsegger P. 290
Rüttimann A. 167
Rybach L. 287

Salomon C. 167
Salzer A. 165
Sanz F. 269
Sari R. 295
Satir M. 286
Sattler K. 290
Sauvage M. 268
Scarbrough F. 269
Schaer J.P. 195
Schaller L.A. 301
Schaltegger H. 167
Schanda E. 103, 112
Scheffrahn W. 85
Scheurer P.B. 294
Scheuring B. 196
Schiess P. 166
Schindler C. 196
Schlüter I.Ch. 295
Schlüter M. 295
Schmid H.P. 298
Schnegg P.-A. 293
Schneider F. 169, 302
Schneider T. 294
Schneider W.R. 292, 295
Schotter U. 299
Schötzau H.J. 296
Schreckenbach K. 301
Schudel P. 142
Schüepp M. 222
Schult O.W.B. 301
Schumacher E. 295
Schürmann P. 156
Schutz F. 71
Schwander H. 287
Schwarzenbach D. 268
Schweingruber F. 130
Schwyzer R. 167
Seiler F. 300
Seiler H.P. 299
Seiler P. 269
Shatzmiller S. 167
Sick I. 299
de Siebenthal J. 272
Siegenthaler P.A. 159
Siegenthaler U. 299
Siegfried B. 166
Siegmann H.C. 290
Siegrist M. 296
Sievers A.J. 293
Sigrist N. 285
Smith D.A. 298
Sorbello R.S. 293
Sperb R. 285
Spicher A. 196
Srikrishnan T. 265

Stalder H.A. 286
Stauffer B. 298
Steffen W. 296
Steiger R. 166, 295
Steigmeier E.F. 292
Steinemann S. 291
Steinmann W. 165
Stern W. 287
Stettler P. 112, 296
Stingelin V. 298
Stoll E. 294
Strasser R.J. 153
Strässler S. 292, 295
Strebel R. 285
Streckeisen A. 287
Stumm W. 165
Suter J.-M. 291
Sweeney A. 166

Tai A.S. 297
Textor M. 165
Thang Ho Dac 165
Thomann P. 295
Tissot M. 130
Tissot P. 166
Tobler H. 167
Trautmann D. 300
Treibs W. 166
Trommsdorff V. 287
Troxler F. 166
Trümpy R. 195, 196, 287
Tschanz B. 28
Tuan Nguyen Quoc 167
Tun-Kyi A. 167

Ueda I. 269
Urbanska-Worytkiewicz K. 130
Urfer A. 201
Urfer-Henneberger Ch. 205

Vagenknecht A. 165
Veprek S. 296
Viollier R.D. 300
Vittet J.-P. 301
Voitchovsky J.P. 291

Wachter P. 292
Walker E. 293
Walser H.H. 264
von Wartburg W. 295
Wartenweiler J. 89
Weber J. 300
Weber L. 286
Wehner R. 45
Wehrli H. 167
Weibel M. 287
Weinmann C. 291
Weitnauer E. 182, 302
Wenk E. 287
Wentrup C. 167
Werner H. 165
Werren D. 300, 301
Wetzel R. 286
Wiedemann E. 113
Wildbolz Th. 182, 302
Winkler F.K. 267
Wüest B. 89
Wullschleger J. 292, 295
Wullschleger R. 194
Wüthrich K. 167
Wyssmann P. 293

Yasuoka N. 269
Yvon K. 268

Zelenka A. 100
Zeller H.R. 297
Zeybek N. 134
Ziegler M. 292
Zimmermann U. 297
Zingg Th. 227
Zinsli P.E. 295
Zschokke-Gränacher I. 291
Zsindely J. 167
Zumsteg A. 292
Züst H. 172, 302