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: 142 (1962)

Rubrik: Vorträge, die in den Sektionssitzungen gehalten wurden

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: 28.11.2025

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

Leere Seite
Blank page
Page vide

1. Sektion für Mathematik

Sitzung der Schweizerischen Mathematischen Gesellschaft

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr. B. ECKMANN (Zürich)
Sekretär: Prof. Dr J. DE SIEBENTHAL (Lausanne)

1. S. PICCARD (Neuchâtel). – *Sur les ensembles de Souslin.*

Supposons le plan euclidien référé à un système d'axes rectangulaires Oxy. Soit a_n, $n = 1, 2, \ldots$, une suite dénombrable de nombres réels, soit d_n la droite d'équation $y = a_n$, $n = 1, 2, \ldots$, soit M_n un ensemble linéaire mesurable B dont le support est la droite $d_n$et soit $C = \bigcup_{n=1}^{\infty} M_n$. L'ensemble C est aussi mesurable B. C est un crible plan, dans le sens de N. Lusin, d'un ensemble de Souslin E dont Ox est le support et qui est l'ensemble des points $(x, 0)$ de Ox, tels que la perpendiculaire en $(x, 0)$ à Ox coupe C en un ensemble de points P_x qui n'est pas bien ordonné suivant la grandeur des ordonnées de ses points. Soit $\mathcal{E}$ le complémentaire de E par rapport à Ox et soient $\mathcal{E} = \bigcup_{\alpha<\Omega} \mathcal{E}_\alpha$ et $E = \bigcup_{\alpha<\Omega} E_\alpha$ les décompositions en constituantes des ensembles $\mathcal{E}$ et E, faites à partir du crible C. On sait que toutes les constituantes de $\mathcal{E}$ et de E sont des ensembles mesurables B et qu'il y a une infinité indénombrable de constituantes non vides si E n'est pas mesurable B.

Pour étudier la décomposition de E et celle de $\mathcal{E}$ en constituantes, N. Lusin a introduit la notion de crible dérivé. Soit $M_n^0 = M_n$, $n = 1, 2, \ldots$, $C^0 = C$. Soit à présent α un nombre ordinal quelconque > 0 et $< \Omega$ et supposons que nous ayons déjà défini les ensembles M_n^ξ – sous-ensembles mesurables B de M_n – et le crible C^ξ qui en est la réunion, quel que soit le nombre ordinal $\xi < \alpha$. Si le nombre ordinal α est de première espèce: $\alpha = \alpha^* + 1$, désignons par $C_n^{\alpha*}$ la partie du crible $C^{\alpha*}$ formée de tous les points de cet ensemble d'ordonnée $< a_n$, soit $(C_n^{\alpha*})_{dn}$ la projection orthogonale de cet ensemble sur la droite d_n. Posons $M_n^\alpha = M_n^{\alpha*} \cap (C_n^{\alpha*})_{dn}$, $R_n^\alpha = M_n^{\alpha*} - (C_n^\alpha)_{dn}$ et soit $C^\alpha = \bigcup_{n=1}^{\infty} M_n^\alpha$. Et si α est de seconde espèce, posons $M_n = \bigcap_{\xi<\alpha} M_n^\xi$ et $C^\alpha = \bigcup_{n=1}^{\infty} M_n^\alpha$. Par définition, C^α est le crible dérivé d'ordre α de C. C^α crible le même ensemble de Souslin E que C, mais il décompose de la façon suivante E et $\mathcal{E}$ en constituantes analytiques: $E = \bigcup_{\beta<\Omega} E_\beta^\alpha$, $\mathcal{E} = \bigcup_{\beta<\Omega} \mathcal{E}_\beta^\alpha$, où $E_0^\alpha = \bigcup_{0\leqq\beta\leqq\alpha} E_\beta$, $E_{\alpha+\gamma} = E_\gamma^\alpha$, $\mathcal{E}_0^\alpha = \bigcup_{0\leqq\beta\leqq\alpha} \mathcal{E}_\beta$, $\mathcal{E}_{\alpha+\gamma} = \mathcal{E}_\gamma^\alpha$ quel que soit le nombre ordinal $\gamma > 0$ et $< \Omega$. A tout nombre ordinal α de première espèce: $\alpha = \alpha^* + 1$ correspond une suite dénombrable d'ensembles R_n^α, $n = 1, 2, \ldots$, tels que $C^\alpha - C^{\alpha*} = \bigcup_{n=1}^{\infty} R_n^\alpha$.

Et, si α est de seconde espèce, on a $C^\alpha - C = \bigcup_{\xi<\alpha} \bigcup_{n=1}^{\infty} R_n^\xi$. Quels que soient les nombres ordinaux α et β $(0<\alpha<\beta<\Omega)$, on a $C^\alpha \supset C^\beta$, $C^\beta = C^\alpha \cap C^\beta = \bigcup_{n=1}^{\infty} (M_n^\alpha \cap M_n^\beta) = \bigcup_{n=1}^{\infty} M_n^\beta$ puisque $M_n^\beta \subset M_n^\alpha$ quel que soit $n = 1, 2, \ldots$, ce qui est conforme à la définition du crible C^β. Quel que soit le nombre ordinal $\alpha < \Omega$, le crible dérivé C^α se compose d'une infinité dénombrable d'ensembles linéaires mesurables B de supports parallèles à Ox.

Il existe, comme on sait, des ensembles de Souslin non mesurables B qui admettent, de même que leurs complémentaires, des décompositions en constituantes E_α et $\mathcal{E}_\alpha$ dont aucune n'est vide, quel que soit l'indice $\alpha<\Omega$. Le crible plan au moyen duquel se fait cette décomposition est appelé universel, car, quel que soit l'ensemble linéaire dénombrable D, il existe au moins une parallèle à Oy qui coupe un tel crible en un ensemble de points semblable à D. On sait que si un ensemble de Souslin E n'est pas mesurable B, son complémentaire $\mathcal{E}$ n'est pas un ensemble de Souslin.

Soit E un ensemble linéaire de Souslin non mesurable B, soit $\mathcal{E}$ son complémentaire et soit C un crible plan qui décompose E et $\mathcal{E}$ en constituantes: $E = \bigcup_{\alpha<\Omega} E_\alpha$, $\mathcal{E} = \bigcup_{\alpha<\Omega} \mathcal{E}_\alpha$.

Supposons qu'aucune des constituantes E_α et $\mathcal{E}_\alpha$ n'est vide, quel que soit $\alpha<\Omega$.

La proposition suivante a lieu: Quels que soient les nombres ordinaux α et β, tels que $0<\alpha<\beta<\Omega$, il existe un crible plan C^* qui crible l'ensemble E et qui décompose E et $\mathcal{E}$ en constituantes de la façon suivante: $E = \bigcup_{\lambda<\Omega} E_\lambda^*$, $\mathcal{E} = \bigcup_{\lambda<\Omega} \mathcal{E}_\lambda^*$, où $E_\lambda^* = E_\lambda$ et $\mathcal{E}_\lambda^* = \mathcal{E}_\lambda$ quel que soit $\lambda < \alpha$, $E_\alpha^* = E_\alpha \cup E_{\alpha+1} \cup \ldots \cup E_\beta$, $\mathcal{E}_\alpha^* = \mathcal{E}_\alpha \cup \mathcal{E}_{\alpha+1} \cup \ldots \cup \mathcal{E}_\beta$, $E_{\alpha+\lambda}^* = E_{\beta+\lambda}$, $\mathcal{E}_{\alpha+\lambda}^* = E_{\beta+\lambda}$ quel que soit $\lambda > 0$ et $< \Omega$.

L'opération de dérivation d'un crible a pour effet de réunir en une seule certaines constituantes de E ainsi que de son complémentaire et de changer les indices des constituantes de façon qu'à tout indice $\alpha<\Omega$ corresponde toujours une constituante non vide.

On peut se poser divers problèmes au sujet de la décomposition en constituantes d'un ensemble de Souslin et de son complémentaire.

Problème 1. Existe-t-il pour tout ensemble de Souslin non mesurable B un crible qui le décompose en constituantes de telle façon que quel que soit l'indice $\alpha<\Omega$, la constituante d'indice α aussi bien de E que de son complémentaire soit non vide ?

Problème 2. Si pour une indice donné $\alpha<\Omega$, la constituante d'indice α de E est non vide, peut-il exister un autre crible qui décompose E en constituantes de façon que la constituante d'indice α soit vide ?

2. S. Piccard (Neuchâtel). – *Un problème de la théorie des groupes*[1].

[1] Paraîtra dans l'«Enseignement Mathématique».

3. HCH. MATZINGER (Zürich). – *Zum Begriff der uniformen Struktur.* Ausführliche Arbeit in Vorbereitung, Diss. ETH.

4. H. BIERI (Bern). – *Ein Extremalproblem und seine Lösung mit allereinfachsten Mitteln.*

5. J. SUTTER (Aarau). – *Konstruktion hyperbolischer Riemannscher Flächen durch Asymmetrie.* – Ausführliche Arbeit in Vorbereitung, Diss. ETH.

6. B. ZWAHLEN (Zürich). – *Über die Eigenwerte einer Summe von Hermetischen Operatoren.* – Ausführliche Arbeit in Vorbereitung, Diss. ETH.

7. B. SCARPELLINI (Genf). – *Unentscheidbare Probleme in der Analysis.* – Ausführliche Arbeit in Vorbereitung.

2. Sektion für Physik

Sitzung der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft[1]

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr D. Rivier (Lausanne)
Sekretär: Prof. Dr B. Vittoz (Lausanne)

Physique générale et appliquée

1. W. Jobst (Zürich, ETH, Masch.-Lab.) – *Ein instationäres Verfahren zur Messung der Wärmeleitfähigkeit von Gasen und Flüssigkeiten.*

2. R. Bieri, W. Rutsch (Bern, Univ. Phys. Inst.) – *Die Häufigkeit des Edelgases in der Eisen- und Silikatphase des Chondriten Bruderheim.*

3. R. Bieri, W. Rutsch (Bern, Univ. Phys. Inst.). – *Über die Bestimmung von Diffusionskonstanten in Meteoriten.*

4. H. Bill, R. Bieri (Bern, Univ. Phys. Inst.). – *Der Resonanznachweis von Ionen in Omegatron.*

5. P. Cornaz (Lausanne, EPUL, Lab. de Phys. Techn.). – *Relaxation nucléaire d'un gaz mélangé à une poudre paramagnétique.*

6. R. Balzer, D. Bharucha (Zürich, ETH, Lab. für Kernphys.). – *Eine schnelle Koinzidenzstufe mit Tunneldioden.*

7. R. Müller, R. Bösch, R. Brosi, J. Lang (Zürich, ETH, Lab. für Kernphys.). – *Anwendung der Monte-Carlo-Methode zur Berechnung der Antwortfunktion von organischen Szintillatoren.*

8. G. Joyet (Zürich, Lab. du Bétatron et des isotopes). – *Extension de la chambre d'ionisation standard à air aux grandes énergies (50 MeV).*

9. M. A. Nicolet (Pasadena, Cal. Inst. of Techn.). – *Flip-Flop-Schaltung mit Transistoren.*

10. C. Menoud, J. Racine (Neuchâtel, LSRH). – *Maser à Hydrogène. Description et résultats préliminaires.*

11. E. Utzinger (Würenlingen, EIR). – *Untersuchungen von unterkritischen Systemen mit Hilfe der spontanen Neutronen.*

12. K. Behringer (Würenlingen, EIR). – *Ein schneller Neutronenmeßkanal mit Fissionszählern.*

Physique du Solide I

1. W. Baltensperger, S. Strässler (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Supraleitung in Antiferromagnetika.*

2. E. Bucher, F. Heiniger, J. Müller (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Supraleitung und Elektronenwärme in Legierungen der Übergangsmetalle.*

3. G. Busch, T. Fischer (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Feldemission aus Silizium.*

[1] Die Veröffentlichungen der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft erscheinen in «HPA» oder «ZAMP».

4. G. Busch, A.H. Madjid (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). *Energieverteilung der Elektronenemission aus Silizium.*

5. G. Busch, H. Schade (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Symmetrische Si-Si-Kontakte.*

6. G. Busch, A. Menth, B. Natterer, S. Yuan (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Magnetische Suszeptibilität von InAs.*

7. M. Moldovanova (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Mg_2Pb, eine halbleitende Verbindung.*

8. A. Chatelain, J. Buttet (Lausanne, EPUL, Lab. de Phys. Techn.). – *Etude du recuit dans le «soufre pourpre» par résonance paramagnétique électronique.*

9. F. Piuz, R. Ghez (Lausanne, EPUL, Lab. de Phys. Techn.). – *Mesure de la tension superficielle de l'argent en phase solide.*

10. J. Fr. Antonini (Lausanne, EPUL, Lab. de Phys. Techn.). – *Mesure de la conductibilité de soufre en fonction de la concentration en impureté.*

11. M. Katz (Zürich, IBM). – *Piezoresistance in degenerate n-type germanium.*

12. P. Erdös (Zürich, IBM). – *Theorie der Schallabsorption in Ferrodielektrika.*

Physique du Solide II

1. E. Muff (Neuchâtel, LSRH). – *Konzentrationsverteilung in Cottrellwolken bei Stufenversetzungen.*

2. W. Benoit, B. Secrétan (Lausanne, EPUL, Lab. de Génie Atom.). – *Performances d'un dispositif de mesure de frottement interne d'échantillons métalliques soumis à un régime de vibration de flexion dans le domaine de kHz.*

3. B. Secrétan, R.-C. Fornerod (Lausanne, EPUL, Lab. de Génie Atom.). – *Mesures de frottement interne de l'aluminium pur (99,999%) en fonction du taux de déformation dans le domaine du kHz.*

4. P. Kesselring (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Hochempfindliche Koaxialbrücke für Spinresonanzen im Meterwellengebiet.*

5. H. Gränicher (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Allgemeine Relationen der «Inneren Feld»-Theorie der Dielektrika.*

6. R. Hofman (Zürich, ETH, Lab. für Festkörperphys.). – *Temperaturabhängigkeit des Brechungsindexes von Bariumtitanat.*

7. F. Hulliger (Genève, Cynamid Europ. Research Inst.). – *Neue Verbindungen mit Kobaltinstruktur.*

8. E. Mooser (Genève, Cynamid Europ. Research Inst.). – *Wachstumsspiralen auf GaS- und GaSe-Einkristallen.*

9. Y. Matsunaga (Genève, Cynamid Europ. Research Inst.). – *Some New Organic Semiconductors.*

10. F. Waldner (Zürich, Univ. Phys. Inst.). – *EPR-Spektren von Fe^{3+} und Mn^{2+} in einem natürlichen $MgAl_2O_4$-Spinell.*

Physique nucléaire

1. G. Emch, C. Piron (Genève, Inst. de Phys. Théor.). – *Notes sur les symétries en mécanique quantique.*

2. V. Meyer, J. Staub, H. Staub (Zürich, Univ. Phys. Inst.). – *Empfindlichkeit von BF_3-Zählrohren mit einfachem Paraffinarrangement für schnelle Neutronen.*

3. R. Salgo, H. Staub, H. Winkler (Zürich, Univ. Phys. Inst.). – *Absolutbestimmung des Schwellenwertes der Reaktion $T(p,n)He^3$ und die Neutron-Proton-Massendifferenz.*

4. A. Rytz, H. Staub, H. Winkler, F. Zamboni (Zürich, Univ. Phys. Inst.). – *Absolute determination of the Mg^{24}-Al^{27} mass difference from the reactions $Mg^{24}(\alpha,\gamma)Si^{28}$ and $AL^{27}(p,\gamma)Si^{28}$.*

5. W. R. Gibbs, W. Grüebler (Neuchâtel, Inst. de Phys. de l'Univ.). – *DWBA Calculations of $N^{14}(d,n)O^{15}$ Reactions.*

6. W. Grüebler, W. R. Gibbs (Neuchâtel, Inst. de Phys. de l'Univ.). – *Etude de la corrélation angulaire de la réaction $Ne^{20}(d,n)Na^{21}$.*

7. C. Nussbaum, C. Lunke, C. Zangger (Neuchâtel, Inst. de Phys. de l'Univ.). – *Essai d'un nouveau type de spectromètre à neutrons.*

8. R. Bieri, W. Rutsch (Bern, Univ. Phys. Inst.). – *Edelgase aus Spallationreaktionen für 540-MeV-Protonen in verschiedenen Targets.*

9. J. F. Bakken, R. Hess, J. W. Sunier (Zürich, ETH, Phys. Inst.). *Corrélations angulaires gamma-gamma polarisés et schéma de désintégration du Nd^{114}.*

10. H. Bilger (Basel, Inst. für angew. Phys.). – *Ionisation von Si-Rückstoßkernen in Si-Zähldioden bei Bestrahlung mit 3,0–3,9-MeV-Neutronen.*

11. E. Baldinger, W. Czaja, J. Gutmann (Basel, Inst. für angew. Phys.). – *Eine genaue Bestimmung der Arbeit pro Elektron-Loch-Paar in Si-Zähldioden.*

12. P. Barbey, E. Geneux (Genève, Inst. de Phys. exp.). – *Structure hyperfine du niveau $8\ ^2P_{3/2}$ du Césium 133.*

13. P. Huber, Z. Lewandowski, R. Plattner (Basel, Phys. Inst.). *Neutronenspektrum einer Pu-Be-Quelle.*

3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Dr. TH. ZINGG (Davos-Platz)
Sekretär: W. KUHN (Zürich)

1. W. MÖRIKOFER (Davos). – *Zur Klimatologie der Zirkumglobalstrahlung, gemessen mit Kugelpyranometer.*

Neben dem verständlichen Wunsch der meteorologischen Strahlungsforschung, durch differenzierende Meßmethoden die zeitlichen, örtlichen und spektralen Einzelheiten der Strahlungsströme in der Atmosphäre und am Erdboden zu analysieren, tritt auch stets wieder das Bedürfnis nach der Erfassung der Gesamtwirkungen in Erscheinung. Durch einfache und nicht zu kostspielige integrierende Instrumente läßt sich in einem ganzen Netz von Strahlungsstationen die räumliche Verteilung des Strahlungsgenusses bestimmen. Diesem Zwecke dient das Kugelpyranometer, dessen Prinzip, die Strahlung durch die verdunstete Alkoholmenge zu messen, von P. Bellani stammt. In seiner ursprünglichen Ausführung (1) war es geeignet, die Tagessumme der von Sonne, Himmel und Bodenreflex auf einen frei exponierten Körper (freistehende Pflanze, Baum, Gebäude, Mensch im Freien) auffallenden Strahlung von Sonnenstrahlungsqualität, die sogenannte Zirkumglobalstrahlung, mit einem mittleren Fehler von $\pm 10\%$ zu messen. Durch systematische Versuche gelang es dann am Observatorium Davos, die Genauigkeit des Instruments so zu erhöhen, daß der Fehler nur noch $\pm 3\%$ beträgt (2). Dieses Instrument dient vor allem den Forschungen der Bioklimatologie, der Agrar- und Forstmeteorologie, daneben aber auch der Strahlungsklimatologie.

Mittlere Tagessummen der ZGS in Davos
8jährige Mittel 1953–1960 in cal/cm²d

	M	SD 100%	SD 0%
Januar	116	180	50
Februar	158	210	76
März	205	268	105
April	223	308	129
Mai	226	320	91
Juni	193	320	87
Juli	197	302	68
August	184	280	58
September	175	245	55
Oktober	146	200	48
November	116	160	47
Dezember	97	150	42

Einige Beispiele, zum Teil von Davos, zum Teil von anderen Stationen, lassen die Bedeutung der Zirkumglobalstrahlung (ZGS) erkennen. Dabei bedeutet: M = Mittel aller Tage, SD 100 % = Mittel der wolkenlosen Tage, SD 0 % = Mittel der sonnenlosen Tage.

Bedenkt man, daß die ZGS die Resultante von drei Komponenten mit ganz verschiedenartigem Jahresverlauf darstellt, so erklären sich die Abweichungen von einem zum Sommersolstitium symmetrischen Verlaufe leicht. Die Sonnenscheindauer ist im Herbst dank geringerer Bewölkung bedeutend größer als im Frühling bei gleichem Sonnenstand. Die Bodenreflexion ist in Davos vom November bis zum April dank der Schneedecke sehr viel größer (Albedo ca. 60 %) als im Sommerhalbjahr (Albedo ca. 10 %). Infolgedessen sind die Werte der ZGS während der Dauer der Schneedecke durchwegs höher als ohne diese. Durch diese Einflüsse erklären sich die großen Variationen der ZGS im Jahresverlauf und bei verschiedenen Witterungsbedingungen. Noch größere Schwankungen treten nach der folgenden Tabelle beim Vergleich verschiedener Stationen auf.

Mittlere Tagessummen der ZGS

Mittel aller Tage in cal/cm²d

	Basel	Locarno	Davos	Weißfluh-joch	Bergen (Norwegen)
Januar	64	108	116	202	17
Februar	97	121	158	270	68
März	142	167	205	339	112
April	170	210	233	368	158
Mai	209	222	226	348	183
Juni	211	216	193	282	180
Juli	210	239	197	249	177
August	194	209	184	216	150
September	167	195	175	227	97
Oktober	114	171	146	236	48
November	60	118	116	209	22
Dezember	48	96	97	175	7

Auch in dieser Tabelle erklären sich die örtlichen und jahreszeitlichen Unterschiede zwanglos durch die Variationen von Tages- und Sonnenscheindauer, Bewölkung und Bodenbedeckung.

Es ist hie und da versucht worden, eine Beziehung der ZGS zu finden, einerseits zur Sonnenscheindauer, anderseits zur Globalstrahlung von Sonne und Himmel auf Horizontalfläche. Dabei übersieht man, daß eine eindeutige und konstante Beziehung gar nicht zu erwarten ist. Neben der direkten Sonnenstrahlung sind ja auch die diffuse Himmelsstrahlung und die Bodenreflexstrahlung maßgebend für die Größe der ZGS. Ähnlich verspricht ein Vergleich mit der Globalstrahlung auf Horizontalfläche nur

dort Erfolg, wo der Bodenreflex immer klein bleibt und die Sonnenbahn stets in der Nähe des Zenits liegt. In höheren Breiten geht die Sonnenstrahlung auf eine horizontale Fläche nur mit ihrer Vertikalkomponente ein, auf eine Kugelfläche dagegen mit ihrer vollen Stärke.

Ein orientierender Versuch, den Anteil der drei Komponenten der ZGS wenigstens für wolkenlose Tage zu analysieren, führt zu dem Ergebnis, daß im Jahresdurchschnitt im Klima von Davos die direkte Sonnenstrahlung 60 %, die diffuse Himmelsstrahlung 22 % und die Reflexstrahlung 18 % der gesamten ZGS ausmacht. Im Jahresverlauf verteilen sich diese Prozentanteile jedoch sehr ungleich, indem im Winter die reflektierte Strahlung auf nahezu 40 % der Gesamtsumme ansteigt, während der Anteil der direkten Sonnenstrahlung im Sommer sein Maximum erreicht.

Literatur

1. *Mörikofer W.:* Erfahrungen mit einem einfachen Strahlungsintegrationsinstrument (Destillationsaktinometer Bellani). Verh. SNG, Chur 1938, S. 133.
2. *Courvoisier P., Wierzejewski H.:* Das Kugelpyranometer Bellani. Archiv Met. Geoph. Biokl., Ser. B *5*, 413 (1954).

2. M. Bider (Basel). – *Messungen der Zirkumglobalstrahlung in Basel (1954–1961).*

Die acht Jahre (1954–1961) umfassenden Messungen der Zirkumglobalstrahlung (ZGS) mit Bellani-Kugelpyranometer haben die folgenden Monatsmittel (in cal/Tag IPS) ergeben; ihnen sind die auf die Periode 1931–1960 reduzierten Monatsmittel sowie die mittleren Monatsextremwerte beigefügt.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1954–1961	64	97	142	170	209	211	210	194	167	114	60	48	140
1931–1960	63	86	137	173	203	219	224	202	159	106	58	46	140
Mittl. Minimum	8	21	31	24	44	53	64	63	34	18	10	6	
Mittl. Maximum	167	184	239	279	310	305	297	291	259	209	155	135	

Einen tieferen Einblick in die Verhältnisse gestattet die Untersuchung der Häufigkeit von Tageswerten nach bestimmten Stufen der ZGS; in der folgenden Tabelle ist eine Zusammenfassung in Stufen von je 30 cal/Tag gegeben, wobei die Häufigkeit in Prozenten aller Fälle angegeben ist.

	bis	0 30	31 60	61 90	91 120	121 150	151 180	181 210	211 240	241 270	271 300	301
Nov., Dez., Jan.		38,7	23,1	14,4	10,8	9,5	2,5	0,9				
Mai, Juni, Juli		0,7	1,4	5,2	7,6	7,5	10,4	11,5	14,1	11,7	21,5	8,5
Jahr		12,6	11,3	9,8	9,7	11,0	9,4	11,0	8,6	7,7	7,4	2,3

Bekanntlich ist die Korrelation der ZGS mit der Sonnenscheindauer sehr eng; für die Monatsmittel der beiden Größen ergeben sich Korrelationskoeffizienten für die einzelnen Monate zwischen 0,70 und 0,98, im Mittel 0,89, so daß die monatliche Sonnenscheindauer zur Reduktion auf eine andere Beobachtungsperiode benützt werden kann. Meist wird die Beziehung der Tageswerte der relativen Sonnenscheindauer (in Prozenten der möglichen) zu denjenigen der relativen ZGS (in Prozenten der Werte an Strahlungstagen) verglichen, wobei sich jahreszeitliche Unterschiede ergeben; die Basler Ergebnisse bestätigen die für Locarno-Monti (1) gefundenen Beziehungen. Ein Vergleich mit den einjährigen Registrierungen der Globalstrahlung ergibt an sonnenlosen Tagen eine von der Jahreszeit unabhängige lineare Regression, wobei die ZGS ungefähr die Hälfte der Kalorienwerte der Globalstrahlung erreicht. Bekanntlich ist der Einfluß einer Schneedecke auf die ZGS sehr groß. Wenn man die relative ZGS in Abhängigkeit von der relativen Sonnenscheindauer an Tagen mit und ohne Schnee untersucht, erhält man die folgenden Werte:

	0	5	20	40	60	80	95 %	relative Sonnenscheindauer
Tage mit Schneedecke	30	44	57	74	83	96	105	
Tage ohne Schneedecke	11	22	36	52	69	80	95	
Quotient	2,7	2,0	1,6	1,4	1,2	1,2	1,1	

Der Quotient der relativen ZGS an Tagen mit Schneedecke zu derjenigen an Tagen ohne Schneedecke nimmt mit zunehmender relativer Sonnenscheindauer stark ab; der Einfluß einer Schneedecke ist also an trüben Tagen relativ viel größer als an sonnigen Tagen (2). Eine ausführlichere Darstellung ist an anderer Stelle vorgesehen.

Literatur

1. *Thams J.C., Wierzejewski H.:* Messungen der Zirkumglobalstrahlung am Alpensüdfuß. Archiv Met. Geoph. Biokl., Bd. *9*, 185–198 (1958).
2. *Angström A.:* Der Einfluß der Bodenoberfläche auf das Lichtklima. Gerlandsbeiträge, Bd. *34* (Köppenband III), 123–130 (1931).

3. Hugo Wierzejewski (Davos). – *Ein neues integrierendes Meßinstrument für Sonnen- und Himmelsstrahlung mit ebener Empfangsfläche.*

Seit etwa 10 Jahren wird am Observatorium Davos ein integrierendes Strahlungsmeßinstrument mit kugelförmiger Empfangsfläche für die Strahlung hergestellt, das Kugelpyranometer Bellani (PBK). Dieses Instrument zeichnet sich einerseits durch die Einfachheit seiner Bedienung aus, andererseits zugleich aber auch durch eine erstaunliche Genauigkeit. Es sind bis heute etwa 700 dieser Instrumente in die ganze Welt hinausgegangen und haben sich gut bewährt, so daß der Wunsch entstand, auch über ein entsprechendes Meßgerät mit horizontaler, statt kugelförmiger Empfangsfläche für die Strahlung verfügen zu können.

Bei der Entwicklung eines Horizontalflächenpyranometers vom Typ Bellani (PBH) ergeben sich allerdings noch schwieriger zu lösende technologische Probleme als beim PBK. Trotzdem wurde diese Aufgabe am Observatorium Davos vor einigen Jahren in Angriff genommen, weil die bei der Entwicklung des PBK gesammelten Erfahrungen es erhoffen ließen, daß es möglich sein würde, auch die der Herstellung eines zuverlässig arbeitenden PBH entgegenstehenden fabrikatorischen Schwierigkeiten zu überwinden. Inzwischen sind diese Entwicklungsarbeiten genügend weit vorangeschritten, so daß es berechtigt erscheint, über den Stand dieser Arbeiten zu berichten.

Bevor auf die speziellen Probleme eingegangen wird, die sich bei der Konstruktion eines PBH ergeben, soll zunächst die physikalische Wirkungsweise der Strahlungsmeßinstrumente vom Typ Bellani (PB) in Erinnerung gerufen werden. Diese Instrumente unterscheiden sich von den übrigen kalorischen Meßinstrumenten durch ihr Meßprinzip. Der physikalische Effekt, der zur Messung der Strahlung ausgenutzt wird, ist bei einem PB die Phasenumwandlung eines Stoffes, nämlich die Verdampfung einer Flüssigkeit (Alkohol), die sich in einem Empfängerkörper befindet, der durch die Strahlung erwärmt wird. Der erzeugte Dampf wird nachfolgend in einem graduierten Meßrohr kondensiert, so daß das kondensierte Flüssigkeitsvolumen gemessen werden kann. Es stellt ein Maß für die auf den Empfängerkörper aufgefallene Strahlungssumme dar. Man hat also in den Pyranometern vom Typ Bellani nicht nur äußerst einfach zu bedienende, sondern zugleich auch automatisch integrierende Meßgeräte, mit denen ohne umständliche Auswertearbeiten direkt Tagessummen der Strahlung gemessen werden können.

Betrachtet man nun die physikalischen Vorgänge in einem PB genauer, so ergibt sich folgendes Bild: Die auf die Empfängerfläche (Kugelfläche beim PBK, Horizontalfläche beim PBH) auffallende Strahlung wird entsprechend dem Absorptionsvermögen der Fläche absorbiert und erwärmt dadurch den Empfängerkörper. Die diesem auf diese Weise zugeführte Wärmeenergie E kann auf verschiedenen Wegen an die Umgebung abfließen. Der Hauptanteil E_R wird durch Verdampfung des Alkohols in latente Verdampfungswärme umgewandelt. Diese wird durch den

gebildeten Dampf ins Meßrohr übergeführt und dort bei der Kondensation des Dampfes an der Rohrwandung als Kondensationswärme wieder frei. Diese fließt durch Wärmeleitung durch die Rohrwandung hindurch und wird schließlich von deren äußerer Oberfläche durch Konvektion und langwellige Strahlung an die Umgebung abgegeben. Der Restanteil E_A fließt dagegen vom Empfängerkörper unmittelbar nach der ihn umgebenden Außenhülle des Instrumentes und wird von dieser, ebenfalls durch Konvektion und langwellige Strahlung, an die Umgebung abgegeben.

Wie in einer früheren Veröffentlichung über das PBK (1) gezeigt wurde, besteht zwischen der Bestrahlung B, das heißt der während der Expositionsdauer auf die Empfängerfläche durchschnittlich je Flächeneinheit aufgefallenen Strahlungsenergie, die gemessen werden soll, und dem infolge dieser Bestrahlung überdestillierten Alkoholvolumen $M = A_R \cdot (Y_2 - Y_1)$ die Beziehung:

$$B = \frac{r \cdot A_R}{\alpha \cdot A_E} (1 + R_R / R_A) \cdot (Y_2 — Y_1)$$

Hierin bedeuten A_E und A_R die Flächengrößen der Empfängerfläche und des Rohrquerschnittes, α das effektive Absorptionsvermögen der Empfängerfläche, r die Verdampfungswärme des Alkohols, R_R und R_A die thermischen Widerstände, die dem Abfluß der Wärmeenergie E vom Empfängerkörper an die Umgebung auf den Wegen über das Meßrohr und über die Außenhülle entgegenstehen und schließlich Y_1 und Y_2 die Ablesungen des Alkoholstandes an der Teilung des Meßrohres zu Beginn und nach dem Ende der Exposition. $Y_2 — Y_1$ ist also die Zunahme des Alkoholstandes im Rohr infolge der Bestrahlung B. Um ein brauchbares PB zu erhalten, muß der Eichfaktor K, das heißt der Faktor, mit dem die gemessene Differenz $Y_2 — Y_1$ multipliziert werden muß, um die zu messende Größe B zu erhalten, unveränderlich sein. Von den in diesem Eichfaktor enthaltenen Größen sind A_R und A_E unveränderliche geometrische Größen, α und r sind physikalische Konstanten, von denen allerdings r eine kleine Temperaturabhängigkeit von etwa 0,2 %/°C besitzt. Dagegen besitzen R_R und R_A eine gewisse Veränderlichkeit, die vor allem durch die Windabhängigkeit des Wärmeübergangs an den Oberflächen des Rohres und der Außenhülle bedingt ist. Um diese Veränderlichkeit unschädlich zu machen, muß man durch konstruktive Maßnahmen dafür sorgen, daß R_A groß gegenüber R_R und infolgedessen R_R/R_A klein gegenüber 1 wird. Beim PBK gelingt dies durch Metallisierung des Empfängerkörpers und Evakuierung des Zwischenraumes zwischen diesem und der Außenhülle. Beim PBH liegen die Verhältnisse komplizierter, weil der Wärmewiderstand R_A aus mehreren parallel geschalteten Widerständen zusammengesetzt ist und weil außerdem wegen der Bedingung der Er-

füllung des Kosinusgesetzes eine Metallisierung der horizontalen Empfängerfläche nicht zulässig ist. Ein besonders bei der Entwicklung des PBH neu hinzukommendes Problem ergibt sich weiterhin daraus, daß bei diesem Instrumenttyp nicht wie beim PBK die von allen Seiten auffallende Strahlung, sondern nur die auf die horizontale Empfängerfläche auffallende Strahlung gemessen werden soll. Der Hauptanteil der von allen Seiten auf das Instrument auftreffenden Strahlung ist also hier als Störstrahlung zu betrachten. Der Empfängerkörper muß deshalb gegen diese so gut abgeschirmt werden, daß derjenige Bruchteil des durch Absorption der Störstrahlung im Instrument verursachten Wärmestromes, der bis zum Empfängerkörper gelangt, klein gegenüber dem von der horizontalen Empfängerfläche absorbierten Strahlungsenergiestrom ist.

Anhand einer Schnittzeichnung des Instrumentes läßt sich zeigen, durch welche konstruktiven Maßnahmen die erwähnten Forderungen, die an ein PBH gestellt werden müssen, erfüllt werden können.

Literatur

1. *Courvoisier P., Wierzejewski H.:* Das Kugelpyranometer Bellani. Beiträge zur Strahlungsmeßmethodik V. Archiv Met. Geoph. Biokl. B *5*, 413 (1954).

4. Paul Bener (Davos). – *Über die spektrale Intensität der ultravioletten Global- und Himmelsstrahlung in Davos.*

Eine genauere Kenntnis der spektralen Intensität der ultravioletten Himmels- und Globalstrahlung ist sowohl für die Strahlungsklimatologie und Photobiologie wie auch für das theoretische Verständnis der Lichtstreuung in der Atmosphäre von Interesse. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, fehlten jedoch bis in die letzte Zeit *spektrale* Messungen der ultravioletten Strahlung des Himmels unter Berücksichtigung des Cosinusgesetzes. Um diese Lücke auszufüllen, sind in den letzten Jahren am *Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos* eine große Zahl von Himmels- und Globalspektren aufgenommen worden. Die effektive spektrale Bandbreite betrug bei diesen Messungen im Wellenlängenbereich 295 bis 410 mμ ungefähr 0,9 bis 2,8 mμ, und die Registrierkurven zeigen eine Anzahl Maxima, Minima und andere Einzelheiten, welche durch das Zusammenwirken von Gruppen stärkerer Fraunhoferlinien sowie durch die Ozonbanden erzeugt werden. Es war für den vorliegenden Zweck nicht notwendig, die Registrierungen nach allen Details auszuwerten. Die Intensitäten wurden daher in Intervallen von 2,5 mμ den Kurven entnommen und für runde Werte der Sonnenhöhe interpoliert. Für Wellenlängen $\lambda \geqq 330$ mμ wurden Mittelwerte der Intensität über Intervalle von 10 mμ gebildet. Die zur selben Wellenlänge und Sonnenhöhe gehö-

renden Einzelwerte der Intensität wurden hierauf in ihrer Abhängigkeit von Trübung, Bodenreflexion, Bewölkung und Schichtdicke des atmosphärischen Ozons untersucht. Ein Einfluß der Trübung läßt sich in unseren Ergebnissen nicht mit Sicherheit erkennen, dagegen liegen die Winterintensitäten infolge der durch die Schneedecke erhöhten Bodenreflexion durchschnittlich 30% höher als die Sommerwerte. Die Ultraviolettintensität der Himmelsstrahlung wird durch dünne Schichtbewölkung in viel geringerem Maße verstärkt, als dies für die Gesamtintensität der Fall ist, dagegen sinkt auch die ultraviolette Himmelsstrahlung bei dichter, tiefer Bewölkung stark ab. Zur Untersuchung des Ozoneinflusses wurden die einzelnen Intensitätswerte in Funktion der am betreffenden Tage am *Lichtklimatischen Observatorium Arosa* gemessenen mittleren Ozonschichtdicke aufgetragen und ausgeglichen. Die über alle bisherigen Ergebnisse gemittelten Werte der ultravioletten Himmels- und Globalstrahlung bei Bewölkungsgraden $\leqq {}^1/_{10}$ lassen sich durch die folgende Formel darstellen:

$$\log I(\lambda,h,x) = \log I(\lambda,h,x_0) - T(\lambda,h)\,(x—x_0)$$

Es bedeutet $I(\lambda,h,x)$ die spektrale Intensität in $W\,cm^{-2}m\mu^{-1}$, λ die Wellenlänge, h die Sonnenhöhe und x die Schichtdicke des atmosphärischen Ozons in cm, ausgedrückt nach der alten Skala (vor 1957). Der Koeffizient $T(\lambda,h)$ ist ein Maß für die Stärke des Ozoneinflusses und hängt vom Absorptionskoeffizienten des atmosphärischen Ozons und von der Sonnenhöhe ab. Werte des Koeffizienten $T(\lambda,h)$ und der Intensität $I(\lambda,h,x_0)$ für eine Bezugsschichtdicke $x = x_0 = 0{,}250$ cm sind in den Tabellen 1*a* und 1*b* für Himmels- und Globalstrahlung sowie für verschiedene Wellenlängen und Sonnenhöhen angegeben.

Die über 10 mμ gemittelte Intensität der Himmels- und Globalstrahlung variiert zwischen 330 mμ und 390 mμ und für Sonnenhöhen über 10° nicht sehr. Die spektrale Verteilung ist hier im wesentlichen durch das extraterrestrische Spektrum bestimmt, welches in diesem Bereiche ein entsprechendes Plateau aufweist. Unterhalb 330 mμ fällt die spektrale Intensität wegen der hier einsetzenden Ozonabsorption und auch infolge der abnehmenden extraterrestrischen Intensität der Sonnenstrahlung sehr stark ab und erreicht auch bei hohen Sonnenhöhen bei Wellenlängen $\lambda \geqq 290$ mμ die kurzwellige Grenze der Meßbarkeit. Die Intensität variiert in diesem Bereich in Funktion der Wellenlänge und Sonnenhöhe um mehrere Größenordnungen. Schwankungen des atmosphärischen Ozons im Betrag von 0,100 cm, wie sie im Verlaufe eines Jahres vorkommen können, erzeugen zum Beispiel bei 300 mμ Variationen der Himmelsstrahlungsintensität um den Faktor 3,5 bis 9,8, wie aus den Werten für $T(\lambda,h)$ der Tabelle 1*a* hervorgeht.

Tabelle 1*a*

Intensität I (λ, h, x_0) der ultravioletten Himmelsstrahlung in $Wcm^{-2}m\mu^{-1}$ für eine Ozonschichtdicke von x_0 = 0,250 cm (alte Skala) und Koeffizient T (λ,h) in cm^{-1}
Für λ = 340 bis 410 mμ kann die Absorption des atmosphärischen Ozons vernachlässigt und $T(\lambda,h) = 0$ gesetzt werden. Diese Werte beziehen sich auf Winterverhältnisse in Davos (1590 m ü.M.) und Bewölkungsgrade $\leqq {}^1/_{10}$

h		0°	5°	10°	20°	30°	40°	50°
λ (mμ)								
300	*I*	—	—	—	2,34–9	1,16–8	4,78–8	1,03–7
	T	—	—	—	9,9	8,6	6,2	5,5
310	*I*	7,29–9	3,18–8	1,11–7	6,81–7	1,93–6	3,21–6	4,60–6
	T	5,3	6,2	8,2	6,2	4,3	2,6	1,9
320	*I*	9,96–8	6,40–7	2,04–6	6,75–6	1,09–5	1,49–5	1,85–5
	T	1,8	3,2	3,2	1,9	1,6	0,9	0,7
330	*I*	5,40–7	2,67–6	6,29–6	1,38–5	2,10–5	2,58–5	2,98–5
	T	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
340	*I*	7,74–7	3,40–6	7,24–6	1,45–5	2,10–5	2,57–5	2,85–5
350	*I*	9,03–7	3,59–6	7,33–6	1,44–5	1,98–5	2,40–5	2,80–5
360	*I*	9,38–7	3,65–6	7,30–6	1,37–5	1,89–5	2,28–5	2,68–5
370	*I*	9,14–7	4,25–6	8,43–6	1,48–5	2,01–5	2,35–5	2,62–5
380	*I*	9,70–7	4,07–6	7,42–6	1,26–5	1,66–5	2,02–5	2,37–5
390	*I*	5,00–7	3,37–6	7,30–6	1,32–5	1,75–5	2,04–5	2,27–5
400	*I*	1,40–6	5,70–6	1,03–5	1,67–5	2,16–5	2,51–5	2,80–5
410	*I*	1,60–6	6,80–6	1,33–5	1,95–5	2,55–5	3,00–5	3,30–5

Tabelle 1*b*
Entsprechende Werte für die ultraviolette Globalstrahlung

h		15°	20°	25°	30°	40°	50°
λ (mμ)							
300	*I*	—	2,00	5,90	1,56–8	7,66–8	2,30–7
	T	—	—	12	12	9,4	12
310	*I*	3,30–7	8,52–7	1,65–6	2,66–6	5,55–6	9,05–6
	T	7,8	6,2	5,1	3,6	3,9	4,8
320	*I*	4,76–6	8,47–6	1,25–5	1,69–5	2,58–5	3,50–5
	T	2,1	1,8	1,8	0,9	1,4	2,0
330	*I*	1,20–5	1,86–5	2,59–5	3,27–5	4,67–5	6,12–5
	T	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
340	*I*	1,35–5	2,06–5	2,83–5	3,56–5	4,88–5	6,17–5
350	*I*	1,40–5	2,10–5	2,88–5	3,65–5	5,06–5	6,41–5
360	*I*	1,41–5	2,18–5	2,98–5	3,76–5	5,02–5	6,39–5
370	*I*	1,76–5	2,57–5	3,41–5	4,22–5	5,88–5	7,18
380	*I*	1,85–5	2,52–5	3,13–5	3,70–5	5,02–5	6,60–5

Eine Beschreibung des für unsere Messungen benutzten Spektrometers und der Meßmethode sowie eine eingehendere Diskussion der Ergebnisse ist an anderer Stelle gegeben worden (1).

Literatur

1. *Bener P.:* Investigation on the spectral intensity of ultraviolet sky and sun + sky radiation under different conditions of cloudless weather at 1590 m a.s.l. Davos, December 1960.

5. Emil Flach (Davos). – *Zur Klimatologie der Abkühlungsgröße in der Schweiz.*

Ausgehend von der Tatsache, daß bei klimatologischen und speziell bioklimatologischen Problemstellungen, insbesondere thermischer Natur, der Verfolg nicht nur von Wettereinzelelementen, sondern auch von Elementekombinationen erforderlich ist, führte schon seit mehreren Jahrzehnten zu den verschiedenartigsten experimentellen Versuchen in dieser Hinsicht.

Einer dieser Wege hat sich als sehr fruchtbar erwiesen, der vor rund 35 Jahren von R. Thilenius und C. Dorno in Davos beschritten worden ist und der meßtechnischen Erfassung der «Abkühlungsgröße» (= AG) mit dem «Davoser Frigorimeter» dient. Der Testkörper dieses Frigorimeters besteht aus einer massiven Kupferkugel mit einer mittleren Oberflächentemperatur von 36,5°C, die im Meßvorgang durch eine elektrische Heizvorrichtung konstantgehalten wird. Die jeweils für die Aufrechterhaltung der Oberflächentemperatur erforderliche Heizenergie gibt dabei ein Maß für die Größe des Wärmeentzugs, der durch die Einwirkung der meteorologischen Faktoren auf die Kugeloberfläche in der Regel gegeben ist (1). Dieser Wärmeentzug, ausgedrückt in Millikalorien pro Quadratzentimeter und Sekunde, wird als *Abkühlungsgröße* bezeichnet.

An der Komplexwirkung auf den Testkörper sind vorzugsweise die Lufttemperatur, die Luftbewegung (Windstärke), die kurzwellige Wärmestrahlung von Sonne, Himmel und reflektierendem Erdboden wie auch der langwellige Strahlungsaustausch des Testkörpers mit der Umgebung beteiligt. Unmittelbare Daten, zum Beispiel für wärmephysiologische Sondierungen, vermag das Davoser Frigorimeter nicht zu liefern, doch bieten seine Angaben weitgehende Hinweise auf die Größe des Wärmeanspruchs an den Organismus, wie er unter den verschiedensten Wetter- und Klimasituationen zutage treten kann. Das Meßgerät arbeitet in seiner heute gegebenen Konstruktionsweise auch unter extremen Klimabedingungen einwandfrei. Es hat eine weite Verbreitung in vielen Ländern der Erde zwischen tropischen und arktischen Breiten (3).

Im Bereich der Schweiz waren im Laufe der letzten 30 Jahre rund 18 Abkühlungsgrößen-Meßstationen in Betrieb, die wertvolle Ergebnisse und interessante Perspektiven für die bioklimatologische und speziell kurortklimatologische Erschließung der verschiedenartigen schweizerischen Landschaften erbrachten (2). Die längsten Beobachtungsreihen besitzen Davos, Basel, Baden bei Zürich, Zürich und Locarno-Monti.

Besonderes Interesse beansprucht im Bereich der Schweiz die Höhenabhängigkeit der Abkühlungsgröße, wie sie in den charakteristischen Jahreszeiten des Winters und Sommers hervortritt. In dieser Hinsicht weist die Statistik nach, daß die hochalpinen Tal- bzw. Hanglagen besonders im Winter weit weniger großen Abkühlungsreizen ausgesetzt sind als beispielsweise die Niederungsgebiete der Alpennordseite (vgl. Tabelle). Diesen Landschaften gegenüber sind die unteren Höhenbereiche südlich

des Alpenkamms (Tessin, Wallis) gerade im Winter erheblich begünstigt. Dies erklärt sich z. T. aus der Höhenverteilung der Sonnenscheindauer zu dieser Jahreszeit.

Die winterliche Höhenverteilung der Sonnenscheindauer bekundet nämlich, daß nord- und südwärts des Alpenkamms in den Höhenbereichen zwischen 400 und 800 m die niedrigsten Summen der Sonnenscheindauer gefunden werden; in dieser Schicht wird auch die größte Frequenz von Hochnebel beobachtet. Oberhalb 800 m nimmt die Sonnenscheindauer rasch zu und erreicht in Höhenlagen von 1600 m (mit rund 100 Stunden pro Wintermonat) das Doppelte der Werte in 600 m (mit 50 Stunden). In den südschweizerischen Landschaften (Tessin und Wallis) besitzt die Sonnenscheindauer um diese Zeit auch in den unteren Höhenbereichen verhältnismäßig hohe Werte (110–120 Stunden pro Wintermonat), so daß die Höhenzunahme derselben bis auf 135 Stunden in 1600 m nicht mehr stark in Erscheinung tritt. Diese Tatsachen üben auf das Verhalten der Abkühlungsgröße einen nicht unbedeutenden Einfluß aus, indem günstige Einstrahlungsbedingungen zwangsläufig auch niedere AG-Werte zur Folge haben müssen.

Dem Studium der strukturellen Beschaffenheit der Abkühlungsgröße dienlich sind Vergleiche zeitlicher Abläufe langjähriger Mittelwerte dieses thermischen Komplexelements, dies vor allem, wenn gegensätzliche Landschaften betrachtet werden. So ergeben Vergleiche von Abkühlungsgrößen-Differenzen zwischen Basel und Davos in ihrer Bezugnahme auf die entsprechenden Unterschiede der Lufttemperatur, Wärmezustrahlung und Luftbewegung, daß die letztere ein stark dirigierendes Moment bei der frigorimetrischen Erfassung der Abkühlungsgröße darstellt. Demgegenüber sind die übrigen Elemente mehr sekundär an der AG-Struktur beteiligt.

An dem Verhalten der Windstärke in Niederung und Hochgebirge ist bemerkenswert, daß hierbei im Jahresverlauf ausgeprägte Gegensätze existieren. So besitzt im Bereich der nördlich des Alpenkamms gelegenen Niederungen der Grad der Luftversetzung sein Jahresmaximum im Winter, während in den alpinen Hochtälern dieses im Sommer beobachtet wird. Entsprechend angeordnet sind die jährlichen Minima (in Davos im Winter, in Basel im Hoch- bzw. Spätsommer). Diese Umstände bedingen die geringe Jahresamplitude der AG in den alpinen Hochtälern (Davos) und die demgegenüber weit mehr auseinander liegenden Jahresextreme in den Niederungen (Basel).

Die beigefügte Übersicht über die Monats- und Jahresmittelwerte der mit dem Davoser Frigorimeter gemessenen Abkühlungsgrößen unterstreicht die Bedeutung dieser klimatologischen Komplexgröße für die bioklimatologische Diagnostik des Niederungs- und Höhenklimas der Schweiz, dies sowohl nach örtlichen als auch nach zeitlichen Gesichtspunkten.

Monats- und Jahresmittelwerte der mit dem Davoser Frigorimeter gemessenen Abkühlungsgröße (AG) in mcal/cm²·sec (Schweiz)

Ort	Basel	Baden	Zürich	Bad Ragaz	Wiesen	Lenzerheide	Davos	Montreux	Montana	Locarno-Monti
m ü.M.	317	386	493	518	1460	1476	1560	375	453	380
Zahl der Jahre	25	10	12	5	3	3	30	3	2	9
I	22,4	17,1	24,6	20,4	14,2	20,4	15,8	12,8	19,2	16,1
II	20,3	15,6	23,0	18,8	12,5	19,4	16,1	13,8	15,7	15,8
III	16,7	13,3	19,4	18,6	11,8	17,1	14,2	13,0	16,0	14,5
IV	13,7	11,2	17,3	16,5	11,2	16,8	13,3	7,6	15,3	12,0
V	10,1	8,6	14,4	13,9	9,6	15,5	11,8	7,7	11,9	11,0
VI	8,2	6,6	11,1	10,5	9,0	11,2	10,1	3,7	8,8	8,3
VII	7,9	6,1	10,6	9,7	7,8	12,5	9,3	4,4	8,8	7,0
VIII	8,1	6,2	10,2	10,0	8,4	12,5	8,9	3,9	8,7	7,8
IX	10,0	8,0	12,1	11,3	8,6	13,3	10,0	7,2	9,8	9,8
X	13,6	10,8	16,4	14,1	10,7	15,8	12,1	8,6	12,7	12,0
XI	18,2	13,9	20,4	18,1	11,6	17,9	14,3	13,3	12,9	14,1
XII	21,2	16,5	23,2	19,1	13,2	18,8	15,3	14,0	14,9	15,8
Jahr	14,2	11,1	16,9	15,1	10,7	15,9	12,6	9,2	12,9	12,0
Amplitude	14,5	11,0	14,4	10,7	6,4	9,2	7,2	10,1	10,5	9,1

Literatur

1. *Wierzejewski H.:* Theoretisches und Konstruktives zur Messung der Abkühlungsgröße. Archiv Met. Geoph. Biokl. B *2*, 65 (1950).
2. *Mörikofer W.:* Zur Klimatologie der Abkühlungsgröße. Acta Davosiana *1*, 3 (1933).
3. *Flach E., Mörikofer W.:* Comprehensive climatology of cooling power as measured with the Davos Frigorimeter. Part I: General results of the climatology of cooling power. Davos, August 1962. 71 S.

6. R. List, A. Aufdermaur (Davos), H. Oeschger (Bern), G. Gensler (Kloten). – *Zum Eisfall von Muri vom 3. Juli 1961*[1].

7. M. de Quervain (Weißfluhjoch-Davos). – *Zu Schneeumwandlung und Massenaustausch an der Oberfläche des grönländischen Inlandeises.*

Der Massenumsatz und die Massenbilanz des grönländischen Inlandeises basieren auf dem Zuwachs (Niederschlag, Kondensation) der Ablation (Verdunstung, Abschmelzen unter Abfluß, Eisausstoß). Bei der Messung des Zuwachses wird gewöhnlich nicht auf eine Niederschlagsmessung abgestellt, sondern auf die Wasserwertmessung bereits abgelagerter Schichten. Damit besteht die Möglichkeit, effektive Zuwachswerte (unter Einbezug des Dampfaustausches mit der Oberfläche) auch weit zurückliegender Epochen festzustellen, sofern die Datierung der Schichten gelingt. Das einfachste Verfahren zur Datierung besteht im Abzählen der Jahresschichten auf Grund von Periodizitäten struktureller Art (Dichte, Härte, Korngröße usw.), die mit den saisonmäßigen Klimaschwankungen verknüpft sind. Solche Periodizitäten sind an ausgeschnittenen Firnproben an der veränderlichen Transparenz direkt erkennbar, wobei die sommerlichen Ablagerungen als hellere Streifen erscheinen. In einzelnen Fällen – und dies besonders mit zunehmender Tiefe – ist die Identifizierung von Jahresschichten schwierig wegen scheinbarer Abnormitäten oder wegen schwacher Differenzierung.

Anläßlich der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition 1959/60 (EGIG. Technische Organisation: Expéditions polaires françaises) wurden an der Station Jarl-Joset (Position ca. 71°20′ N – 33°30′ W, Höhe 2870 m) während des Monats Juli 1959 über die Bildung der sogenannten Sommerfacies direkte Beobachtungen angestellt. Gleichzeitig wurde dreimal täglich der Dampfaustausch mit der Atmosphäre gemessen. Der betreffende Monat war sehr wind- und niederschlagsarm, so daß die Verhältnisse an ein und derselben oberflächlichen Schneeschicht über längere Zeit verfolgt werden konnten.

Die Firnumwandlung, auf der die Bildung der Sommerfacies beruht, entspricht grundsätzlich der aufbauenden Metamorphose der alpinen Schneedecke und wird gesteuert durch die Temperaturverhältnisse. In

[1] Erscheint a.a.O.

einem idealisierten Schneekörper (Modell mit einem röhrenförmigen Porensystem parallel zu einem Temperaturgradienten) beträgt der Diffusionsstrom des Wasserdampfes (1)

$$m = -\frac{nD \cdot p_0}{RT}\left[f'(T) - \frac{1}{T}\right] \cdot \exp.\left[f(T)\right] \cdot \operatorname{grad} T \quad \text{g/cm}^2\text{s}$$

mit n Porosität des Modells
D Diffusionskonstante
R Gaskonstante für Wasserdampf
T Abs. Temperatur
$p_0 \exp.[f(T)] = p_s$ Dampfdruck
f(T) empirische Temperaturfunktion
$f'(T)$ Ableitung nach der Temperatur

Für eine gegebene Stelle im Schnee hängt also der für die Umwandlung verfügbare Dampfstrom von der Temperatur und von deren Gradienten ab. Unter Berücksichtigung gewisser Abweichungen der realen Schneedruckstruktur gegenüber der Modellstruktur berechnet man für den erforderlichen Temperaturgradienten zur völligen Umsetzung eines 1 mm dicken Schneeplättchens bei —10° in 30 Tagen einen Wert von zirka 0,8°/cm. Solche Gradienten sind im zentralen Grönlandfirn in größeren Tiefen als 50 cm nicht anzutreffen. Daß sie oberflächlich an der Tagesordnung sind, wird anhand der Messungen gezeigt.

Die Beobachtungen bestanden einerseits in der täglich drei- bis viermaligen Messung der Temperaturen im Bereich der obersten 30 cm mittels Thermoelementen und anderseits in der Strukturanalyse dieser Schichten an Hand von Dünnschnitten an Proben, die mit Phthalsäureester konserviert nach der Schweiz zurückgebracht worden waren.

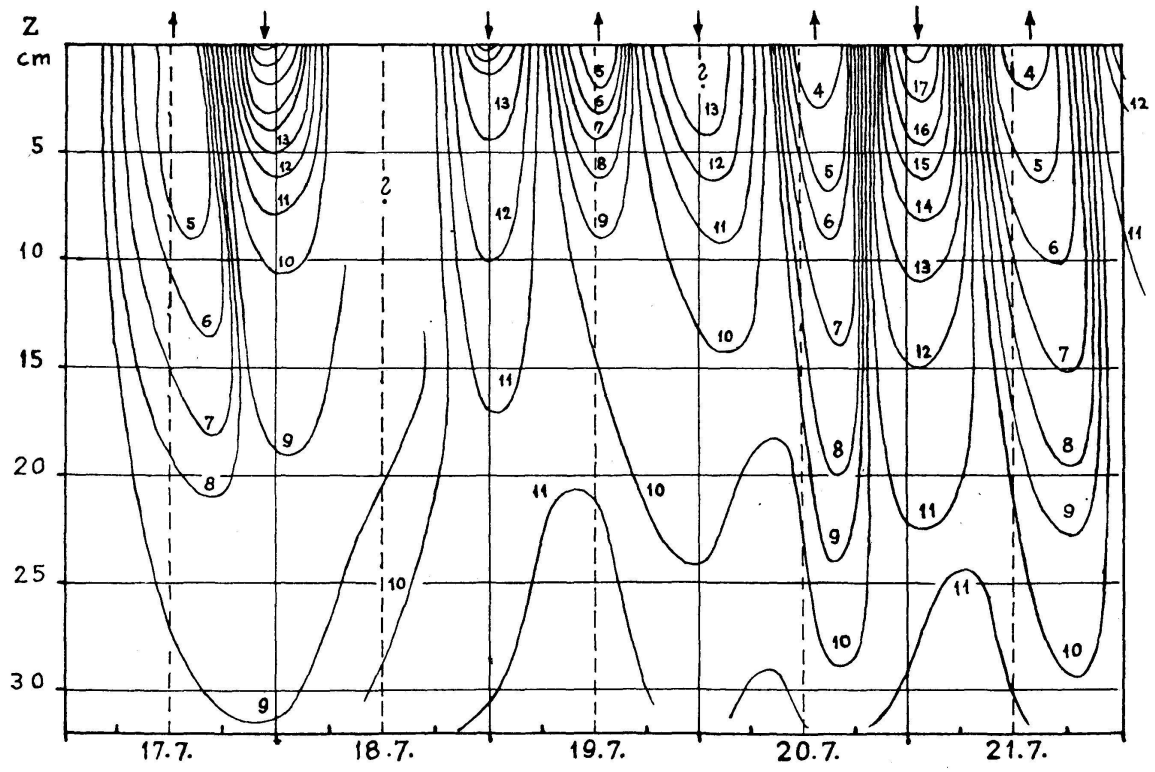
Die Resultate, von denen hier nur ein Beispiel wiedergegeben werden kann, zeigen, daß trotz der permanenten Besonnung (Mitternachtssonne!) Tagesschwankungen der Oberflächentemperaturen im Bereich von 0 bis —20° vorkommen. Sie bringen Gradienten bis ±1°/cm (im obersten cm vermutlich noch höher). Die Schwankungen reichen aber mit einer Amplitude von zirka ±1° nur 20–25 cm tief (siehe Figur). Beteiligt an der Bildung der Sommerfacies sind oberflächliche Reifbildungen bzw. reifartige Umwandlungen von Neuschneespuren, aber auch Schmelzzonen. Dabei entsteht eine Wechsellagerung von lockeren, grobkörnigen, teilweise schwimmschneeartigen Schichten und dünnen Schmelzhorizonten. Wenn zwischenhinein stärkere Schneefälle oder Treibschneeansammlungen auftreten, entstehen Schichten, die sich unter Umständen nicht stark von den allgemein feinkörnig und monoton erscheinenden Winterschichten unterscheiden. Dies dürfte zu den erwähnten Schwierigkeiten in der richtigen Datierung führen.

Der Dampfaustausch zwischen Oberfläche und Atmosphäre, der mittels Wägung schneegefüllter, in die Firnoberfläche eingelassener Plexiglasschalen gemessen wurde, ist gering und von untergeordneter Bedeutung für das Massenbilanzproblem.

In der Periode vom 29.6.59 bis 30.7.59 (32 Tage, abzüglich eine Serie von 5 Tagen mit Schneetrieb) betrug der gesamte oberflächliche Stoffaustausch:

Niederschlag	ca. +2,4 mm H_2O
Erosion	ca. —0,4 mm H_2O
Feststoffaustausch	ca. +2,0 mm H_2O
Verdunstung	—4,5 mm H_2O
Kondensation	+0,2 mm H_2O
Dampfaustausch	—4,3 mm H_2O
Totale Stoffbilanz	—2,3 mm H_2O

Die Stundenwerte der Verdunstung lagen um die Mittagszeit bei $25{,}10^{-3}$ mm/h (Maximum $43{,}10^{-3}$ mm/h). Demgegenüber hat der Diffusionsstrom im Innern der Schneedecke eine berechnete Größenordnung von 10^{-3} mm/h.



Zeitlicher Isothermenverlauf an der Firnoberfläche 17. bis 21.7.1959,
Inlandeisstation Jarl-Joset, Grönland
(Kurvenparameter: neg. Temperatur °C.
Pfeile am oberen Rand: Richtung von Grad T)

Verdunstungs- und Kondensationsbeträge lassen sich nicht scharf gegeneinander abgrenzen, da die Meßtermine nicht auf den Zeitpunkt des Vorzeichenwechsels des Dampfaustausches abgestimmt werden konnten. Wahrscheinlich sind daher die Absolutbeträge beider Prozesse zu niedrig, wogegen die Bilanz zutreffen sollte.

Die mittlere Tagesbilanz des Dampfaustausches von 0,13 mm/Tag für den Juli in Grönland ist von ähnlicher Größenordnung wie die in den Alpen im Januar gefundenen Werte von zirka 0,2 mm/Tag (2). Die Frühlingswerte der Alpen sind mit zirka —0,8 mm/Tag natürlich wesentlich höher. Eine Abschätzung der gesamten jährlichen Dampfbilanz der Station Jarl-Joset auf Grund der Messungen in einem einzigen, vermutlich ausnehmend schönen Monat ist sehr gewagt. Die Größenordnung dürfte aber bei zirka —10 mm/Jahr liegen.

Das Beobachtungsmaterial wird in extenso mit anderen Ergebnissen veröffentlicht (3).

Literatur

1. *de Quervain M.:* Zur Bedeutung der Diffusion bei der Metamorphose des Schnees. Archiv Met. Biokl. (Mörikofer-Festband).
2. *de Quervain M.:* Zur Verdunstung der Schneedecke. Archiv Met. Biokl., Serie B III, 1951 (S. 48–64).
3. Meddelelser om Groenland (in Vorbereitung).

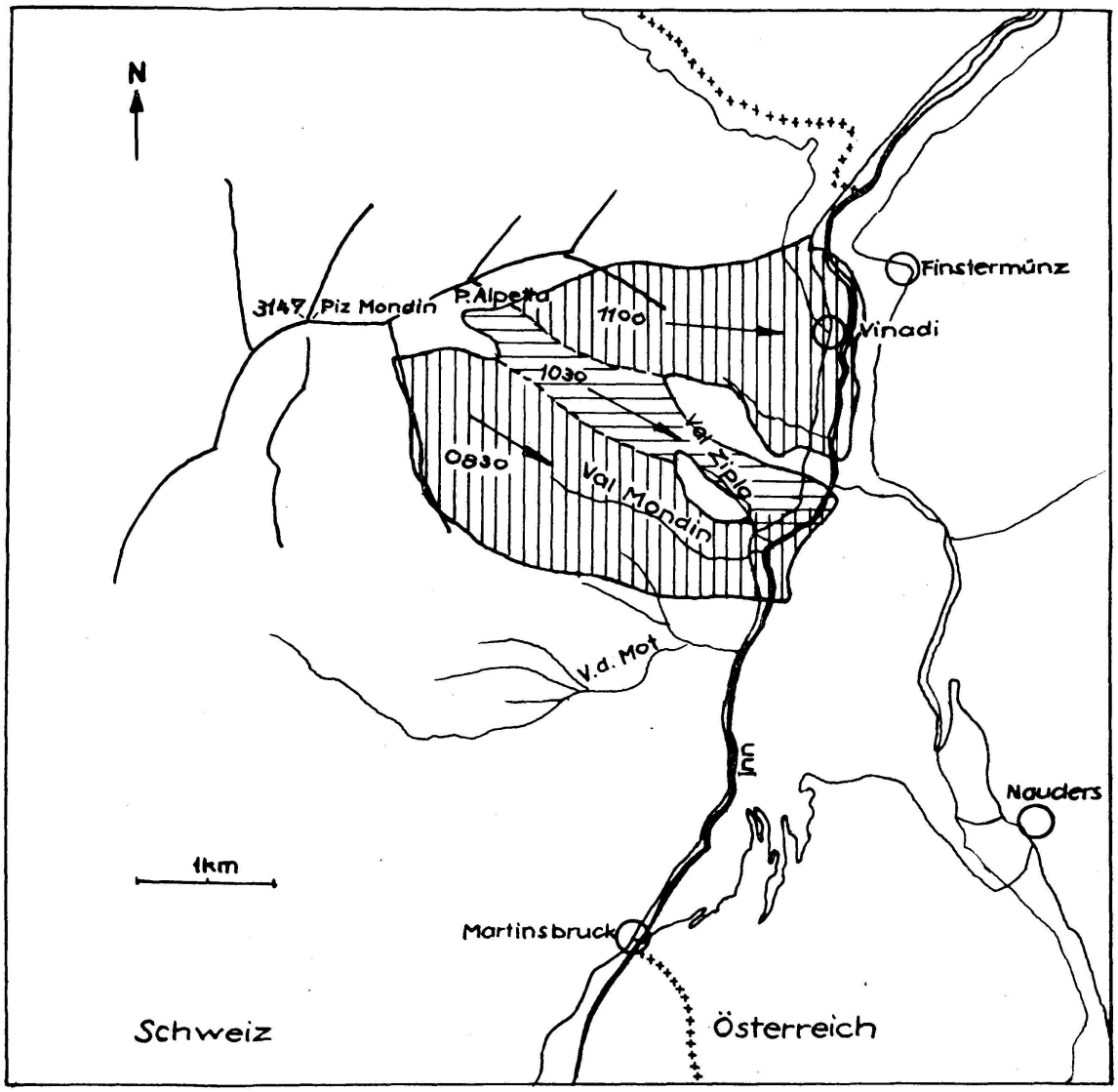
8. M. DE QUERVAIN, H. R. IN DER GAND (Weißfluhjoch-Davos). – *Die Schadenlawine vom 18. Februar 1962 von Vinadi (Gemeinde Tschlin, Unterengadin).*

In etwa 20 km Entfernung vom Tagungsort Schuls, im untersten Abschnitt des Engadins, ereigneten sich am 18. Februar 1962 Lawinenniedergänge, die zu den größten in der Schweiz bekannten Lawinenschäden an einem Waldgebiet führten. Figur 1 gibt Aufschluß über die örtliche Situation.

Aus den Augenzeugenberichten läßt sich der Hergang der Ereignisse folgendermaßen ableiten:

Um 8.30 Uhr löste sich am Piz Mondin (3147 m) in etwa 2800 m Höhe eine Schneebrettlawine und ergoß sich durch das Val Mondin, eine steile, senkrecht zum Innlauf stehende Rinne, die als Lawinenzug bekannt ist, ins Haupttal. An Breite übertraf jedoch dieser Niedergang alle bisherigen, so daß der Wald beidseits des Wassergerinnes bis zu den begrenzenden Felsköpfen umgelegt wurde. Die im 2 km entfernten Vinadi stationierten Grenzwächter stellten das Ereignis fest und begaben sich an Ort und Stelle, um allfällige Passanten zurückzuholen und das Ausmaß der Lawinenwirkung festzustellen. Glücklicherweise kehrten sie sofort wieder an ihren Ausgangspunkt zurück, denn bereits um 10.30 Uhr stürzte durch die als Val Zipla bezeichnete nördlich anschließende Rinne eine

zweite Lawine von ähnlichen Dimensionen und Wirkungen. Ihr Ablagerungskegel überschnitt teilweise denjenigen der Mondin-Lawine. Auch das Anrißgebiet am Piz Alpetta (2976 m) schließt sich unmittelbar an das der erstgenannten Lawine an. Nach einer weiteren halben Stunde, um 11.05 Uhr, entlud sich die restliche SE-Flanke des Piz Alpetta. Die Schneemassen durchstießen den in zirka 1800 m Höhe liegenden Felsgürtel durch das Val Fontana und durch weitere nördlich davon gelegene Couloirs und wälzten sich in breiter Front gegen die Kantonsstraße und den Weiler Vinadi, dabei den ganzen Waldbestand niederwerfend. Die in Vinadi ansässigen Personen – zwei Grenzwächter mit ihren Frauen, ein Wegmacher und die Wirtsleute des Restaurants Vinadi – waren nach den vorausgegangenen Lawinen auf Schlimmes gefaßt, hatten indessen Mühe, die anwesenden Gäste zum Aufsuchen des Kellers zu bewegen. Die drei größeren Gebäude des Weilers wurden aber wunderbarerweise verhältnis-



mäßig nur leicht getroffen, und die Wirkung beschränkte sich auf erhebliche Sachschäden an Haus und Mobiliar. Eine mitten in der Häusergruppe befindliche Garage bekam hingegen die ganze Gewalt eines Lawinenarmes zu spüren und wurde samt Inhalt weggefegt. Auch verschiedene Stromleitungen auf schweizerischer und österreichischer Seite wurden zerfetzt.

Dominierend ist indessen der Waldschaden. Die gesamte Anrißbreite der drei Lawinen auf 2600–2900 m Höhe beträgt etwa 4 km. Am Inn beläuft sich die Breite der Lawinenfront – kleinere, nicht betroffene Streifen einbezogen – auf zirka 2,6 km. Der Grundriß der gesamten Lawinenfläche mißt 460 ha. Mit Hochwald bestockt waren 173 ha. Davon sind 93 ha, also 60 %, zerstört worden. Die verbleibenden 40 % der Waldfläche verteilen sich auf einzelne schmale Parzellen, die durch Felsköpfe abgeschirmt wurden, sowie auf Einzelbäume oder Baumgruppen. Gesamthaft wurden 23 500 m³ Holz geworfen. Ein guter Anteil konnte natürlich aufgerüstet und verwendet werden. Immerhin bleibt der Gemeinde wegen Beschädigung und Wegschwemmens eines Teils des Holzes ein Verlust in der Größenordnung von Fr. 300 000.—, abgesehen von der Verwüstung der Waldfläche, deren Wiederinstandstellung fraglich ist. Die Veränderungen im Waldbestand ließen sich sehr schön aus der Interpretation von Luftbildern, die vor und nach dem Lawinenniedergang aufgenommen wurden, quantitativ ableiten (H. In der Gand).

Vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus interessieren die Entstehungsbedingungen dieser gigantischen Lawinen sowie ihr dynamischer Charakter. Seltsamerweise fiel die Episode nicht in eine Zeit weitverbreiteter Lawinenkatastrophen. Es sind in Graubünden wohl zahlreiche Lawinen verzeichnet worden, jedoch handelt es sich, abgesehen von einer in ihrer Art auch außergewöhnlichen Lawine, die ins Weichbild der Ortschaft Davos eindrang, nicht um Katastrophenfälle. In der maßgebenden Zeitspanne vom 14. bis 18. Februar war die Wetterlage im genannten Gebiet charakterisiert zunächst durch die Zufuhr arktischer Kaltluft aus nordwestlicher Richtung, begleitet von Schneefällen. Die Höhenwinde drehten im weiteren Verlauf schärfer in die Nord-Süd-Richtung. Ab 16. Februar drang wieder wärmere Luft aus dem nördlichen Atlantik gegen die Alpen vor, wobei sich die Schneefälle in Mittelbünden bei etwas erhöhter Temperatur fortsetzten. Die folgende Tabelle zeigt die Morgenwerte einzelner interessierender Stationen.

Unter Berücksichtigung der für die Kammlagen nicht repräsentativen Windverhältnisse der Talstationen stellt man das Vorherrschen der die erste Schneefracht einbringenden *nördlichen* Winde bei *Temperaturen um —20°* in Kammlagen fest (14.–16.2.). Die reduzierten Neuschneemengen von Weißfluhjoch gegenüber den Talstationen deuten auf die starke Verfrachtung des Schnees in die allgemein südexponierten Hänge hin. Bei dem etwas wärmeren Schneenachschub vom 17. und 18. Februar hatten die auf NW–W gedrehten Winde leichter Zutritt zu den Südhängen, so daß dort großflächige windgepreßte Ablagerungen zustande

Neuschneemengen (HN, cm), Gesamtschneehöhen (HS, cm), Windverhältnisse (W, Richtung, Stärke nach Beaufort) und Lufttemperaturen (T, °C) einiger Stationen im Bereich der Vinadi-Lawinen

Station		14.2.	15.2.	16.2.	17.2.	18.2.	Total (14.-18.2.)
Weißfluhjoch	HN	18	5	8	28	18	76,5
	HS	189	187	189	216	237	
	W	NE 6	N 4	NW 4	NW 4	WSW 2	
	T	—19	—21	—10	—12	—15	
Davos-Platz	HN	35	20	16	28	21	120
	HS	96	106	112	120	138	
	W	NE 1	SE 1	NE 0	N 2	SE 1	
	T	—10	—12	—9	—4	—8	
Zuoz	HN	14	8	13	11	4	50
	HS	74	78	86	90	87	
	W	E 4	E 4	W 1	E 1	W 2	
	T	—12	—12	—10	—5	—8	
Ftan	HN	30	28	19	11	21	109
	HS	81	98	103	101	111	
	W	W 4	SW 6	NW 3	NW 8	WSW 3	
	T	—11	—14	—11	—6	—8	
Samnaun	HN	28	18	14	3	12	75
	HS	85	92	102	95	115	
	W	E 2	NW 1	0	W 8	W 6	
	T	—11	—12	—6	—6	—9	
Schuls-Tarasp	HN	18	20	12	6	3	69
	HS	40	60	65	65	65	
	W	SW 0	W 0	NW 0	SW 1	W 0	
	T	—8	—9	—9	—1	—5	

kamen, die auf den kälteren lockeren Schichten der Vortage ruhten. Die Bindung mit der Unterlage war entsprechend schlecht. Damit erklären sich die großräumigen Anrisse in den Südflanken und die starke Staubentwicklung dieser Lawinen. Die aufsummierten Neuschneehöhen ließen zwar vereinzelt größere, bis in die Talsohlen abstürzende Lawinen erwarten. Eigentliche Katastrophenlagen mit Lawinen von außergewöhnlichem Ausmaß drohen aber gewöhnlich erst bei Neuschneesummen von über zirka 120 cm und vor allem bei größeren Tageswerten der Neuschneemengen. Die Gesamtschneehöhen, die hier nicht sehr ins Gewicht fallen, lagen bei den Talstationen deutlich und auf Weißfluhjoch knapp über dem Durchschnitt.

Der Art nach handelt es sich bei den Vinadi-Lawinen um kombinierte Staub- und Fließlawinen. Nach Augenzeugenberichten von Vinadi und Finstermünz (Österreich) erreichte die gewaltige Schneestaubwolke

zirka 1 Minute nach ihrem Erscheinen am Gefällsbruch in etwa 2000 m Höhe die Talsohle. Sie brandete sodann über 300 m am österreichischen Gegenhang hoch und legte auch dort den Wald stellenweise fächerartig um. Wir halten die Zeitschätzung für zu hoch im Hinblick auf die Tatsache, daß die vor dem Zollhaus stehenden Grenzwächter auf ihrer Flucht gegen den Keller des Grenzerhauses bereits im Treppenhaus vom Aufprall der Lawinenfront überrascht wurden. Läßt man 30–40 Sekunden als Absturzzeit zu, folgt für die mittlere Geschwindigkeit der Lawinenfront ein Wert von zirka 160–200 km/h, der in diesem Fall noch als bescheiden anzusprechen wäre.

Hinter den Staublawinen folgten, mehr auf die einzelnen Geländerinnen konzentriert, Fließlawinen, die aus dem durch Entwurzelungen aufgewühlten Boden stellenweise viel Erdmaterial mitreißen konnten und damit Grundlawinencharakter annahmen. In diesen Zügen wurde ein Teil des geworfenen Holzes bis in den Inn getragen. Die von anhaltendem Krachen begleitete Bewegung in den Fließlawinen hielt 6–10 Minuten an. Dort, wo nur die Staubwolke in Erscheinung trat, waren die Bäume meist in Bodennähe geknickt und mehr oder weniger in der Strömungsrichtung ausgelegt. Verschiedentlich blieben nackte, sämtlichen Astwerkes entledigte Stämme stehen, was auf eine sehr harte Druckwelle schließen läßt. Am Gegenhang düfte auch die Aufwärtsbewegung des Schneestaubes in diesem Sinne gewirkt haben.

Die Ablagerungen der Fließlawinen bestanden teilweise aus festen runden Knollen von 5–30 cm Durchmesser. Dies läßt darauf schließen, daß in tieferen Lagen feuchter Schnee (vermutlich die bodennahen Schichten) in die Bewegung eingezogen und mit kaltem Schnee durchmischt wurde.

Die Lawinen werfen schwerwiegende Probleme hinsichtlich der Offenhaltung der Talstraße und der Bewohnbarkeit des Weilers Vinadi im Winter auf. Auch für den Sommer ist mit erheblicher Steinschlaggefahr zu rechnen. Eine völlige Verbauung des Anrißgebietes ist mit vernünftigem Aufwand nicht zu erreichen. Man wird sich mit Teillösungen behelfen müssen. Es ist aber nicht zu erwarten, daß die besonderen Umstände, die zum Niedergang dieser außergewöhnlichen Lawinen geführt haben, so bald wieder zusammentreffen. Inzwischen mag der Wald eine Chance haben, unter forstdienstlicher Hegung wieder aufzukommen.

Die Beschaffung von Unterlagen über den Ablauf der Geschehnisse und über die Sachschäden sei hier den Herren Forsting. N. Bischoff (Ramosch) und Hptm. P. Cadruvi (Samedan) bestens verdankt.

9. Theodor Zingg (Weißfluhjoch-Davos). – *Beitrag zur Wolkenmorphologie* (mit Film).

Jedem Beobachter im synoptischen Dienst und jedermann, der sich mit Wolkenklassifikation abgibt, fällt es oft schwer, die Wolkenformen nach dem bisherigen System zu beschreiben. Es gibt eine namhafte Zahl

von Wolkenformen, die mit den bisherigen Bezeichnungen nicht beschrieben werden können, wie beispielsweise flache, ballige Wolken in jedem Niveau. Die herkömmliche Bezeichnung lautet einfach Altocumulus mit den Beinamen per- oder translucidus, welche aber nicht die Form, sondern die gegenseitige Lage betreffen. Es handelt sich in diesen Fällen nicht um eine Thermik, wie bei den echten Cu-Formen, sondern meistens um Wellen und Scherungen an Grenzflächen. Eine andere Nicht-Cu-Form sind die Linsen. Es handelt sich dabei vielfach um Wellen oder Hinderniswolken oder kleinere Partien von Schichtwolken.

Deshalb wurden schon vor einer Reihe von Jahren vom Verfasser neue Formenbezeichnungen vorgeschlagen, die ineinander übergehen und als solche Zwischenformen bezeichnet werden können. Als Grundformen wurden bezeichnet: Schicht *(Stratus)*, Schleier *(Velum)*, Faser *(Fibra)*, Welle / Woge *(Unda)*, Balle *(Glomus)*, Linse *(Lens)*, Flocke *(Floccus)*, Haufen *(Cumulus)*, Dorn *(Spina)*.

Man kann beispielsweise von einer balligen Flocke oder von einer flockigen Balle sprechen, je nachdem ob das eine oder andere Formenelement vorherrscht. Es gibt aber beispielsweise keine faserigen Cu-Formen, hingegen ballige, wellige, faserige, schleierige Schichten, ballige, flockige Linsen usw.

Mittels Zeitrafferaufnahmen wurden die verschiedenen Typen von Wolkenformen und ihre Entwicklung vorgeführt.

10. H. U. Dütsch (Zürich[1]). – *Vergleich verschiedener Methoden zur Bestimmung der vertikalen Ozonverteilung.*

[1] Adresse ab November 1962: National Center for Atmospheric Research, Boulder (Colo.), USA.

Zu einer vollwertigen Verwendung des atmosphärischen Ozons als Tracer für Strömungen in der Stratosphäre genügen die relativ einfach ausführbaren Gesamtozonmessungen nicht, sondern es werden routinemäßige Beobachtungen der vertikalen Verteilung dieses Spurengases benötigt. Im letzten Jahrzehnt sind eine Reihe von Verfahren – direkte und indirekte – zur Bewältigung dieser bedeutend anspruchsvolleren Aufgabe entwickelt worden. Für ihre nutzbringende Anwendung ist es sehr wesentlich, die verschiedenen Methoden durch gleichzeitigen Einsatz am selben Ort auf ihre Vergleichbarkeit und Zuverlässigkeit zu prüfen.

Nachdem ein erster Vergleich im Sommer 1958 in Arosa und ein weiterer im folgenden Frühjahr in Denver durchgeführt worden war, ermöglichte die Unterstützung durch die Meteorologische Weltorganisation und das Office of Aerospace Research der US Air Force die Organisation zweier weiterer Testserien in Arosa im Sommer 1961 und im Frühling 1962, bei welchen zwei bzw. eine optische Sonde (Pätzold und Mme Vassy), eine elektrochemische (Brewer) und eine auf dem Prinzip der Chemolumineszenz beruhende (Regener) unter sich und mit einer indirekten Methode, dem sogenannten Umkehrverfahren, verglichen wurden.

Erwartungsgemäß konnten die beiden chemischen Sonden die Detailstruktur der Ozonverteilung mit der Höhe am feinsten auflösen, während die indirekte Methode nur die groben Änderungen von Tag zu Tag und mit der Jahreszeit angibt und die optische Sonde eine Zwischenstellung einnimmt. Die Sommertestserie zeigte in einzelnen Flügen eine sehr gute bis in alle Details gehende Übereinstimmung zwischen den beiden chemischen Sonden, während diese in anderen Aufstiegen zwar dieselbe Struktur angaben, die Übereinstimmung der Absolutwerte aber sehr zu wünschen übrigließ, was auf gewisse Eichungsschwierigkeiten der Regener-Sonde und vermutlich vor allem auf eine Verschmutzung der Ansaugröhrchen zurückzuführen war. Im Mittel der Aufstiege entsprachen sich die Ergebnisse der indirekten Methode und die Durchschnittswerte der verschiedenen Sonden recht gut.

Die zweite Testserie demonstrierte die Nützlichkeit des ersten Versuchs: Es war inzwischen möglich gewesen, die Fehlerquellen, welche die Resultate der chemischen Sonden im vorhergehenden Sommer beeinträchtigt hatten, weitgehend zu eliminieren, so daß sich nun zwischen den beiden in ihrer Funktionsweise recht verschiedenen Typen sehr gute Übereinstimmung ergab. Dagegen deckte die Wiederholung des Vergleichs bei Frühlingsverhältnissen (wesentlich kompliziertere vertikale Verteilung des Gases als im Sommer) eine Schwäche der indirekten Methode auf: Mit dem gegenwärtig verwendeten Auswertungsverfahren kann diese das, von der chemischen und der optischen Sonde übereinstimmend gezeigte, ausgesprochene sekundäre Maximum in der unteren Stratosphäre nicht nachweisen. Es ließ sich zeigen, daß das Schichtüberlagerungsverfahren, wie es zur Verbesserung der Konvergenz der numerischen Auswertungsmethode der Umkehrmessungen verwendet wird, für diesen Mangel verantwortlich ist, und es wird gegenwärtig an einer Abänderung gearbeitet, welche diesen Fehler beseitigen soll.

Beide Versuchsserien zeigten die Unzulänglichkeit der heute verwendeten Druckmeßelemente in sehr großen Höhen. In zwei oder drei Fällen waren Abweichungen, welche die optische Sonde im obersten Teil der Sondierung gegenüber den anderen Ergebnissen zeigte, nicht auf ein Versagen des Ozonsensors, sondern auf fehlerhafte Druckmessung zurückzuführen (der lokale Ozongehalt muß hier durch Differenzieren der direkten Meßergebnisse nach dem Druck gewonnen werden). Es ist zu hoffen, daß die Einführung des Hypsometers für Druckmessung in großen Höhen in naher Zukunft eine wesentliche Verbesserung bringen wird.

Um ein Maximum an vergleichbarer Information aus den Messungen der vertikalen Ozonverteilung herauszuholen, die in nächster Zeit und vor allem während des International Quiet Sun Year stark intensiviert werden, sollten solche Vergleiche auch in Zukunft in einigermaßen regelmäßigen Abständen wiederholt werden.

4. Sektion für Chemie

Sitzung der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft

Samstag, 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr. E. GIOVANNINI (Fribourg)

Hauptvortrag

Prof. Dr. F. BOHLMANN (Organisch-chemisches Institut der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg). – *Natürlich vorkommende Acetylenverbindungen*[1].

Gruppe A

1. E. SCHÄTZLE, M. THÜRKAUF, M. ROTTENBERG (Wimmis). – *Zum Mechanismus der Chymotrypsin-Wirkung: Reaktivitäts- und Strukturprobleme bei N-Acylaminosäuren.*

2. C.H. EUGSTER (Zürich). – *Neue Kondensationsreaktionen mit Isoxazolen.*

3. K. SCHAFFNER, C. LEHMANN, H. WEHRLI, O. JEGER (Zürich). – *Photochemische Umwandlungen von α-Keto-oxyden.*

4. R. SCHWYZER, A. COSTOPANAGIOTIS, P. SIEBER (Zürich und Basel). – *Neue Synthesen von Hormonen des Hypophysenvorderlappens.*

5. E. GIOVANNINI, F. FARKAS, J. ROSALES (Fribourg). – *De la constitution de quelques dérivés du 2-méthyl-indoxyle.*[2]

En vue d'obtenir la 2-méthyl-3-hydroxy-indoline et son dérivé N-méthylé[3] nous avons essayé de synthétiser le 2-méthyl-indoxyle et le 1,2-diméthyl-indoxyle, qui, par réduction, auraient pu nous donner les produits désirés.

Dans les essais de synthèse du 2-méthyl-indoxyle, soit par réduction de l'o-nitrobenzoyl-acétyle, soit par fusion alcaline, selon Heumann, de l'N-[o-carboxyphényl]-alanine, nous avons obtenu, au lieu du produit escompté, une substance bien cristallisée (p. f. 174°), dont l'analyse et la détermination du p. mol. fournissent des résultats s'accordant bien avec la formule I (formation probable à partir du 2-méthyl-indoxyle, intermé-

[1] Erscheint in «Chimica».

[2] Une communication complète paraîtra prochainement dans les Helv. chim. acta.

[3] V. travaux précédents: E. Giovannini und Th. Lorenz, Helv. *41*, 113 (1958) et préc.

diaire, par oxidodimérisation, analogiquement à la formation de l'indigo à partir de l'indoxyle).

Par condensation de Dieckmann sur le diester de l'N-[o-carboxyphényl]-alanine O. Neunhoeffer et G. Lehmann[1] ont obtenu récemment un produit auquel ils attribuent la constitution de la 2-méthyl-indolone (II) (malgré le résultat de la détermination du p.mol. qui indique une valeur à peu près double de celle calculée d'après la formule II et qu'ils expliquent par une dimérisation non mieux spécifiée).

Le produit décrit par N. et L. montrait d'évidentes ressemblances avec celui que nous avons décrit ci-dessus; nous avons alors refait la synthèse du produit de N. et L. et avons pu constater sa parfaite identité (p. f., p. f. mixte, spectre UV) avec le nôtre.

Afin de trancher entre les formules I et II pour ce produit nous avons comparé son spectre UV avec celui du 2,2-diméthyl-indoxyle (III): leur parfaite analogie parle nettement en faveur de la formule I; le produit décrit par N. et L. ne serait donc pas la 2-méthyl-indolone. En complément de preuve nous avons voulu appliquer la synthèse de N. et L. au dérivé N-méthylé, pour lequel la formation d'une indolone est exclue. Mais nous n'avons pas obtenu non plus le dérivé N,N'-diméthylé de I, probablement difficile à préparer à cause de l'empêchement stérique tel qu'on peut le constater sur des modèles à calottes de Stuart-Briegleb; à sa place il se forme un produit bien cristallisé, p. f. 151°, dont l'analyse et la détermination du p.mol. donnent des résultats en accord excellent avec la formule brute $C_{10}H_{11}NO_2$ (il n'y a donc pas eu d'oxydodimérisation). La constitution apparemment assez étrange de ce produit a pu être établie, mais nécessite encore de quelques confirmations et fera donc l'objet d'une prochaine communication.

6. R.O. Studer (Basel). – *Eine neue Synthese von Arginin-Vasopressin.*

7. H. Mayer, P. Schudel, R. Rüegg, O. Isler (Basel). – *Über eine neue Vitamin-E-Synthese.*

Vitamin E (α-Tocopherol) besitzt drei voneinander verschiedene Asymmetriezentren an C-2, C-4′ und C-8′. Acht Stereoisomere sind somit theoretisch möglich. Die bekannten Synthesen von α-Tocopherol liefern stets ein an C-2 racemisches Produkt.

Es wurde eine neue Synthese beschrieben, die es gestattet, die Konfiguration an C-2 selektiv festzulegen und bestimmte Stereoisomere des α-Tocopherols in reiner Form darzustellen.

2-Carboxyäthinyl-6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman wurde über die diastereomeren Chininsalze in optische Antipoden gespalten

[1] O. Neunhoeffer und G. Lehmann, Ber.dtsch. chem. Ges. *94*, 2960 (1961).

und diese unter Erhalt der Konfiguration an C-2 in die zwei enantiomeren 2-Formyl-6-acetoxy-2,5,7,8-tetramethylchromane (I) übergeführt.

Beide Enantiomeren reagieren mit totalracemischem bzw. (3 R, 7 R)-Hexahydrofarnesylphosphoniumbromid (aus natürlichem Phytol) unter den Bedingungen der Wittig-Reaktion mit nachfolgender Hydrierung und Hydrolyse zu

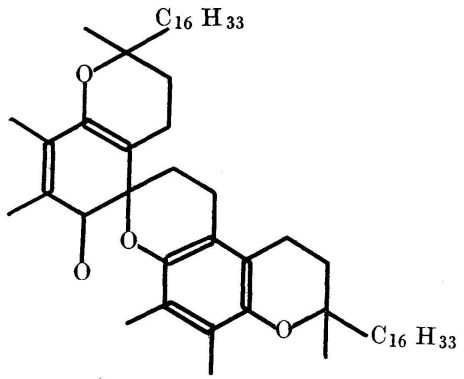
1. (2 (+), 4′RS, 8′RS) –,
2. (2 (—), 4′RS, 8′RS) – bzw.
3. (2 (+), 4′R, 8′R) –,
4. (2 (—), 4′R, 8′R) – α – Tocopherol.

Die $K_3Fe(CN)_6$-Oxydationsprodukte und *p*-Phenylazobenzoate der verschiedenen Tocopherole wurden beschrieben und die Rotationsdispersion von (I) und verwandten Verbindungen untersucht.

8. P. Schudel, H. Mayer, R. Rüegg, O. Isler (Basel). – *Umformungen von α-Tocopherol.*

Es wurde die Herstellung von α-Tocopherol mit unnatürlicher Konfiguration am C-2, ausgehend von natürlichem d-α-Tocopherol über die Zwischenstufen α-Tocopherylchinon und α-Tocopherylhydrochinon, beschrieben. Es konnte bewiesen werden, daß die Oxydation von α-Tocopherol zu α-Tocopherylchinon mit wässeriger Ferrichloridlösung unter Erhalt der Konfiguration am C-2 verläuft und die Umkehr der Konfiguration bei der sauren Zyklisierung von α-Tocopherylhydrochinon zu α-Tocopherol stattfinden muß.

Die Bestimmung der Konfiguration am C-2 geschah unter anderem mit der spezifischen Drehung des Kaliumferricyanid-Oxydationsproduktes von α-Tocopherol, welches, wie unsere Untersuchungen zeigten, zur Hauptsache das Keton I enthält, dessen Struktur im Einklang steht mit verschiedenen besprochenen Umsetzungen und Abbauversuchen.



I

9. K. NAGARAJAN (Zürich). – *Rearrangements in the Kopsine Series.*

10. P. CERUTTI (Zürich). – *Photoreaktionen von Methanol mit N-Heterocyclen.*

11. J. KALVODA, K. HEUSLER, G. ANNER, A. WETTSTEIN (Basel). – *Epimerisierung sekundärer Oxyradikale in der Steroidreihe.*

12. H. DAHN, H. MOLL (Lausanne). – *Die Reaktion der Dehydroascorbinsäure und verwandter Stoffe mit o-Phenylendiamin.*

13. H. WYLER, A.S. DREIDING (Zürich). – *Die Struktur des Randenfarbstoffes Betainin.*

14. H. DAHN, H. GOLD (Lausanne). – *Der Mechanismus der säurekatalysierten Hydrolyse von Diazoketonen.*

15. W. MEIER, A.S. DREIDING (Zürich). – *Reduktion von Östradiol zu 3-Desoxyöstradiol.*

16. L. GMÜNDER (Basel). – *7,8-Dihydro-6H-pyrimido[2,1-b][1,3]-tetrahydro-oxazin-2,4-dione, Derivate eines neuen Ringgerüstes.*

Gruppe B

1. W. HAERDI, D. MONNIER, ED. MARTIN (Genève). – *Considérations sur le dosage de traces d'éléments dans le diphényle.*

Divers projets de réacteurs nucléaires de puissance proposent, comme caloporteur et modérateur, certains hydrocarbures aromatiques nommés plus généralement liquides organiques (L. O.). Pour ces réacteurs, seuls le diphényle et les mélanges de terphényles ont été pris en considération. Ils ont comme avantage sur d'autres produits, une bonne stabilité thermique ainsi qu'une bonne stabilité au rayonnement dans la pile.

La pureté «nucléaire» de ces L. O. doit être minutieusement contrôlée tant à l'état neuf qu'en cours d'utilisation. Ce contrôle se justifie d'une part pour des raisons évidentes de protection et d'autre part pour les renseignements précieux que l'on peut en tirer notamment en ce qui concerne le mécanisme de la corrosion à la surface des tuyauteries dans lesquelles circule le produit irradié. La présence de métaux, par exemple, doit être réduite et maintenue au-dessous de quelques parties par million. Il n'existe actuellement pas de normes universellement adoptées en ce qui concerne ces impuretés activables. A titre provisoire, on peut se fixer les spécifications suivantes, Fe: 5 ppm, Al: 1 ppm, Cu: 1 ppm, Cr: 1 ppm, Cl: 8 ppm, Na: 0,3 ppm et Mn: 0,1 ppm.

Comme nous pouvons le constater, le contrôle de cette pureté demande la mise au point de méthodes de dosage de traces d'éléments dans un milieu organique très stable. C'est à ce problème que nous nous sommes intéressés dans nos laboratoires et pour débuter, plus spéciale-

ment au dosage du fer, du chrome et du nickel dans le diphényle neuf ainsi que le diphényle irradié. Ce sont en effet les 3 éléments principaux entrant dans la composition de l'acier 18/8 dont était constituée la boucle d'irradiation dans laquelle a circulé le diphényle que nous avions à analyser, afin d'en tirer des renseignements sur le mécanisme de la corrosion.

L'analyse de traces métalliques dans le diphényle peut se diviser en deux parties principales, soit la séparation des éléments du produit de base et leur dosage proprement dit.

Nous avons mis au point une méthode de séparation générale, reposant sur la destruction (ou minéralisation) par voie humide de l'échantillon à analyser. Afin d'éviter une contamination démesurée de la solution, nous avons recherché à réduire au minimum la quantité d'acide nitrique nécessaire à cette opération. Malgré cela, les contaminations se sont révélées être encore trop grandes par rapport à la proportion des éléments à doser et ceci spécialement en ce qui concerne le fer. Nous avons alors purifié cet acide pro anal. par une distillation fractionnée ce qui nous a permis de diminuer d'un facteur de 4 sa teneur en fer et d'augmenter ainsi la précision des résultats.

Le dosage proprement dit des éléments est effectué directement sur le résidu de la minéralisation par des méthodes spectrophotométriques, sans séparation préalable. Ces méthodes ont retenu notre attention par leur sensibilité, leur spécificité et leur simplicité. Elles sont classiques et bien décrites dans la littérature. Le fer est dosé au moyen du complexe que forment les ions ferreux avec l'$\alpha\alpha'$bipyridine, le chrome par le complexe que donnent les ions chromates avec la diphénylcarbazide et le nickel sous forme de diméthylglioxime nickélique.

Comme nous avons pu le constater, l'analyse de traces d'éléments dans le diphényle est d'autant plus aisée que la prise initiale est plus faible. Celle-ci est toutefois limitée par la sensibilité des méthodes de dosages choisies. Une analyse des éléments par activation nous permettrait certainement de réduire encore cette prise et de ce fait, diminuer la concentration des ions étrangers, la quantité de réactif et la durée des opérations ainsi que les risques de pertes et de contaminations. C'est le problème que nous étudions actuellement.

2. D. Monnier, Y. Ghaliounghi (Genève). – *Etude analytique et dosage de la vitamine* B_{12}.

3. P. Lerch, Cl. Vuilleumier (Bern). – *Bestimmung kleinster Mengen Kalzium im Gallium durch die Isotopenverdünnungsmethode.*

4. P. Lerch, J.-Cl. Ramirez (Lausanne). – *Séparation de calcium et de strontium radioactifs par la chromatographie sur papier.*

5. R. Hümbelin (Basel). – *Kritik der elektrostatischen Elektrolyttheorie.*

Beinahe alle Vorträge werden in «Chimica» erscheinen.

5. Sektion für Geologie

Sitzung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr A. Lombard (Genève)
Sekretär: PD Dr L. Pugin (Fribourg)

1. J. Cadisch (Bern). – *Probleme des Unterengadiner Fensters*[1].

2. E. Wenk (Basel). – *Einige Besonderheiten des unterostalpinen Kristallins im Unterengadin.* – Kein Manuskript erhalten.

3. M. Vuagnat (Genève). – *Sur quelques diabases de la Basse-Engadine.*

Les diabases de la Basse-Engadine ont une composition qui, suivant les endroits, varie de celle d'un basalte ordinaire à celle d'une spilite (teneur en chaux très basse, en soude très élevée) typique, comme, par exemple la diabase du Château de Tarasp.

Si certaines de ces roches sont massives et représentent, peut-être, des sills, la majorité présente le débit en coussins caractéristiques des épanchements volcaniques sous-marins: route d'Ardez à Schuls, Alp Champatsch. Cette dernière région permet d'étudier deux masses diabasiques importantes: Mot da Ri et «Nordriff», le second de ces deux affleurements montre particulièrement bien le passage des coussins intacts aux brèches de coussins chlorito-hématitiques et la transformation progressive de ces roches en «bunte Grünschiefer» par suite d'un écrasement tectonique.

4. H. Eugster (Trogen). – *Versuch einer tektonischen Synthese der Engadiner Dolomiten.*

Auf Grund einer Profilserie (bestehend aus 31 Quer- und 17 Längsprofilen 1:25000 im Raum zwischen Inn, Val Trupchun, Valle di Fraéle unter Einbezug der Alpe Trela, von Piz Umbrail, Piz Terza und Piz Lad) wurden Analogien in der Tektonik der Silvretta Mittelbündens und jener der Engadiner Dolomiten aufgezeigt. Als solche wurden hervorgehoben:

1. die Abscherung der kristallinen Basis der Silvrettadecke (zwischen Filisur und Motta Palousa) einerseits und der kristallinen Unterlage der Engadiner Dolomiten (zwischen Munt la Schera und Val Torta) andererseits;

[1] Erscheint in den «Eclogae geol. Helvetia».

2. das Phänomen der Untervorschiebung, wie es sich in den Muchettamulden und der großen Deckenmulde des Hochducans dokumentiert und in der Auflage der reduzierten Trias auf dem oberen Gneiszug im Unterengadin und in den Muldenresten des Sesvennagebietes erkannt werden kann;

3. die Tendenz zu Einwicklungen und Tauchfalten: in Mittelbünden die Einwicklung der Ducanmulde durch die kristalline Tauchfalte des Piz da Darlux und Cima da Tisch, im Engadin die Tauchfalte, welche die verkehrte Lage des S-chanfer Dolomites erzeugte mit Raiblerschichten im Kern;

4. die diskordante Auflagerung des Hauptdolomites auf den Raiblerschichten infolge passiver Verfrachtung der obertriasischen Schichten auf der Untertrias, die Kaskadenfalten zeigt. Eine augenfällige Erscheinung von durchgehender Konsequenz von Mittelbünden bis zum Ortler.

Das engmaschig angelegte Profilnetz gab Anlaß zur Darstellung der Oberfläche des kristallinen Substratums in einer Isohypsenkarte 1 : 50 000. Daraus ergibt sich folgendes Bild der Oberflächengestalt des Kristallins:

1. Eine tiefe Einmuldung läuft dem SE-Rand des Unterengadiner Fensters entlang und läßt sich bis in das Gebiet der Quatervalsgruppe verfolgen. Hier biegt die Axe dieser Einmuldung knickartig in SE-Richtung um und streicht gegen den Piz Umbrail in die Luft aus. Ihre größte Eintiefung erreicht sie im Quatervalsgebiet und beinhaltet die mächtige Anhäufung der Triasschuppen. In analoger Weise liegen in der Einmuldung gegen SE die Triasschuppen der Murtarölgruppe.

2. Die unter 1 genannte Einmuldung wird auf ihrer SE-Flanke von einer Aufwölbung begleitet, die vom Val d'Uina bis nördlich des Munt la Schera reicht. Von dieser Aufwölbung durch eine Einmuldung, welche die Trias des Piz Rims enthält, getrennt, folgt die zweite und größte Aufwölbung, jene des Piz Sesvenna. Weiter im SE schließt sich eine dritte Aufwölbung an, dazwischen liegt die flache Einmuldung des Munt da la Bes-cha und Piz Minschun.

3. Im Gebiet der Munt-la-Schera-Kuppel erscheinen alle drei Aufwölbungen zusammengerafft. Sie erfahren hier eine intensive Zerknitterung infolge der knickartigen Abbiegung der Einmuldungsaxe, von der unter 1 die Rede war. Die neuesten, in alle Einzelheiten gehenden Untersuchungen von Karagounis geben einen ausgezeichneten Einblick in die komplexe Struktur dieses Gebietes.

4. Wie früher (1959) ausgeführt wurde, ist das von der SW-NE-Richtung abweichende Streichen in der Quatervalsgruppe auf das Abbiegen der unter 1 genannten Einmuldungsaxe zurückzuführen. Die ursprünglich SW-NE streichenden tektonischen Elemente wurden nachträglich

überprägt durch Bewegungen im kristallinen Untergrund. Es handelt sich um ein Palimpsest. Auch an anderen Stellen der Engadiner Dolomiten lassen sich solche Anomalien im Streichen durch spätere orogenetische Bewegungen in der kristallinen Basis erkennen. So die Querfalten am Munt la Schera und auf der NE-Seite des Piz S-chalambert.

5. Das Kristallin der zentralen Engadiner Dolomiten erscheint, wie die unter Leitung von R. Pozzi ausgeführten Arbeiten von Ercole Martina (1960) zeigen, südlich der Valle di Fraéle. Somit haben wir es in den Engadiner Dolomiten nicht mit drei verschiedenen Decken, sondern mit einer einheitlichen, der Silvrettadecke angehörenden tektonischen Einheit zu tun.

6. Aus der Isohypsenkarte geht eine weitere für die Erklärung der Gleitbretter entscheidende Feststellung hervor:
Am Sesvenna erreicht die Oberfläche des Kristallins die Höhe von mindestens 3750 m ü.M. Im Val Sesvenna, das ist rund 4 km nördlich davon, liegt die Oberfläche des Kristallins auf 1750 m ü.M. Daraus ergibt sich ein Gefälle von 25°.
In der Alpe Trela (Martina, 1960, Fig. 2) fällt die Scherfläche an der Basis der M. Pettini-Cime di Plator-Schuppe rund 45° nach NNE. Die Hypothese der Gleitbrettertektonik rückt somit in den Bereich der realen Möglichkeit.

Literatur

Eugster H. (1959): Beitrag zur Tektonik der Engadiner Dolomiten. Eclogae geol. Helv. *52*, 2, 555–562.

Martina E. (1960): Osservazioni geologiche nella zona dell'alpe Trela (Alpi Retiche, Bormio). Bollettino del Servizio geologico d'Italia, Vol. LXXX, Roma, Tipografia del Senato.

5. R. Staub (Zürich). – *Vorweisung des Probedrucks der tektonischen Karte der Gebirge zwischen Engadin und Veltlin 1:200 000*[2].

6. W. Medwenitsch (Wien). – *Zur Geologie des Unterengadiner Fensters (österreichischer Anteil)*[1].

7. E. Gasche (Basel). – *Mittel- und obertriadische Kalkalgen der Unterengadiner Dolomiten.* – Kein Manuskript erhalten.

8. P. Kellerhals (Bern). – *Neue Beobachtungen an den Bleiminen bei S-charl, Unterengadin*[1].

9. K. Karagounis, A. Somm (Zürich). – *Geologische Probleme aus den südlichen Engadiner Dolomiten*[1].

10. J. Kopp (Ebikon). – *Die Deckenschotter zwischen Suhrental und Sagenbachtal*[1].

11. L. RYBACH (Zürich). – *Geologische Ergebnisse refraktionsseismischer Untersuchungen im Raume Aare–Limmat–Surbtal*[3].

12. H. DE RÖMER (München). – *Kurze Erläuterungen zur Tektonik der Bündner Schiefer in der Umgebung von Nauders, Tirol*[1].

[1] Erscheinen in den «Eclogae geol. Helvetia»

[2] Erscheint im «Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens, NF Bd. XC».

[3] Erscheint in den «Beiträgen z. Geologie der Schweiz, Geot. Serie, Serie Geophysik, Nr. 4».

6. Sektion für Mineralogie und Petrographie

Sitzung der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft

Samstag, den 8. September 1962

1. M. Vuagnat, A. Buchs, R. Chessex, D. Krummenacher (Lausanne et Genève). – *Ages «plomb-total» déterminés par fluorescence X sur les zircons de quelques roches des Alpes.*

Résumé. Les auteurs présentent 17 déterminations d'âge «Pb total» effectuées par fluorescence X sur des zircons. Les échantillons analysés proviennent des régions et des unités géologiques suivantes: Aiguilles-Rouges, Mont-Blanc, Mont-Rose, Grand-Paradis, nappes d'Antigorio et de la Margna, granite de la Bernina, granite de Bavéno et zone de Strona. Cinq résultats, situés entre 613 et 770 m. a., laissent présumer l'existence de noyaux infracambriens ou précambriens dans les Alpes. Les autres déterminations d'âge donnent des chiffres en majeure partie voisins de 250–300 m. a.; enfin, quelques résultats semblent être proches de 350–400 m. a.

2. G.C. Amstutz (Rolla). – *Die Paragenese des natürlichen Sulfidglases von Cerro de Pasco, Peru*[1].

Ergebnisse neuer Aufnahmen mit dem Zählrohr-Diffraktometer, neuer chemischer und Isotopenanalysen sowie statistische Beobachtungen über die Paragenese werden mitgeteilt.

3. F. de Quervain (Zürich). – *Eine Übersichtskarte der Uran- und Thoriumanreicherungen der Westalpen*[2].

4. F. de Quervain (Zürich). – *Vorweisung des ersten Blattes (Nordostschweiz) der neubearbeiteten geotechnischen Karte der Schweiz*[2].

5. Ch. Ducloz (Genève). – *A propos de l'âge des serpentinites de Cuba*[2].

6. M. Delaloye (Genève). – *Données nouvelles sur la chamosite de Chamoson (Valais) et Zoug*[2].

7. A. Elbel. – *Ermittlung radiometrischer Anomalien mit einem speziellen Zählrohr-Suchgerät*[2].

[1] Die vollständige Arbeit erscheint in einer mineralogischen Zeitschrift.

[2] Paraîtront dans le «Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie».

8. L. RYBACH (Zürich). – *Die Verteilung von U-Th, Na, K und Ca im Rotondogranit*[1].

9. R. CHESSEX (Lausanne). – *Déterminations d'âge de quelques roches des Alpes du Sud et des Apennins par la méthode des «dommages dus à la radioactivité»*[1].

[1]Paraîtront dans le «Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie».

7. Sektion für Botanik

Sitzung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr. M. Welten (Bern)
Sekretär: Dr. Hch. Frey (Bern)

1. Ch. Baehni, J.-D. Bersier, G. Bocquet (Genève). – *Orthotropie ou pseudo-orthotropie de l'ovule dans le genre Aesculus L.*[1].

2. O. Schüepp (Basel). – *Die Allometrie bei der Blattanlage von Lathyrus.*

Allometrie bedeutet Verschiedenheit der Wachstumsintensität, die betrachtet wird als Funktion der wachsenden Größe und gemessen wird als relative Wachstumsgeschwindigkeit ($1/x.\, dx/dt$). Jede Allometrie bewirkt einen Formwechsel, sei es durch Veränderung der Proportionen neben- oder hintereinanderliegender Teile, wie Blattspreite und Blattstiel, sei es durch Veränderung der drei Dimensionen Länge, Breite und Dicke im Blockmeristem der Sporangien, im Plattenmeristem der Blattspreiten, im Rippenmeristem und Prokambium der Blattstiele und Stengel.

Das fortwachsende Urmeristem des Vegetationspunktes scheidet nach Lage und Umfang bestimmte Partien der verschiedenen Meristeme ab; Intensität und Dauer des Wachstums in den verschiedenen Meristemarten bestimmt die Form der erwachsenen Glieder der Pflanze. Allometrie des Wachstums besteht schon innerhalb des Vegetationspunktes zwischen Plattenmeristem der Tunika und Block- oder Rippenmeristem des Korpus.

Eine Reihe zufällig herausgegriffener Medianschnitte durch den Vegetationspunkt läßt sich ordnen nach durchschnittlich gleichen Altersdifferenzen innerhalb eines Plastochrons. Die Messung von Kurven längs der Oberfläche, von Sehnen zwischen den Blattachseln oder von Winkeln zwischen Tangenten ergibt Zickzacklinien als Funktion des Plastochronalters. Als Grundlage für die Darstellung des Wachstums durch Konstruktion eines Trickfilms müssen die Zickzacklinien zu stetig gekrümmten Kurven ausgeglichen werden. Der Zusammenhang von Wachstum und Formwechsel kann auch deutlich gemacht werden, indem man je zwei Bilder mit Altersdifferenz von ¼ Plastochron aufeinanderlegt. Auf Grund der periklinen und antiklinen Leitlinien des Zellnetzes läßt

[1] Le travail sera publié ultérieurement en détail.

sich schon innerhalb des ungegliederten Vegetationskegels die Lage späterer Querschnitte an der Basis der Sproßglieder und der Blätter abschätzen. Die Scheitelkurve von Blattachsel über den Scheitelpunkt zur gegenüberliegenden Blattachsel wächst rascher als die Antikline, welche an der Basis des Vegetationskegels konkav zum Scheitel die beiden Blattachseln verbindet. Die Blattoberfläche zwischen Blattachsel, Blattspitze und tieferer Blattachsel wächst rascher als die Scheitelkurve des Vegetationspunktes und wesentlich rascher als die Antikline unter der Blattbasis. Längs der Stammachse folgen sich die Tunika ohne antiklines Wachstum, die Spitze des Marks mit größerem, die Internodien mit geringerem Längenwachstum.

Das ständig wechselnde Verhalten der Einzelzellen im Vegetationspunkt folgt einer statistischen Gesetzmäßigkeit. Bei der gegenseitigen Anpassung der Wachstumstendenzen verschieben sich rechteckige Zellumrisse zu schiefwinkligen Parallelogrammen; in den Blattachseln werden die Dermatogenzellen keilförmig, periklin an der Oberfläche verschmälert, antiklin verdickt.

Formen entstehen im Wachstum; exakte Wachstumsbeschreibung wird eine Verbindung herstellen zwischen den Forschungsgebieten der Morphologie und Systematik, der Entwicklungsphysiologie und der Genetik.

3. R. Bachofen (Glattbrugg). – *Stofftransport und Früchte.*

In den letzten Jahren wurden unsere Kenntnisse über die Verteilung von Assimilaten im Pflanzenkörper dank der Verwendung von markiertem Kohlenstoff ^{14}C stark erweitert. Die meisten Autoren beschäftigen sich nur mit den vegetativen Teilen der Pflanze, so daß heute über den Stofftransport in die Früchte noch wenig Resultate bekannt sind. Nach *Belikov* soll bei Soja nur das Tragblatt der Frucht zu deren Wachstum beitragen, ähnliches berichten *Linck* und *Swanson* über die Phosphatversorgung bei Pisum. Eigene Untersuchungen an Phaseolus zeigten, daß alle Blätter zum Fruchtwachstum beizutragen vermögen.

Tabelle 1

Prozentuale Verteilung von ^{14}C in Phaseolus nach 48 Stunden bei Blattfütterung

	3. oder 4. Fiederblatt			1. oder 2. Fiederblatt			Primärblatt		
Versuch Nr.	4	5	Mittel	2	3	Mittel	1	14	Mittel
Im gefütterten Blatt	46,3	52,9	49,60	64,7	55,1	59,9	78,6	80,6	79,60
In jüngeren Organen	0,6	0,3	0,45	10,0	3,8	6,9	12,8	0,8	6,80
In älteren Organen	0,2	0,1	0,15	1,1	2,1	1,6	0,2	0,1	0,15
In Früchten	52,9	46,7	49,80	24,2	39,0	31,6	8,4	18,5	13,45

Wie die Tabelle 1 zeigt, wandern aus jungen Blättern in 48 Stunden bedeutend mehr Assimilate aus als aus alten. Als aufnehmende Organe sind vor allem die Früchte von Bedeutung, ferner sind in den jüngeren vegetativen Organen meist deutliche Aktivitäten vorhanden. Junge Blätter nehmen also neben der starken Assimilatabgabe auch Stoffe aus älteren Blättern auf, so daß ein Kreislauf in der ganzen Pflanze angenommen werden kann.

Wie stark nehmen nun die Früchte an diesem Kreislauf teil? Nach *Münch* fließt in diese der Assimilat-Massenstrom ein, das Lösungswasser wird transpiriert oder durch Leitgewebe in die vegetativen Teile zurückgepreßt; die Assimilate bleiben in den Früchten fixiert. Das Problem wurde von zwei Seiten her zu lösen versucht:

a) durch Verabreichung von $^{14}CO_2$ an Früchte und
b) durch Langzeitversuche.

Tabelle 2

Prozentuale Verteilung von ^{14}C in Phaseolus bei Fruchtfütterung Versuchszeit

Versuchszeit	24 Stunden									72 Stunden	
	Nur Frucht belichtet			Ganze Pflanze belichtet						Nur Frucht belichtet	Ganze Pflanze belichtet
Versuch Nr.	1	2	Mittel	4	5	6	7	8	Mittel	9	10
In gefütterter Frucht	43,7	54,5	49,15	94,9	93,0	96,8	98,6	98,6	96,38	14,3	47,2
In anderen Früchten	55,9	45,2	50,5	1,9	5,7	2,0	0	1,4	2,2	61,0	43,3
In jüngeren Organen	0,2	0,1	0,15	1,5	1,3	0,6	0,9	0	0,86	3,9	1,2
In älteren Organen	0,2	0,2	0,2	1,7	0	0,6	0,5	0	0,56	20,8	8,3

Bei Fruchtfütterung werden innerhalb von 24 Stunden im Dauerlicht nur geringe Mengen von Assimilaten abtransportiert.

Dagegen zeigt sich, daß unter normalen Tag-Nacht-Bedingungen oder bei partieller Belichtung der Pflanze der Abtransport aus Früchten recht erheblich sein kann. Bei längeren Versuchszeiten ist auch der Abtransport im Dauerlicht erheblich.

Langzeitversuche zeigen Aktivitätsverschiebungen in der Pflanze sowohl in vegetativen Teilen wie in Früchten, auch hier ergibt sich eine Teilnahme der Früchte am Stoffkreislauf in der Pflanze. Im Zusammenhang mit den Transportströmen in und aus Früchten wurde das Transportgewebe für die beiden Richtungen mittels Autoradiographie ermittelt.

Fruchtstielquerschnitte von Phaseolus zeigen besonders in älterem Zustand ein großes Xylem, umgeben von einem relativ schmalen Phloemring. Anhand der Radiographien konnte als Ort des Eintransportes das junge Xylem, als Ort des Austransportes das Phloem ermittelt werden.

Alle unsere Versuche wurden an Phaseolus begonnen und später auf eine Anzahl Pflanzen verschiedenster Verwandtschaft ausgedehnt. In diesen Versuchen konnte das physiologische Verhalten der Früchte, deren Teilnahme am Stoffkreislauf, bestätigt werden, während die geschilderten Transportwege (Eintransport im Xylem, Austransport im Phloem) nicht als allgemeingültig angenommen werden können.

Literatur

Wanner H., Bachofen R.: Transport und Verteilung von markierten Assimilaten I. Planta *57*, 1961, 531–542.

Bachofen R., Wanner H.: Transport und Verteilung von markierten Assimilaten II. Über die Transportbahnen von Assimilaten in Fruchtstielen von Phaseolus. Planta *58*, 1962, 225–236.

— — Transport und Verteilung von markierten Assimilaten VI. Die Verteilung von ^{14}C-Assimilaten bei Langzeitversuchen. Im Druck.

— — Transport und Verteilung von markierten Assimilaten VII. Die Teilnahme der Früchte am Stoffkreislauf in der Pflanze. Im Druck.

4. A. Rutishauser (Zürich). – *Zur Evolution pseudogamer Arten*[1].

5. P. Müller-Schneider (Chur). – *Neue Beobachtungen über Samenverbreitung durch Ameisen*[2].

6. A. Becherer (Lugano). – *Über Silene insubrica Gaudin.*

Silene insubrica Gaudin (1828) unterscheidet sich von *S. nutans* L. durch mehrere morphologische Merkmale (vor allem: Größe der Pflanze, Form des Blütenstandes, Form und Größe der Kapsel, Größe des Samens) sowie durch ihre spätere Blütezeit. Vom Monographen *Rohrbach* (1868) zu *S. italica* (L.) Pers. gestellt, zu welcher Art sie mit Rücksicht auf das Vorhandensein eines Krönchens nicht gehören kann, wird sie in der neueren floristischen Literatur wenig erwähnt und dann meistens als Varietät oder Form von *S. nutans* angeführt. Die Art ist bekannt aus dem Südtessin (erster Autor: *Schleicher*, nach *Gaudin*) und dem an das Tessin angrenzenden italienischen Gebiet (Lombardei: *Comolli*, *Becherer*).

7. H. Gams (Innsbruck). – *Basidiolichenen in Mittel- und Nordeuropa.*

Noch 1926 führte *Zahlbruckner* nur 3 Basidiolichenen-Gattungen an, und noch 1950 *Tomaselli*, nachdem *Tobler* 1936 das früher zur Pyrenolichenen-Gattung *Chiodecton* gestellte *Herpothallon sanguineum* als Basidiolichene erkannt hatte, insgesamt 6 Gattungen mit 15 ausschließlich außereuropäisch-tropischen Arten. Tatsächlich hatte aber schon 1836 *E. Fries* die Vergesellschaftung europäischer Clavariaceen mit Grünalgen

[1] Erscheint im Jahresbericht der Schweiz. Gesellschaft f. Vererbungsforschung.
[2] Erscheint in «Berichte der Schweiz. Botanischen Gesellschaft».

gesehen, worauf *Corner, Geitler* u.a. sie als echte Basidiolichenen erkannten. Ob es auch lichenisierte Agaricales gibt, war bisher fraglich, obgleich schon in mehreren Tafelwerken *Omphalia*-Arten auf ähnlichem grünem Substrat dargestellt worden sind, wie es für die Clavariolichenen bezeichnend ist. Der Vortragende hat sowohl in Nordeuropa wie in den Karpaten und Alpen die Halbflechten *Botrydina* und *Coriscium*, deren Fruchtkörper bisher unbekannt waren, wiederholt in so enger Verbindung mit der bis in die Arktis und ins Hochgebirge weitverbreiteten *Omphalina umbellifera* gefunden, daß an der Zusammengehörigkeit, die noch durch Kultur der zu *Coccomyxa* gehörigen Algen zu prüfen ist, kaum noch zu zweifeln ist. Näheres in «Österr. Bot. Zeitschr.» 1962/63 und in «Ergebn. der IPE» 1961.

8. Eduard Frey (Münchenbuchsee). – *Einige Besonderheiten der Flechtenflora und -vegetation des Unterengadins.*

Durch Farbdias werden einige wichtige Vertreter gut charakterisierter Flechtengesellschaften gezeigt, welche die edaphischen und klimatischen Bedingungen des Unterengadins kennzeichnen.

Die nitrophile Epipetrengesellschaft *Umbilicarietum Ruebelianae* mit *Umbilicaria Ruebeliana, U. subglabra, Rinodina oreina, Acarospora oxytona* usw. besiedelt vom Oberengadin abwärts bis Martina in zunehmendem Maße die meisten SE-exponierten Frontalflächen auf Silikatgestein überall dort, wo der Einfluß der Düngung durch Mensch und Tier merklich ist, ähnlich wie in den Trockentälern des Wallis, der Westalpen und Ostpyrenäen. Dagegen ist diese Assoziation in den humiden Teilen der Alpen selten. Noch ausgeprägter ist dieselbe regionale Verteilung der nitro-phosphatophilen *Ramalina capitata*-Assoziation, welche die Vogelsitzplätze auf Kulmflächen vorragender Blöcke mit ihrem gelbgrün und grauweißen Mosaik bekleidet, weil in den humiden Regionen die leicht löslichen N- und P-Verbindungen so rasch ausgewaschen werden, daß sich diese Assoziationen nicht deutlich ausbilden können. Auf Ca- und Mg-haltigem Gestein werden die beiden genannten Assoziationen durch das *Caloplacetum elegantis* vertreten.

Umbilicaria virginis, die auf dem Adulajoch bei 3200 m Meereshöhe 8 cm Durchmesser erreichen kann, auf dem Piz Corvatsch bei 3400 m zirka 5 cm Durchmesser erreicht, fehlt auf den Gipfeln des Macunplateaus und erreicht auf den obersten Gipfelfelsen des Piz Linard maximal 1 bis 1,5 cm Breite. Da diese Nabelflechten je ein Alter von mehreren Jahrhunderten hinter sich haben, können sie gleichsam als Totalisatoren ein Maß für die Humidität sein.

Die Epiphytengesellschaften, vor allem die der Bartflechten, der Usneaceen, wie die von *Usnea cavernosa, Letharia divaricata, Alectoria sarmentosa* und *Ramalina thrausta*, die in den feuchten Wäldern der Randketten eine weite Verbreitung haben, beschränken sich im lufttrockenen Unterengadin auf die schluchtartigen Teile des Haupttales und auf die

engen Eingänge der Seitentäler mit ihrer lokal verstärkten Humidität. Während diese hellfarbigen Bartflechten im Jura und in den Alpenrandketten auch frei stehende Bäume reichlich bedecken können, sind im Unterengadin und anderen zentralalpinen Trockentälern die Bäume an der Waldgrenze und darüber durch die fast schwarzbraunen Bärte der *Alectoria jubata*-Gruppe bekleidet, deren dunkle Rindenfarbstoffe die allzu große Lichtfülle abschirmen. Das häufige Vorkommen der gelbgrünen *Letharia vulpina*, die mit kleinwüchsigen Usneen und Krustenflechten eine gut charakterisierte Assoziation bildet, darf als weiteres Kennzeichen für die Kontinentalität des Unterengadins erwähnt werden, ebenso das *gleichzeitige Vorkommen* der vier Ramalinen: *R. dilacerata*, *R. obtusata*, *R. Roesleri* und *R. thrausta*, das bis jetzt in der Schweiz nur im Unterengadin konstatiert werden konnte. Wenn einerseits die Dichte der epiphytischen Flechtenbedeckung im Unterengadin durchschnittlich geringer und in bezug auf die Höhenlage wegen der seltenen Nebelbildung längs der Berghänge nicht so deutlich zoniert ist wie in den humideren Alpentälern mit häufiger Nebelbildung, so sind dagegen die Waldböden mit einer an Menge und Artenzahl reicheren Bodenflechtenvegetation bedeckt, was wiederum durch die intensive Einstrahlung bedingt ist. Unter den Rentierflechten ist die hemixerophile *Cladonia mitis* die häufigste. Auf jungen Ca- und Mg-Karbonatböden ist *Cladonia symphycarpia* als Pionier typisch. Sobald eine genügende Humusschicht sich gebildet hat, in der zuoberst das *p*H auf zirka 6–5 abgesunken ist, wird *Cl. symphycarpia* durch *Cl. macrophyllodes* und andere azidiphile Cladonien abgelöst. Insgesamt ist die Verteilung der Flechtenflora und -vegetation ein deutlicher Ausdruck reichlicher Besonnung, geringer Niederschläge und ausgeprägter Lufttrockenheit im Unterengadin.

9. M. Welten (Bern). – *Einige Ergebnisse pollenanalytisch-vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen im Unterengadin.*

Kontinentales Klima, Niederschlagsarmut und geologische Unterlage bedingen Seen- und Moorarmut und geringes Moorwachstum. Bis heute sind vier Objekte genauer untersucht, drei davon altersbestimmt worden (C 14, Laboratorium Bern, Dr. H. Oeschger): Lai Nair bei Tarasp, 1546 m, Il Fuorn, 1805 m, Juf Plan, 2225 m, Macun, 2617 m.

Von den Ergebnissen, die später in den «Ergebnissen der wissenschaftlichen Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark» ausführlich publiziert werden sollen, seien folgende herausgehoben:

1. Nur die höhern Lagen zeigen durch die ganze Postglazialzeit Föhrendominanz.

2. Die tiefern Tallagen erhalten eine frühe Zuwanderung von Lärche und von Spuren wärmeliebender Gehölze (um 7400 v. Chr.).

3. Die tiefgelegenen Föhrenwälder der Präborealzeit werden von 6900 v. Chr. an von Fichten durchsetzt, die von zirka 6300 v. Chr. an dominant werden, und die die Föhren erst ungefähr von der Römerzeit an wieder zur Dominanz kommen lassen.

4. Ungewöhnlich früh (zirka um 5200 v. Chr.) wandern Spuren von Weißtannen ins Unterengadin ein, ohne sich freilich je stärker auszubreiten, wohl vom Südalpenrand her eindringend (wo Zoller 1960 für das Tessin eine schon um 2000 Jahre frühere Einwanderung festgestellt hat).

5. Die Waldgrenze dürfte auch in der postglazialen Wärmezeit nur unmerklich (um zirka 100 m ?) höher gelegen haben als vor ihrer Erniedrigung (um 100–200 m ?) seit der Römerzeit.

6. Im mittleren Alpenbereich zeichnet sich heute eine postglaziale Waldentwicklung ab, die folgende Hauptzüge zeigt:

a) In die präborealen Föhrenwälder dringen (um 7000 v. Chr.) überall wärmeliebende Elemente ein. Eine langdauernde Eichenmischwaldphase besitzt aber nur der Südalpenrand einerseits (bis zur Ablösung durch Kastanienwälder seit der Römerzeit [Zoller, 1960]) und der Nordwestalpenrand anderseits (bis zur Vernichtung durch einwanddernde Tanne und Buche zwischen 4000 und 3000 v. Chr.).

b) Die präborealen Föhrenwälder werden in der montanen und subalpinen Stufe der Südalpen von Tannenwäldern abgelöst.

c) In den östlichen und zentralen Alpengebieten werden die präborealen Föhrenwälder von Lärchen, Arven und Fichten durchsetzt und schließlich durch Fichtenwälder ersetzt.

d) Die Nordostalpengebiete erhalten eine relativ späte Tannen-Buchen-Phase, die südlicheren und nordwestlichen Alpenteile eine relativ späte Fichtenbewaldung.

8./9. Sektionen für Zoologie und Entomologie

Sitzung der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft zusammen mit der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft

Samstag, den 8. September 1962

Präsidenten: Prof. Dr. M. Fischberg (Genève)
PD Dr. W. Huber (Bern)

1. B. Nievergelt (Zürich). – *Der Einfluß der Witterung auf das Gehörnwachstum des Alpensteinbockes, Capra ibex L.*

Messungen an Steinbockgehörnen zeigten, daß der jährliche Zuwachs der Bockgehörne mit steigendem Alter abnimmt. Der Zuwachs ist jedoch außer vom Alter noch stark von anderen Faktoren abhängig.

1. So hatte *Bächler*[1] gezeigt, daß das Gehörnwachstum in Krankheitsjahren gehemmt ist. Damit deckt sich meine Feststellung, daß das Gehörn von Böcken, die aus ihrer Kolonie in ein anderes Gebiet versetzt werden, im Jahre der Versetzung nur wenig wächst. Es läßt sich folgern, daß der Gehörnzuwachs ein Maß für das Wohlergehen der Tiere ist.
2. Vergleiche in vier Schweizer Steinwildkolonien ergaben, daß die Maxima und Minima des jährlichen Gehörnzuwachses in den verschiedenen Kalenderjahren mehr oder weniger übereinstimmen. Deutliche Minima des Gehörnwachstums entfallen zum Beispiel auf die Jahre 1951 und 1960. Das Jahr 1951 folgte auf einen Lawinenwinter, das Jahr 1960 war ein Regensommer. Maxima finden wir dagegen für 1943, 1953 und 1961; es waren eher trockene Jahre mit langen Sommern. Die Gegenüberstellung von jährlichem Gehörnzuwachs mit den einzelnen Wetterelementen ergab, daß das Gehörnwachstum am stärksten beeinflußt ist von der jährlichen Niederschlagsmenge. Reichliche Niederschläge bedingen schlechtes Gehörnwachstum, wobei Regen und Schnee in gleichem Maße wirken. Positiv mit dem Gehörnzuwachs korrelieren die Anzahl Tage ohne Schneebedeckung sowie das Jahresmittel der Temperatur.

Wir können daher erwarten, daß niederschlagsreiche Gebiete für das Gedeihen einer Steinwildkolonie ungünstig sind.

[1] Jahrb. St.-Gall. Naturwiss. Ges. 62, 1926.

2. M. SCHNITTER (Zürich). – *Beobachtungen zur Nahrungsaufnahme beim Steinwild, Capra ibex L.*

Beobachtungsperioden. Vom März bis Juli 1962 wurden in vier Schweizer Steinwildkolonien während acht unregelmäßig verteilten Feldaufenthalten von je 2–6 Tagen Beobachtungen über die Nahrungsaufnahme des Steinwildes gesammelt. Sie gliedern sich zeitlich wie thematisch in drei Abschnitte: 1. Ausaperungszeit, 2. Frühjahrsabstieg, 3. Frühsommer. Die drei Beobachtungsetappen sind durch folgendes charakterisiert:

1. Der Übergang von der alten, braungrauen Winternahrung zum neuen Grünfutter wird nur allmählich durchgeführt. Zunächst scheint trotz der Gegenwart frischen Grüns weitgehend «alte» Vegetation aufgenommen zu werden. Auffällig war das zähe Haftenbleiben vieler Tiere an den Rändern der Schneefelder und -streifen. Bemerkenswert war unter anderem Schneescharren mit einem Vorderlauf, «Bohren» mit der Schnauze in die dürre Vegetation.
2. Der Übergang von den Wintereinstandsgebieten zu den Sommereinständen erfolgt meist über einen Zwischenaufenthalt in niederen Lagen. Das Absteigen der Tiere zu den ergrünenden Lawinenzügen und Matten der unteren Hänge und des Talgrundes (Mont Pleureur bis 1400, Piz Albris bis 1700 m) dauerte dieses Jahr von Anfang Mai bis gegen Mitte Juni. Der Frühjahrsabstieg ist gekennzeichnet durch: tägliches Absteigen der Tiere zu intensivem Äsen am neuen Grün – vorwiegend nachmittags –, extreme Nahbarkeit (minimal 3 Meter für Böcke), Abwechseln von Tagen mit steten Äsungsperioden (Dauer 1–3 Stunden) mit solchen unsteten Herumvagierens. Zwischen Äsen und Ruhen intensives Reiben der Hornbasen an Jungbäumen, «Dreschen» von Gesträuch (Rotem Holunder) mit Gehörn.
3. Für den Frühsommer sind langer Tag, starke Strahlung, Auftrieb des Viehs in die Höhe sowie zunehmende Touristenaktivität charakteristisch. Dies bewirkt den sommerlichen Tageslauf des Steinwildes, mit lange dauernder Tagesruhe, nächtlichen Äsperioden, Verschiebung der Standorte hinauf in Felsburgen nahe den Schneeresten.

Methode. Zum Studium der Nahrungsaufnahme bewährte sich die direkte Beobachtung des äsenden Trupps und Einzeltiers mit Feldstecher aus einer Distanz von 3 bis 30 Meter. Wesentlich mit zur Beobachtung gehören das genaue Festhalten 1. der einzelnen Äsplätze (Äspunkte) sowie 2. der genauen Dauer des Äsens an diesen (in Minuten und Sekunden; für mehrere Tiere zu summieren). An die Beobachtung schließt unmittelbar die Inspektion der einzelnen Äspunkte auf frischen Verbiß, der vom alten (älter als 10 Stunden) unterschieden werden kann. Alle vorhandenen Pflanzen dieser Plätze werden auf frischen Verbiß untersucht und in ihrer Häufigkeit geschätzt; sodann wird der Anteil der Äszeit berechnet, die auf jede der verbissenen Arten entfällt.

Diese Methode verdanke ich Herrn Prof. H. K. Buechner (Pullman, Washington, USA, «Time-Observation Method»). Sie ist leichter für Böcke als für Geißen, sie eignet sich besser in offener Vegetation (z. B. Schutthalden) als in geschlossener, wo Verbiß schwer festzustellen ist (Erfahrungen mit Herrn O. Hegg im Herbst 1961). In dieser ist das Unterscheiden zwischen aufgenommenen Grasartigen einerseits und Kräutern anderseits problematisch.

Ergebnisse. In seiner Wahl von Futterpflanzen erscheint das Steinwild vielseitig und launenhaft. Die Liste der als Nahrungspflanzen bisher festgestellten Arten ist in den 50 angelangt (Grasartige 12, Kräuter und Stauden zirka 30, Sträucher und Zwergsträucher 10, Bäume 2, Flechten 1) und wird noch stark anwachsen. Wesentliche Befunde über Äsgewohnheiten sind vorläufig: 1. daß die Nachbarschaft von Gestein (randliches Äsen) und offene Vegetation bevorzugt wird, 2. daß allgemein mehr Grasartige als Kräuter geäst werden (mengenmäßig, nicht artenmäßig), 3. daß Fraß an Sträuchern und Zwergsträuchern sowie an Flechten nicht nur zur winterlichen Mangelzeit erfolgt, sondern bis weit in den Frühsommer hinein fortgesetzt wird. Vielfach ist das Aufnehmen von Schnee beobachtet worden (im Frühjahr und Sommer bei intensiver Besonnung). Bemerkenswert ist das Fressen von Erde (bei Jungtieren und Geißen im Sommer beobachtet).

Köpfen von Blumen. Auffällige, große und leuchtend gefärbte Blumen werden systematisch und selektiv abgeäst (Anemonen, Hahnenfüße u. a.). Der «Blumenfraß» ist für den Frühsommer charakteristisch. Innerhalb Perioden der Grünäsung werden längere oder kürzere Intervalle von Blumenfraß eingeschaltet, die bis 10 Minuten pro Tier dauern.

Fraß an Jungbäumen und Sträuchern. Der Fraß an Holzgewächsen gehört zur Hauptsache in die winterliche Notzeit, ist jedoch keineswegs auf diese beschränkt. Beobachtet wurde er zur Zeit des Frühjahrsabstiegs: 1. an Jungbäumen: Fichten-Zweigspitzen spielerisch abgenippt und Lärchentriebe unsystematisch abgeäst; 2. an Sträuchern: Blaues Geißblatt mit oberflächlichem Blattäsen am Busch, Roter Holunder mit zweierlei Äsen: *a)* der dunkelrot austreibenden Sproßtriebe, *b)* Schälen von Stengeln. Fraß an Erlen wurde nicht festgestellt.

Waldschaden. Außerhalb der Winterszeit könnte Waldschaden am ehesten während des Frühjahrsabstieges entstehen, wenn die Tiere bis tief unter die Waldgrenze herabsteigen. Dann traktieren sie mit dem Gehörn Jungbäume: Arven, Lärchen, Fichten, Legföhren, Erlen. Vorgehen: Reiben der Hornansatzstellen an Stämmchen, das zwischen Gehörn genommen wird («Sägen»); «Dreschen» von oben her auf kleineren Jungwuchs. Diese Hornarbeit kann Waldschaden verursachen, der zu vergleichen ist mit Fegeschäden des Hirsch- und Rehwildes. Demgegenüber erscheinen die Fraßschäden geringfügig.

Schälen wurde nur an waagrecht wachsenden Stengeln des Roten Holunders beobachtet und kommt kaum als Schaden in Frage; anderseits ist Schälen bei Gehegetieren sehr ausgeprägt: Im Tierpark Langen-

berg müssen die (liegenden) Weißtannenstämme täglich erneuert werden. Beim Schälen hobeln die Tiere mittels der vorderen Zähne des Unterkiefers.

Fraß an Zwergsträuchern. Äsen am Zwergwacholder wurde an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten beobachtet, ausgiebiger, wenn im Frühsommer die Tiere hoch über der Baumgrenze stehen. Charakteristisch ist das Packen der weicheren Zweigenden, das schnelle Abreißen, worauf der Zweig federnd zurückschnellt. Dieses «Weideunkraut» wurde meist nach längerer Grünäsung genommen (Perioden von 5 Minuten und mehr). Auch Fraß an Vaccinien (alle drei Arten) wurde beobachtet, am ausgiebigsten an der Heidelbeere (bis 10 Minuten). Verbiß war nachträglich schwer festzustellen.

Fraß an Stauden. Während des Frühjahrsabstiegs werden Himbeerschosse abgeäst, auf den ergrünenden Lawinenzügen sprießende Schmalblättrige Weidenröschen, zum Teil mit ausgesprochener Vorliebe für die dunkelroten «Knospen». Im Frühsommer werden vom Gelbenzian die Blüten spielerisch abgeäst, später im Sommer seine großen Blätter. Die 1961 am Augstmatthorn zahlreich gekappten Stengel sind nicht durch Steinwild, sondern von Gemsen gebrochen worden.

Flechtenfraß. Flechtenäsung konnte vom Winter bis weit in den Sommer hinein festgestellt werden. Zur Ausaperungszeit wurde Fraß an Flechten auf Bäumen und Steinen beobachtet. Namentlich Jungtiere knabbern gern an Steinflechten. Im Frühsommer werden ganze Büschel von Bodenflechten (Cladonia) aufgenommen.

3. Robert Schloeth (Zernez). – *Alte und neue Wanderrouten des Rotwildes (Cervus elaphus L.) im Gebiet des schweizerischen Nationalparkes*[1].

Die im Rahmen der Großwild-Untersuchungen im Nationalpark durchgeführten Studien über die Soziologie des Rotwildes werden seit Ende 1959 mit Hilfe individuell markierter Einzeltiere betrieben (Schloeth, 1961). Nach relativ kurzer Zeit schon können gültige Aussagen über die Wanderungen gemacht werden. Mein Bericht soll einen vorläufigen Überblick über die Zusammenhänge zwischen Einwanderung, periodischen Einstandswechseln und Auswanderung vermitteln. Die Ergebnisse fußen auf 940 Beobachtungen von maximal 69 (zurzeit 46) Einzeltieren, die mit Halsbändern, Ohrstreifen und Ohrmarken gezeichnet worden waren.

Der gegenwärtig im Untersuchungsgebiet (zirka 400 km^2) ansässige Bestand von zirka 2000 Stück Rotwild verdankt seine Entwicklung ausschließlich einer bis heute unbekannten Anzahl von Einwanderern, da

[1] Mit Unterstützung des Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

zwischen 1850 und 1900 das Rotwild hier als völlig ausgerottet galt. Dieser Bestand hat sich zur Hauptsache durch natürliche Vermehrung entwickelt. Woher stammen die anfangs dieses Jahrhunderts im Unterengadin festgestellten Einwanderer? M. Luchsinger – dem ich für die Einsicht in sein Manuskript bestens danke – stellte fest, daß der Hirsch im Prättigau um 1900 schon Standwild war. Er nimmt deshalb eine Einwanderung aus diesem Gebiet in den Raum um Susch (Zernez–Lavin) und Schuls an, von wo aus etwas später auch der Nationalpark und das Münstertal besiedelt worden seien.

Der Nationalpark bedeutet für das Rotwild jedoch nur Sommerstandort. Hier treffen sich zu dieser Zeit die Hirsche von Ost (Münstertal bis Tirol) und West (Unterengadin). Aus den Beobachtungen an Markierten geht hervor, daß das Einzugsgebiet im Westen nicht nur bis Zernez, sondern bis über Lavin hinunter reicht. Von 5 in Lavin gezeichneten Tieren konnten im folgenden Sommer 3 im Nationalpark-Gebiet festgestellt werden. Die periodischen Standortwechsel im Frühling und im Herbst vollziehen sich somit auf den alten Wanderrouten.

Im Zentrum des Nationalparks besteht eine überraschend scharfe Trennung zwischen östlichem und westlichem Rotwild, deren Grenze nicht auf einer natürlichen Abschrankung beruht. Nach unseren Beobachtungen nehmen die markierten Hirsche Jahr für Jahr dieselben Sommereinstände ein, um dann im Herbst stets wieder an ihre Ausgangsorte zurückzukehren. Auch diese Standortwechsel stehen zweifellos mit den Routen der ursprünglichen Besiedlung in Zusammenhang, da früher auch ein Zuzug aus dem oberen Vintschgau stattgefunden hat. Grob gesprochen, haben wir es somit im Nationalpark mit zwei verschiedenen Rotwildpopulationen zu tun, die jedoch selbstverständlich genetisch nicht verschieden sind.

Mit dem ständig anwachsenden Populationsdruck setzt auch bereits eine Expansion des Rotwildes nach neuen Gebieten ein. Wir sind gegenwärtig in der Lage, diese Auswanderungen genauer zu verfolgen. Zwei im Münstertal markierte junge ♂♂ wurden dank ihrer Zeichen auf einer ähnlichen Auswanderroute angetroffen: der eine bei Poschiavo (zirka 65 km) und der andere bei Maloja (zirka 100 km). Ein dritter ♂ konnte auf Murtarous (Ausgang Valle di Livigno) beobachtet werden, doch bedeutet dieses Gebiet für ihn nur Sommerstandort, während die beiden Ausgewanderten sehr wahrscheinlich nie mehr zurückgekehrt wären. Die von diesen Hirschen gewählte Route über Livigno, Puschlav, Bernina nach Maloja war bis jetzt unbekannt. Ein Teil unserer Untersuchungen wird in Zukunft daraus bestehen, diese interessanten Auswanderrouten zu verfolgen.

Literatur

Luchsinger M. (im Druck): Das Rotwild der Schweiz. Verbreitung, Entwicklung und Wanderwege in den Schweizer Alpen.

Schloeth R. (1961): Markierung und erste Beobachtungen von markiertem Rotwild im schweiz. Nationalpark und dessen Umgebung. Ergebn. d. wiss. Unters. d. schweiz. Nationalparkes *6*, 45, 197–226.

Schloeth R., Burckhardt D. (1961): Die Wanderungen des Rotwildes (*Cervus elaphus* L.) im Gebiet des schweiz. Nationalparkes. Rev. suisse de Zool. *68*, 145–156.

4. AD. NADIG (Zuoz). – *Zusammensetzung und Herkunft der Orthopterenfauna des Engadins.*

Die Orthopterenfauna des Engadins ist reicher und mannigfaltiger als diejenige anderer schweizerischer Hochtäler. Diese Mannigfaltigkeit läßt sich nur erklären, wenn historische und ökologische Faktoren berücksichtigt werden. Das Engadin gehörte zu den am stärksten vergletscherten Gebieten der Alpen. Wohl vermochten sich in *Nunataks* wohlumschriebene Pflanzen- und Tiergesellschaften zu halten; die wärmeliebenden Orthopteren wurden aber entweder vernichtet oder in Refugien verdrängt. Als solche kommen in Frage:

a) inneralpine Refugien: die sogenannten *Massifs de Refuge* am nördlichen und südlichen Alpenrand (von den Nunataks nicht scharf zu trennen!);

b) außeralpine Refugien: der bekannte *eisfreie Korridor Mitteleuropas*, in dem es zur Ausbildung einer eigenartigen Mischfauna kam (der alpine, nordische, atlantische und viele angarische Elemente angehörten), sowie die großen *mediterranen* Refugien.

Die Wiederbesiedelung der durch das Eis devastierten Gebiete setzte zwar in den Zwischeneiszeiten ein; entscheidend war aber die nur 15 000 bis 20 000 Jahre dauernde Postglazialzeit.

In den Massifs de Refuge der insubrischen Region, der Bergamasker und Brescianer Alpen, die für das Engadin vor allem in Betracht kommen, vermochten zwar verschiedene Orthopterenarten die Eiszeiten zu überdauern; doch gelang es – soweit sich dies heute beurteilen läßt –, nur einer Art, *Antaxius brunneri*, von diesen Refugien aus bis ins Engadin vorzustoßen und sich hier zu halten. Man darf nicht außer acht lassen, daß die genannten Massifs de Refuge durch tiefeingeschnittene Talfurchen (Veltlin, Comerseefurche) vom Engadin getrennt sind, die für die kurzflügligen, meist kaltstenothermen Orthopteren der Massifs de Refuge schwer zu überwindende Verbreitungshindernisse darstellten.

Die überwiegende Zahl der im Engadin vorkommenden Arten ist angarischer Herkunft. Euryöke Arten sind heute in ganz Mitteleuropa, vom Flachland bis zu den höchsten Alpweiden verbreitet (z. B. *Mecosthetus grossus*, *Chortippus dorsatus*, *Chortippus longicornis*); stenöke Arten zogen sich mit dem zurückweichenden Eis mehr oder weniger weit ins Gebirge zurück, manche vermochten sich nur in der subalpinen und

alpinen Stufe zu halten (z. B. verschiedene Vertreter der *Podismini*). Wenige Arten haben ausgesprochen boreo-alpinen Verbreitungstypus: *Aeropedellus variegatus*, *Bohemanella frigida* und (mit gewissen Einschränkungen!) auch *Aeropus sibiricus*.

In bezug auf diese Arten unterscheidet sich die Fauna des Engadins nur wenig von derjenigen anderer zentralalpiner Täler; seine biogeographische Sonderstellung verdankt es Formen, welche direkt von Osten oder von Süden einwanderten. Das Klima des Engadins weist bekanntlich kontinentale Züge auf; das Unterengadin gehört zusammen mit dem Wallis zu den trockensten Gebieten der Schweiz. Dies erleichterte die Ansiedelung und Entwicklung thermo-xerophiler Arten. Ihre Einwanderung wurde durch die geographische Lage des Tales begünstigt. Das Engadin liegt bereits auf der Südabdachung der Alpen. Vor allem aber ist es das einzige schweizerische Alpental, das sich nach Osten, zur Donau hin, entwässert, gleichzeitig aber durch eine ganze Reihe relativ niedriger Alpenpässe (Reschenscheideck, Ofenpaß, Berninapaß, Maloja) mit dem südlichen Alpenrand und mit dem Mediterranraum verbunden ist. Wie von einer Drehscheibe aus führen diese Wege vom Engadin in nordöstlicher, südöstlicher, südlicher und südwestlicher Richtung. Durch das Inntal wanderten ausgesprochen pontische Formen ein, die im Engadin ihre westliche Verbreitungsgrenze finden (z. B. *Tettigonia caudata*), während von Westen her, wahrscheinlich über den Maloja, *Antaxius pedestris*, eine Art iberischer Herkunft, bis in die Gegend von Zams vorstoßen konnte. Die engen Beziehungen des Engadins zu Osteuropa und zum Mittelmeergebiet ergeben sich auch aus der Tatsache, daß im Engadin nur *Platycleis grisea* vorkommt, während in Mittelbünden wie in der ganzen übrigen Schweiz (inkl. Wallis!) die Zwillingsart *Pl. denticulata* lebt. Die das Engadin im Norden begrenzende Gebirgskette bildet somit nicht nur eine ausgeprägte Klimascheide, sondern auch die Grenze der Verbreitungsgebiete dieser beiden vikariierenden Arten. *Metrioptera brachyptera*, eine aus dem Osten, vielleicht auch Nordosten, eingewanderte Art, konnte durch das ganze Engadin hinauf vorstoßen, scheint dagegen schon im Talkessel von Casaccia trotz günstiger Biotope zu fehlen, während *Bryodema tuberculata* nicht über Ardez vorgedrungen ist. Die Zahl mediterraner Arten nimmt naturgemäß rasch zu, wenn man über einen der genannten Pässe ins Münstertal und Vintschgau, ins Puschlav oder ins Bergell und in die Klimaoase am Lago di Como hinabsteigt. Da Fossilien fehlen, läßt sich heute in den meisten Fällen nicht entscheiden, ob für diese Arten der Riegel des Maloja ein unüberwindliches Hindernis darstellte oder ob sie in der Wärmeperiode der Postglazialzeit bis ins Engadin vorstoßen konnten, dann aber beim Kühlerwerden des Klimas wieder in tiefere Lagen zurückgedrängt wurden. Die Verbreitung von *Antaxius pedestris* beweist aber, daß es zum mindesten einzelnen Arten gelang, das Hindernis des Maloja zu nehmen.

5. F. SCHNEIDER (Wädenswil). – *Die Feinorientierung des Maikäfers nach physikalischen Feldern als Indiz für Leistungsfähigkeit und Bau entsprechender Sinnesorgane.*

Die Versuche der Jahre 1961 und 1962 haben bestätigt, daß Orientierung und Aktivität der Maikäfer durch künstliche elektrische und magnetische Felder beeinflußt werden können; es hat sich aber auch gezeigt, daß die Versuchstiere in der Richtungswahl gegenüber solchen Feldern über eine bedeutende Präzision verfügen oder bereits auf eine geringe Drehung solcher Felder in bezug auf die geographische Nord-Süd-Achse deutlich reagieren. Es soll hier anhand einer kleinen Auswahl besonders informationsreicher Versuche diskutiert werden, wie groß die relativen Richtungsänderungen elektrischer und magnetischer Felder sein müssen, damit sie unter günstigen Bedingungen eben noch wahrgenommen werden können.

Am 12./13. Juli 1961 wurden in einem 19stündigen Versuch mit acht Versuchsschalen[1] in richtungsvariablen statischen elektrischen Feldern von 100 Volt/16 cm nacheinander 126 Maikäfer auf ihr Orientierungsverhalten untersucht. Trägt man die Richtungen der Körperachsen in bezug auf den Vektor des elektrischen Feldes aller zur Ruhe gekommenen Käfer linear in ein Diagramm ein, so fällt sofort auf, daß bevorzugte Körperstellungen periodisch mit gemiedenen abwechseln. Der elektrische Richtungskreis ist nicht gleichmäßig besetzt. Im Bereich der regelmäßigsten Periodik lassen sich je 8 Frequenzmaxima und -minima unterscheiden im Abstand von 2,9 Teilstrichen (1 Teilstrich = $^1/_{64}$ des Kreisumfanges). Bei regelmäßiger Verteilung würde sich der Richtungskreis in je 22 bevorzugte und gemiedene Sektoren gliedern. Zu einer ganz ähnlichen Periodik gelangt man, wenn man die Ergebnisse einer ganzen Versuchsserie des Vorjahres (Feldstärke nur 4,5 Volt/16 cm) mit 307 Einzelversuchen zusammenwirft. Auch hier beträgt der optimale hypothetische Periodenabstand 2,9 Teilstriche. Es sieht so aus, als verfüge der Maikäfer über ein funktionell radiäres Sinnesorgan zur Wahrnehmung der Richtung von Vektoren elektrischer Felder. Ein einzelnes funktionelles Element dieses hypothetischen Organs umfaßt nicht mehr als einen Bereich von $^1/_{22}$ des Kreisumfanges.

Ein 16stündiger Versuch vom 9./10. September 1961 mit richtungsvariablen horizontalen magnetischen Feldern von etwa 11 Gauß Stärke ergab ebenfalls eine diskontinuierlich verteilte Einstellung zum magnetischen Feld. Bevorzugte und gemiedene Sektoren folgen hier jedoch enger aufeinander als in Versuchen mit elektrischen Feldern. Auf den

[1] Versuchsmethode beschrieben in: *Schneider F.*, 1961. Beeinflussung der Aktivität des Maikäfers durch Veränderung der gegenseitigen Lage magnetischer und elektrischer Felder. «Mitteil. Schweiz. Entomolog. Ges.» *33*, 223–237.

ganzen magnetischen Richtungskreis entfallen 20 Perioden mit Breiten von 2 Teilstrichen und 8 Perioden von 3 Teilstrichen; die Käfer unterscheiden hier also je 28 bevorzugte und gemiedene Körperlagen in bezug auf den Vektor eines horizontalen magnetischen Feldes. Das funktionelle Element des Organs zur Wahrnehmung magnetischer Felder würde damit einen Bereich von $^1/_{28}$ des Kreisumfanges umfassen. Die angewandte Versuchstechnik ist zur Analyse der magnetischen Feinorientierung zweifellos etwas grob, und der Befund darf nur als erste Annäherung an die wirklichen Verhältnisse bewertet werden.

Auch mit einer andern Versuchsanordnung kann man beweisen, daß der Maikäfer schon auf Drehungen eines künstlichen magnetischen Feldes von etwa 1 Teilstrich deutlich reagiert. In einem 22stündigen Versuch vom 17./18. Juli 1962 wurde eine Serie Käfer einem künstlichen magnetischen Feld ausgesetzt, welches genau nach der Horizontalkomponente des erdmagnetischen Feldes ausgerichtet war *(a)*, in einer zweiten Serie war das künstliche Feld um $^3/_4$ Teilstrich nach links gedreht *(b)*. Diese Drehung des künstlichen Nordpols in bezug auf die erdmagnetische Nord-Süd-Achse von etwa $^1/_{85}$ des Kreisumfanges zeigte folgende Auswirkungen: Zunahme der Unruhe (bei *a* kamen während der je zweistündigen Beobachtungszeit von 32 Versuchstieren 24 zur Ruhe, bei *b* von 33 nur 15); Abnahme der Streuung in der Richtungswahl; Verlagerung und zum Teil Rechtsdrehung der am meisten frequentierten Vorzugsrichtungen. Die Orientierung war also nicht einfach um den Betrag der Drehung des künstlichen magnetischen Feldes nach links verschoben. Die in einem fensterlosen unterirdischen Kellerraum durch einen Faraday-Käfig abgeschirmten Käfer nehmen offenbar neben dem künstlichen magnetischen Feld, das etwa 50mal stärker ist als die Horizontalkomponente des erdmagnetischen Feldes, noch weitere natürliche Bezugssysteme wahr. Aktivität und Orientierung werden jedoch weniger durch ein einziges, experimentell gesetztes, physikalisches Feld bestimmt als durch die gegenseitige Lage der Vektoren aller vom Käfer wahrnehmbaren natürlichen und künstlichen physikalischen Bezugssysteme. Schon eine geringe relative Drehung eines dieser Bezugssysteme kann das Orientierungsverhalten tiefgreifend beeinflussen.

In diese Richtung weist auch ein Versuch vom 26./27. Juni 1962. Die Käfer waren hier einem starken künstlichen magnetischen Feld und einem elektrischen Feld ausgesetzt. Das elektrische Feld war richtungsvariabel und wurde von einem Einzelversuch zum folgenden um je 10 Teilstriche nach rechts gedreht; das magnetische lag genau parallel zur Horizontalkomponente des erdmagnetischen Feldes (Richtung 64) oder in einer zweiten Serie um einen Teilstrich nach links verschoben (Richtung 63). Während der Stunden vor und nach Mitternacht waren bei den beiden Magnetstellungen auffällige Unterschiede im Orientierungsverhalten festzustellen: Bei Stellung 64 einheitliche Orientierung und dichte Richtungsbündel in bezug auf die geographische Nord-Süd-Achse, große Streuung in bezug auf den richtungsvariablen Vektor des künstlichen

elektrischen Feldes; bei Stellung 63 einheitliche Orientierung und dichte Bündel in bezug auf den richtungsvariablen Vektor des künstlichen elektrischen Feldes und maximale Streuung in bezug auf die geographische Nord-Süd-Achse. Die relative Lage eines magnetischen Feldes zu einem vorläufig noch nicht identifizierten, jedoch sehr wirksamen natürlichen Bezugssystem entscheidet darüber, ob sich die Käfer nach einem richtungsvariablen künstlichen elektrischen Feld oder nach der geographischen Nord-Süd-Achse orientieren!

Die besprochenen Versuchsergebnisse ließen sich am besten im folgenden Modell unterbringen: Der Maikäfer verfügt über funktionell radiäre Sinnesorgane zur Wahrnehmung der Vektorenrichtung ultraoptischer Bezugssysteme. Die Organe unterscheiden sich wahrscheinlich nicht nur in ihrer spezifischen Leistung, sondern auch in der Zahl und Breite ihrer «funktionellen Facetten». In den dunkeln horizontalen Glasschalen versuchen die Käfer nun offenbar Elemente dieser Sinnesorgane nach den Vektoren adäquater physikalischer Felder auszurichten. Sofern mehrere Körperstellungen diese Bedingungen erfüllen, beruhigen sich die Käfer relativ rasch, und die Streuung in der Richtungswahl ist groß; stoßen sie dagegen bei der gleichzeitigen Ausrichtung nach verschiedenen Bezugssystemen auf Schwierigkeiten, vermindert sich die Zahl der Vorzugsrichtungen, die Laufzeiten werden länger, oder die Tiere kommen als Dauerläufer während der zweistündigen Kontrollzeit überhaupt nicht zur Ruhe. Orientierung und Aktivität werden durch die gegenseitige Lage der Elemente ultraoptischer Sinnesorgane und durch die momentane gegenseitige Lage der Vektoren natürlicher und künstlicher physikalischer Bezugssysteme gesteuert. Jeder Versuch ist ein Spezialfall, welcher nur dann reproduziert werden kann, wenn die Intensität und vor allem die gegenseitige Lage aller vom Maikäfer wahrnehmbaren ultraoptischen Bezugssysteme mit der ursprünglichen Konstellation übereinstimmen.

6. F. Strauss (Bern). – *Histologische Beobachtungen am Uterus von Tupaia glis.*

Bei der taxonomischen Stellung der Tupaiidae zwischen Insectivora und Lemuroidea ist eine genaue Kenntnis ihres Genitaltraktes aus vergleichenden Gründen wesentlich. In älteren Darstellungen wird nur auf die auffällige makroskopische Ähnlichkeit des Geschlechtsapparates von Tupaia zu dem der höheren Primaten hingewiesen, während weitere morphologische Beziehungen zu anderen Säugergruppen nicht erwähnt werden. Bei *Tupaia glis* ist der in 3 ungefähr gleich lange Abschnitte (Cornua, Corpus, Cervix) zu teilende Uterus bicornis unicollis kurz und breit. Im Metoestrus sind die beiden muskelkräftigen Hörner im Verhältnis zu ihrer Länge relativ weit. Das fast ebenso breite wie lange Corpus uteri verjüngt sich leicht konisch gegen die auffällig falten- und drüsenreiche

Cervix; ihre zahlreichen Muskelfasern sind einzeln von einer dichten Bindegewebshülle umsponnen, so daß ein kräftiger Filz entsteht. Ein einschichtig-niedrigprismatisches bis hochkubisches Flimmerepithel, in das apokrin sezernierende Zellen eingestreut sind, deckt die Mucosa cervicis ab. Der Uterushals ragt als breitbasige Portio vaginalis weit in die von einer kräftigen Muskelhülle umgebene und mit einem sehr hohen, einschichtig-prismatischen Epithel ausgekleidete Scheide hinein, wodurch recht deutliche Vaginalgewölbe entstehen. Auf Längsschnitten durch die Cornua uteri ist gut eine orthomesometral (= lateral) orientierte Felderung des Endometriums erkennbar. Im Zentrum dieser Felder, die etwa ein Drittel der Schleimhauthöhe einnehmen, fehlen die Uterindrüsen; an ihrer Stelle findet sich eine zelldichte Tunica propria. Im mittleren Mucosadrittel überwiegt faseriges Bindegewebe, während im basalen Endometrium hier wie auch in den ganzen meso- und antimesometralen Mucosabezirken reichlich Drüsen vorhanden sind. Ihre Hälse tragen im Mündungsabschnitt ein ausgesprochen deutliches Flimmerepithel. Durch die Aneinanderreihung der oberflächlich drüsenfreien Felder entsteht ein orthomesometrales Band, das den zukünftigen Nidationsstellen entspricht. Im Gegensatz zu *Hubrecht* (1898) waren diese drüsenfreien Areale später (*van der Horst* 1949, *de Lange und Nierstrasz* 1932) als erst im frühgraviden Uterus durch den implantationsreifen Keim lokal induziert angesehen worden. Es ist sehr wenig wahrscheinlich, daß sie keimbedingt sind, weil sie schon während des Aufenthaltes der (8- bis 12zelligen) Keime (beginnende Blastulae) in der Ampulla tubae ausgesprochen deutlich sind. So dürfte es sich um morphologisch und funktionell praeformierte Implantationsstreifen handeln, die sich möglicherweise als progestative Veränderungen entwickelt haben könnten. Der Entscheid darüber muß jedoch ausgesetzt werden, bis nichtschwangere Objekte zur Verfügung stehen. Der Oviduct ist leicht fingerartig ins Uterushorn eingestülpt, wobei der Mündungsabschnitt in Zotten aufgelöst ist. Dadurch entsteht ein Tubenventil, dessen Mechanismus offenbar durch wechselnden Flüssigkeitsgehalt des Zottenbindegewebes reguliert wird. Der intramurale Tubenabschnitt, der wie der Isthmus durch eine leistenreiche Schleimhaut charakterisiert ist, fällt durch seinen überaus kräftigen Muskelmantel auf. Auch die übrigen Abschnitte des stark gewundenen Eileiters sind von einer verhältnismäßig dicken, tubeneigenen Muskulatur umgeben. Das einschichtig-prismatische, ampullare Flimmerepithel enthält viele Sekretionszellen. Das Infundibulum tubae geht in eine die Gonade fast völlig umschließende Bursa ovarica über; sie wird aus dem Mesovarium, in das viele Muskelfasern einstrahlen, der Mesosalpinx und den Fimbriae tubae gebildet. Bei der Gelbkörperbildung kommt es zu einer leichten Granulosa-Eversion. Das innere weibliche Genitale von *Tupaia glis* zeigt wohl in der äußeren Form seines Fruchtträgers große Ähnlichkeiten zu dem der Lemuroidea; der innere Ausbau dagegen läßt bemerkenswerte Analogien zur Gebärmutter der primitiven Insectivora erkennen. Daneben kommen offenbar funktionell bedingte Anpassungen vor, die keineswegs als art-

oder familienspezifisch gewertet werden dürfen, weil sie vereinzelt oder gehäuft in allen Säugerordnungen anzutreffen sind.

(Das Untersuchungsmaterial verdanke ich dem liebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Dr. H. Sprankel, Frankfurt a. Main.)

7. A. Pruvot-Fol (Genève). – *Les ventouses chez les invertébrés et spécialement chez les mollusques gymnosomes.*

8. E. Hauschteck (Zürich). – *Die Chromosomen einiger in der Schweiz vorkommender Ameisen*[1].

Die vorliegenden Untersuchungen befassen sich mit Cytotaxonomie an Ameisen. Das Tiermaterial wurde zum größten Teil in der Schweiz gesammelt. Daneben stammte ein Nest von *Lasius (Dendrolasius)*

2n	Species	U.-Familie
30	*Lasius (Chthonolasius) flavus*	Formicinae
	Lasius (Chthonolasius) umbratus	Formicinae
	Lasius (Lasius) niger	Formicinae
	Lasius (Lasius) emarginatus	Formicinae
28	*Lasius (Lasius) alienus*	Formicinae
	Lasius (Dendrolasius) fuliginosus	Formicinae
	Camponotus ligniperda	Formicinae
	Camponotus vagus	Formicinae
	Camponotus lateralis	Formicinae
	Strongylognathus huberi alpina	Myrmicinae
	Tetramorium caespitum	Myrmicinae
24	*Pheidole pallidula*	Myrmicinae
22	*Solenopsis fugax*	Myrmicinae
	Aphaenogaster subterranea	Myrmicinae
18	*Leptothorax tuberum*	Myrmicinae
	Leptothorax nigriceps	Myrmicinae
16	*Prenolepis imparis*	Formicinae
8	*Stenamma brevicorne*	Myrmicinae

[1] Erscheint in extenso in «Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich».

fuliginosus aus Pavia und das Nest von *Stenamma brevicorne* aus den USA. Die untersuchten Mitosen wurden aus Vorpuppen gewonnen, und zwar aus Gehirnen von Arbeitern und Geschlechtstieren sowie aus Gonaden beider Geschlechter. Die gequetschten Präparate wurden mit Hämatoxylin nach Gomori oder mit Orcein gefärbt.

Die Weibchen waren diploid, die Männchen haploid. In fast allen untersuchten Gehirnen fanden sich polyploide Zellen. Es ergaben sich die in der Tabelle auf Seite 120 aufgeführten Chromosomenzahlen.

Die Zahl $2n = 28$ bei *Lasius (Lasius) alienus* ist leider nur durch wenige Mitosen belegt. Die vergleichende Betrachtung der Chromosomenmorphologie der Arten ergibt vorderhand drei verschiedene Haupttypen. Die acht unter sich gleich langen Chromosomen von *Stenamma brevicornis* sind um ein Mehrfaches länger als zum Beispiel die dreißig ebenfalls etwa gleich langen Chromosomen von *Lasius (Lasius) niger*. Dazwischen liegt der Typ von *Leptothorax tuberum*, bei dem ein langes Chromosomenpaar neben einer Anzahl kleiner Chromosomen vorkommt.

(Durchgeführt mit Unterstützung der Karl-Hescheler-Stiftung und der Antoine-Claraz-Stiftung.)

9. H. R. Haefelfinger (Bâle). – *Remarques biologiques et écologiques sur quelques Tritoniadae de la Méditerranée*[1].

10. W. Baltensweiler (Zürich). – *Zur Historik der Massenvermehrungen des Grauen Lärchenwicklers (Zeiraphera griseana Hübner; Lepidoptera, Tortricidae).*

Der Graue Lärchenwickler ist durch seine periodischen Massenvermehrungen in den Alpen seit langem bekannt. Während des Höhepunktes der Massenvermehrungen verursachen die Raupen ausgedehnte Kahlfraßschäden, so daß die Lärchenwälder mitten im Hochsommer ein rotbraun versengtes Aussehen erhalten.

Im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Populationsdynamik des Lärchenwicklers des Entomologischen Institutes der ETH, Zürich, wurde im Oberengadin die Raupenpopulation dieses Insektes seit 1949 alljährlich mittels eines Stichprobenverfahrens gezählt (Auer). Die letzte Massenvermehrung von 1949–1958, für die nun erstmals genaue Populationsziffern vorliegen, gliederte sich in eine vier Jahre dauernde Progradation, eine zweijährige Kulminationsphase und eine dreijährige Regressionsphase. Als bedeutsame Tatsache ist hervorzuheben, daß zwischen zwei Gradationen keine zufälligen Populationsschwankungen auftreten, sondern daß der sinkende Populationstrend von einer Generation zur andern wiederum in eine eindeutig zunehmende Entwicklung übergeht.

[1] Paraîtra dans la «Revue suisse de Zoologie».

Eine Synthese dieser quantitativen Unterlagen und der alten Berichte über Schäden des Lärchenwicklers, die immer wieder in forstlichen Chroniken auftauchten, ermöglicht einen Einblick in die Populationsschwankungen dieser Art während vieler Generationen. Systematische Nachforschungen in der Literatur aus dem gesamten alpinen Verbreitungsgebiet der Lärche lassen erkennen, daß sich die Schadenmeldungen besonders regelmäßig aus den inneralpinen Trockengebieten wiederholen, nämlich dem Briançonnais, dem Piemont, dem Wallis, dem Oberengadin und aus dem Süd- und Osttirol. Diese Gebiete sind demnach ökologisch als Optimumareale zu bezeichnen. Im allgemeinen verlaufen die Gradationen in diesen Optimumarealen ziemlich gleichartig; die ersten sichtbaren Schäden erscheinen immer wieder an den gleichen Lokalitäten, den Optimumzentren, worauf dann in den beiden darauffolgenden Jahren die Lärchenwälder des ganzen Areals und auch noch weitere Gebiete verheert werden. Ausführliche Berichte und Schadenkarten von zehn Gradationen im Kanton Graubünden gestatten, das Schadenauftreten für spezielle Lokalitäten nach Häufigkeit und Zeit eingehend zu analysieren, so daß auch eine nachträgliche Beurteilung der Intensität der einzelnen Gradationen möglich ist.

Zwei der zehn berücksichtigten Gradationen zeichnen sich durch ausgedehnte Schäden schon im ersten oder zweiten Jahre auch außerhalb der eigentlichen Optimumzentren aus. Andererseits sind zwei Gradationen nur durch sehr schwache Schäden in den Optimumzentren angedeutet, oder die Schadenfolge ist sogar unterbrochen. Zwischen diesen zwei extremen Gruppen der sogenannten beschleunigten und der gedämpften Gradationen steht die große Gruppe von sechs «normal» verlaufenen Gradationen, wobei unter «normal» das erste lokalisierte Auftauchen der Schäden in den Optimumzentren mit der um ein bis drei Jahre verzögerten Schadenfolge in den übrigen Gebieten gemeint ist. Diese Gruppierung erlaubt es, einen für die Erklärung der Periodizität ausschlaggebenden Faktor zu beurteilen, nämlich die Witterung.

Für die drei Gradationsgruppen wurden die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse der Station Bever für die Monate März bis Juli, das heißt während des Raupen- und Puppenstadiums, berechnet, wobei von jeder entsprechenden Gradation die Klimawerte der drei Jahre Progradation und des ersten Jahres der Kulminationsphase verwendet wurden. Einzig die Gruppe der gedämpften Gradationen basiert nur auf den Werten der jeweils entscheidenden Jahre. Trotzdem es sich bei einem Vergleich biologischer Erscheinungen mit Monatsmittelwerten nur um eine äußerst grobe Annäherung handeln kann, treten doch deutliche Unterschiede auf: Beschleunigte Gradationen sind durch eine Folge trockener und warmer Sommer gekennzeichnet, während extrem nasse und kühle Witterung eine Gradation hemmen kann. Als wesentlich erscheint jedoch die Tatsache, daß die Witterung normaler Gradationen weitgehend mit der Durchschnittswitterung des Oberengadins übereinstimmt, das heißt die Witterung des Oberengadins erlaubt praktisch immer eine Vermeh-

rung des Lärchenwicklers, die nach vier bis fünf Generationen zur Übervölkerung führt. Somit müssen wir folgern, daß die Populationsverminderungen vorwiegend biologischen Vorgängen, also dichteabhängigen Prozessen, zugeschrieben werden müssen. Auf Grund dieser Ausführungen und in Analogie zu vielen experimentell erzielten periodischen Populationsbewegungen darf gefolgert werden, daß auch die periodischen Populationsschwankungen im Freilande als populationsdichteabhängige Prozesse in einem weitgehend konstanten abiotischen Optimum verstanden werden können.

Bibliographie

Auer C.: Ergebnisse zwölfjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers *Zeiraphera griseana* Hübner im Oberengadin (1949/1960). Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. *37*, 174 bis 263, 1961.

Beitrag Nr. 18 der wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Populationsdynamik des Grauen Lärchenwicklers. Leitung: Prof. Dr. P. Bovey, Entomologisches Institut der ETH, Zürich.

10. Sektion für Anthropologie und Ethnologie

Schweizerische Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie

Präsident: Dr. E. C. Büchi (Schaffhausen)

1. Pierre-André Gloor (Lausanne). – *Modifications anthropologiques de la population du Valais (IV).*

Le phénomène d'accroissement de la taille est fortement marqué en Valais. De 1889, date du minimum de taille enregistré (162,2 cm) aux derniers renseignements datant de 1957 (170,8 cm), on enregistre donc d'une part un changement de catégorie (taille autrefois «sous-moyenne», actuellement «grande»), d'autre part un accroissement de 8,6 cm, à l'allure moyenne de 0,127 cm par an. Les pointages intermédiaires, entre 1889 et 1957, montrent que cette allure se ralentit un peu depuis 1930, mais nous n'avons encore aucun motif de penser à un plafond proche, certaines séries urbaines suisses se trouvant à 174 cm. Rappelons que tous les chiffres cités ici concernent des conscrits de 19 ans.

L'étude régionale de ce phénomène est compliquée par les divisions territoriales diverses utilisées par les auteurs. La série de conscrits de 1895, de Bedot, précitée (voir ce Bulletin 1959/1960, 1960/1961, 1961/1962) permet, grâce aux renseignements par commune, de calculer la taille d'autrefois pour les régions utilisées par Schlaginhaufen, ceci pour le Bas-Valais: 169[1] VS Quertal, 168 Sierre-Fully, 172 Dranse. Pour le Haut-Valais, le travail de Pittard et Karmin (1907) sur les conscrits de 1889/1890/1891 permet une comparaison exacte avec ceux de Schlaginhaufen pour 164 VS Goms (Conches), une comparaison valable avec 170 VS Vispertäler (en tolérant une délimitation de ce dernier territoire à 7 hommes près, sur 146), et enfin avec le reste du Haut-Valais (165 Lötschen + 166 Simplon + 167 Birgisch-Salgesch, même remarque que précédemment). On obtient les résultats suivants:

	donnée ancienne cm	moderne cm	différence de taille	d'IC
1. Goms	165,80	167,68	+2,18	
2. Quertal	165,48	169,20	+3,72	—0,90
3. Sierre-Fully	163,65	167,84	+4,19	—0,65
4. Vispertäler	165,00	169,93	+4,93	—1,62
5. Haut-Valais, reste	163,11	168,70	+5,59	
6. Dranse	161,53	167,76	+6,23	—3,22
Valais, 1895	163,50	168,30	+4,80	—1,46
Bas-Valais, 1890	162,84	168,10	+5,26	
Haut-Valais, 1890	164,00	168,65	+4,80	

[1] Les chiffres placés devant les noms des régions sont ceux qui figurent dans *Anthropologia helvetica II* de O. Schlaginhaufen.

Ce qui permet les constatations:

1. La supériorité de taille du Haut-Valais sur le Bas-Valais, notée par Pittard et Karmin, existe toujours mais atténuée, dans le cadre d'un certain nivellement des différences régionales, comme pour l'IC. La supériorité de taille des localités de la rive gauche du Rhône, constatée autrefois, est actuellement douteuse (maximum de taille à 165 Lötschen).

2. Le tableau montre que la variation de taille est minimum dans la vallée principale du Rhône, plus forte dans les vallées latérales. Ce résultat est semblable à celui trouvé en Savoie par Billy (1962), et attribué par cet auteur à la rupture des isolats constitués dans les zones d'altitude élevée, et à l'atténuation de conditions autrefois fortement pathologiques, liées à l'endémie goitreuse.

3. Il existe une corrélation négative entre la taille initiale (ou du moins la plus anciennement connue) et l'augmentation de taille, pour l'ensemble des régions, auxquelles on pourrait probablement ajouter la zone 171 Sud (environ 162 cm autrefois, environ 5 cm d'augmentation). Les séries françaises se comportent de la même façon.

4. On constate également une corrélation négative entre indice de départ et variation de l'indice; Billy a étudié une corrélation de ce type liée aux valeurs initiales du diamètre antéro-postérieur.

5. D'après le tableau précité, ces deux phénomènes corrélatifs ont tendance à concorder. Il convient de rappeler que la tendance actuelle est à la hausse de taille accompagnée d'une baisse de l'IC, constatée sur une cinquantaine de séries suisses et de nombreuses séries étrangères. Toutefois, pour les sujet nés avant 1870, la tendance était à une stabilité ou une hausse de l'IC avec augmentation de la taille (départements français de l'Aveyron, de la Savoie, canton de Vaud) et il n'est pas exclu que ce dernier phénomène persiste sur certains points. C'est peut-être le cas pour 171 Sud, qui montre une hausse de taille avec légère brachycéphalisation. Une autre anomalie existe à 164 Goms, où la chute de l'IC est marquée, (environ 2 points), mais avec une faible augmentation de taille. L'évolution de ces deux régions au cours de ces prochaines années sera particulièrement intéressante à étudier.

6. La structure raciale actuelle des régions valaisannes, d'après la méthode de Czekanowski-Wanke, montre une division en deux groupes: le nord-ouest (169 Quertal, 168 Sierre-Fully), à forte minorité méditerranéenne (zone *helvétique*) où la taille et l'IC ont peu varié dans l'ensemble; le reste du canton où les races arménoïde et laponoïde sont bien représentées (zone *rhétique*) où les variations ont été plus importantes.

2. Pierre-André Gloor (Lausanne). – *Modifications anthropologiques de la population des Grisons.*

La comparaison de données anciennes et modernes montre une baisse de l'indice céphalique, pour plusieurs séries régionales. Le cas des

Walsers orientaux est particulièrement intéressant vu l'existence de séries craniennes, et d'un matériel considérable amassé par Kaufmann et Hägler, sur le vivant, concernant des sujets de trois générations (la publication de Kaufmann, Hägler, Lang de 1958 n'en ayant utilisé qu'une partie).

Le groupe des *Walsers orientaux*, particulariste et fortement endogame durant six siècles, se voit peu à peu entraîné à participer plus activement à l'économie générale (influence des communications ferroviaires et routières, implantation de stations de cure, de sport, de tourisme), ce qui amène une dissolution de l'isolat constitué jadis, la population étant encore originale du point de vue anthropologique et sérologique. On constate une diminution importante du nombre des bourgeois domiciliés dans leur commune, une augmentation des mariages exogames, une chute de la fécondité. Les modifications somatiques peuvent donc correspondre d'une part à une réaction phénotypique à un milieu transformé, d'autre part à une variation du génotype collectif sous l'effet de l'exogamie; mais on est également en droit de s'attendre à des phénomènes de sélection avec fécondité différentielle de certains types. La documentation à disposition sur les *Walsers orientaux* permet un essai d'évaluation de cette sélection sur laquelle nous n'avons que très peu de renseignements. Cette documentation est particulièrement intéressante en ce qui concerne les *Vollwalsers* (sujets dont les deux parents sont originaires du lieu) vu l'incidence exogame probablement faible, et surtout les femmes *Vollwalsers* de 50 ans et plus, un bilan numérique définitif de la descendance pouvant être établi.

Le mouvement de l'indice céphalique régional est le suivant:

71	crânes récents de Davos	84,43	Beddoe + Scholl
171	*Walsers*, 50 ans et plus	83,51	
564	*Walsers*, 20 à 49 ans	81,45	Kaufmann, Hägler, Lang
157	conscrits, 19 ans, région 7 GR	81,55	Schlaginhaufen

La différence minime entre *Walsers* et conscrits de la région, comportant aussi des non-*Walsers*, semble montrer que la variation due à l'exogamie rapprochée ne doit pas être très notable. La différence remarquable (2,06 points) entre générations de *Walsers* ne peut dépendre de la différence d'âge moyen. On la retrouve, à peine atténuée, entre *Vollwalsers* âgés et jeunes: 83,58 à 81,70 soit une différence de 1,88 pour les hommes, 83,94 à 82,20 soit une différence de 1,74 pour les femmes.

Les femmes sans descendance à 50 ans et plus, et les hommes réputés sans descendance sont plus brachycéphales que leurs combourgeois féconds (différences de l'ordre de 0,5 à 1 point, l'une d'entre elles concernant 50 hommes, *Voll-* et *Halbwalsers* réunis, se montant à 1,23 point: 84,38 à 83,15, et étant significative au seuil de 5%.

L'indice céphalique moyen des couples âgés est inférieur au chiffre attendu, en cas de rencontre au hasard. Le fichier qui a été aimablement

mis à ma disposition permet l'étude de 57 couples, IC moyen de 82,84, au lieu de 83,55 attendu; un sous-groupe de 23 couples *Vollwalsers* est à 82,70 au lieu de 83,76, différence de 1,06 point, significative au seuil de 5%; une partie de la différence d'indice entre générations pourrait provenir de ce choix sélectif, qui montre que le «marché matrimonial», vers 1920, était défavorable aux brachycéphales.

L'étude directe du nombre des descendants, survivants au moment de l'enquête de Kaufmann et Hägler en 1954, montre le comportement particulier d'un groupe de 26 femmes *Vollwalsers* (sur 95 en tout); ce groupe qui comprend tous les sujets hyperbrachycéphales (86 à 94) a en même temps un indice facial très bas (79,50), un indice nasal très élevé (73,85) et une pigmentation relativement foncée (15,4% d'yeux clairs, pas de cheveux clairs), par rapport aux 69 femmes méso- et brachycéphales. Ces 26 femmes ont élevé 1,61 enfant en moyenne, contre 2,47 pour le groupe de comparaison, différence significative au seuil de 5%. Une moindre reproduction démographique de ce groupe hyperbrachycéphale est susceptible d'expliquer partiellement du moins l'indice céphalique moindre de la jeune génération, l'indice nasal moindre aussi et l'indice facial plus élevé. Les variations numériques, des *Vollwalsers* âgées aux plus jeunes, sont: IC de 83,94 à 82,20, IF de 81,32 à 83,40, IN de 71,66 à 67,60.

En conclusion, il vaudrait la peine d'entreprendre une étude par famille des *Walsers orientaux*, et de rechercher d'autres séries dans la même situation. On penserait en premier lieu à la série grisonne de Tavetsch, les chiffres fournis par Hägler (1941) montrant chez les jeunes adultes des deux sexes une même tendance à la baisse de l'IC et de l'IN, et à une hausse de l'IF par rapport aux sujets âgés.

3. E.C. Büchi (Schaffhausen). – *Die Pigmentierung der Tibetaner.*

Im Jahre 1951 konnte ich 200 Tibetaner aus allen Teilen Tibets beim Grenzübertritt nach Nordbengalen anthropologisch untersuchen. Der Hauptteil der Ergebnisse ist bereits publiziert worden (*Büchi*, 1952, 1959*a*, 1959*b*). Die gegenwärtige Mitteilung orientiert über einige deskriptive Merkmale – vor allem über die Pigmentierung – von Haut, Haaren und Augen. Zur Beurteilung der Farben standen mir *von Luschans* Hautfarbentafel, *Fischers* Haarfarbentafel und *Martins* Augenfarbentafel zur Verfügung.

Die Haut wurde auf der Stirne, auf der Brust und auf der Innenseite des Oberarmes geprüft. Es zeigte sich dabei, daß die hellbraune Hautfarbe, die man bei oberflächlicher Betrachtung den Tibetanern zuschreiben würde, offenbar nur unter Lichteinwirkung zustande kommt. Unbelichtete Haut ist fahlweiß mit einem leichten Stich ins Gelbliche.

Die dunkelbraunen bis braunschwarzen Haare sind überraschend oft wellig, wenn auch vielfach nur in geringem Grade. Diese Form wird

ebenso häufig angetroffen wie das straffe Haar. Als einzige andere Form konnte noch in seltenen Fällen schlichtes Haar beobachtet werden. Gut der Hälfte aller Individuen fehlte Haarwuchs auf der Brust, und die restlichen Probanden zeigten eine nur schwache Behaarung.

Die Iris besitzt erwartungsgemäß eine dunkelbraune bis schwarzbraune Farbe, und die Konjunktiva ist fast überall gelblich getönt.

Die Analyse der metrischen Merkmale (*Büchi*, 1959*a* und *b*) führte zur Annahme, daß die Bevölkerung Tibets aus zwei Körperformgruppen zusammengesetzt ist. Im Vergleich zum Nordosten wohnt im Süden ein Typ mit im allgemeinen kleineren absoluten Ausmaßen, mit rundlicherem Kopf und niedrigerem Gesicht, aus dem die breitere Nase weniger vorspringt. Wenn wir die gleiche geographische Aufteilung hier vornehmen, so können wir hinzufügen, daß der südliche Typ eine etwas stärkere Gelbfärbung in der Haut und in der Konjunktiva aufweist. Die Fähigkeit, unter Lichteinwirkung Pigment zu bilden, scheint etwas geringer zu sein. Auch Haare und Iris sind pigmentärmer. Die Haare besitzen häufiger eine wellige Form, und ihr Wuchs auf der Brust ist ausgeprägter.

Die Ergebnisse der gegenwärtigen Untersuchung führen zu einem vollständigeren Bild der auf Grund früherer Auswertungen für Tibet angenommenen zwei Populationen. Die beiden Körperformgruppen fließen allerdings stark ineinander über, aber dennoch fallen bei Beobachtung von bloßem Auge Unterschiede auf, die dem aus der Arbeit resultierenden Bild entsprechen.

Erwähnte Literatur

Büchi E. C. (1952): Blood Groups of Tibetans. Bull. Dept. Anthropol., Govt. India, 1 (2), S. 71.

— (1959*a*): Zur Anthropologie der Tibetaner. I. Allgemeine Körperform. Bull. SGAE, 35, S. 4.

— (1959*b*): Zur Anthropologie der Tibetaner. II. Größen- und Formverhältnisse von Kopf und Gesicht. Bull. SGAE, 35, S. 93.

4. Hélène Kaufmann (Genève). – *Détermination sexuelle par le poids d'os longs médiévaux de Genève.*

Nous avons effectué la détermination sexuelle d'os longs en vrac provenant d'anciens cimetières médiévaux de Genève (Saint-Gervais, la Madeleine et l'Auditoire), avec la collaboration de Mlles G. Chahidi et A.-M. Schmid, étudiantes en sciences. Ont été examinés: pour le membre supérieur 100 os de chaque, pour le membre inférieur, 150.

Pour chaque os nous avons tracé un histogramme du poids, que nous avons divisé selon les zones établies par Olivier et Pineau (Bull. Soc. Anthr. Paris, 1958, pp. 328–339) pour la «détermination du sexe dans un lot d'os d'origine inconnue»: zone féminine et zone masculine, laissant entre elles une zone indéterminée. Nous donnons au tableau 1 la répartition de ces zones dans la présente série (pour l'humérus, le fémur et le tibia, les poids ont été arrondis de 5 en 5 g). Nous plaçons en regard la

Tableau 1

Zones selon Olivier et Pineau (en % de l'étendue de la variation) et poids correspondants d'os longs médiévaux de Genève et de Néolithiques[1]

Os	Zone ♀ en %	Zone ♂ en %	Séries	Nombre total d'os	Poids ♀ Min.–Max.	Poids ♂ Min.–Max.
Humérus	27,5	50,0	Genève	100	70 – 95	130 – 195
			Néolithiques	64	49 – 66	83 – 115 (146)
Radius	26,5	50,0	Genève	100	21 (16)– 31	41 – 60 (63)
			Néolithiques	50	17 – 22	29 – 39
Cubitus	27,5	54,8	Genève	100	29 – 41	50 – 74 (82)
			Néolithiques	47	21 – 27	31 – 44 (51)
Fémur	20,1	46,8	Genève	150	210 – 265	365 – 500
			Néolithiques	54	160 – 185	240 – 305
Tibia	25,6	43,5	Genève	150	100 – 145	215 – 300
			Néolithiques	54	100 (89)– 120	146 – 180 (219)
Péroné	27,0	34,5	Genève	150	30 (22)– 40	57 – 70 (76)
			Néolithiques	25	27 (21)– 29	46 – 52 (58)

[1] Les poids entre parenthèses correspondent à ceux d'os mis hors série pour le calcul des zones, en raison de leur déminéralisation ou de leur fossilisation excessive.

répartition que nous avions obtenue pour des squelettes néolithiques de Suisse occidentale (Actes Soc. helv. sc. nat., 1961, pp. 142–144 et Bull. Soc. suisse anthr. et ethnol., 1961/62, pp. 8–10).

Cette étude nous a fait connaître la répartition du poids dans une série d'os longs assez importante, qui pourrait servir de référence pour la détermination sexuelle d'os comparables. De plus, elle nous a conduite aux constations suivantes: 1° Les minimums et les maximums sont plus élevés pour les os de Genève que pour les os des Néolithiques; ceci paraît provenir davantage de la différence des tailles entre les Genevois médiévaux et les Néolithiques que d'une différence dans la conservation du matériel osseux. 2° Le sexe de chaque os, déterminé rapidement par les méthodes scopiques classiques avant la pesée, se trouve correspondre de façon remarquable au sexe indiqué par la répartition des poids selon Olivier et Pineau pour les zones féminine et masculine; pour les six os longs réunis, on trouve dans la zone féminine 6 contradictions pour le sexe sur 188 os (3,2 %) et dans la zone masculine 19 sur 326 (5,8 %). Cette coïncidence n'est pas extraordinaire; mais cela fait apparaître que les os situés dans la zone féminine ou dans la zone masculine par le poids sont aussi typiquement féminins ou masculins par les caractères descriptifs habituellement considérés. 3° Les os qui doivent retenir notre attention sont surtout ceux de la zone indéterminée! Pour une partie au moins d'entre eux il doit être possible d'en préciser le sexe en utilisant d'autres critères que le poids (longueur, périmètre...) ce qu'il faudra envisager.

Ce travail préliminaire nous fait souhaiter voir figurer le poids des os longs parmi les données de toute étude anthropologique. Une connaissance plus approfondie de ce caractère apportera certainement une aide précieuse à la détermination sexuelle de nombreux restes squelettiques.

Institut d'Anthropologie de l'Université de Genève

11. Sektion für Medizinische Biologie

Sitzung der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr. O. Wyss (Zürich)

1. Ulrich A. Corti (Zürich), Max Dietiker (Kloten). – *Vorrichtung zur Messung der Instabilität des Gleichgewichtes beim stehenden Menschen.*

Anläßlich der Jahresversammlung der SNG in Porrentruy im Jahre 1955 berichteten wir über eine Apparatur zur Unruhebestimmung bei Menschen und Tieren (1). Mit diesem Gerät lassen sich die kurzzeitigen Gewichtschwankungen *(KGS)* und deren Rhythmus auch am stehenden Menschen messen. Beim Einsatz der Apparatur zeigte der stehende Mensch unter bestimmten Voraussetzungen sichtbare Körperschwankungen. Auf Grund dieser Beobachtung erschien es wünschenswert, sichtbare und unsichtbare Körperschwankungen genauer zu untersuchen.

Meßprinzip

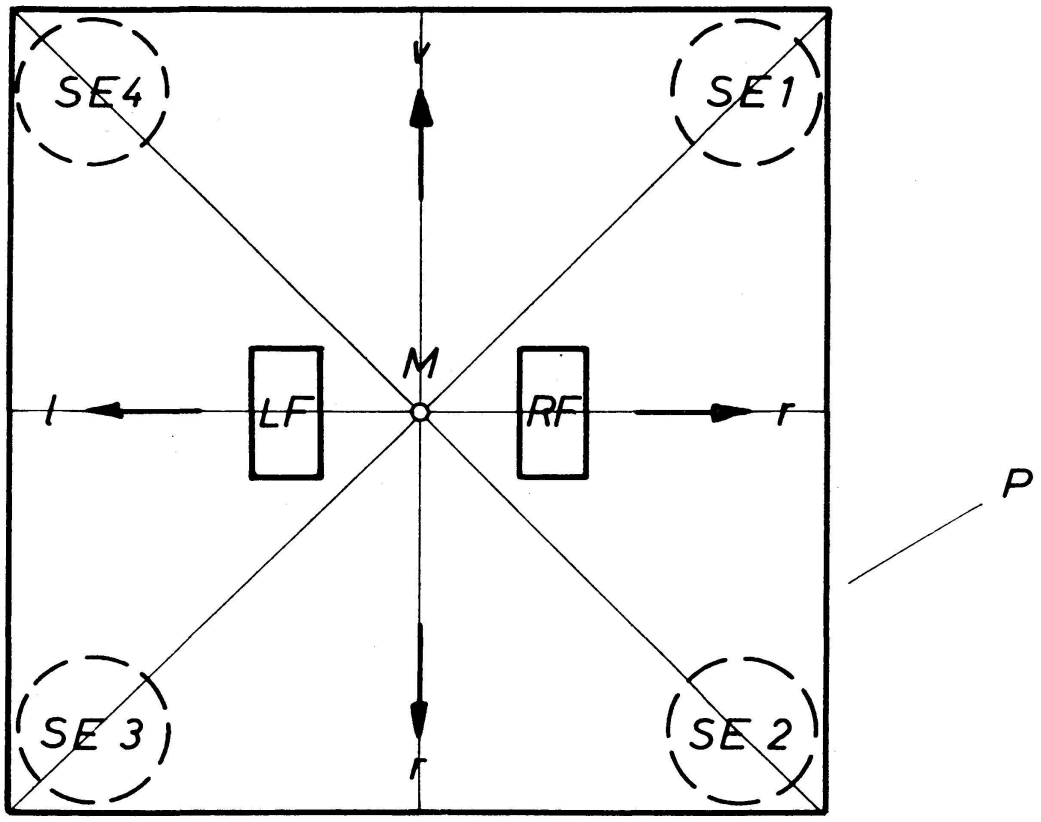


Abbildung 1

Nun ist das Phänomen der Körperschwankung bereits von verschiedenen Forschern, zum Beispiel von Liebert (2), Schildbach (3), Grandjean (4, 5) und namentlich von v. Skramlik (6) studiert worden. Sie

bestimmten die Größe derselben durchwegs durch die Registrierung der Kopfbewegungen, ein Verfahren, das unseres Erachtens noch verschiedene Fragen offen läßt. Die dabei verwendeten Meßeinrichtungen sind insbesondere hinsichtlich ihrer Anwendung ziemlich umständlich.

Wir versuchten daher, die Instabilität des Gleichgewichtes (Körperschwankungen) nach einer anderen Methode, und zwar mittels eines modifizierten Reaktionstisches *(RT)*, zu messen.

Abbildung 1 zeigt den Grundriß des verwendeten Reaktionstisches. Die *RT*-Platte *(P)* liegt auf vier Stützelementen *SE 1* bis *SE 4*. Jedes derselben besteht aus einem Federsystem mit einem Freiheitsgrad (vertikal); damit verbunden ist je ein mechanisch-elektrischer Umformer, bestehend aus einem Ringmagneten und einer Tauchspule.

Die Versuchsperson ist mit ihrem linken Fuß *(LF)* und mit ihrem rechten Fuß *(RF)* auf der Platte *(P)* abgestützt. Von der Ruhelast der Versuchsperson abgesehen, wirken auf die Stützelemente noch zeitlich variable Kräfte, die durch die Füße ebenfalls auf die Platte übertragen werden. Die durch diese Zusatzkräfte verursachten Durchbiegungen der Federn sind den Vertikalkomponenten der Zusatzkräfte proportional, und die in den mechanisch-elektrischen Umformern erzeugten Spannungen sind proportional den Durchbiegungsgeschwindigkeiten. Durch Integration dieser Spannungen erhält man solche proportional zu den Durchbiegungen selbst, also proportional zu den Vertikalkomponenten der Zusatzkräfte.

Angenommen, die Vertikalprojektion des Schwerpunktes S der Versuchsperson falle mit dem Mittelpunkt M der Platte P zusammen, so sind alle Stützelemente gleich belastet.

Verschiebt sich nun infolge Körperschwankung der Schwerpunkt S der Versuchsperson beispielsweise nach rechts, so nimmt die Belastung der Stützelemente *SE 1* und *SE 2* um den gleichen Betrag zu, diejenige von *SE 3* und *SE 4* um den gleichen Betrag ab. Verschiebt sich S nach links, nimmt die Belastung von *SE 3* und *SE 4* um den gleichen Betrag zu und diejenige von *SE 1* und *SE 2* um den gleichen Betrag ab. Bei einer Verschiebung von S vorwärts-rückwärts treten analoge Verhältnisse für *SE 1* und *SE 4* einerseits und für *SE 2* und *SE 3* anderseits auf.

Verschiebt sich S beispielsweise vom Mittelpunkt M aus auf der Winkelhalbierenden im zweiten Quadranten (begrenzt durch l und v), so nimmt die Belastung des Stützelementes *SE 4* zu und diejenige von *SE 2* ab, während die Abnahme der Belastung bei *SE 1* und *SE 3* gleich groß ist.

Durch entsprechende Addition der Spannungen, welche den Durchbiegungen der Stützelemente *SE 1* bis *SE 4* proportional sind, lassen sich die horizontalen Verschiebungen des Schwerpunktes S der Versuchsperson «rechts-links» (xz-Ebene) und «vorwärts-rückwärts» (yz-Ebene) sowie die kurzzeitigen Gewichtschwankungen *(KGS)* in der z-Achse und deren Rhythmus gleichzeitig messen.

Prinzipschema der Meßanordnung

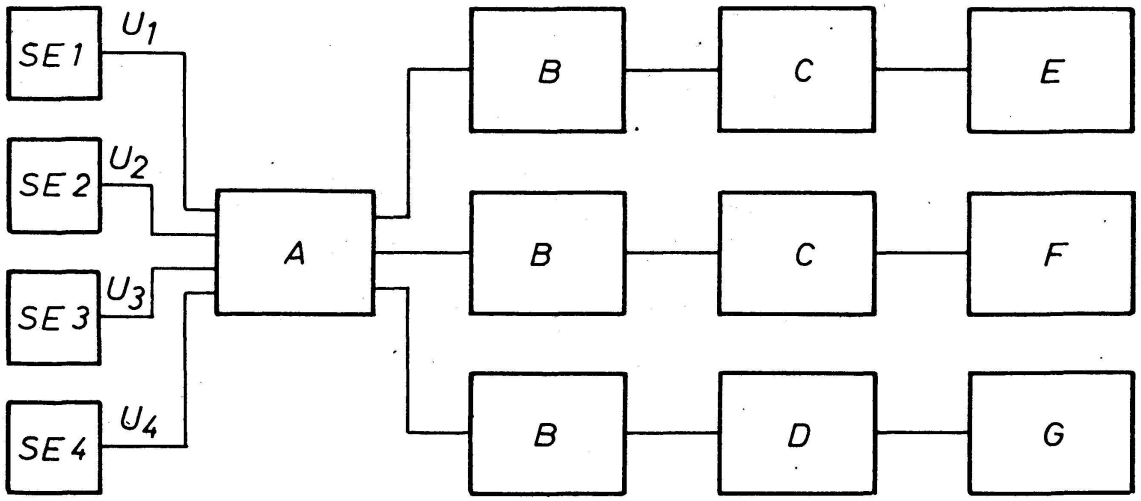


Abbildung 2

u_1 bis u_4 Signalspannungen der vier mechanisch-elektrischen Umformer (siehe Abb. 1).

A Addierwerk.

B Miller-Integratoren.

C Rechengeräte mit Analog-Digital-Convertern; sie liefern in digitaler Form die mittlere kurzzeitige Schwerpunktverschiebung in einem frei wählbaren Zeitintervall sowie den mittleren Rhythmus dieser Verschiebung.

D Rechengerät mit Analog-Digital-Converter; es liefert in digitaler Form die mittlere positive und negative Gewichtschwankung *(KGS)* in einem frei wählbaren Zeitintervall sowie den mittleren Rhythmus dieser Schwankung.

E Elektronisches Zählgerät zur Registrierung der mittleren kurzzeitigen horizontalen Schwerpunktverschiebung «rechts–links» (*xz*-Ebene) und von deren mittlerem Rhythmus.

F Elektronisches Zählgerät zur Registrierung der mittleren kurzzeitigen horizontalen Schwerpunktverschiebung «vorwärts–rückwärts» (*yz*-Ebene) und von deren mittlerem Rhythmus.

G Elektronisches Zählgerät zur Registrierung der mittleren kurzzeitigen Gewichtschwankung *(KGS)* in der *z*-Achse und von deren mittlerem Rhythmus.

Der Meßbereich dieser Meßanordnung erstreckt sich von 0,1 Hz bis 20 Hz.

Anwendungsmöglichkeiten. Merkwürdigerweise scheint keiner der früheren Autoren die Frage nach der praktischen Bedeutung der Messung der Instabilität des Gleichgewichtes beim stehenden Menschen aufgeworfen zu haben, obwohl dieselbe ein erhebliches Interesse beansprucht. Ihre Durchführung erscheint indiziert bei Schwindel-, Taumel-, Rausch-, Fieberzuständen, Ermüdungserscheinungen, Störungen der Seh- und Hörfunktionen, bei Nervenkrankheiten, Katatonie, Vergiftungen, bei der Ménièreschen Krankheit usw. Sie ist wahrscheinlich auch zur Prüfung analeptisch und narkotisch wirkender Stoffe, zur Kontrolle therapeuti-

scher Maßnahmen und zur Untersuchung von Altersstadien geeignet und dürfte sich zudem überall dort empfehlen, wo es sich um die Erzielung optimaler Gleichgewichtslagen handelt.

Weitere Anwendungsgebiete erschließen sich, wenn durch geeignete mechanisch-elektrische Umformer der Frequenzbereich der Apparatur nach unten bis auf 0 Hz erweitert wird. Es lassen sich dann auch sehr langsam verlaufende (quasistatische) Schwerpunktverschiebungen messen, wie sie beispielsweise bei Dislokationen von Lebewesen auf der Plattenoberfläche auftreten. Mit Hilfe eines 2-Koordinaten-Schreibers ließe sich der Verlauf einer solchen Dislokation direkt registrieren.

Vorläufige Meßergebnisse. Bei den folgenden Messungen wurden die Versuchspersonen ersucht, sich auf dem *RT* möglichst ruhig zu verhalten. Jede Messung dauerte 100 sec (frei wählbares Zeitintervall). Auf der *RT*-Platte wurden Begrenzungsleisten angebracht, um für alle Versuchspersonen eine gleichartige Standposition zu gewährleisten.

Beispiel 1 *Instabilität des Gleichgewichtes*

a: Mit offenen Augen.
b: Mit geschlossenen Augen

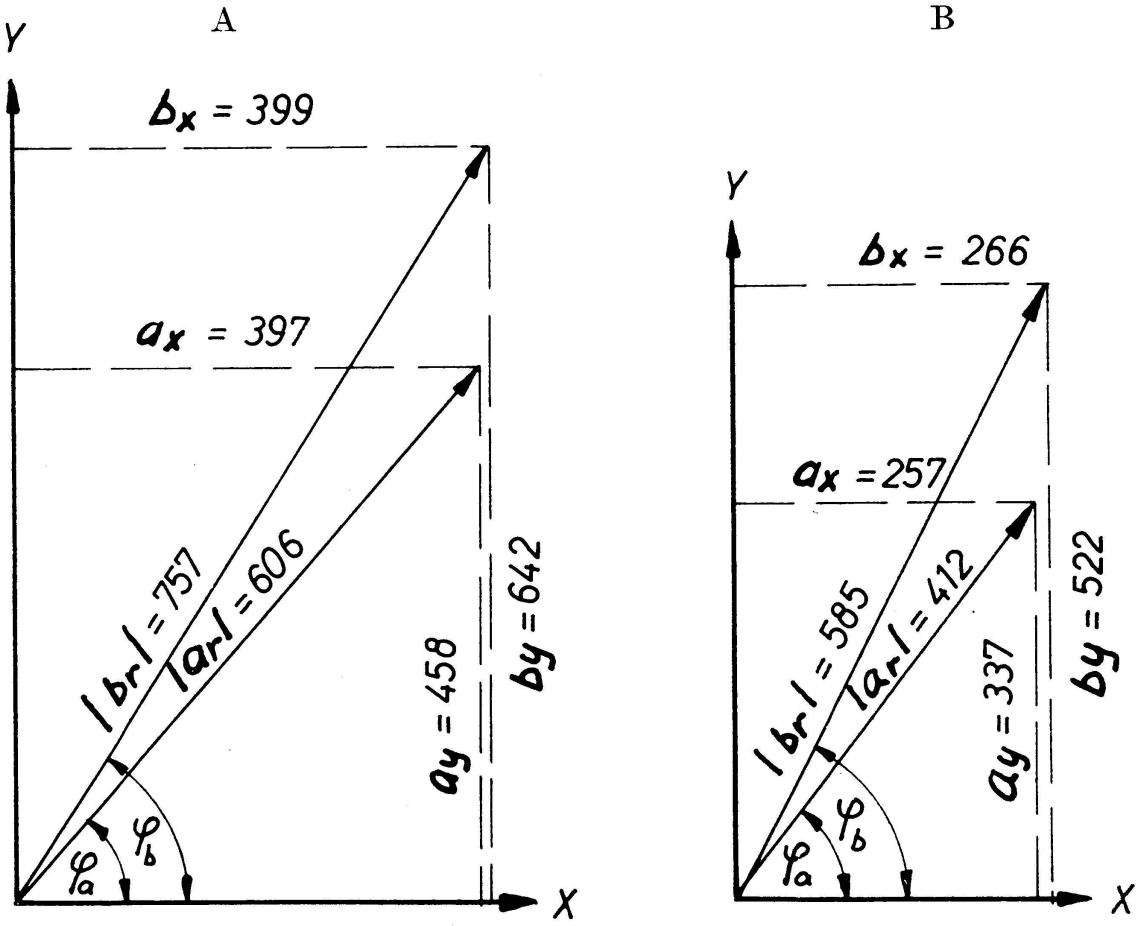


Abbildung 3

Die für die Schwerpunktverschiebungen und die *KGS* angegebenen Zahlenwerte sind den Verschiebungen bzw. den Schwankungen proportional. Die entsprechenden Rhythmuswerte wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in die Diagramme eingezeichnet. Sie liegen bei den Schwerpunktverschiebungen zwischen 0,2 und 1,5 pro sec und für die *KGS* zwischen 4 und 7 pro sec.

Abbildung 3 zeigt die Größe der mittleren Gleichgewichtinstabilität (Körperschwankungen) bei zwei Versuchspersonen *A* und *B* bei offenen und geschlossenen Augen.

A Alter: 26, Größe: 180 cm, Gewicht: 73 kg.
B Alter: 35, Größe: 179 cm, Gewicht: 71 kg.

Die Vektordiagramme zeigen das Mittel aus je vier Messungen, die alle im Verlauf von zirka zwei Stunden ausgeführt wurden. Die mit *a* bezeichneten Werte beziehen sich auf die Körperschwankungen bei offenen Augen, die mit *b* bezeichneten auf die Körperschwankungen bei geschlossenen Augen. Auf der Abszisse wurden die Mittelwerte «rechts-links» (*xz*-Ebene) und auf der Ordinate die Mittelwerte «vorwärts-rückwärts» (*yz*-Ebene) aufgetragen. $|a_r|$ und der $\sphericalangle\varphi_a$ ergeben Betrag und Richtung der Resultierenden der mittleren Körperschwankung mit offenen Augen, $|b_r|$ und der $\sphericalangle\varphi_b$ dasselbe mit geschlossenen Augen. Wie ersichtlich, sind die Körperschwankungen bei geschlossenen Augen größer als bei offenen Augen; dabei fällt auf, daß sich die Zunahme hauptsächlich auf die *y*-Komponente beschränkt.

Beispiel 2 *Instabilität des Gleichgewichtes*

a: Normales Stehen
b: Normales Stehen mit einem Gewicht von 11 kg in der rechten Hand

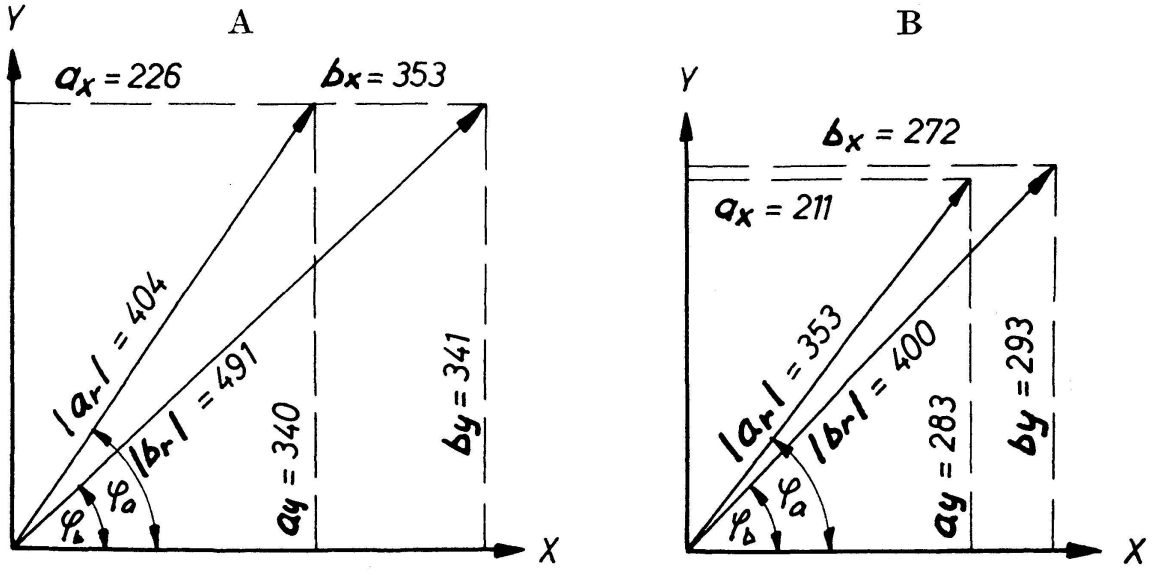


Abbildung 4

Beispiel 3 *Instabilität des Gleichgewichtes unter dem Einfluß von Alkohol*
a: Mit offenen Augen.
b: Mit geschlossenen Augen.
c: KGS mit geschlossenen Augen.

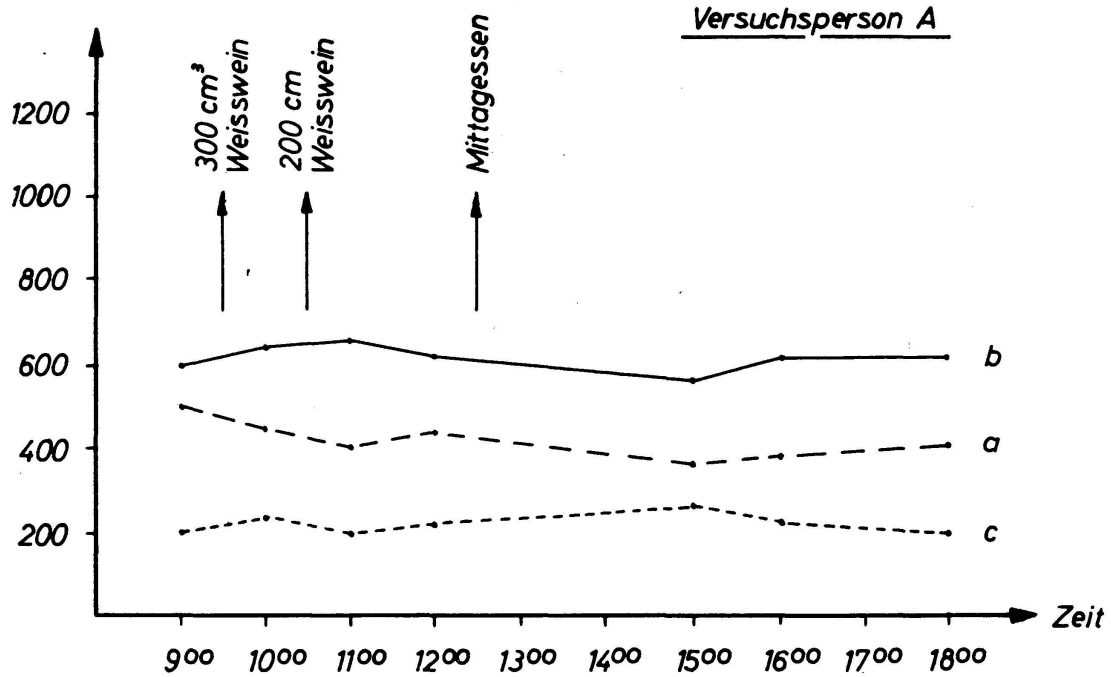


Abbildung 5

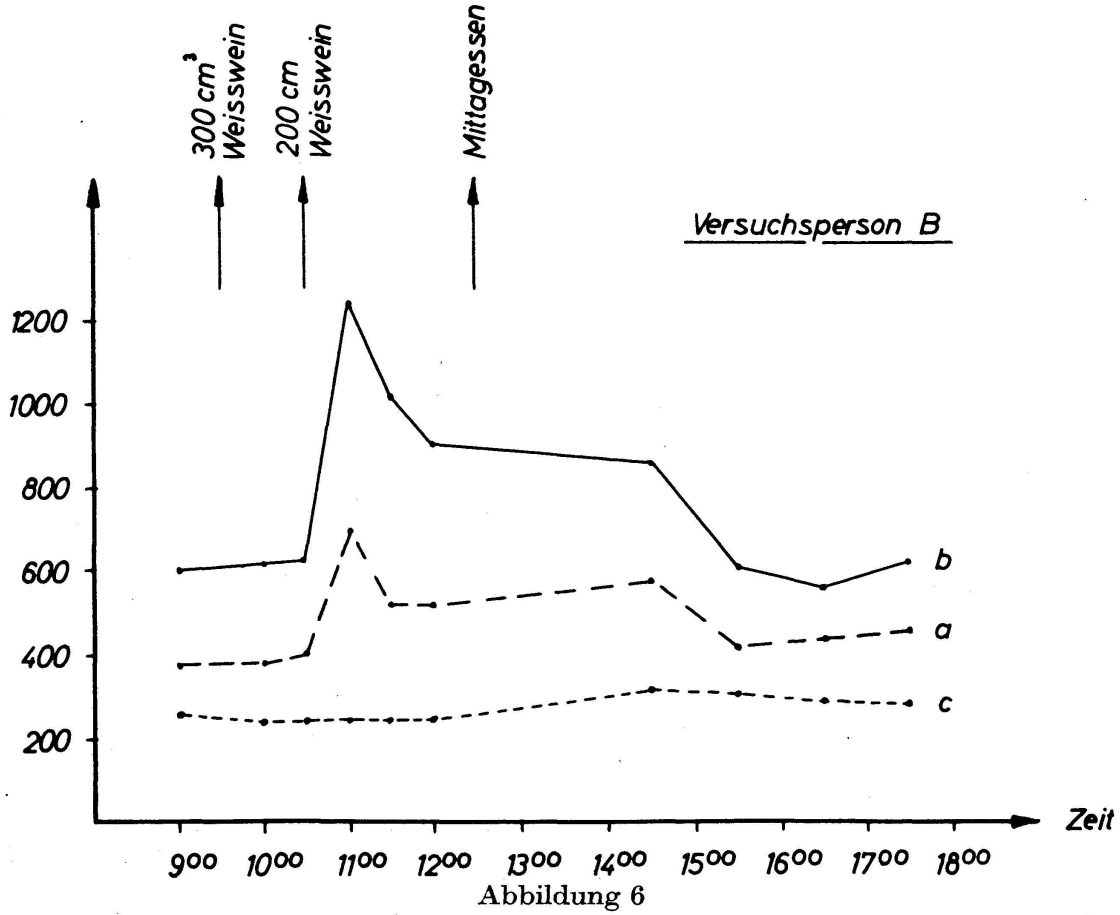


Abbildung 6

Abbildung 4 zeigt für die Versuchspersonen *A* und *B* die Änderung der Gleichgewichtinstabilität unter dem Einfluß eines Zusatzgewichtes in der rechten Hand. Die beiden Darstellungen zeigen das Mittel aus je vier Messungen. Die Zunahme der Körperschwankungen unter dem Einfluß des zusätzlichen Gewichtes erfolgt fast ausschließlich in der *x*-Komponente.

Wie aus den Beispielen 1 und 2 hervorgeht, ist die vektorielle Darstellung der Meßergebnisse für diese und ähnliche Fälle besonders aufschlußreich, lassen sich doch mit einem Blick Betrag und Richtung der mittleren Körperschwankung ablesen. Im Bedarfsfalle können auch noch die Rhythmuswerte berücksichtigt werden.

In den Abbildungen 5 und 6 wurden die Mittelwerte der Körperschwankungen und die Mittelwerte der *KGS* der Versuchspersonen *A* und *B* unter dem Einfluß von Alkohol als Funktion der Zeit dargestellt. Bei den Körperschwankungen wurde der Betrag

$$|a_r| = \sqrt{a^2{}_x + a^2{}_y} \quad \text{bzw.} \quad |b_r| = \sqrt{b^2{}_x + b^2{}_y}$$

aufgetragen.

Zwischen 9.15 und 9.30 Uhr genossen *A* und *B* je 300 cm³ und zwischen 10.30 und 10.45 Uhr noch je 200 cm³ Weißwein.

Bei *A* verlaufen die Kurven für die Instabilität des Gleichgewichtes fast horizontal. Auch die *KGS*-Kurve verläuft horizontal, abgesehen von einem geringen Anstieg zwischen 12.00 und 15.00 Uhr, welcher wahrscheinlich auf den Einfluß der Nahrungsaufnahme zurückzuführen ist (7).

Die Versuchsperson *B* zeigt ein ganz anderes Bild. 300 cm³ Weißwein hatten offensichtlich keinen Einfluß auf die Körperschwankungen; die Werte blieben zwischen 8.45 und 10.30 Uhr praktisch konstant. Nach der zweiten Alkoholaufnahme um 10.30 Uhr nahmen jedoch die Körperschwankungen um zirka 100 % zu. Besonders ausgeprägt ist der Anstieg bei geschlossenen Augen. Offenbar ist hier die kritische Grenze der Alkoholverträglichkeit wesentlich überschritten worden. Der Abfall erfolgt relativ langsam; erst um zirka 15.30 Uhr wird der Normalpegel wieder erreicht. Die *KGS*-Kurve verläuft bis 12.00 Uhr fast horizontal und steigt dann nach dem reichlichen Mittagessen auf höhere Werte an.

Zwischen 11.00 und 12.00 Uhr sanken bei der Versuchsperson *B* die Rhythmuswerte der Körperschwankungen auf fast die Hälfte, verglichen mit den Werten zwischen 8.45 und 10.30 Uhr. Dieses Phänomen wurde unter ähnlichen Bedingungen auch bei anderen Versuchspersonen beobachtet.

Herrn Prof. Dr. O. Wyß, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Zürich, danken die Verfasser bestens für das ihren Untersuchungen entgegengebrachte Interesse und die bei der Durchführung der Experimente geleistete Hilfe.

Literaturverzeichnis

1. *Corti U. A., Gaßmann F., Weber M.:* Unruhebestimmung bei Menschen und Tieren. Verh. SNG 1955 (Porrentruy), 164–167.
2. *Liebert H.:* Über die Schwankungen beim Stehen. Arbeitsphysiol. *11,* 151–157 (1941).
3. *Schildbach F.:* Über das Stehen bei verschiedenen Fußstellungen. Arbeitsphysiol. *11,* 158–164 (1941).
4. *Grandjean E.:* Fonctions nerveuses à l'altitude. Helv. Physiol. Acta *6,* 489–515 (1948).
5. — The effect of altitude upon various nervous functions. Proc. Roy. Soc. London, Ser. B, *143,* 12f. (1954).
6. *Skramlik E. von:* Über die Körperschwankungen beim Stehen. Z. Biol. *110,* 81–110 (1958).
7. *Corti U. A.:* Der Einfluß der Ernährung auf die kurzzeitigen Gewichtsschwankungen des Menschen. Verh. SNG 1957 (Neuchâtel), 114–117.

2. J. Wartenweiler, M. Steinemann, A. Wettstein (Abteilung für Naturwissenschaften der ETH, Zürich). – *Über die Kraftentfaltung bei Kontraktionen der Skelettmuskulatur.*

Unsere vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Untersuchungen der Mechanik menschlicher Bewegungen, die wir mit Hilfe einer elektronischen Apparatur der *Viterra,* Wallisellen (System Blaser-Corti), und eines Chronocinégines-Zielfilmgerätes der *Compagnie des Montres Longines,* St-Imier, durchgeführt haben, zeitigen folgende Ergebnisse in bezug auf die Kraftentfaltung bei Kontraktionen der Skelettmuskulatur:

Kraftverlauf bei dynamischer Muskelarbeit. Wenn der Kraftverlauf bei Kontraktionen einzelner Muskeln, bzw. einheitlich funktionierender Muskelgruppen, senkrecht zur Zeitachse aufgezeichnet wird, entstehen typische Kurven, die den jeweiligen Charakter der zugrunde liegenden Bewegung wiedergeben. So spiegelt sich zum Beispiel in der sinusförmigen Kraftkurve die reine Schwungbewegung. U-förmige Kurven weisen auf schwunghafte Bewegungen gegen größeren Trägheitswiderstand hin.

Dreieckförmige Kurven werden vor allem bei schwunghaften Bewegungen mit markierter Bewegungsumkehr gefunden, und rechteckige Formen charakterisieren die Bewegungen gegen Reibungswiderstand (siehe Abbildung 1).

Maximalkraft. Nach F. Franke und andern Autoren ist die Maximalkraft abhängig vom Kontraktionszustand der Muskulatur: Je kürzer der Muskel, desto kleiner die Kraft.

Die Maximalkraft ist auch abhängig vom Kontraktionsvorgang. So stellten wir in einem Dehnungs-Entdehnungsversuch z. B. folgende im mittleren Bereich auffallend lineare Beziehung zwischen Kraft und Verkürzungsgeschwindigkeit fest (siehe Abbildung 2):

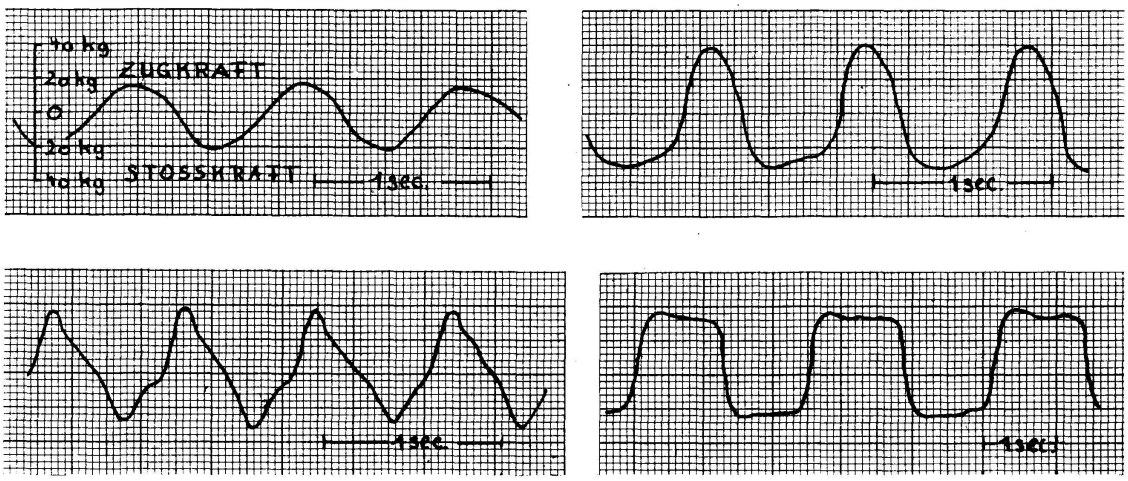


Abbildung 1

Kraftverlauf bei dynamischer Muskelarbeit

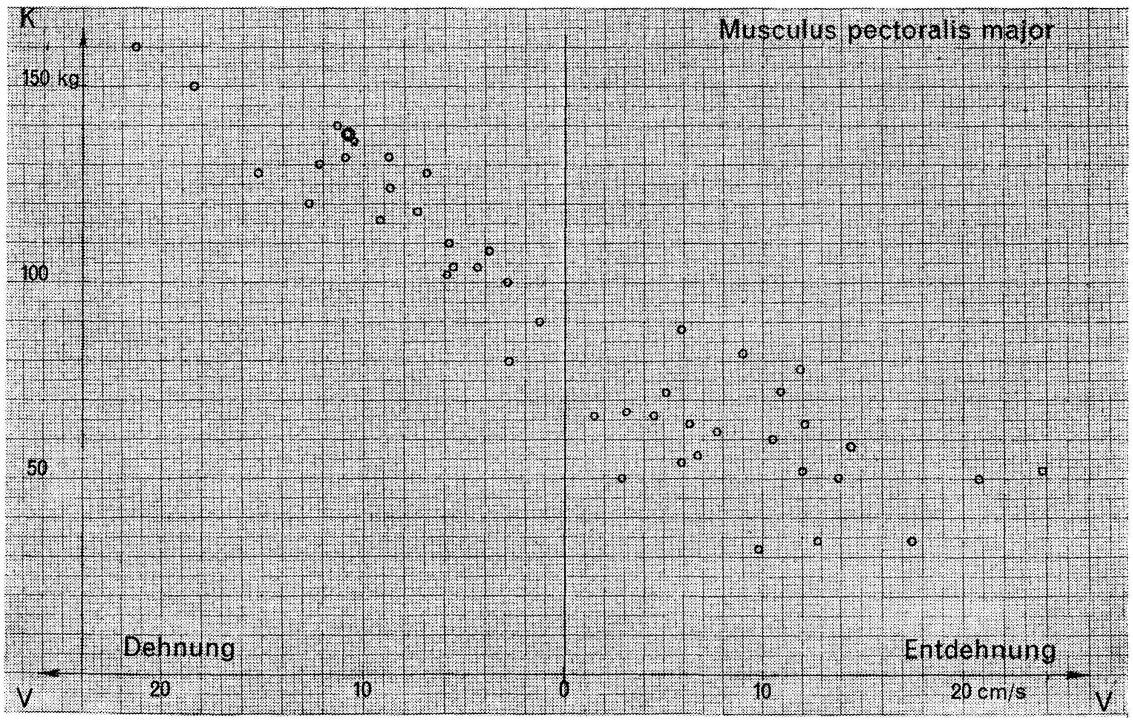


Abbildung 2

Maximalkraft des Musculus pectoralis major bei variabler Verkürzungsgeschwindigkeit

Das Ergebnis kann in einem allgemeinen Satz zusammengefaßt werden: Mit zunehmender Verkürzungsgeschwindigkeit nimmt die Kraft regelmäßig ab. Der Satz gilt auch in bezug auf die Verlängerung, wobei sich das Verhältnis umkehrt.

Ausholbewegung. Bei der Ausholbewegung kann die Maximalkraft bis auf zirka 200% der statischen Maximalkraft ansteigen.

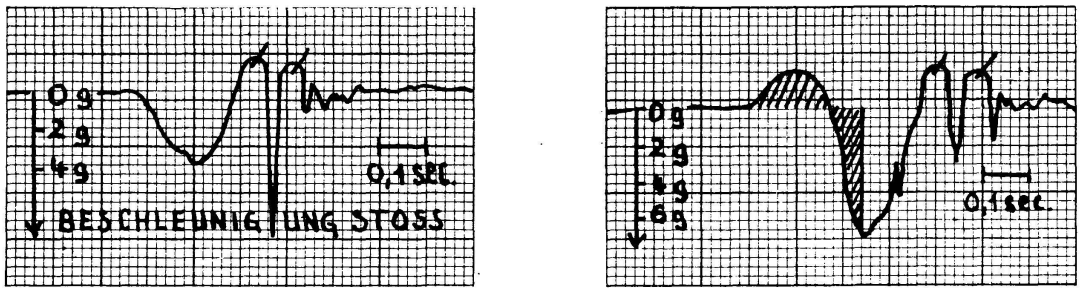


Abbildung 3

3. Günay M. Yasargil, Erwin A. Koller, Oscar A. M. Wyss (Zürich). – *Über die Innervation des Zwerchfells.*

Es wird allgemein angenommen, daß die Innervation des Zwerchfells eine vorwiegend, wenn nicht ausschließlich, motorische ist; dies im Gegensatz zu den Muskeln der Extremitäten, über deren sensible Innervation als afferente Komponente der Proprioceptivität für Warmblüter, insbesondere die Katze, eingehende Untersuchungen vorliegen.

Die als Muskelspindeln und Golgi-Sehnenorgane bekannten Spannungsreceptoren kommen in den Muskeln der Extremitäten in relativ großer Zahl vor (*Cooper*, 1960), und dementsprechend finden sich in diesen Muskelnerven relativ große Kontingente afferenter markhaltiger Fasern (*Sherrington*, 1894; *Rexed* und *Therman*, 1948). Im Histogramm eines de-efferentierten Muskelnerven unterscheidet man nach Maßgabe der Faseraußendurchmesser drei Gruppen von afferenten Fasern: Gruppe I (12–20 μ), Gruppe II (4–12 μ) und Gruppe III (1–4 μ) (*Lloyd* und *Chang*, 1948; *Rexed* und *Therman*, 1948). Die afferenten Fasern der Gruppe I stammen einerseits aus den sogenannten «primären Receptorenendigungen» der Muskelspindeln (*Kuffler*, *Hunt* und *Quilliam*, 1951), andererseits aus den Golgi-Sehnenorganen (*Hunt*, 1954). Die erstgenannten werden als Ia-Fasern und die letzteren als Ib-Fasern bezeichnet (*Hunt*, 1954). Es handelt sich bei diesen Fasern der Gruppe I um rasch leitende Fasern (über 70 m/sec), wobei die Leitungsgeschwindigkeit der Ia-Fasern im Mittel etwas höher liegen soll als die der Ib-Fasern (*Bradley* und *Eccles*, 1953). Die afferenten Fasern der Gruppe II scheinen hauptsächlich aus den sogenannten «sekundären Receptorenendigungen» der Muskelspin-

deln zu stammen (*Hunt*, 1954); ihre Leitungsgeschwindigkeit liegt unterhalb 70 m/sec. Den eigentlichen Spannungsreceptoren dieser ersten beiden Gruppen werden nicht zugeordnet die Endigungen der afferenten Fasern der Gruppe III, welche möglicherweise nociceptive Afferenzen der Muskeln übermitteln (*Paintal*, 1960).

Ganz allgemein lassen sich jedoch die verschiedenen morphologischen und funktionellen Eigenschaften der proprioceptiven Receptoren und ihrer afferenten Fasern nicht nach einem einfachen Schema einander zuordnen, sondern es ist von Fall zu Fall zu untersuchen, wie sich die verschiedenen Eigenschaften in einer afferenten Einheit kombinieren. Dies gilt zunächst für die Einteilung der Muskelreceptoren nach ihrer Ansprechbarkeit und ihrer Aktivierungsart. Die zu den gewöhnlichen Muskelfasern *parallel* geschalteten afferenten Einheiten werden bei Kontraktion entlastet, durch passive Dehnung des erschlafften Muskels aktiviert (*Matthews*, 1933). Soweit es sich dabei um Muskelspindeln mit eigener motorischer Innervation handelt, kann durch Aktivierung dieser Efferenzen der Entlastung entgegengewirkt werden. Hierauf beruht die Anpassungsfähigkeit dieser Receptoren an verschiedene Kontraktionszustände des Muskels, und hierin liegt auch die besondere physiologische Bedeutung der motorischen Innervation der Muskelspindeln, die somit der adäquaten Steuerung des Bereitschaftszustandes dieser proprioceptiven Receptoren dient (*Matthews*, 1933; *Leksell*, 1945; *Kuffler*, *Hunt* und *Quilliam*, 1951). Die *in Serie* geschalteten Receptoren werden sowohl durch aktive Kontraktion als auch durch passive Dehnung des Muskels aktiviert (*Matthews*, 1933), wobei das Ansprechen dieser Receptoren auf passive Dehnung bei wesentlich höherer Spannung erfolgt als dasjenige der Muskelspindeln (*Hunt*, 1954). Zu diesen in Serie geschalteten Receptoren gehören, anatomisch betrachtet, die Golgi-Sehnenorgane; es gibt jedoch auch unter den Muskelspindeln, nach ihrer Aktivierungsart beurteilt, in Serie geschaltete Einheiten.

Ein weiterer Gesichtspunkt der funktionellen Unterteilung proprioceptiver Receptoren betrifft die Tendenz zur Adaptation, das heißt zum Nachlassen der Erregungsbildung bei konstanter Dauereinwirkung einer bestimmten Spannung. Man unterscheidet rasch adaptierende Receptoren, die nur im Moment der Spannungszunahme (evtl. -abnahme) kurzfristig mit frequenzmäßig abklingender Erregung ansprechen, von langsam adaptierenden, welche unter konstant gehaltener Spannung während langer Zeit mit konstanter Frequenz ihre Erregungen abgeben. Wenn in gewissem Rahmen das rasch adaptierende Verhalten den Sehnenorganen und das langsam adaptierende Verhalten den Muskelspindeln zugeschrieben wird, so darf diese Zuordnung nicht als starre Regel hingenommen werden. Dasselbe gilt auch für die Unterscheidung der Ia-Einheiten von den Afferenzen der Gruppe II. In der Regel sprechen zwar die ersteren auf geringste Spannungsänderungen im Muskel sofort an; es können aber auch die letzteren gelegentlich eine höhere Ansprechbarkeit aufweisen (*Hunt* und *Perl*, 1960).

Die efferenten Fasern eines Muskelnerven lassen sich nach morphologisch-funktionellen Gesichtspunkten in Aα- (8–20 μ) und Aγ-Fasern (3–8 μ) differenzieren (*Eccles* und *Sherrington*, 1930; *Rexed* und *Therman*, 1948). Die Aα-Fasern, welche die gewöhnlichen sogenannten «extrafusalen Muskelfasern» innervieren, sind funktionell verschiedenen Motoneuronen zuzuordnen. Den rasch leitenden Fasern dieser Gruppe, deren Leitungsgeschwindigkeit ungefähr derjenigen der afferenten Fasern der Gruppe I gleichkommt, entsprechen die die eigentlichen Bewegungsmuskeln innervierenden phasischen α-Motoneurone; den weniger rasch leitenden Fasern entsprechen die tonischen α-Motoneurone, welche hauptsächlich die Haltemuskeln innervieren (*Granit*, *Henatsch* und *Steg*, 1956; *Granit*, *Phillips*, *Skoglund* und *Steg*, 1957; *Eccles*, *Eccles* und *Lundberg*, 1958). Die γ-Motoneurone, deren axonale Fortpflanzungsgeschwindigkeit geringer ist als 50 m/sec, innervieren die «intrafusalen Muskelfasern», also die Muskelfasern der Muskelspindeln (*Leksell*, 1945; *Kuffler*, *Hunt* und *Quilliam*, 1951; *Hunt* und *Kuffler*, 1951). Abweichungen von diesem funktionell-morphologischen Unterteilungsschema sind möglich, indem auch unter diesen Fasergruppen Überschneidungen vorkommen. Die C-Fasern, die in jedem Muskelnerven mehr oder weniger reichlich vorhanden sind, seien hier nur am Rande erwähnt.

Die dargelegten sensiblen und motorischen Innervationsverhältnisse sind für die Extremitätenmuskeln schon so gut bekannt, daß sie ganz allgemein als Grundlage der Muskelinnervation gelten dürfen. Am Zwerchfell sind genauere Untersuchungen dieser Art jedoch noch nicht vorgenommen worden. Wohl konnte auf Grund anatomischer und funktioneller Befunde (*Hinsey*, *Hare* und *Phillips*, 1939; *Cardin*, 1939, 1944) angenommen werden, daß auch das Zwerchfell über eine sensible Innervation verfügt; doch gelang es erst *Yasargil* (1961), diese proprioceptive Komponente der Zwerchfellinnervation einer systematischen Analyse zu unterziehen, die einen Vergleich mit der Innervation der schon im Detail untersuchten Extremitätenmuskeln zuläßt. Im Anschluß daran wurde von *Yasargil*, *Koller* und *Bugajski* (1962) auch eine systematische Untersuchung der motorischen Innervation des Zwerchfells in Angriff genommen. Bei allen diesen Untersuchungen am Zwerchfell ergab sich aus der Autonomie der Innervation der Atmungsmuskulatur eine physiologische Versuchssituation, die sich für die Extremitätenmuskulatur wohl nie in dieser natürlichen Art und Weise realisieren läßt. Über die bisher erhobenen Befunde soll hier in kurzer Zusammenfassung referiert werden.

1. Gleichzeitige Registrierung afferenter und efferenter Impulse am intakten Phrenicusast

Bei bipolarer Ableitung der spontanen respiratorischen Aktivität vom intakten C5- oder C6-Ast des N. phrenicus der Katze lassen sich afferente und efferente Impulse an der Ausschlagsrichtung unterscheiden, indem die primäre Negativierung für die ersteren an der distalen,

für die letzteren an der proximalen Elektrode erfolgt (*Yasargil*, 1961, 1962a). Bei doppelt-bipolarer Ableitung können die einzelnen Impulse mit der von *Hartmann* und *Wyss* (1953) entwickelten Technik von zwei auf eine bestimmte Distanz auseinanderliegenden Stellen desselben Nervenastes miteinander registriert und am zeitlichen Intervall ihres Auftretens als identisch erkannt werden. Es kann bei nicht allzu intensiver Aktivität bzw. in einem dünnen Nervenast jeder einzelne Erregungsimpuls auf Richtung und Geschwindigkeit der Fortpflanzung untersucht werden, was eine quantitative Analyse der Gesamtaktivität eines intakten Nervenastes bei erhaltener Zwerchfellinnervation ermöglicht. So konnten zum Beispiel im Verlauf einer einzelnen In- und Exspirationsphase 6 afferente Impulse mit einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 90 m/sec, ein afferenter Impuls mit 70 m/sec sowie 79 efferente Impulse mit 35 bis 75 m/sec und einem Maximum zwischen 55 und 60 m/sec ausgemessen werden (*Yasargil*, 1962a: Abb. 1).

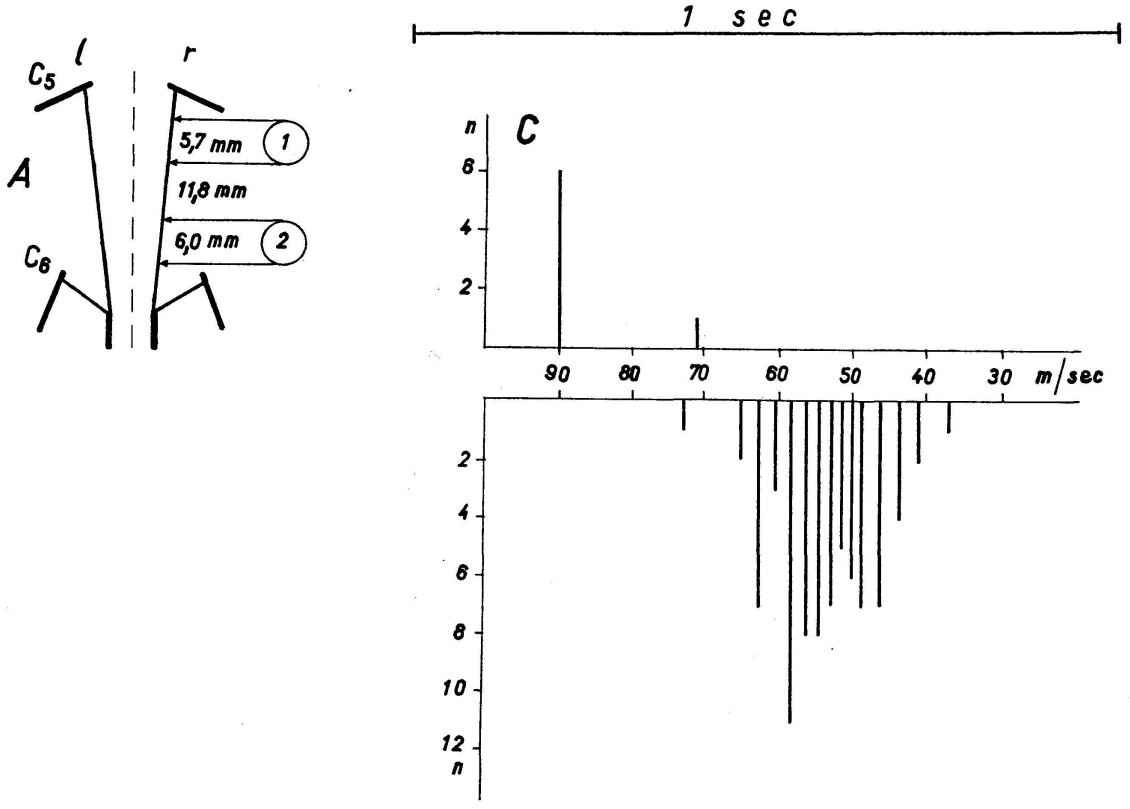


Abbildung 1

Gesamtaktivität eines nicht durchschnittenen Phrenicusastes (C5) der Katze während einer In- und Exspiration, dargestellt als Häufigkeitsverteilung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit sowohl afferenter als auch efferenter Impulse.

Gemeinsame Abszisse: Fortpflanzungsgeschwindigkeit in m/sec; Ordinate: Absolute Zahl afferenter (nach oben) und efferenter (nach unten) Impulse (*Yasargil*, 1962a: Helv. Physiol. Acta *20*, 43, Abb. 3C).

Der Nachweis afferenter bzw. efferenter Erregungsfrequenzen setzt entweder die Ableitung von einzelnen Nervenfasern oder von nur wenigen aktiven Fasern in einem genügend dünnen Nervenast voraus. Dies bedeutet aber gleichzeitig den Nachweis efferenter bzw. afferenter *Einheiten*, die Erregungsfolgen von konstanter Frequenz abgeben. Für die in relativ geringer Zahl vorhandenen *afferenten* Einheiten im N. phrenicus gelingt dieser Nachweis leicht, so daß ihre Aktivierungsart genauer festgelegt werden kann; viel schwieriger oder meistens undurchführbar ist der Nachweis am unaufgeteilten Nervenstamm für die in größerer Zahl vorhandenen, gleichzeitig aktiven *efferenten* Einheiten. Auf diese Weise ergab sich aus 15 gleichartigen Versuchen an C5- und C6-Ästen des N. phrenicus der Katze, bei einer Gesamtzahl von 196 afferenten Einheiten und 3153 efferenten Impulsen, ein Verteilungsspektrum nach Fortpflanzungsgeschwindigkeiten für die ersteren zwischen 30 und 110 m/sec mit einem breiten Maximum bei etwa 80 m/sec und einem schmäleren bei etwas unter 50 m/sec, für die letzteren zwischen 30 und 80 m/sec mit eindeutigem Maximum zwischen 50 und 55 m/sec (*Yasargil*, 1962b: Abb. 2).

2. Charakterisierung der afferenten Innervation

Für die genauere Untersuchung der afferenten Einheiten nach ihrer Aktivierungsart hat sich für den N. phrenicus folgendes Vorgehen bewährt: Vorerst Ableitung von einem nicht durchschnittenen Phrenicusast der einen Seite bei vollständig erhaltener Zwerchfellinnervation; hierauf schrittweise Durchschneidung der vier in Frage kommenden Phrenicusäste, das heißt bei der Katze beidseits C5 und C6, mit Kontrolle der afferenten Aktivität nach jeder Durchschneidung. Mit Vorteil wird dabei zuerst der untersuchte Ast zentral durchschnitten, so daß in ihm nur noch die afferente Aktivität, im Prinzip unverändert, weiter besteht, was vor allem dann gilt, wenn es sich um parallel geschaltete afferente Einheiten handelt. Charakteristisch für die parallel geschalteten Einheiten ist, daß sie bei erhaltener Zwerchfellinnervation während der Inspiration (bei ruhiger Spontanatmung) entweder keine oder nur eine geringe Aktivität zeigen, während der Exspiration dagegen viel stärker aktiviert werden (Abb. 3 A). Die totale Denervierung des Zwerchfells bewirkt eine zeitliche Verschiebung der Aktivierung dieser Einheiten mit Bezug auf die Atmungsphase, das heißt, sie werden während der Inspiration mit dem passiven Hochsteigen des Zwerchfells aktiviert, dagegen nicht mehr oder bedeutend weniger während der Exspiration (Abb. 3 C).

In Serie geschaltete afferente Einheiten verhalten sich bei intakter Zwerchfellinnervation umgekehrt wie die parallel geschalteten: Sie werden während der Inspiration aktiviert und während der Exspiration entlastet (Abb. 4 A). Die Durchschneidung des untersuchten Astes bewirkt eine Verschiebung der Aktivierungsphase in die Exspiration (Abb. 4 B); dabei wird die Entladungsfrequenz stark herabgesetzt, nicht selten bis

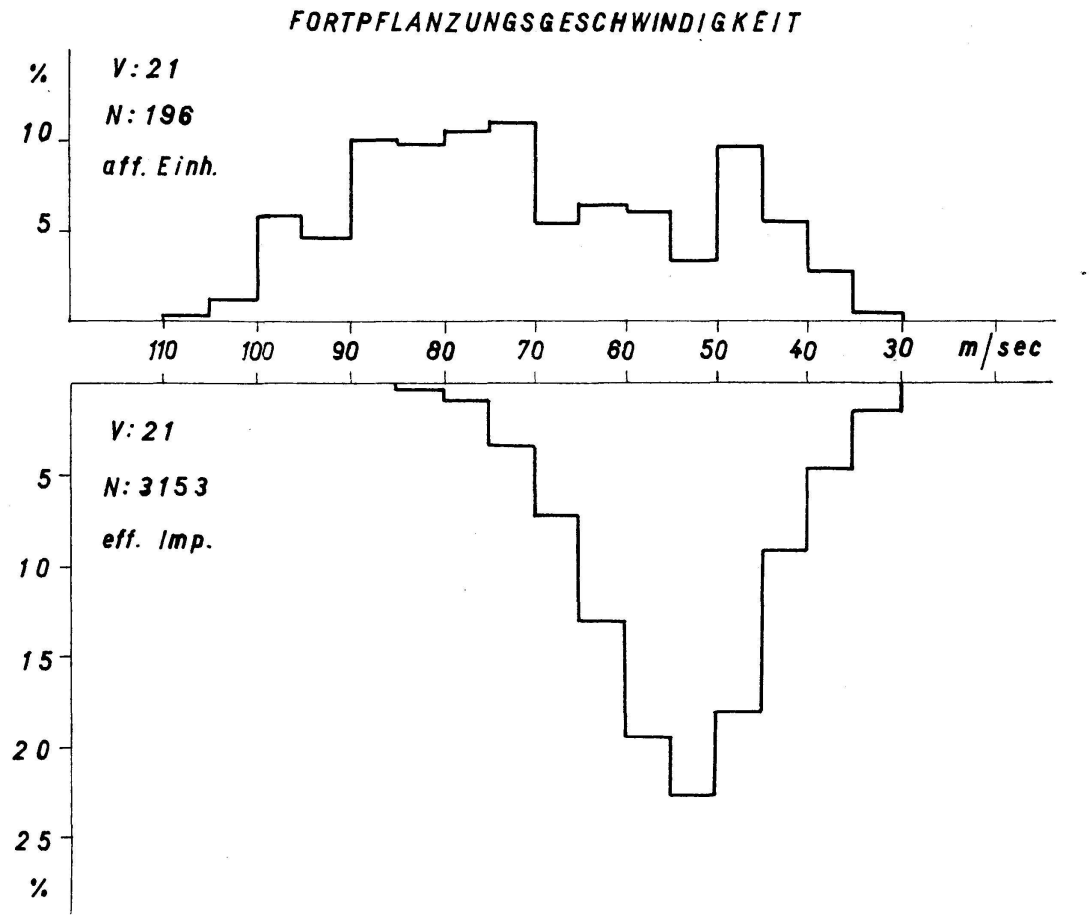


Abbildung 2
Häufigkeitsdiagramm der Fortpflanzungsgeschwindigkeit afferenter Einheiten (nach oben) und efferenter Impulse (nach unten), zusammengestellt aus 15 Versuchen. Gemeinsame Abszisse: Fortpflanzungsgeschwindigkeit in m/sec; Ordinate: Zahl afferenter Einheiten und efferenter Impulse in Prozenten. V: Zahl der untersuchten Phrenicusäste. N: Gesamtzahl der afferenten Einheiten bzw. efferenten Impulse. Katze, Spontanatmung (*Yasargil*, 1962b: Bull. Schweiz. Akad. med. Wiss. *18*, 229, Abb. 3).

zum Verschwinden jeglicher Impulsabgabe. Bei völlig gelähmtem Zwerchfell ist die Aktivierung solcher Einheiten ähnlich derjenigen parallel geschalteter afferenter Einheiten, mit dem Unterschied jedoch, daß die in Serie geschalteten Einheiten auf passive Dehnung des Zwerchfells bei Spontanatmung mit geringerer Impulsfrequenz (Abb. 4 D) oder überhaupt nicht ansprechen. Auf diese Weise lassen sich in einem einzelnen Phrenicusast die verschiedenen afferenten Einheiten in bezug auf ihren Aktivierungsmodus unterscheiden, und zugleich läßt sich für die verschiedenen afferenten Fasern die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bestimmen (*Yasargil*, 1962a).

3. Charakterisierung der efferenten Innervation

Schwieriger gestaltet sich eine Analyse der efferenten Aktivität, wo für die Identifizierung efferenter *Einheiten* auf das Elektromyogramm des Zwerchfells Bezug zu nehmen ist. Bei gleichzeitiger Registrierung der

elektrischen Aktivität einer geeigneten Stelle des gleichseitigen Zwerchfells und dem Elektrophrenicogramm lassen sich die den regelmäßigen Entladungen bestimmter motorischer Einheiten entsprechenden efferenten Phrenicusimpulse nachweisen. Für eine quantitative Auswertung eignet sich der C4-Ast des Kaninchens besonders gut, da bei diesem Tier die afferenten Einheiten ganz allgemein viel spärlicher vorkommen als bei der Katze und insbesondere der C4-Ast sozusagen immer frei von Afferenzen ist. Eine systematische Auswertung einer großen Zahl efferenter Impulse nach ihrer Fortpflanzungsgeschwindigkeit ergab verschiedene Häufigkeitsverteilungskurven, je nachdem die inspiratorische Innervation während der Exspirationsphase oder während der Inspirationsphase bei Eupnoe, mäßiger Dyspnoe oder sehr starker Dyspnoe untersucht wurde. Es zeigte sich nämlich, daß mit zunehmender Aktivierung der inspiratorischen Innervation das Häufigkeitsmaximum für die efferenten Impulse von etwas über 40 m/sec nach 60 m/sec verschoben wurde, was als Ausdruck dafür betrachtet werden muß, daß bei der Rekrutierung vorher inaktiver Motoneurone solche ins Spiel gesetzt werden, deren efferente Fasern eine höhere Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzen. Weiterhin zeigte ein Vergleich mit dem histologischen Faserspektrum, das heißt mit der Verteilungskurve der im histologischen Bild ausgezählten und ausgemessenen Fasern nach Maßgabe des Faseraußendurchmessers, daß unter Zugrundelegung des für markhaltige Nervenfasern des Warmblüters geltenden Proportionalitätsfaktors (6 × Faseraußendurchmesser in μ = Fortpflanzungsgeschwindigkeit in m/sec) erst bei maximaler Aktivierung Konkordanz zwischen den beiden Maxima erreicht wird, und daß bei geringeren Graden inspiratorischer Aktivierung das funktionelle Maximum dem morphologischen gegenüber in Richtung geringerer Fortpflanzungsgeschwindigkeiten und kleinerer Faserkaliber verschoben ist (*Yasargil*, *Koller* und *Bugajski*, 1962).

Schlußfolgerung

Die bisher vorliegenden Befunde, die an Katzen und Kaninchen erhoben wurden, lassen mit Bezug auf die afferente und efferente Innervation des Zwerchfells die folgenden, als vorläufig zu betrachtenden prinzipiellen Aussagen zu:

1. Die afferente Innervation des Zwerchfells ist in qualitativer Hinsicht derjenigen der übrigen Skelettmuskulatur vergleichbar. Auch das Zwerchfell verfügt über parallel geschaltete und in Serie geschaltete proprioceptive Receptoren.
2. In quantitativer Hinsicht steht die afferente Innervation des Zwerchfells hinter derjenigen der Extremitätenmuskulatur weit zurück. Bei der Katze kann sie als relativ spärlich, beim Kaninchen als äußerst spärlich bezeichnet werden.
3. Die efferente Innervation des Zwerchfells ist für Katze und Kaninchen als eine von tonischen α-Motoneuronen ausgehende Innervation zu

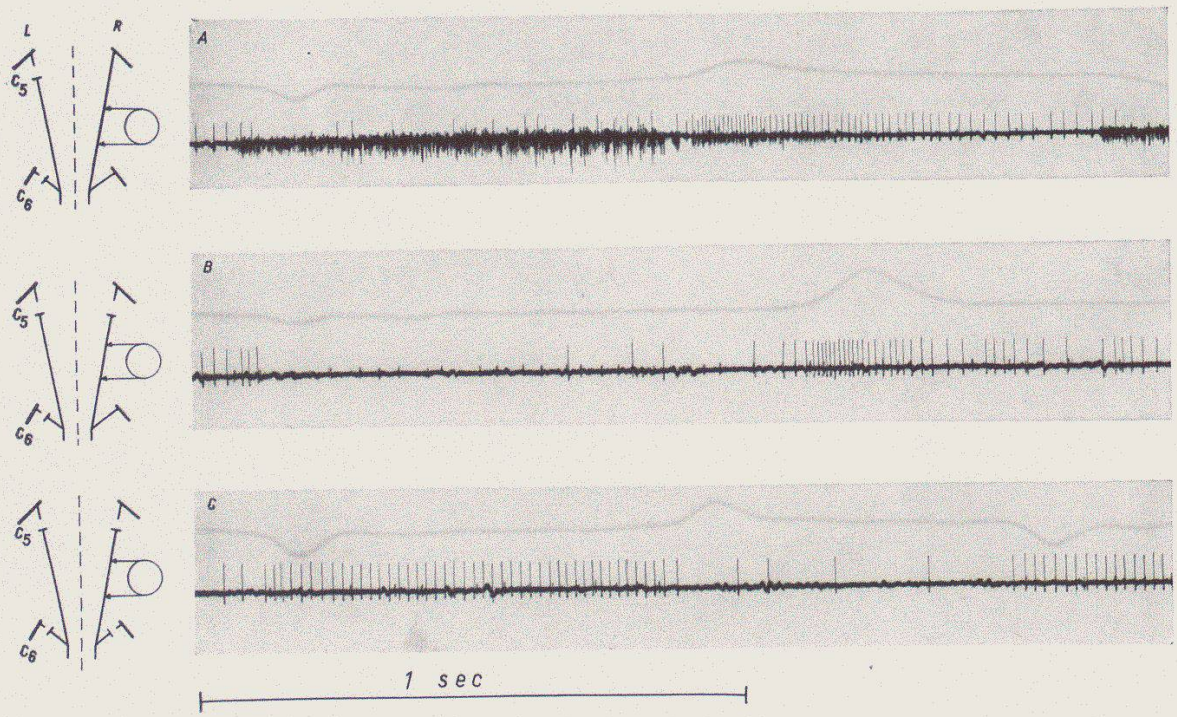


Abbildung 3

Typisches Verhalten einer *parallel* geschalteten afferenten Einheit im C5-Ast des rechten Phrenicus vor und nach zentraler Durchschneidung (A und B) sowie nach Durchschneidung des gleichseitigen C6-Astes (C), bei durchschnittenen Phrenicusästen der Gegenseite. Katze, Spontanatmung. Trachealseitendruck: Inspiration nach unten, Exspiration nach oben (*Yasargil*, 1962a: Helv. Physiol. Acta *20*, 48, Abb. 6).

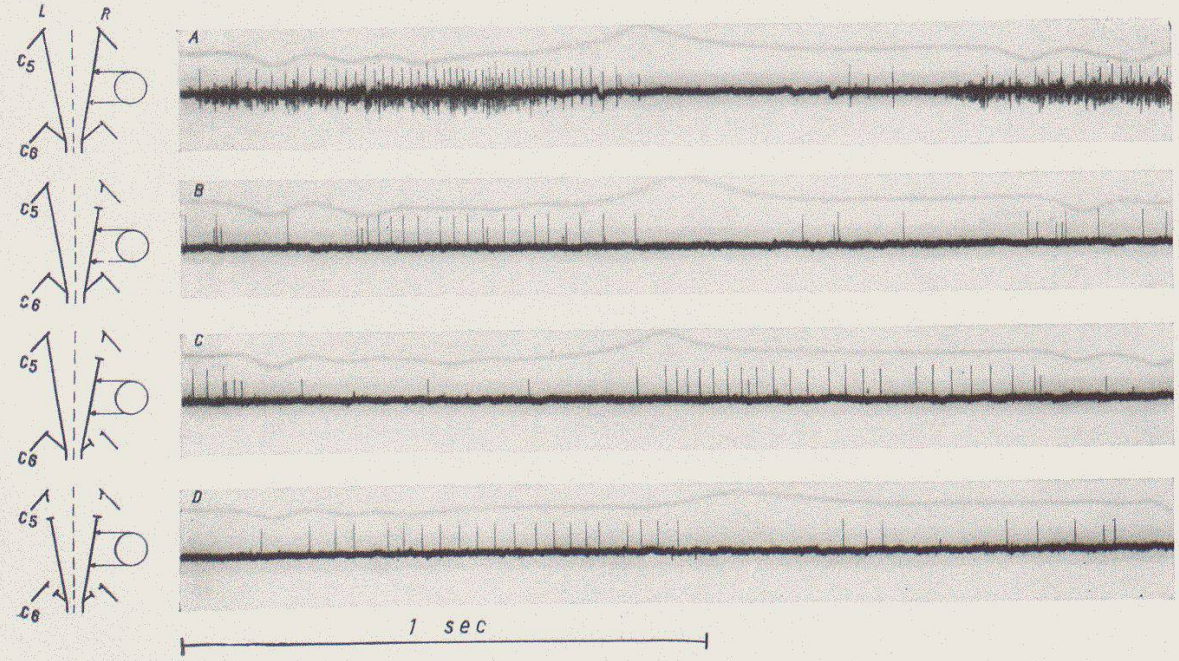


Abbildung 4

Charakteristische Änderungen in der Entladungsart einer *in Serie* geschalteten afferenten Einheit im C5-Ast des rechten Phrenicus, bei sukzessivem Durchschneiden der vier Phrenicusäste. Katze, Spontanatmung. Trachealseitendruck: Inspiration nach unten, Exspiration nach oben (*Yasargil*, 1962a: Helv. Physiol. Acta *20*, 48, Abb. 5).

bezeichnen. Das Zwerchfell verhält sich somit analog einem Haltemuskel des Skelettmuskelapparates.

4. An schwacher inspiratorischer Innervation sind Motoneurone mit relativ langsam leitenden efferenten Fasern beteiligt. Mit steigender inspiratorischer Aktivität werden nach und nach Motoneurone mit rascher leitenden efferenten Fasern rekrutiert.

Literatur

Bradley K., Eccles J.C.: Analysis of the fast afferent impulses from thigh muscles. J. Physiology *122*, 462–473 (1953).

Cardin A.: Il muscolo diaframma e le sue componenti cinestesiche. Arch. Sci. Biol. *25*, 51–88 (1939).

— Recettori di tensione nel diaframma. Arch. Sci. Biol. *30*, 9–22 (1944).

Cooper S.: Muscle spindles and other muscle receptors. "The structure and function of muscle", Vol. I, 381–420. Academic Press Inc. (London) Ltd. (1960).

Eccles J.C., Sherrington C.S.: Numbers and contraction-values of individual motor-units examined in some muscle of the limb. Proc. Roy. Soc. London B *106*, 326–357 (1930).

— *Eccles R.M., Lundberg A.:* The action potentials of the alpha motoneurones supplying fast and slow muscles. J. Physiology *142*, 275–291 (1958).

Granit R., Henatsch H.D., Steg G.: Tonic and phasic ventral horn cells differentiated by posttetanic potentiation in cat extensors. Acta physiol. scand. *37*, 114 bis 126 (1956).

— *Phillips C.G., Skoglund S., Steg G.:* Differentiation of tonic from phasic alpha ventral horn cells by stretch, pinna and crossed extensor reflexes. J. Neurophysiol. *20*, 470–481 (1957).

Hartmann I., Wyss O.A.M.: Nachweis der Fortpflanzung natürlich ausgelöster Erregungen am nicht aufgeteilten Nervenstamm. Helv. Physiol. Acta *11*, C39–C41 (1953).

Hinsey J.C., Hare K., Phillips R.A.: Sensory components of the phrenic nerve of the cat. Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.) *41*, 411–414 (1939).

Hunt C.C.: Relation of function to diameter in afferent fibers of muscle nerves. J. gen. Physiol. *38*, 117–131 (1954).

— *Kuffler S.W.:* Stretch receptor discharges during muscle contraction. J. Physiology *113*, 298–315 (1951).

— *Perl E.R.:* Spinal reflex mechanisms concerned with skeletal muscle. Physiol. Rev. *40*, 538–579 (1960).

Kuffler S.W., Hunt C.C., Quilliam J.P.: Function of medullated small-nerve fibers in mammalian ventral roots: efferent muscle spindle innervation. J. Neurophysiol. *14*, 29–54 (1951).

Leksell L.: The action potential and excitatory effects of the small ventral root fibers to skeletal muscle. Acta physiol. scand. *10*, Suppl. 31, 1–84 (1945).

Lloyd D.P.C., Chang H.T.: Afferent fibers in muscle nerves. J. Neurophysiol. *11*, 199–207 (1948).

Matthews B.H.C.: Nerve endings in mammalian muscle. J. Physiology *78*, 1–53 (1933).

Paintal A.S.: Functional analysis of group III afferent fibers of mammalian muscles. J. Physiology *152*, 250–270 (1960).

Rexed B., Therman P.O.: Calibre spectra of motor and sensory nerve fibres to flexor and extensor muscles. J. Neurophysiol. *11*, 133–139 (1948).

Sherrington C.S.: On the anatomical constitution of nerves of skeletal muscles; with remarks on recurrent fibres in the ventral spinal nerve-root. J. Physiology *17*, 211–258 (1894).

Yasargil G.M.: Afferente Impulse im N. phrenicus der Katze. Helv. Physiol. Acta *19*, C36–C38 (1961).

— Proprioceptive Afferenzen im N. phrenicus der Katze. Helv. Physiol. Acta *20*, 39–58 (1962 a).

— Qualitative und quantitative Aspekte der Zwerchfellinnervation der Katze. Bull. Schweiz. Akad. med. Wiss. *18*, 225–232 (1962 b).

— *Koller E.A., Bugajski J.:* Elektrophysiologische und histologische Untersuchung der efferenten Phrenicusfasern des Kaninchens. Helv. Physiol. Acta *20*, C41–C42 (1962).

12. Sektion für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr. E.H. Ackerknecht (Zürich)

1. Charles Lichtenthaeler (Leysin). – *Thucydide et Hippocrate: pronostic historique et pronostic médical.*

Le pronostic de Thucydide ne dérive pas de celui d'Hippocrate, contrairement à ce que l'on a pu penser. Les dates s'y opposent. D'autre part, un pronostic politique rationnel, quasi scientifique, a été élaboré par Périclès, dès avant la guerre du Péloponnèse. Enfin, le pronostic historique de Thucydide se propose d'autres buts que celui d'Hippocrate. Le clinicien s'intéresse au cas particulier; l'Historien athénien, au type, à la norme. Le médecin poursuit par nécessité des objectifs pratiques; l'historien aspire à poser, par le truchement de l'analyse historique, les bases d'une «physiologie des communautés humaines», d'une anthropologie politique; il s'y emploie en savant et en poète tragique.

Au reste, il n'est pas vain de confronter les deux pronostics. Ils postulent l'un et l'autre une nature ou «physis», à caractère de constante. Ils apparaissent dans leur pleine originalité par leur contraste même.

2. H. Buess, H. Balmer (Basel). – *C. Emil Buß (1849–1878) und die Begründung der Salicylsäure-Therapie* (Zusammenfassung).

Die immer noch hervorragende Stellung, welche die Salicylate besonders in der Therapie des akuten Gelenkrheumatismus einnehmen, führten dazu, sich mit der Person des eigentlichen, bisher zu wenig bekannten Initiators dieses Zweiges der Arzneibehandlung zu beschäftigen.

In einem größtenteils auf Familienpapieren basierenden, durch Bilder belebten biographischen Teil (H. Balmer) wird die Abstammung aus einem deutschen, ursprünglich am Fuß des Harzgebirges ansässigen Geschlechte mit dem Namen Buße aufgezeigt. Aus Tübingen gelangte der Buchbinder Johann Christoph Buß (1776–1855) nach Basel. Er war später bei Pestalozzi in Burgdorf und Yverdon sowie in Bern als Gesangslehrer tätig. Er wurde Bürger von Kilchberg und war der Großvater von Carl Emil, der in Grindelwald als Sohn des Pfarrers Albert (auch Albrecht genannt) am 6. März 1849 geboren wurde.

Nach der anfänglichen Absicht, Theologie zu studieren, wandte sich Emil Buß ebenfalls in Basel der Medizin zu, deren Studium er später auch

in Bern und München absolvierte. Als freiwilliger Sanitätshelfer im Krieg von 1870/71 zog er sich eine schwere Darmkrankheit (Dysenterie ?) zu, der er nach wenigen Jahren der Assistentenzeit besonders in St. Gallen (Carl Wegelin) und an der Medizinischen Klinik in Basel (Prof. Hermann Immermann) erlag (gestorben 1. Juni 1878). Sein Tod war ein schwerer Verlust für die junge klinische Medizin in der Schweiz.

Der zweite, medizinhistorische Teil (H. Bueß) umfaßt aus dem Bild der experimentellen und klinischen Medizin jener Zeit heraus die Anfänge der selbständigen Arbeit von Buß. Unter dem Vorbild hingebender Ärzte war er tätig in St. Gallen, wo die erste Erprobung der Salicylsäure als Antipyretikum erfolgte. Auf Grund von Selbstversuchen und der ausführlich protokollierten Anwendung an 19 Kranken kam er zu klaren, großenteils heute noch gültigen Erkenntnissen über die pharmakologische Wirkung der Salicylsäure und die günstigsten Arzneiformen. Wegen deren lokaler Reizwirkung und aus chemischen Überlegungen heraus ersetzte er sie in Basel durch das Natrium salicylicum, das ebenfalls im Tierexperiment erprobt wurde. In zwei selbständigen Schriften gelangt Buß zur empirisch gewonnenen, später nicht weiter verfolgten Erfahrung, daß die Salicylsäure ein schmerzlinderndes, auf den Gelenkrheumatismus in spezifischer Weise wirkendes Medikament sei, das dem teuren Chinin gegenüber weit billiger und daher berufen sei, auch in die «Pharmacopoea pauperum» aufgenommen zu werden. Auch die Cresotinsäure wird als Fiebermittel empfohlen, und in der letzten (Habilitations-) Schrift über das Fieber unternimmt Buß gegenüber den kalten Bädern und dem Chinin eine experimentell und klinisch begründete Abgrenzung der Therapie mit Salicylsäure.

Im letzten Teil wird versucht, die Entwicklung der Behandlung mit Salicin (auch in der Volksmedizin) und mit den Salicylaten in einer bibliographisch ergänzten Zeittafel darzustellen.

3. E.R. Müllener (Wabern-Bern). – *Von der flimmernden Membran zum Flimmerepithel, 1834–1843.*

4. N. Mani (Basel). – *Paul Bert (1833–1886) und die Höhenphysiologie.*

Paul Bert gehört zu den großen französischen Physiologen des 19. Jahrhunderts. Er wurde auch bekannt als Politiker, Minister, Verwaltungsmann, Pädagoge und Publizist der Dritten Republik.

Paul Bert war der begabteste Schüler Claude Bernards und wurde Nachfolger seines genialen Lehrers an der Sorbonne. Von 1871–1875 befaßte sich Bert in einer Reihe grundlegender Versuche (erschienen in den Comptes rendus der Pariser Akademie) mit der Physiologie des Luftdruckes.

1. Bert erkannte in vollem Umfange die physiologische Bedeutung des *Partialdruckes* der Atemgase. 2. Er beschrieb die Beziehungen zwischen äußerem *Partialdruck* und dem Verhalten der *Blutgase*. 3. Er zeigte die Abhängigkeit der *Sauerstoffsättigung* des Blutes vom Partialdruck des eingeatmeten Sauerstoffes. 4. Er erkannte, daß die *Bergkrankheit* und die *Höhenkrankheit* der Aeronauten eine Folge des niederen Partialdruckes des Sauerstoffes sind. 5. Er führte *Sauerstoffatemgeräte* ein, um die gefährlichen Folgen des Höhenaufstieges zu vermeiden. 6. Er studierte in der *Unterdruckkammer* die Bedingungen des Höhenaufstieges. 7. Er beschrieb die *Sauerstoffvergiftung* durch hohe Partialdrucke dieses Gases. 8. Er klärte experimentell die Ursachen und Mechanismen der *Caissonkrankheit*.

Paul Bert faßte seine Versuche über die physiologische Einwirkung des Luftdruckes in dem monumentalen Werk «La pression barométrique» 1878 zusammen. Mit diesem Werk begründet er die moderne wissenschaftliche Höhenphysiologie. Berts «Pression barométrique» gehört zu den großen Klassikern der Physiologie.

5. Paul Röthlisberger (Bern). – *Zur Geschichte der Jodsalzprophylaxe des endemischen Kropfes.*

Symposium zur Geschichte der Zellenlehre

veranstaltet
von der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin
und der Naturwissenschaften,
gemeinsam mit der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft
und der Schweizerischen Gesellschaft für Vererbungsforschung

1. E. Hintzsche (Bern). – *Aus der Frühzeit der Zellenlehre.*

In historischen Studien über die Entwicklung der Zellenlehre werden nicht selten die gleichen Beobachtungen abweichend gedeutet und bewertet. Ursache dafür ist einerseits die unzureichende Beschreibung mancher früheren Befunde, anderseits aber auch die Identifizierung alter Benennungen mit neuen Begriffen. Dazu kommt, daß man über das an einem wissenschaftlichen Problem Wichtige in historischer Sicht sehr verschieden urteilen kann. Sieht man eine für die weitere Forschung richtungweisende Leitidee als wesentlichen Fortschritt an, so verdient Schwann die Anerkennung, der Zelltheorie zum Durchbruch verholfen zu haben.

Zellen tierischer und pflanzlicher Herkunft wurden zuerst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts unter verschiedenem Namen beschrieben und abgebildet; auch um die Deutung ihres Inhaltes bemühte man sich damals schon. Geblieben ist aus jener Frühzeit der Name «Gewebe» für Grundformen des Baumaterials von Pflanze und Tier, doch verlor er seinen ursprünglichen Wortsinn. Manches Mißverständnis wäre

erspart geblieben, wenn auch der Begriff «Zelle» nicht zeitweise wieder allzu wörtlich aufgefaßt worden wäre.

Neben der von Haller propagierten «Faserlehre» hatte die von C. Fr. Wolff vertretene «Körnchentheorie» anfänglich einen schweren Stand, doch halfen sichere Befunde tierischer Zellen (Hewson, 1777; Fontana, 1781) das Mißtrauen gegen optische Trugbilder überwinden. In der Botanik setzte sich die Idee eines einheitlichen Bauelementes durch (Sprengel, 1802), wichtig wurde auch die Erkenntnis der relativen Selbständigkeit der Zellen (Link, 1805; Moldenhauer, 1812; Dutrochet, 1824). Bedeutsam war ferner die Entdeckung regelmäßigen Vorkommens von Zellkernen (Brown, 1831); Mikroskope mit korrigierten Linsensystemen ermöglichten solche zuverlässigeren Beobachtungen.

Die Fortschritte während der entscheidenden Jahre 1831–39 lassen sich in Kürze nicht einzeln beschreiben. Als ein Beispiel dienen daher die Befunde an tierischen Zellen aus dem Manuskript «Histiogenia comparata» von G. G. Valentin (1810–1883), das den Stand des Wissens von Ende 1834 und in der gekürzten und korrigierten Fassung den von 1837 erkennen läßt. Zellkerne werden darin 1834 – mit einigen Bedenken – in den roten Blutkörperchen und im epithelialen Teil der Hufanlage beschrieben. Die Epithelien sind noch nicht als einheitliches Gewebe erkannt; soweit sie mehrstufig sind, werden sie «fädiges» Epithel genannt. Gut beschrieben ist das Pigmentepithel der Retina, auch im mehrschichtigen verhornten Plattenepithel sah Valentin «Körnchen», das heißt Zellen. Fettzellen werden als Blasen mit öligem Inhalt bezeichnet. Sehnen fand Valentin nur aus Fasern aufgebaut. Knorpel sollen teils aus wenig gegliederter durchscheinender Interzellularsubstanz mit gleichmäßig verstreuten «Körnchen» bestehen, teils diese in Gruppen oder Reihen angeordnet zeigen. Im lamellären Knochen sind die *corpuscula* (= Zellen) richtig beschrieben, sie liegen in kleinen Höhlen *(lacunulae)* und können durch Mazeration frei werden. Falsch gedeutet sind ihre Fortsätze, sie sollen als radiär angeordnete Röhren oder Fasern die Lamellen bis zur Oberfläche durchsetzen. Die Bezeichnung «Zelle» wird 1834 von Valentin nur für Pflanzen gebraucht. Bei der Beschreibung verschiedener tierischer Gewebe verglich er aber deren Aussehen mit dem des pflanzlichen Zellgewebes, so bei den Linsenfasern, den Zellen der Hufanlage, manchen Stellen im Knorpel, den Fettzellen und dem Mundhöhlenepithel der Wiederkäuer, von dem es heißt: Wir fanden ein sehr niedriges Epithel, dessen deutliche Umrisse mit der regelmäßigeren *tela cellulosa* der Pflanzen übereinstimmten. Valentins Blickrichtung war aber mehr auf den Nachweis von Unterschieden im Aufbau von Tier und Pflanze eingestellt als auf Übereinstimmungen. So kam er in seiner Preisarbeit zu dem Ergebnis, daß die pflanzlichen und die tierischen Gewebe in ihrer Entwicklung nicht vergleichbar sind. Trotzdem einzelne Teilungen in Zellen verschiedener Art schon bekannt waren, hielt er für die Zellneubildung bei Pflanze und Tier an der Blastemlehre von C. Fr. Wolff fest, die für Pflanzen von Brisseau-Mirbel etwas modifiziert worden war.

Eine gekürzte und korrigierte Fassung des Valentinschen Manuskriptes stammt aus dem Jahre 1837, allerdings wurde davon bisher nur der dritte, zusammenfassende Teil aufgefunden, in dem auch Beobachtungen anderer Autoren mit verarbeitet sind. Als eine solche sei zum Beispiel erwähnt, daß die Beschreibung der Eizelle ergänzt wurde durch den Zusatz «mit dem Keimfleck», eine Entdeckung, die R. Wagner 1835 gemacht hatte. Weitere für die Zellenlehre bedeutsame Korrekturen aus dem Jahre 1837 betreffen die Einführung des Namens «Zelle» für das Strukturelement des Tierkörpers und den Nachweis von Zellkernen in verschiedenen Gewebsarten, besonders den Epithelien. In Nervenzellen wurde außer dem Zellkern auch das Kernkörperchen erwähnt (jedoch nicht so benannt). Im Knochengewebe sind die Zellfortsätze nun richtig beschrieben, falsch ist dagegen, daß sie und die Knochenkörperchen zur Aufnahme von Kalksalzen dienen sollen (beides angegeben von Joh. Müller, 1836). Die Schlußfolgerungen sind 1837 trotz der Korrekturen nicht verändert.

Gleichzeitig mit Valentin waren eine ganze Reihe von Forschern durch ihre neuen Beobachtungen einer Zelltheorie recht nahe; publiziert wurde sie schließlich 1838/39 durch Schwann, der auf den Beobachtungen von Schleiden fußte. Die damals und später angemeldeten Prioritätsansprüche sind kurz erörtert, werden aber abgewiesen. Zum Schluß wird die Bedeutung naturphilosophischer Gedankengänge für das Zustandekommen der Zelltheorie hervorgehoben: Das Bestreben, Urformationen zu erkennen, war der Idee von einer einheitlichen Bauweise der Organismen zweifellos förderlich.

2. E.H. Ackerknecht (Zürich). – *Mediziner und Zellenlehre.*

Schwanns Zellenlehre hatte einen entscheidenden Defekt: seine Vorstellungen von der Zellentstehung aus einem amorphen «Blastem». Ohne eine Korrektur dieser Theorie führte aber die praktische Anwendung der Zelltheorie gerade in der Medizin, das heißt der pathologischen Anatomie, zu grotesken Resultaten.

Daß Pflanzenzellen aus Pflanzenzellen entspringen, wurde von von Mohl (1835), Unger (1841) und Nägeli (1844) festgestellt. Diese grundlegende Einsicht wurde für die tierische Zelle von John Goodsir (1845), Robert Remak (1852) und Rudolf Virchow (1855) entwickelt. Nur zögernd folgten ihnen die führenden Histologen. Kölliker schloß zum Beispiel noch 1855 das Blastem nicht aus. (Erst 1863 war er so weit.) Henle und J. Gerlach hingen ihm noch 1860 an.

Der Edinburger Anatom John Goodsir (1814–1867) hat Virchow in den fünfziger Jahren beeinflußt, sonst aber mit seiner nur einmal gemachten und kaum dokumentierten Feststellung kein Echo gefunden.

Der hochbedeutende Robert Remak (1815–1865), gleich hervorragend als Neurohistologe, Embryologe und Galvanotherapeut (siehe die

Arbeit von Bruno Kisch), hat hingegen die Zellteilung an embryonalen Blutkörperchen 1841 zum erstenmal beobachtet und dabei begonnen, die Blastemtheorie zu bezweifeln. Weitere Beobachtungen an Krebs- und Embryonalgeweben folgten, und 1852 lehnte Remak die Blastemtheorie deutlich und vollständig ab.

Virchow hat seit 1847 Zweifel an der Theorie geäußert, sich aber erst 1855 zu einer vollständigen Ablehnung durchgerungen unter dem berühmten Motto *Omnis cellula e cellula*. Obwohl ihm die Priorität nicht gebührt, wurde er hier behandelt, weil er zu seiner Erkenntnis mit ganz anderem (pathologisch-anatomischem) Material gelangt ist und zum großen Teil die neue Erkenntnis durchgesetzt hat. Die ganze Entwicklung ist viel weniger gradlinig verlaufen, als sie im allgemeinen dargestellt wird und rückblickend auch den Protagonisten selbst erschien.

Die nächsten Schritte über Remak und Virchow hinaus sind kondensiert in Max Schultzes Zelldefinition (1861) und Flemmings Schlagwort *Omnis nucleus e nucleo* (1882).

3. F. Baltzer (Bern). – *Zur Geschichte der Chromosomenlehre.*

Der Referent stellte, da ihm reiches biographisches Material über Theodor Boveri zur Verfügung steht, die entscheidende Beteiligung dieses Forschers an der Begründung der Chromosomentheorie der Vererbung in den Vordergrund. Die biographischen Abschnitte sowie die im Vortrag gezeigten Bilder müssen hier des Raumes wegen weggelassen werden. Genauere Literaturangaben in: F. Baltzer, Theodor Boveri, Leben und Werk. Stuttgart 1962.

Die Chromosomentheorie der Vererbung besagt, daß die Chromosomen die Träger der Erbanlagen, insbesondere der Mendelschen Erbfaktoren sind. Sie hat die Chromosomen- und die Vererbungslehre zu einer Einheit verbunden. Ihre Entwicklung bis zur endgültigen Formulierung vollzog sich von 1885–1902 in folgenden drei Etappen:

1. Etappe: Die Theorie der Chromosomenindividualität (Rabl, 1885; Boveri, 1888). Erste Formulierung Boveris: «Ich betrachte die chromatischen Elemente als Individuen, ich möchte sagen: elementarste Organismen, die in der Zelle ihre selbständige Existenz führen.» Im Referat wurde einer der entscheidenden Beweise reproduziert. Boveri fand, daß die Chromosomen in den *beiden Prophasekernen* des Zweizellenstadiums bei Ascaris *nach der Kernruhe* eine *gleiche Anordnung* haben, die auf der Chromosomenstellung *vor der Kernruhe* beruht. Anschließend erörterte der Referent im Anschluß an Wilson (1925) und Kühn (1961), in welcher Weise die Boverische Konzeption der Chromosomenindividualität unter dem Einfluß der weiteren Zellforschung abgeändert werden mußte. Heute ist die Grundstruktur für die Individualität und die Konstanz der Chromosomen das Makromolekül der DNS (der Desoxyribonukleinsäure, vgl. Kühn, 1961, S. 110ff.).

2. Etappe: Die genetische Verschiedenwertigkeit der Chromosomen. Der Gedanke, daß die einzelnen Chromosomen Träger verschiedenen Erbgutes sein könnten, ist von Boveri schon 1888 bei der Analyse von vierpoligen Teilungsfiguren des Spulwurmeies ausgesprochen worden. Die experimentelle Prüfung war aber erst bei den mehrpoligen Teilungsfiguren (den Tetrastern und Triastern) von dispermen Seeigeleiern möglich. Die Tetraster gehen fast ausnahmslos im frühen Entwicklungsstadium zugrunde (Boveri, 1888; Driesch, 1892). Die Triaster entwickeln sich besser. Nach Boveri liegt die Ursache für diese Fehlentwicklungen darin, daß die *Chromosomen* in den mehrpoligen Mitosen *unregelmäßig verteilt werden*, so daß Zellen mit defektem Chromosomenbestand entstehen. Dann entwickeln sich, *falls die Chromosomen Träger verschiedener Erbanlagen sind*, Zellbereiche mit Erbgut- und infolgedessen mit Entwicklungsdefekten, die kontrolliert werden können. Die Prozentsätze dieser Fehlentwicklungen lassen sich berechnen. Bei der Annahme, daß die 18 Chromosomen der haploiden Garnitur bei den Seeigeleiern alle Träger *verschiedener* Erbanlagen sind, kann bei den Tetrastern praktisch keine, bei den Triastern aber in 11 % der Fälle eine normale Entwicklung zu Pluteuslarven erwartet werden. Die Versuche stimmen mit dieser Berechnung vollkommen überein. Es wurden 1500 Tetraster isoliert gezüchtet; nur ein Keim entwickelte sich zu einem normalen Pluteus. Dagegen erreichten von 719 isolierten Tetrastern 70 das Pluteusstadium.

Neben dieser allgemeinen Verifikation sind bei Triastern als sehr beweiskräftiges Material auch Drittelsdefekte gefunden worden, vor allem in der Skelettausbildung.

3. Etappe: Endgültige Aufstellung der Chromosomentheorie der Vererbung durch Boveri (1902, 1903) und Sutton (1902). Auf zytologischer Seite lagen vor: 1. von Rabl und Boveri schon von 1888 an die Individualitätslehre; 2. von Boveri (1902) der Nachweis der Verschiedenwertigkeit der Chromosomen bei Seeigeln; 3. von Sutton (1902) und anderen eine genaue zytologische Untersuchung der Chromosomen der Geschlechtszellenreifung bei Insekten (Brachystola).

Auf genetischer Seite lagen ihrerseits vor: die Wiederentdeckung und Bestätigung der Versuche Mendels von 1869 im Jahr 1900.

Diese Ergebnisse wurden in der Chromosomentheorie der Vererbung verbunden. Boveri, sehr stark an dieser Verbindung der beiden unabhängig voneinander entstandenen Forschungsgebiete beteiligt, hat 1903 vorausgesagt: Der «gekoppelte Erbgang» beruhe auf der Lokalisation von Erbanlagen im gleichen Chromosom, dagegen können Fälle, in denen sich Merkmale mit sonst gekoppeltem Erbgang in der Weiterzucht trennen, auf Chromosomenstückaustausch beruhen.

Aus der Chromosomentheorie der Vererbung ist später, auf zoologischer Seite vor allem auf Grund der Drosophilaforschung, die Zytogenetik hervorgegangen.

Der Vortrag wird in extenso in den «Naturwissenschaften», voraussichtlich im 2. Dezember-Heft 1962, erscheinen.

13. Sektion für Geographie und Kartographie

Sitzung des Verbandes schweizerischer geographischer Gesellschaften

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Prof. Dr. H. Gutersohn (Zürich)
Sekretär: Prof. Dr. E. Winkler (Zürich)

1. W. Kündig-Steiner (Zürich). – *Kulturgeographische Beobachtungen im Grenzraum Kamerun–Nigeria.*

Das Referat wurde anhand von drei Dutzend Originalfarblichtbildern entwickelt, wobei ein besonderes Gewicht auf neueste siedelungslandschaftliche Veränderungen gelegt wurde, ebenso auf Faktoren, die als Folge der Selbständigwerdung des Staates Kamerun auf 1. Januar 1960 und der Bildung eines Bundesstaates Kamerun auf 1. Oktober 1961 erschienen. Die Bildserie betraf inhaltsmäßig folgende Themata:

1. Topographische Karte. 2. Pflanzengeographische Großgliederung Westkameruns. 3. Ethnologische Struktur des Grenzraumes. 4. Landschaftsbild aus der Region Loum-Nkongsamba mit Mt. Coupé. 5. Terroristengruppe (Nähe Dschang). 6. Wiederansiedelungsdorf (camp de regroupement) bei Dschang, im Zentralraum des Bamiléké-Landes. 7. Neue, genossenschaftliche Kaffeepflanzung des militärisch bewachten Camp. 8. Veränderte Siedelungsformen in der Region der Mbo (Rundhütte in Rechteckhütte). 9. Traditionelle Siedelungsform für den modernen Tourismus («boucaro's» in Maroua). 10. Rezente Wohnbauten für Schwarze (Vorort von Nkongsamba) als Neuformen der Bodenspekulation. 11. Motorisierung (Autobuszentrum von Nkongsamba). 12. Moderne Reparaturwerkstätte für Motorfahrzeuge (UTC zwischen Buea und Tiko). 13. Propaganda für die Einfuhr mechanisch-technischer Produkte (Deutsche Ausstellung in Douala). 14. Voraussetzung für wirtschaftliche Entwicklung: gute Straßen (Beispiel bei Penja). 15. Privater Straßenbau im tropischen Regenwald durch Holzfirma (Nähe Kumba). 16. Reservation von Tropenwald-Regionen (Vergleich englischen und französischen Gebiets). 17. Entwaldungsgrad, Wiederaufforstung (Bamiléké-Region). 18. Ausbau der Plantagenwirtschaft (CDC, Kakaoversuchsstation). 19. Neuanlagen von Plantagen (Kautschuk) der CDC (Camerun Development Corporation). 20. Moderne Arbeitersiedelung in der Palmoel-Plantage von Bota (Britisch-Kamerun). 21. Veränderungen in der Lokalmarktstruktur (Markt von Kumba). 22. Haupteinfuhr an Textilien über Hafen Douala (Haussa als Vermittler, auch Griechen, Armenier, Perser, Libanesen). 23. Schneller Übergang zur Bekleidung der primitiven Volksgruppen (Beispiel Mokolo-Markt). 24. Große Kunststoffeinfuhr

(Nylon in allen Formen, Plastik, u. a. für Bananentransport). 25. Aluminiumwerk von Edea als einziges Industriewerk Kameruns. 26. Probleme der Schulung und Bildung (Primarschule). 27. Höhere Schulung (Lycée Nkongsamba). 28. Berufsschulung (Berufswahlschule Nkongsamba). 29. Verstärkung der Missionsschulen (Priesterseminar Mélong). 30. Moderne Einflüsse des Sportes auf das Gemeinschaftsleben. 31. Gesundheitsdienst (an der Grenze Nordkamerun–Nigeria). 32. Änderungen in der soziologischen Struktur (traditionsgebundene Notabeln, mittelschichtige Angestelltenschaft des Staates sowie gewerkschaftliche Zusammenschlüsse). 33. Nationalbewußtsein und Stammesfehden. 34. Völker des Sudans und Zentralafrikas (Steppentyp und Waldtyp, letzterer materiell und politisch viel schwächer). 35./36. Vereinigung zweier ganz verschieden kolonisierter Gebiete: Französisch-Kamerun und Britisch-Südkamerun. Probleme des Zusammenschlusses, vor allem in verfassungsmäßiger, staatsrechtlicher, administrativer, unterrichtlicher und wirtschaftlicher Beziehung (Plakat der Geldvereinheitlichung).

2. Erich Schwabe (Bern). – *Der Strukturwandel in der Alpzone der westlichen Schweizer Alpen.*

Von den großen Veränderungen der schweizerischen Landschaftsstruktur, die sich, hervorgerufen durch die Entwicklung der Technik, den Aufschwung der Industrie, des Verkehrs und des Tourismus, in den letzten Jahrzehnten vollzogen haben und sich immer stärker abzeichnen, ist auch die Alpzone nicht unberührt geblieben. Immer mehr wandelt, modernisiert sich die Alpwirtschaft, wobei freilich, bedingt durch deren sehr differenzierten Aufbau, regionale Unterschiede beobachtet werden können. Weithin hat man die Notwendigkeit konzentrierterer und rationellerer Alpnutzung erkannt, mit der sich eine Qualitätsverbesserung bei gleichzeitiger Senkung der Erzeugungskosten erzielen läßt. Die bessere Erschließung durch Wege und Alpsträßchen, wenn nötig durch Materialseilbahnen, und damit die Möglichkeit raschern Zugangs und namentlich leichtern Abtransports der Waren, dann die Anordnung von Meliorationen und Stallsanierungen, die Anlage von Jaucheverschlauchungen usw. schaffen eine Vorbedingung dazu. Subventionen des Bundes und der Kantone, Beiträge gemeinnütziger Institutionen helfen den Berggemeinden und Alpkorporationen, die Einrichtungen sich zuzulegen und zu tragen. Die Einkünfte seitens der großen Kraftwerkunternehmungen erlauben in verschiedenen Alpentälern ihrerseits kostspielige Erschließungs- und Sanierungswerke.

Zu den Bestrebungen, mehr Ertrag aus der sommerlichen Weidefläche zu ziehen, gesellt sich das Problem des Alppersonalmangels, das immer akuter fühlbar wird. Es fehlt mehr und mehr an den Hilfskräften, deren ein Alpbetrieb, sofern nicht Einzelsennerei üblich ist, zum richtigen Funktionieren bedarf. Bereits sind auch Alpen verlassen worden oder

sind bedroht, aufgegeben zu werden, sei es, weil sie bei aller Sanierung nicht genügend Nutzen abwerfen, sei es einfach, weil die Älpler im Tal besseres Auskommen finden und die angestammten Bergfamilien auf das Bestoßen verzichten.

Eine Lösung hat sich hier für verschiedene Alpen in den letzten Jahren dadurch ergeben, daß Viehzüchtervereinigungen aus dem Unterland sie vermehrt mit Jungvieh bestoßen, das ungleich weniger Wartung verlangt als die Milchkühe und das den eigentlichen Sennereibetrieb in Wegfall kommen läßt. In den traditionellen Zuchtgebieten wiederum, in manchen Gemeinden des Simmentals etwa, hat man der Kälbermast stärkern Auftrieb gegeben und läßt die von den Kühen gewonnene Milch weitgehend ihr zufließen. Vor allem aber haben sich die Umstellungen auf die *Alpkäserei* ausgewirkt. Sie besteht zwar im herkömmlichen Sinne da weiter, wo seit jeher Einzelsennerei- und Familienbetriebe in bescheidenem Umfang Käse zumal für den Eigenbedarf herstellten. In den westlichen Schweizer Alpen, auf die wir hier unser besonderes Augenmerk richten, ist dies auf einer Reihe von Alpen des Berner Oberlandes der Fall, zum Beispiel des *Saanenlandes*, wo nach wie vor der bekannte Hobelkäse produziert wird. Im waadtländischen *Pays-d'Enhaut* hat sich eine Sonderform der Käsebereitung herausgebildet, die den Rückgang der Käserei zwar nicht hat verhindern können, aber bis zu einem gewissen Grade deren Stand doch hat wahren helfen. Gegenwärtig werden dort von 24 Alpen – früher waren es ihrer einige mehr – die Käselaibe sogleich nach ihrer Fabrikation in den 1934 erstellten und genossenschaftlich verwalteten Käsekeller zu Etivaz bei Château-d'Œx transportiert, wo sie gesalzen und gelagert werden; ihrer 3000 können dort aufbewahrt werden. Im benachbarten *Greyerzerland* andererseits hat sich die Käseproduktion im Laufe der vergangenen Jahre allergrößtenteils von den Alpen ins Flachland verlagert. Die Käsereien im Tal vermögen dort, modern und mehrheitlich durchrationalisiert, das vom Markte benötigte Quantum Greyerzer Käse in wirtschaftlicher Weise zu erzeugen, wirtschaftlicher jedenfalls, als dies die gerade in dieser Gegend traditionellerweise eine Reihe von Hilfskräften zählenden Alpsennereien zu tun imstande wären. Diese haben denn in der Mehrzahl auf die Zentrifugierung der Milch zu Rahm und dessen Ablieferung an die Butterzentrale des Freiburger Milchverbandes umgestellt. – Im *Wallis* endlich hat die Entwicklung noch einen andern Weg beschritten. Mehr und mehr erfährt dort die Milchwirtschaft insofern eine Konzentration, als in einzelnen Tälern und Gemeindegruppen moderne Zentralkäsereien errichtet werden, in welche die Milch von den Alpen täglich per Jeep oder über eine Kunststoffpipeline geleitet wird. Eine lange Reihe derartiger Röhrenleitungen steht im ganzen Kanton heute bereits im Betrieb, und weitere Anlagen werden ohne Zweifel folgen. Sie erlauben zusammen mit den zentralen Milchverwertungsstellen eine grundlegende Erneuerung des Alpwesens und der Alpproduktion, eine Erneuerung, die auch der stark gestiegenen Nachfrage nach Walliser Raclettekäse zu entsprechen in der Lage ist.

3. H. Bernhard (Zürich). – *Ems, eine Bündner Gemeinde im wirtschaftlichen Aufstieg.*

4. W. Nigg (Zürich). – *Zur Geographie der Bündner Herrschaft.*

5. E. Winkler (Zürich). – *Angewandte Geographie am Beispiel der Ortsplanung von Hünenberg ZG.*

Der Begriff «Angewandte Geographie» scheint zum Modewort werden zu wollen. Er tritt je länger, desto häufiger in erdkundlichen Arbeiten auf, wobei nicht selten der Anschein erweckt wird, daß mit ihr etwas durchaus Neues geboten werde. In Wirklichkeit *entstand* die Geographie wie fast alle Wissenschaften so gut wie ausschließlich als praktische Disziplin und hatte Jahrhunderte nur als solche Geltung. Selbst in der Neuzeit, da die Theorie in den Vordergrund gerückt wurde, haben auch in unserem Lande, wie das Beispiel des Innenkolonisators H. Bernhard positiv beweist, Geographen immer wieder die Bedeutung der Geographie für das tägliche Leben zu erhärten verstanden. Indessen ist die Zeit gekommen, ihre Arbeit in erweiterter und vertiefter Weise – für Landschaftsplanung und -gestaltung – nutzbar zu machen. Dabei sollte allerdings versucht werden, den Erfordernissen dieser neuen Arbeitsbereiche noch besser zu entsprechen.

Der Landschaftsplaner und -pfleger interessiert sich zum Beispiel kaum für morphologische oder pedologische Typen oder morphogenetische Probleme. Er möchte vielmehr möglichst unmittelbar Aufschluß über *die Eignung* eines Landschaftselements für die übrigen, also über die *Disposition* der Landschaftsfaktoren. Damit werden für ihn Baugrund- und Nährgrundkarten, Böschungs- (statt morphologische) Karten und Darstellungen der Exposition von vordringlicher Bedeutung, aus denen direkt die Nutzungsmöglichkeiten des Bodens abzulesen sind. Dasselbe gilt für alle Landschaftsbestandteile. Mit andern Worten, der Landschaftspraktiker wünscht von der Geographie weniger Auskunft über das Ansichsein der Landschaftsfaktoren als für ihren «Beziehungsgehalt», womit er im Grunde deren *spezifischen* Zielen weitestgehend entgegenkommt.

Die in Planung begriffene zugerische Gemeinde Hünenberg kann – wie übrigens jede Ort- und Landschaft – als Beispiel für die Aufgaben der Geographie in der Praxis dienen und damit auch dafür, wie diese sich vermehrt in die Arbeit des Planers und Landschaftsgestalters einzuschalten vermag. Hünenberg, eine zwischen Zugersee, Reuß- und Lorzetal liegende landwirtschaftliche Gemeinde mit 18 km² Fläche und (1960) 1492 Einwohnern, darf als ausgezeichnetes Obst- und Milchwirtschaftsgebiet gelten, das sowohl betriebs- als volkswirtschaftlich gesehen als solches erhalten zu werden verdient. Da sowohl von Cham als auch von Rotkreuz her die Wohn- und Industrieüberbauung gegen die Gemeinde

Hünenberg vorrückt und die Autobahn ihre Landwirtschaftsbetriebe zu zerschneiden droht, erscheint die agrare Zukunft der Gemeinde jedoch in Frage gestellt. Ihre Behörden veranlaßten daher eine Ortsplanung. Für diese wurde eine Reihe von Studien nötig, die durchaus als angewandte Geographie zu betrachten sind. So war abzuklären, ob der Charakter der Natur: Boden, Klima und Gewässer, eher für eine Erhaltung als für eine Aufgabe der Landwirtschaft sprechen und welche mutmaßliche Entwicklung Bevölkerungszahl und -struktur in absehbarer Zukunft nehmen werden. In diesem Zusammenhang wurden landwirtschaftliche Bonitätskarten geschaffen, die belegen, daß das Untersuchungsgebiet sowohl pedologisch, klimatisch als auch hydrographisch, von Ausnahmen (Steilhänge, Riede usw.) abgesehen, als optimale Agrarregion gelten darf. Betriebsaufnahmen zeigten ferner die Gunst auch der ökonomischen Verhältnisse, und Untersuchungen der Bevölkerungsstruktur ergaben, daß diese gleichfalls für eine Erhaltung des bisherigen Landschaftscharakters spricht. Da die Gegend überdies natur- und kulturlandschaftlich sehr reizvoll ist, sollte sie ebenfalls als Erholungs- und Schutzlandschaft möglichst pietätvoll behandelt werden. Ein Schutzzonenplan bietet für entsprechende Maßnahmen die überzeugende Dokumentation. Die noch nicht abgeschlossenen Studien, die namentlich für den Geographen instruktiv sind, zeigen, in welcher Richtung seine Arbeit dem Landschaftsplaner und -gestalter wesentliche Hilfe zu leisten imstande ist.

6. G. Lobsiger (Genève). – *Jean-Jacques Rousseau, ethnographe et géographe?*

Le 250e anniversaire de la naissance de J.-J. Rousseau (28.6.1712) a été l'occasion d'examiner son œuvre sous de nombreux angles, non seulement sous ceux de la littérature et de la théorie politique, mais aussi sous l'aspect d'animateur des sciences de l'homme. Si Rousseau s'est penché sur les «Sauvages» dans son fameux *Discours sur l'origine de l'Inégalité* (1753), pour démontrer que *l'homme naturel* a eu toutes les vertus mais que la vie sociale a détruit son innocence et son besoin de fraternité humaine, il est cependant parti de bases arbitraires, nées d'une hypothèse personnelle non étayée par les faits.

Malgré son nom, *l'homme naturel* de Rousseau, est une création artificielle et Rousseau reconnaît lui-même que cette espèce d'homme n'a sans doute jamais existé. La perversion de l'humanité débuta avec l'agriculture, la métallurgie et l'ordre social. Rousseau place le bonheur originel dans le type de vie des chasseurs-récolteurs-pêcheurs silvicoles. Vagabond dans l'âme, Rousseau exige le droit au vagabondage pour son homme-type, puisque cet homme n'est autre que Rousseau lui-même, en conflit avec la société.

Malgré ses nombreuses lectures d'ouvrages de voyages, il n'a pas étudié à fond l'homme primitif et surtout son habitat. En effet, à un

homme qui doit vivre sans toit, sans habits, sans techniques, et qui peut se suffire avec les fruits de la Nature, sans effort, il faut un climat spécialisé pour ce genre de vie, ce qui réduit passablement l'habitat possible de l'homme naturel, ce «Bon Sauvage» dont le mythe fut rajeuni vigoureusement par la découverte de l'Amérique, puis par celle de l'Océanie, donnant naissance à toute une littérature engagée.

Rousseau demande théoriquement la création des sciences de l'homme, en quelques phrases générales, mais il méprise les sciences naturelles, refuse toute discipline sociale et préfère extrapoler des données imaginaires, nées de son réel besoin d'affection et de compréhension, pour construire un monde libéré de haines et de passion. Mais l'utopie n'est pas la science. Rousseau avait une conception simpliste de la Nature, prétexte à l'effusion lyrique devant les merveilles de la Création, conception qui datait d'un siècle et demi.

Si l'on examine quelques traits de géographie physique et humaine insérés dans le *Contrat social* spécialement, qu'il a empruntés à Montesquieu, on note que l'esprit de système a guidé son choix et conduit à des interprétations maladroites. Qu'on n'accable pas notre écrivain pour ces fautes qui sont celles de son temps et de maîtres à penser de haute valeur. La géographie telle que nous la concevons aujourd'hui est une science récente. Il est difficile d'accepter la définition de «Rousseau fondateur des sciences de l'homme», malgré l'autorité et la science des inventeurs de cette qualité. La géographie humaine, si intimement liée à l'ethnologie, ne peut se contenter d'affirmations gratuites. Il ne suffit d'autre part pas de parler avec sympathie des «Sauvages» pour être un ethnologue, même un précurseur. Laissons à Rousseau la vraie gloire d'avoir su poser, au moment voulu, de nombreux problèmes dont certains sont encore actuels et n'attribuons pas à cet homme sensible et atrabilaire à la fois, des qualités scientifiques qu'il n'a jamais eues.

Si les termes ont encore une valeur, la géographie et l'ethnologie sont des sciences d'observation et non une recherche de soi-même dans l'humanité; ce sont des moyens de connaissances objectives et non une introspection inquiète à la recherche d'un «moi» douloureux.

14. Sektion für Vererbungsforschung

Schweizerische Gesellschaft für Vererbungsforschung

Samstag, den 8. September 1962

Präsident: Dr. E. OEHLER (Lausanne)

Symposium

der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften,
gemeinsam mit den Schweizerischen Gesellschaften für Zoologie und Vererbungsforschung

Aus der Geschichte der Zellenlehre

1. E. HINTZSCHE (Bern). – *Aus der Frühzeit der Zellenlehre.*
2. E. H. ACKERKNECHT (Zürich). – *Mediziner und Zellenlehre.*
3. F. BALTZER (Bern). – *Zur Geschichte der Chromosomenlehre.*

Vorträge siehe Sektion 12

15. Sektion für Logik und Philosophie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft zur Pflege der Logik und Philosophie der Wissenschaften

Samstag, den 8. September 1961

Symposium über *Tatsachen und Definitionen*

1. J.-B. Grize (Neuchâtel). – *Le concept de définition du point de vue de la logique.*

Le concept de définition est un concept complexe qui a donné lieu à de nombreuses recherches de la part des logiciens contemporains et le bref exposé qui suit se propose seulement de situer quelques-unes des idées principales.

1. Introduction

1.1 Soit un système S de signes donnés que nous appellerons aussi *signes primitifs*. Au sens strict, une définition est une opération qui permet d'introduire un signe nouveau en S. Le résultat d'une telle opération est une relation binaire, que nous noterons $' = \mathrm{df}'$, dont le membre de gauche est appelé *le défini* ou *definiendum* et le membre de droite *le définissant* ou *definiens*.

Si le système S est purement formel, le défini et le définissant sont composés de signes dépourvus de toute signification. On parle alors de *définitions syntaxiques* ou parfois *nominales*.

Si le système S est interprété, c'est-à-dire si on a attribué une signification à chacun de ses signes primitifs, le définissant a lui aussi, en général, une signification et les signes nouveaux du défini en acquièrent une. On parle de *définitions sémantiques*.

1.2 Au sens large, une définition peut encore être *réelle*. Il ne s'agit plus alors d'introduire un nouveau signe, mais de relier entre elles des significations connues par ailleurs.

2. Définitions syntaxiques

Elles consistent en de simples abréviations d'écriture et se présentent sous la forme:

$A = \mathrm{df}\ B.$

Nous distinguerons deux cas:

2.1 A est constitué par un seul signe nouveau, simple ou complexe, et B ne contient que des signes primitifs. On parlera alors d'une *définition concrète*.

Ex. Soit le système S qui contient les deux seuls signes '0' et ''''. On pourra poser des définitions du genre:

$1 = \mathrm{df}\ 0'$ ou $\mathrm{IV} = \mathrm{df}\ 0''''$.

2.2 Le définissant contient, outre des signes primitifs, un certain nombre de variables libres. Dans ce cas le défini doit contenir aussi une mention de chacune de ces variables. On parlera d'un *schéma de définition*.
Ex. Soit P et Q deux variables propositionnelles et S un système qui comporte les signes $'\vee'$ et $'\sim'$. On posera:

$P \supset Q = \text{df} \sim P \vee Q$.

Dans les deux cas, le signe $'=\text{df}'$ doit être accompagné d'une règle de remplacement au terme de laquelle le défini peut être éliminé de tout contexte où il figure.

Remarques

1. Si l'introduction d'un signe nouveau A dans S élargit S et un nouveau système S', il faut noter toutefois qu'aucune expression Φ qui ne contient pas A n'est démontrable en S' sans l'être en S.
2. Les symboles nouveaux sont entièrement arbitraires, à la condition néanmoins qu'un même symbole ne soit jamais l'abréviation de deux expressions différentes.
3. Le définissant ne peut jamais contenir le symbole à définir.
4. Puisqu'il s'agit de purs graphismes, aucun problème d'existence ne se pose.
5. Enfin, le rôle des définitions syntaxiques est de simple commodité. Elles servent à gagner du temps et à faciliter la lecture des expressions.

3. Définitions sémantiques

3.1 Nous distinguerons d'abord les définitions qui peuvent se mettre sous la même forme que les définitions syntaxiques, à ceci près que le définissant a maintenant une signification. On les rencontre aussi en dehors des systèmes formels stricts. Ainsi, lorsqu'on dit, par exemple:

carré = df quadrilatère à 4 côtés égaux et à 4 angles égaux

on introduit le mot «carré» par une définition sémantique. C'est à ce genre de définitions que pensait Pascal lorsqu'il recommandait de «substituer mentalement la définition à la place du défini». Il faut souligner, en effet, que lorsque de telles définitions sont utilisées dans une langue naturelle, le défini a déjà le plus souvent une signification. On choisit alors, dans la mesure du possible, un définissant qui en restreint le sens plus qu'il ne le modifie complètement.

Remarques

1. Contrairement à ce qui se passe pour les définitions syntaxiques, il est possible que le même symbole soit défini par plusieurs définissants différents.

Ex. $P \supset Q = \text{df}$ non-P ou Q
$P \supset Q = \text{df}$ non-(P et non-Q).

2. Une définition sémantique n'est ni vraie, ni fausse puisqu'il s'agit d'une convention. Cependant, le problème de l'existence du défini se pose et sa solution est fonction de la nature de S.

3. Le rôle des définitions sémantiques dépasse largement celui des définitions syntaxiques. En effet, le fait de donner un nom à certains contenus de pensée, montre que l'auteur leur attribue une importance particulière. D'autre part, elles constituent un procédé pour donner un sens précis à des notions qui avaient jusqu'alors le plus souvent une signification mal définie.

3.2 Une espèce de définition sémantique, qui joue un rôle considérable dans les fondations même des systèmes formels, mérite d'être signalée. Il s'agit des *définitions inductives*. Elles sont constituées par trois sortes de clauses:

1. Une clause initiale qui stipule que tels objets sont des n.
2. Une ou plusieurs clauses inductives qui précisent sous quelles opérations un n est encore un n.
3. Une clause finale qui pose que ce qui précède définit tous les n.

Ex. 1. 0 est un nombre naturel.
2. Si x est un nombre naturel, x' est un nombre naturel.
3. Rien n'est un nombre naturel, sinon par ce qui précède.

Comme on le voit, une telle définition permet de construire de proche en proche les «nombres naturels», à savoir: 0, $0'$, $0''$...

3.3 Signalons enfin les *définitions implicites*. Etant donné un système d'axiomes, dans lequel figurent entre autres des signes non interprétés (disons '0' et ''' dans les axiomes de Peano énoncés en français), toute interprétation acceptable du système fournit une définition sémantique des signes. Mais on sait qu'il existe toujours, si le système est entièrement formalisé, une pluralité d'interprétations possibles.

4. Quelques définitions complexes

Nous grouperons ici, sans pouvoir malheureusement entrer dans les détails, quelques types de définitions d'une importance fondamentale pour l'édification de la logique et des mathématiques et qui, *dans des systèmes S convenables*, peuvent se ramener à des définitions syntaxiques.

4.1 *Définitions par abstraction.* Elles permettent d'introduire un prédicat nouveau à partir d'une relation d'équivalence r, c'est-à-dire d'une relation transitive, symétrique et réflexive. Le champ d'une telle relation est, en effet, composé de classes disjointes, dites *classes d'équivalence*, telles que si x et y font partie d'une même classe, on a $r(x,y)$ et, quelque soit y, si x fait partie de la classe et si $r(x,y)$, alors y fait partie de la classe. Dès lors, ces classes représentent des propriétés des membres du champ de r, propriétés définies par abstraction relativement à r.

4.2 *Définitions récursives.* Leur rôle initial est de définir des fonctions d'entiers à n variables. Dans le cas le plus simple ($n = 1$), la définition récursive d'une fonction f a la forme:

$$f(0) = \text{df } k \qquad f(x') = \text{df } g[x, f(x)],$$

où k est une constante, x une variable qui prend sa valeur sur les entiers non négatifs, x' désigne le successeur de x et g est une fonction donnée de deux variables.

Remarques

1. Le définissant du second schéma contient le symbole à définir. Cela impose de calculer la valeur de la fonction en partant du premier schéma et de procéder ensuite de proche en proche. C'est cet aspect de construction effective qui donne toute leur portée aux définitions récursives.

2. Selon les fonctions g que l'on s'accorde et selon la complexité des schémas de définition, on obtiendra différents types de récursivité: primitive, partielle, générale, etc.

3. L'intérêt principal de ce genre de définition tient à ce qu'il a été possible de montrer, entre autres, que la classe des fonctions définissables par récursivité générale est identique à celle des fonctions calculables par une machine de Turing et qu'il est très probable que cette classe coïncide avec celle de toutes les fonctions effectivement calculables.

4.3 *Définitions par cas.* Elles sont caractérisées par le fait qu'à un même défini correspond deux ou plusieurs définissants différents. Un exemple en fera comprendre le mécanisme.

Supposons données la fonction «prédécesseur» et les relations $'>'$ et $'='$. On pourra alors définir la fonction nouvelle:

$$f(x) = \text{df} \begin{cases} \text{prédécesseur de } x, \text{ si } x > 0 \\ 0, \text{ si x} = 0 \end{cases}$$

expression qui contient bien deux définissants différents.

5. *Définitions réelles*

Les logiciens scolastiques appelaient *définitions réelles* ou *définitions de chose* l'analyse d'un concept complexe en d'autres plus simples. Il est difficile, le définissant devant contenir l'«essence» du défini, de préciser exactement de quoi il s'agit. Nous nous contenterons de remarquer que, dans un système interprété S qui contient de plus une relation d'équivalence logique, il est possible, dans chaque théorème de la forme:

$$\vdash P \equiv Q$$

de considérer Q comme le définissant de P et de parler, dans certains cas, de définition réelle.

Ex. La formule: $\vdash P \supset Q \cdot \equiv \cdot \sim P \vee Q$, dans laquelle chacun des signes a reçu son interprétation habituelle, peut être considérée comme une définition réelle du conditionnel ($\supset$).

6. Résumé

Une définition est une classe de couples (A, B), liée à un système formel ou à une langue et telle que trois cas sont possibles:

1. A et B sont des symboles non interprétés. Définition syntaxique ou simple abréviation.

2. A est un symbole et B a reçu une interprétation. Définition sémantique qui attribue à A la signification de B.

3. A et B ont reçu une interprétation préalable. Définition réelle qui analyse A par B.

2. R. Florin (Chur, Guarda). – *Über die Realität in der Physik.*

«Warum ist überhaupt Seiendes und nicht vielmehr Nichts?» Das ist in der Formulierung *Heideggers* die ursprünglichste aller Fragen, die Grundfrage der Metaphysik. Die Frage umgreift alles Seiende, das Gewesene, das jetzt Vorhandene und das künftig Seiende; sie weist auf das Seiende im Ganzen, nicht auf ein besonderes, einzelnes Seiendes. Und doch drängt sich bei diesem Fragen ein Seiendes immer wieder merkwürdig vor: die Menschen, die diese Frage stellen (1).

Wie ist die Natur beschaffen? Das ist die Grundfrage der Naturwissenschaft. Diese Frage weist nicht mehr auf das Seiende im Ganzen, als ein solches, sondern auf ein einzelnes Seiendes, auf jenes Seiende, von dem die Naturwissenschaften handeln: auf die Natur. Wieder drängt sich ein Seiendes vor: der Mensch, der Naturwissenschaften treibt. Er drängt sich vor dadurch,daß er das Seiende «Natur» aufspaltet in ein Subjekt «Mensch» und ein Objekt «Außenwelt». So hat er sich hervorgehoben und zugleich, wenigstens für einen Augenblick, der Frage entzogen, die nunmehr lautet: «Wie ist die physikalische Außenwelt für uns beschaffen?» Das Wort «physikalische» erinnert an die durch das Thema gegebene Beschränkung, und der Zusatz «für uns» bedeutet, daß nicht schlechthin gefragt werden kann, sondern daß *wir* fragen und daß die Antworten daher von uns abhängen, das heißt von den Mitteln, die wir einsetzen, und von der Sprache, die wir sprechen. Ein oft genanntes Beispiel von *Eddington* in «The Philosophy of Physical Science», 1939, illustriert diese Aussage treffend. Ein Mann fischt mit einem Netz von zwei Inches Maschenweite und sagt dann: «Es gibt keine Fische, die weniger als zwei Inches dick sind, und alle Fische haben Kiemen.» Mit einem engermaschigen Netz hätte er aber auch kleinere Fische fangen können, und Tiere ohne Kiemen bezeichnet er eben nicht als Fische.

Wie ist die physikalische Außenwelt für uns beschaffen? Um an diese Frage heranzukommen, brauchen wir Wahrnehmungen aus dem Alltagsleben und physikalische Experimente; um Antworten zu formulieren, sind wir angewiesen auf Wörter und Sätze einer gewöhnlichen Sprache oder auf mathematische Ausdrücke. Wir bewegen uns also immer

in zwei Welten: in der «Welt der Experimente» und in der «Welt der Aussagen»; der Physiker bringt Experiment und Theorie in Beziehung zueinander. Dabei stoßen wir bald auf eine auffallende Vorfrage, die in ihrer allgemeinen – über den Bereich der Physik hinausreichenden – Fassung lautet:

Gibt es überhaupt eine reale Außenwelt? Sobald wir das Seiende «Natur» aufspalten in ein Subjekt und ein Objekt, gibt es natürlich eine Außenwelt, aber ist diese Außenwelt real? Die Antwort hängt ab vom Inhalt, den wir dem Begriff «real» geben. *Pauli* schreibt im Aufsatz «Phänomen und physikalische Realität», 1954: «Das, was wir antreffen, was sich unserer Willkür entzieht, womit wir rechnen müssen, ist das, was man als wirklich bezeichnet. Die europäischen Sprachen haben zwei verschieden abgeleitete Worte hierfür, das eine, lateinische: Realität, von res = Sache, das andere, deutsche: Wirklichkeit, von Wirken.» (2) Das Merkmal «was sich unserer Willkür entzieht» gestattet es, die Frage anders zu wenden: Gibt es eine vom Subjekt unabhängige Außenwelt? Zwei Antworten sind für die Physik wichtig geworden.

Für den Kritischen Realismus existiert «hinter» den Wahrnehmungen ein vom Subjekt unabhängiges Substrat: die reale Außenwelt, und es ist im Prinzip möglich, die Beschaffenheit dieser Außenwelt zu ermitteln. *Einstein* hat diese Auffassung in der Arbeit «Einleitende Bemerkungen über Grundbegriffe», 1952, wie folgt formuliert: «*Es gibt so etwas wie den „realen Zustand"* eines physikalischen Systems, was unabhängig von jeder Beobachtung oder Messung objektiv existiert und mit den Ausdrucksmitteln der Physik im Prinzip beschrieben werden kann. Diese These der Realität hat nicht den Sinn einer an sich klaren Aussage wegen ihrer „metaphysischen" Natur; sie hat eigentlich nur *programmatischen* Charakter. Alle Menschen, inklusive die Quantentheoretiker, halten aber an dieser These der Realität fest, solange sie nicht über die Grundlage der Quantentheorie diskutieren.» (3) So gesehen, sind die Naturgesetze Aussagen über Beziehungen in der realen Außenwelt, und der Realismus gerät überall dort in Schwierigkeiten, wo sich ein und denselben Wahrnehmungen mehrere voneinander verschiedene Naturgesetze zuordnen lassen, da dann mehr als eine reale Außenwelt existieren müßte.

Der Positivismus stellt die Forderung, die Wahrnehmungen und ihre Zusammenhänge vollständig zu beschreiben, und geht nicht über diese Beschreibung hinaus. Die Naturgesetze sind «nur» Aussagen über Zusammenhänge von Wahrnehmungen, und die Schwierigkeiten, die die reale Außenwelt dem Realismus bereitet, fallen für den Positivismus dahin. Nach *Einstein* hat aber der positivistische Standpunkt «– konsequent durchgeführt – eine irreparable Schwäche: er führt dazu, überhaupt alle sprachlich ausdrückbaren Sätze als sinnleer zu erklären ... Schließlich bleiben als „real" nur die Erlebnisse eines Ich übrig ohne irgendeine Möglichkeit, irgend etwas über sie auszusagen; denn die in den Aussagen verwendeten Begriffe erweisen sich bei sauber positivistischer Analyse ausnahmslos als sinnleer.» (4) Da ein Sinnkriterium fehlt, wie es etwa der

«Wiener Kreis» gesucht hatte, können die Meinungen über «sinnvoll–sinnleer» allerdings auseinandergehen, und die meisten Physiker vertreten heute im Gegensatz zu *Einstein* eine Auffassung, die dem Positivismus nähersteht als dem Kritischen Realismus.

Positivismus und Kritischer Realismus befriedigen beide nicht ganz, jener, weil er vor der Frage nach der realen Außenwelt haltmacht, dieser, weil wir nicht einsehen, inwiefern sich seine Aussagen wirklich auf diese reale Außenwelt beziehen. Man kann aber einen mittleren Standpunkt einnehmen und sagen:

«Es gibt eine Außenwelt, an dieser Welt ist das und nur das real, was wir heute von ihr wissen und in Naturgesetzen über sie ausgesagt haben.» Jeder Stufe unserer Erkenntnis kommt so eine eigene *reale* Außenwelt zu, und diese Welten unterscheiden sich in ihrer Realität – in ihrem Realitätsgrad – voneinander, sie haben verschiedene Strukturen. (Über die Existenz von Strukturen, die durch künftig formulierte Gesetze beschrieben werden, können wir keine Aussagen machen, so will es der Positivismus.) *Gonseth* zeigt in seiner «offenen» Philosophie, wie das gemeint ist, für den Bereich der Physik besonders eingehend in der Arbeit «Vue d'ensemble»(5):

Die «Physique du sens commun» arbeitet mit den Wahrnehmungen, die wir im Alltag machen, und mit der Sprache des Alltages. Wahrnehmung und Aussage entsprechen einander so gut, daß die Welt unserer Sinne unmittelbar als reale Außenwelt gilt. Der Realitätsgrad dieser Welt steht nicht ein für allemal fest, sondern ändert sich Hand in Hand mit der Entwicklung des «sens commun».

Auf der Stufe der klassischen Physik weiß man, daß unsere Wahrnehmungen subjektiv sind, auch wenn sie als Ergebnis von bestimmten Experimenten und von gewollten – nicht zufälligen – Beobachtungen zur Verfügung stehen. Man bemüht sich aber, das Subjektive zu eliminieren, und erforscht also eine von uns unabhängige, eine reale Außenwelt. Daß eine solche Welt existiert, nimmt man dabei als Erkenntnis der tieferen Stufe an. Auf die Frage, wie die reale Außenwelt beschaffen sei, antwortet die klassische Physik: «Meine heute bekannten Naturgesetze geben die Struktur der realen Außenwelt an.» Sie bestimmen den Realitätsgrad dieser Welt, die determiniert ist im folgenden Sinn: Aus den im Prinzip mit beliebiger Genauigkeit meßbaren Größen, die ein physikalisches System zu irgendeiner Zeit bestimmen, lassen sich diese Größen für eine andere Zeit berechnen.

Auch auf der Stufe der Relativitätstheorie rechnet man mit der Existenz einer realen Außenwelt. Gewisse Aussagen, die sich für die klassische Physik auf ihre reale Außenwelt beziehen, erweisen sich aber nur noch als Aussagen über die Wahrnehmungen eines Beobachters. Gesetze, die nicht invariant sind gegen *Lorentz*-Transformationen, gelten nicht als real. Auch weist die reale Außenwelt der Relativitätstheorie keine unendlich große Signalgeschwindigkeit mehr auf, der Begriff «Gleichzeitigkeit» zweier Ereignisse verliert daher seinen bisherigen Sinn,

und es läßt sich keine durchgehende Kausalität aufrecht erhalten (Ereignisse, die zeitlich zu nahe beieinander und zugleich räumlich zu weit auseinander liegen, können nicht mehr kausal miteinander verknüpft werden).

Eine wesentlich andere Auffassung der Realität trifft man in der Quantenphysik an, deren Gebiet nun nicht mit *Gonseth* vom Problem des Messens her betreten werden soll, sondern, ausgehend von der Grundfrage: «Wie ist die Natur beschaffen?» Die Frage ist durch die Aufspaltung der Natur in Subjekt und Objekt zwar vereinfacht, zugleich aber auch eingeengt worden, und die Quantentheorie hat daher eine höhere Erkenntnisstufe gerade dadurch erreichen können, daß sie die Trennbarkeit von Subjekt und Objekt überprüft hat.

In der «Welt der Experimente» hat man es in der Physik zu tun mit dem Beobachter, dem Meßapparat und dem beobachteten physikalischen System. Beobachter und Meßapparat bilden das Subjekt, der Zustand des Systems ist das Objekt, und es ist nichts Neues, daß wenigstens bei gewissen Messungen eine Wechselwirkung besteht zwischen Subjekt und Objekt (bei einer Temperaturmessung etwa ändern sich die Temperatur des Thermometers und auch die zu messende Temperatur des untersuchten Körpers). Neu ist aber die Erkenntnis, daß Subjekt und Objekt bei *jeder* Messung aufeinander wirken und daß die Größe der Wechselwirkung *unbestimmt* ist und sich also nicht berechnen und eliminieren läßt. Die Quantentheorie kann daher keine von der Art der Beobachtungen unabhängigen Beschreibungen geben; sie kennt keine im klassischen Sinn reale Außenwelt.

Das Subjekt wirkt nun allerdings nicht so, daß überhaupt keine genauen Kenntnisse über ein System zu gewinnen sind, sondern so, daß es nicht möglich ist, *alle* für die Bestimmung des Zustandes des Systems nötigen Größen zu messen. Der Beobachter kann wohl unter gewissen Größen diejenigen auswählen und messen, die er will, verunmöglicht aber damit die Messung anderer Größen. *Bohr* hat diese Situation mit «Komplementarität» bezeichnet und damit einen Begriff aus der Philosophie von *William James* in die Physik eingeführt, dessen außerordentliche Bedeutung für das Problem der Realität an einem Beispiel illustriert werden soll: Um einerseits den Zustand eines Systems und dessen Änderung beschreiben zu können, muß man es beobachten, was nur im Raum und in der Zeit möglich ist. Dabei stört man das System in unbestimmter Weise. Das klassische Kausalgesetz andererseits ist nur für abgeschlossene – das heißt nicht von außen her gestörte – Systeme definiert. Daraus folgt, «daß die raum-zeitliche Beschreibung von Vorgängen einerseits und das klassische Kausalgesetz andererseits komplementäre, einander ausschließende Züge des physikalischen Geschehens darstellen. Dieser Sachlage entspricht in dem Formalismus der Theorie, daß zwar ein mathematisches Schema der Quantentheorie existiert, daß dieses Schema aber nicht als eine einfache Verknüpfung von Dingen in Raum und Zeit gedeutet werden kann.»(6)

So hat die Physik im Bemühen, Seiendes zu verstehen, begonnen, den Menschen und seine Mittel in die Beschreibung der Natur einzubeziehen – statt ihn auszuschließen –, und damit einen Weg eingeschlagen, der sie weit über ihren engeren Bereich hinaus führen wird und einmal mehr mit Wegen der Philosophie, ich denke etwa an «Die ontische Struktur» von Domingo Carvallo (1961), gleich läuft.

Literatur

1. *Heidegger M.:* Einführung in die Metaphysik. Tübingen 1953.
2. *Pauli W.:* Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie. Braunschweig 1961.
3. *de Broglie L.:* Physicien et penseur. Paris 1953.
4. Scientific Papers presented to *Max Born*. Edinburgh 1953.
5. *Gonseth F.:* Philosophie des sciences: Vue d'ensemble.
6. *Heisenberg W.:* Physikalische Prinzipien der Quantentheorie. Mannheim 1958.

3. H. Schilt (Biel). – *Definitionen im Physikunterricht.*

Man beginnt gewöhnlich den Physikunterricht mit einem Versuch zur Klarstellung der Aufgabe, welche diesem Unterricht zukommen soll. Diese Klarstellung ist kaum als Definition zu bezeichnen, denn sie dürfte darin bestehen, den Schülern zu sagen oder sie spüren zu lassen, daß die Physik von Erscheinungen und Vorgängen handelt, die zwischen Körpern auftreten, wobei man sich ausdrücklich gegen die Chemie und die Biologie abzugrenzen pflegt. Daß eine solche Klarstellung mannigfache Mängel aufweist, ist nicht zu bestreiten; die Schüler können leicht auf den Gedanken kommen, physikalische Probleme seien bei Lebewesen nicht wichtig, oder Atomkernumwandlungen gehörten nicht ins Gebiet der Physik. Versucht man bessere Formulierungen, zum Beispiel diejenigen aus dem «Großen Brockhaus»: «Die Physik ist die Lehre von solchen Naturvorgängen, die der experimentellen Erforschung, der messenden Erfassung und mathematischen Darstellung zugänglich sind und allgemeingültigen Gesetzen unterliegen», so ist damit auch nicht viel gewonnen, denn unter die so beschriebenen Vorgänge gehören auch solche der Chemie und der Physiologie. Auch im «Larousse» steht eine ähnliche Definition: «Science qui a pour objet l'étude des propriétés des corps et l'élaboration des lois selon lesquelles se modifie leur état ou leur mouvement sans que change leur nature.» Und im «Schweizer Lexikon» steht: «Physik ist die Wissenschaft von den Erscheinungen in der unbelebten Natur. Das allgemeine Ziel der Physik ist die Aufstellung der Naturgesetze, die den Ablauf der Vorgänge regeln und den Physiker instand setzen, den Ablauf vorherzusagen.» Weiter steht in der «Encyclopaedia Britannica» etwas bescheiden: «It is difficult to give a good and impossible to give a perfect definition of physics. . . . One is then forced back onto the semijocular definitions as for instance the one which states that physics is the subject cultivated by physicists.»

Damit dürfte deutlich geworden sein, daß diese Definitionen allesamt nicht gut sind und jedenfalls keinem Schüler deutlich machen können, was im Physikunterricht nun eigentlich geschehen soll. Und doch wird jeder Schüler, der einem guten Physikunterricht mit Verständnis gefolgt ist, von den meisten Erscheinungen und Vorgängen, die nicht gerade einem Grenzgebiet angehören, sagen können, ob sie ins Gebiet der Physik fallen oder nicht. Wir sollten uns auch nicht verwundern, daß eine Definition der Physik derartige Schwierigkeiten bereitet, geht es doch darum, ein wissenschaftliches Gebiet, das in jeder Richtung hin offen ist und sich zudem ständig erweitert, gegen andere abzugrenzen. Es wäre vielmehr erstaunlich, wenn eine derartige Abgrenzung einfach und unzweideutig möglich wäre.

Wir erwarten dagegen größern Erfolg für interne Definitionen, Definitionen, wie sie im Physikunterricht überall vorkommen. Wir wollen versuchen, anhand einiger typischer Beispiele auch hier die Problematik zu zeigen.

Beginnen wir mit dem Begriff der *Geschwindigkeit.* Es ist relativ leicht, den Schülern zu zeigen, daß die landläufige Antwort: «Geschwindigkeit ist Weg dividiert durch Zeit», ungenau ist und besser durch «Wegzunahme durch Zeitzunahme» ersetzt wird. Falls man ungleichförmige Bewegungen betrachtet, ist auch diese Definition nur unter der Einschränkung kleiner Zeitzunahmen gültig. Mathematisch ist bekanntlich ein Grenzübergang zu vollziehen; der Physiker und auch der Schüler sieht aber leicht die Unmöglichkeit ein, einen solchen Grenzübergang messend zu verfolgen. Die Messgenauigkeit und die Gitterstruktur der Materie setzen hier Schranken, die nicht unterschritten werden können. Trotzdem ist die Definition brauchbar, wenn man den Grenzübergang nicht im mathematischen Sinne versteht, sondern ihn meßtechnisch festlegt: etwa so, daß das Meßintervall nur so lange verkleinert wird, bis der Quotient innerhalb der Meßfehler konstant bleibt. Wir erkennen daraus, daß die mathematische Definition zweckmäßig gelockert wird, derart, daß sie brauchbar und fruchtbar bleibt; es fehlt ihr die von einem axiomatischen Aufbau her gewohnte Strenge.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Definition der *elektrischen Feldstärke.* Man muß dazu eine Probeladung zu Hilfe nehmen und die Kraft benutzen, die diese im elektrischen Felde erfährt. Die Feldstärke ist dann gegeben durch den Quotienten aus der Kraft und der Größe der Probeladung. Diese selbst muß derart klein sein, daß sie das zu messende Feld nicht merklich beeinflußt; die kleinste Ladung, die uns zur Verfügung steht, ist aber die Elementarladung. Unsere Definition verliert also ihren physikalischen Sinn in der Nähe von Elementarladungen. Obwohl hier eine prinzipielle Schwierigkeit vorliegt, wird diese die Schüler nicht sehr beunruhigen, weil man sich in der Schule meistens auf die Behandlung makroskopischer Felder beschränkt.

Das Gegenstück zur elektrischen Feldstärke ist die *magnetische Induktion.* Man zog früher immer und zieht auch heute noch recht häufig

dazu die Vorstellung des isolierten Magnetpoles heran. Damit kann eine magnetische Feldstärke analog zu der elektrischen Feldstärke definiert werden. Obwohl man bald vor oder nach der Behandlung dieser Definition den Schülern zeigen muß, daß es keine isolierten Magnetpole gibt, nimmt doch wohl selten ein Schüler daran Anstoß; das ist immerhin bemerkenswert! Die Definition der magnetischen Induktion mit Hilfe der Lorentz-Kraft ist vom wissenschaftlichen Standpunkt aus vorzuziehen. Allerdings besteht für den Schüler die Schwierigkeit, daß die gemessene Kraft und die Geschwindigkeit der Probeladung je senkrecht auf dem zu definierenden Feldvektor stehen. Das ist jedoch keine prinzipielle, sondern eine psychologische Schwierigkeit, die durch zusätzliche Erfahrungen und Experimente rasch überwunden werden kann. Diese Definition enthält dafür unter anderem die Möglichkeit, über die Symmetriestruktur des magnetischen Feldes etwas Gültiges auszusagen; zum Beispiel kann man den Einwand von Mach diskutieren. – Daß man mit beiden Definitionen gute Physiker ausbilden kann, lehrt uns die Geschichte. Für die entscheidenden Fragen spielt eben doch die Definition einer Größe eine weit geringere Rolle als die Gesamtheit der Beziehungen, mit der diese Größe verknüpft ist. Diese Beziehungen führen im Laufe der zunehmenden Erfahrung im betreffenden Menschen zu einer Bestimmung dieser Größe, die weit weg von der ursprünglichen formalen Definition ist und viel mehr umfaßt als diese. Immerhin glaube ich, daß zweckmäßige Definitionen dem Lernenden viel unnötige Umwege ersparen und seine Ausbildung rationeller gestalten.

Eine neue Art Schwierigkeiten treten bei den Definitionen der Maßeinheiten auf. Als Beispiel wähle ich die Definition der *Stromstärkeeinheit* aus dem Gesetz für Maß und Gewicht, das seit Januar 1950 gültig ist: «Die gesetzliche Haupteinheit der elektrischen Stromstärke ist das Ampere (Symbol A).

Das Ampere ist der Strom, der durch zwei in einem Abstand von einem Meter parallel zueinander im leeren Raum angeordnete geradlinige, unendlich lange Leiter von vernachlässigbarem Querschnitt unveränderlich fließend zwischen diesen Leitern eine Kraft von 2.10^{-7} Newton je Meter Länge hervorrufen würde.»

Kein Lehrer wird mit dieser Definition zum Beginn seines Unterrichtes in Elektrizitätslehre den Schülern eine zweckmäßige und klare Vorstellung von der Einheit «ein Ampere» vermitteln können. Erst nachdem ein Schüler die Gesetze und Erscheinungen der Elektrizität kennengelernt hat, kann ihm eine solche Definition etwas sagen. Doch sollte er schon vorher eine Vorstellung von der Stromstärkeeinheit besitzen. Dazu verhelfen ihm Versuche mit geeichten Amperemetern. Der Eichung dieser Instrumente schenkt er willig und gern Vertrauen. Jedermann wird übrigens in der gesetzlichen Definition der Stromstärkeeinheit bemerken, daß sie mit einem Konjunktiv endigt. In der Tat kann das in der Definition angegebene Verfahren kaum meßtechnisch benutzt werden. Es lassen sich nur mehr oder weniger direkte Konsequenzen dieser

Definition meßtechnisch auswerten, dazu ist aber eine Theorie nötig. Das genügt nun durchaus für die Wissenschaft, für den Schüler bedeutet es eine schwerverständliche Komplikation. Warum hat man nicht eine Definition gewählt, die unmittelbare experimentelle Kontrollen ermöglicht hätte ? Zweifellos ist die Definition mit dem Cu- oder Ag-Voltameter für den Schüler übersichtlicher gewesen, meßtechnisch sind auch diese problematisch, weshalb man sie vor etwas mehr als zehn Jahren glaubte ersetzen zu müssen. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie beim Längennormal und der Zeiteinheit. Das Urmeter aus Pt-Ir und die Sekunde definiert durch die Rotationsdauer der Erde genügen eben den Anforderungen nicht mehr; auch sie wurden bekanntlich in der letzten Zeit ersetzt.

Wie steht es nun mit den *Naturgesetzen?*

Betrachten wir das Newtonsche Kraftgesetz: $F = m\,a$. In diesem Gesetz sind enthalten die Begriffe Beschleunigung, Kraft und Masse. Für den Begriff Beschleunigung gelten ähnliche Überlegungen wie für den Begriff Geschwindigkeit, sie ist genügend klar bestimmt. Dagegen weiß man von der Kraft nur, daß sie die Ursache einer Beschleunigung ist, und von der Masse sagt man, sie sei eine Art Trägheitswiderstand. Man benutzt also wesentliche Aussagen des Gesetzes, um Größen zu definieren, die in ihm vorkommen. Wir haben hier eine höchst eigenartige Situation vor uns und sollten uns wundern, daß der Schüler durch dieses Gesetz nicht verwirrt wird. Oft wird die Kraft als Ursache einer Deformation bestimmt, also unabhängig vom Newtonschen Kraftgesetz. Diese Definition ist wohl für die Schule von Vorteil, weil man doch die Kräfte mit Federwaagen zu messen pflegt. Meßtechnisch hat aber diese Definition auch ihre Nachteile, die Deformationen sind vom Zustand der Materie abhängig und können kaum allgemein als Norm festgelegt werden.

Der Begriff Kraft ist auch sonst sehr belastet: Man spricht von Wasserkraft, Kraftwerken usw. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß noch Helmholtz von der Erhaltung der Kraft sprach und die Erhaltung der Energie meinte.

Aus dem Experiment geht übrigens nur hervor, daß $F \sim m\,a$ ist; die Gleichheit wird bekanntlich durch die Wahl der Maßeinheiten erzwungen. Das ist logisch nichts Besonderes, bereitet aber erfahrungsgemäß dem Schüler zusätzliche Schwierigkeiten.

Ich gehe nicht auf das Problem der schweren und trägen Masse ein, weil diese Frage in jedem Aufsatz über Relativitätstheorie deutlich genug diskutiert wird und deshalb allgemein bekannt sein dürfte.

Dagegen scheint es mir noch wichtig, einiges über die Maxwellschen Gesetze zu sagen. Wie Sie wissen, beschreiben die Maxwellschen Gesetze die Phänomene der Elektrodynamik in einer unerhört zwingenden und befriedigenden Weise. Sie bestehen aus zwei Gruppen, den in den Feldstärken homogenen und den inhomogenen Gleichungen. Keines dieser Gesetze ist experimentell direkt beweisbar. Es gibt eine mathematische Ableitung, wenn man die Ausdrücke für die Energiedichten als gegeben

betrachtet. Pauli war der Meinung, daß eine solche Ableitung neben der Sache vorbeigehe, da die Ausdrücke für die Energiedichten noch weniger einleuchten als die Maxwellschen Gleichungen, weil jene die Feldstärken quadratisch enthalten. Danach ist man eben gezwungen, die Maxwellschen Gesetze als Postulate zu betrachten; erst ihre Folgerungen sind experimentell prüfbar. Sie sind nicht mehr so einleuchtend wie das Newtonsche Kraftgesetz. Will man sie in der Schule einführen, so benötigen sie eine sorgfältige Vorbereitung des Feldbegriffes; wenn man dabei die Faradayschen Feldlinienvorstellungen benutzt, sind die Gesetze aber dem Mittelschüler zugänglich.

An einem kleinen Beispiel möchte ich zeigen, wie man auch in einem anspruchsvollen Unterricht immer wieder Vorstellungen prägt, die gegen formulierte Gesetze verstoßen. Falls man ein Netz an eine Spule angeschlossen hat, die mit einem veränderlichen Induktionsfluß verkettet ist, kann man streng genommen nicht von einer Klemmenspannung sprechen, weil ja kein Potential existiert. Trotzdem tut man so, als ob die *induzierte Spannung* nur in der Spule erzeugt würde, und setzt die Klemmenspannung zusammen aus der Ohmschen Spannung und der induzierten Spannung. Oft spricht man sogar von Potentialdifferenz! Diese Vereinfachung und Verbiegung der Begriffe ist nur deshalb möglich, weil sowohl durch die Art der Spulenwicklung wie auch durch die Art der Messung der Klemmenspannung der Fehler klein ist. Man folgt nicht der logischen Entwicklung, sondern weicht davon ab, um mit einfachern Vorstellungen zum Ziel zu kommen. Das Ziel ist aber nicht nur das numerische Resultat, sondern doch auch das Verständnis für die Zusammenhänge!

Zum Schluß noch ein hübsches Beispiel zu einer allgemeinen Definition. Was ist eine *Schwingung?* Offensichtlich ein periodischer Vorgang, so steht es fast überall. Diese Erklärung ist nur für die ungedämpften Schwingungen richtig und paßt für die meisten Schwingungen, die im täglichen Leben vorkommen, nicht. Der Begriff der Schwingung erhält seine feste und gültige Form eben erst durch die mathematische Struktur und ihre sinngemäßen Verallgemeinerungen. Damit verblaßt die wörtliche Definition, sie macht einer Platz, die nicht mehr mit einem einfachen Satz umschrieben werden kann, die vielmehr durch die experimentelle Erfahrung und die mathematische Form genährt wird.

4. W. Lohr (Bern). – *Die Abhängigkeit der psychologischen Begriffsbildung von der Forschungsmethode.*

Die Psychologie hat sich zum Ziel gesetzt, das Verhalten von Mensch und Tier zu erklären. In der Praxis des Alltags sollten die Diagnosen von Situationen einzelner Menschen und von ganzen Gruppen also auf *Erklärungen* beruhen, damit die Prognose oder sogar die technische Manipulation des Verhaltens, wie bei therapeutischen oder psychagogischen Maß-

nahmen, aber ebenso beim sozialen *engineering*, aus der Erkenntnis der betreffenden Situation und nicht aus der blinden Regelmäßigkeit des Vorkommens eines Ereignisses erfolgen.

Erklärt wird mit Hilfe von Begriffen. In den empirischen Wissenschaften bestehen sie aus Zeichen und aus Regeln der Verbindungen zwischen ihnen. Dadurch, daß die Zeichen und Verbindungsregeln auf einen genau umgrenzten Ausschnitt der Wirklichkeit bezogen sind, werden sie zu Gesetzen und schließlich zu Theorien. Wenn man von den Begriffen einer empirischen Wissenschaft spricht, handelt man gleichzeitig vom Typus ihrer Gesetze.

Die Geschichte der empirischen Wissenschaften, und insbesondere der Psychologie, hat gezeigt, daß die richtigen und falschen Erklärungen unlösbar mit dem verbunden sind, was vom Forscher als wirklich angesehen wird. Es gab eine Zeit, da wurde das Denken auf das Vorstellen und das Vorstellen auf die Wahrnehmung zurückgeführt. Oft war auch nur das wirklich, was einem Sinnesrezeptor korrespondierte, wie zum Beispiel elektromagnetische Wellen einer bestimmten Bandbreite oder wie die transversalen Luftschwingungen der Frequenzen von zirka 20–20000. Heute steht man in der Psychologie auf dem Standpunkt, daß die ganze Vielfalt der Erscheinungen, so wie sie gegeben sind, ernst zu nehmen ist, ohne daß man sich durch einen falschen Reduktionismus von ihr zu befreien sucht. Dieser Standpunkt schließt selbstverständlich nicht aus, daß die Erklärungen über die Erscheinungswelt hinausgehen, wie die Einbeziehung der Gedächtnisfunktion, das Lernen und im Augenblick nicht in Erscheinung tretende affektive Anteile von Entscheidungen in konkreten Situationen beweisen.

Die Erscheinungswelt ist gegliedert in Zusammengehöriges und Getrenntes. Die Fundamentalkategorie ist die Abstufung der Dinge und ihrer Eigenschaften nach einer vieldimensionalen Ähnlichkeit.

In der anschaulich gegebenen Welt findet man weiter die Fundamentalkategorie des Verursachungszusammenhangs. Eine Kugel bewegt im Moment des Auftreffens eine ruhende Kugel von der Stelle.

Mit diesen beiden Kategorien finden wir uns ohne und vor aller Wissenschaft in unserer Welt zurecht. Gleichzeitig aber beginnt jede empirische Wissenschaft bei diesen unmittelbaren Gegebenheiten. Die ersten Schritte sind Deskription und Klassifikation.

Faßt man Objekte, Eigenschaften, Zustände oder Ereignisse nach ihrer phänomenalen Ähnlichkeit zusammen, dann bedient man sich des Verfahrens der klassischen Logik des *Aristoteles*. Die benutzten Verfahren sind: «Definition, Vergleich und Unterscheidung, Analyse, Abstraktion, Verallgemeinerung, Bildung von Klassenbegriffen, Subsumtion, Urteilsbildung, das Ziehen unmittelbarer Folgerungen und die Bildung von Syllogismen» (zit. nach *Wertheimer*, 1957, S. 7)[1]. Das den verschiedenen Objekten Gemeinsame wird unter Ausscheidung der nicht gemeinsamen, variablen Merkmale begrifflich zu einem *abstraktiven Phänotypus* zusammengefaßt. Oft haben diese Begriffe dynamische Eigen-

schaften, wie zum Beispiel der Trieb, das Es, der Instinkt, der soziale Konflikt. Das Verfahren ist gegenüber den strukturalen Bedingungen des Phänomens oder ganzer Phänomenkomplexe blind. Die Gefahr, daß strukturell Zusammengehörendes auseinandergerissen wird, ist unvermeidlich. Für die strenge Durchführung der aristotelischen Begriffsbildung ist die Subsumtion des Einzelfalls bei gleichzeitiger Abstraktion von «unwesentlichen» – hier, aber nicht dort vorhandenen – Merkmalen unter Herauslösung aus dem scheinbar nicht mitbestimmenden Gesamtzusammenhang kennzeichnend. Das dynamische Moment, «nach oben» oder «nach unten» zu streben, «ruhend» oder «bewegt zu sein», bleibt undifferenziert als Entelechie dem «abstrakten Ding» inhärent. Es bleibt unabhängig von der Gesamtsituation und den abstrahierten «Zufälligkeiten». Das als Einheit Aufgefaßte wird zur Pseudoeinheit und muß *in vito* im Zusammenspiel mit anderen derart entstandenen Einheiten zu Widersprüchen mit dem führen, was in der Wirklichkeit tatsächlich eintritt. Dynamische Merkmale von solchen Begriffen müßten streng genommen darum auch stets und auf die gleiche Weise wirksam sein. Zum Beispiel müssen ein Trieb, ein Instinkt, der Geiz oder die Hingabe immer vorhanden sein. Wenn sie nicht in Erscheinung treten, werden sie durch etwas anderes von außen her unterdrückt. Die widersprechenden Ergebnisse und die Abweichung von Theorien, die sich im Ausgang von den phänotypischen Klassifizierungen in der Psychologie und insbesondere in der Persönlichkeitstheorie ergeben, legen die Vermutung nahe, daß die bedingenden Faktoren häufig nicht mit den phänomenal aufdringlichen Momenten des Untersuchungsgegenstandes konform gehen. Es muß also nach Mitteln und Wegen gesucht werden, die es erlauben, die zugrunde liegenden Bedingungen und Zusammenhänge ausfindig zu machen. Das führt zu einem Wandel in der Methode. Man variiert die beobachteten Sachverhalte systematisch mit den Mitteln der induktiven, der konditional-genetischen Methode und sieht zu, auf welche Weise die zu beobachtenden Sachverhalte kovariieren. Jeder Kombination von Bedingungen entspricht ein bestimmter Zustand oder Ablauf. Die Bedingungen sind das Konditionale. Durch die Variation entstehen – genetisch-operational – die verschiedenen Zustände eines und desselben *Genotyps*. Die Phänotypen der Sachverhalte können sehr verschieden, sogar entgegengesetzt aussehen. Frustration kann Aggression oder Überfreundlichkeit nach sich ziehen, je nach dem, wie die konstituierenden Bedingungen zusammenspielen (*Lewin*, 1963)[2]. Der Forscher ist nicht so sehr an den verschiedenen Zuständen als solchen interessiert als viel mehr daran, welcher Typus von Abhängigkeiten dafür verantwortlich ist, daß sie in Erscheinung treten. Das konditional-genetische Verfahren ist eine Methode des Herangehens an den Gegenstand. Sobald die Variationen eines Sachverhaltes als ein Typus erkannt werden, setzt erst die eigentliche, begriffliche Bewältigung mit Hilfe von theoretischen Konstruktionen ein. Es wird gefragt, nach welcher logischen Regel die verschiedenen Momente am Ereignis miteinander verbunden sind. Zum Beispiel ist

in der Psychologie die Größe der Deformation einer visuellen Wahrnehmungsdimension, wie die Länge oder die Breite einer Figur (der exemplarische Fall sind die geometrisch-optischen Täuschungen), gleich der Differenz der beiden Ausdehnungen der wahrgenommenen Figur multipliziert mit der kleineren der beiden Größen und dividiert durch *S*, der Größe des Vergleichfeldes, das durch die beiden Ausdehnungen bestimmt ist. Dieser Ausdruck ist mit der Anzahl der Einzelvergleiche (den *rencontres*) der beiden Ausdehnungen der Figur zu multiplizieren und durch die maximale Länge der Gesamtfigur zu dividieren (*Piaget*, 1961)[3]. Diese Formel gilt für alle Adäquat- und Täuschungswahrnehmungen.

Die induktiven Begriffskonstruktionen, in denen die Wirklichkeit geistig bewältigt wird, sind aufs engste mit der Überprüfung dessen, was wirkt, verbunden. Die Begriffe müssen als Operationseinheiten eindeutige Dimensionen haben, die ihrerseits wiederum in eindeutigen Bezügen zu Dimensionen anderer Begriffe stehen, um schlüssige Erklärungen und Voraussagen für Zustände und Ereignisse zu liefern. Es handelt sich damit um das Vorgehen, mit dem experimentelle Wissenschaften in genügend fortgeschrittenem Stadium auf Grund der Relationen, die zwischen den Prozessen bestehen, ihre Begriffe festlegen. Das sind Gesetze in der strengen Bedeutung des Wortes (*Lewin*, 1927)[4].

Das Verfahren der Begriffsbildung in der induktiven Wissenschaft stützt sich auf «empirische Beobachtung, sorgfältiges Sammeln von Tatsachen, empirisches Studium der Probleme, die Einführung experimenteller Methoden, die Feststellung der Korrelationen zwischen Tatsachen, die Entwicklung von Entscheidungsversuchen» (zit. nach *Wertheimer*, 1957, S. 9)[1].

In Übereinstimmung mit *Cassirer* (1910)[5] kommt *Lewin* (1931)[6] bei der Frage nach der Begriffsbildung in der Psychologie zu dem Schluß, daß die aristotelische Form der Begriffsbildung, obwohl auch heute noch weithin in Psychologie und Soziologie angewandt, für die Erklärung des Einzelfalls aus zwingenden Gesetzen untauglich ist.

Die Wissenschaften beginnen zunächst mit der Klassifizierung der sie interessierenden Phänomene nach ihrer anschaulichen Ähnlichkeit. Obwohl dieser Schritt am Anfang üblich ist, beginnt der Holzweg aber in dem Augenblick, da die Phänomene während der Deskription in die Begriffe der Klassenlogik überführt werden und ein «Eigenleben» gewinnen. Stehendes und Bewegtes, oder Leichtes, Nach-oben-Strebendes, und Schweres, Nach-unten-Fallendes wird entgegengesetzten Klassen mit ihrer Eigendynamik eingeordnet. Normales wird in Psychiatrie und Psychologie vom Pathologischen, die statischen, traditionsgebundenen, naturvolklichen Gesellschaften werden in der Soziologie von der dynamischen Industriegesellschaft, Schönes in der Ästhetik vom Häßlichen und Gutes in den normativen Wissenschaften vom Bösen getrennt.

Bezeichnend ist beispielsweise, daß die sorgfältige Aufgliederung einer äußerlich homogenen Gruppe, wie die Hausfrauen, nach einer ganzen Reihe von phänotypischen, sozialen Merkmalen, wie alt oder jung,

katholisch oder evangelisch, Hochschul-, Mittelschul- oder Volksschulbildung, mit Kindern oder kinderlos usw., für keine ihrer auf dem Weg der Faktorenanalyse gefundenen Grundeinstellungen zu den verschiedenen Rundfunkprogrammen entscheidend ist. Die Einstellungen und Grundhaltungen der Hausfrauen verlaufen quer durch die phänotypischen Klassifizierungen (*Graefe*, 1958)[7]. Es zeigt sich damit, daß die Hausfrauen keine natürliche soziologische Einheit, sondern nur eine nach äußeren Merkmalen gebildete Klasse sind.

In praxi wird der abstrakte Begriff fälschlich meist als ein gegebenes Ding aufgefaßt, dessen inhärente Dynamik nach Selbstverwirklichung strebt. Weil das dynamische Moment dem Gegenstand wesensmäßig zukommt und nicht aus den Bedingungen eines konkreten Zusammenhangs entsteht, muß es gleichzeitig Ursache und Ziel sein. Die Erklärungen haben teleologischen Charakter. Der Forscher, der sich dieses Vorgehens bedient, endet in Erklärungen, die im Wesen des Gegenstandes, in seinen Vermögen (wie Denk-, Intelligenz-, Willensvermögen) und in Zirkelschlüssen gründen.

In der psychologischen Trieblehre setzt der Trieb die Handlung in Gang, und die Erfüllung des Triebbedürfnisses ist das Ziel der Handlung. «Der psychische Apparat» *Freuds* (1938)[8] ist ein abstraktives Begriffssystem mit dynamischen Eigenschaften der genannten Art. Eine beliebig herausgegriffene Textstelle lautet: «Wir nennen diesen Zustand den absoluten primären Narzißmus. Er hält so lange an, bis das Ich beginnt, die Vorstellungen von Objekten mit Libido zu besetzen, narzißtische Libido in Objektlibido umzusetzen» (S. 13), und weiter: «Wir begründen das Recht, die aggressiven Regungen unter der Libido anzuführen, auf die Auffassung, daß der Sadismus eine Triebmischung von rein libidinösen mit rein destruktiven Strebungen ist, eine Mischung, die von da an nicht aufhören wird.» (S. 17, Zitate nach der Fischer-Ausgabe von 1954.) *Skinner* (1956)[9] kritisiert dieses Verfahren samt seinen Erklärungen als vorwissenschaftlich und bezweifelt, ob jede Wissenschaft bei einiger Besinnung auf die methodologische Grundlage von empirischen Erklärungen diese Phase durchlaufen müsse.

In analoger Konstruktion ist die soziale Rolle, beziehungsweise der Status, Ursache für ein bestimmtes Verhalten, aber dieses bestimmte Verhalten ist auch Erfüllung der zu spielenden Rolle. Der Mensch handelt in der konkreten Situation in seiner individuellen Welt. Zusätzlich und darüber hinaus soll sein Verhalten aus der abgeleiteten und abstrahierten «zweiten Wirklichkeit» der Rolle des Geschlechts, des Alters, des Berufs usw. mit ihren qualitativ verschiedenen dynamischen Eigenschaften abgeleitet werden.

Durch die Abstraktion und die Herauslösung aus dem Zusammenhang wird das Gesetz zwangsläufig zum Häufigwiederkehrenden und zum Regelmäßigen abgeschwächt. Widerspricht ein Einzelfall dem Gesetz, so werden äußere, die Verwirklichung störende Momente angenommen. Durch die abstrahierende Form der Begriffsbildung ist der Einzelfall

weder erklärungsbedürftig noch erklärungsfähig. Aussagen werden nur über Klassen von Gebilden gemacht. Nachdem man der konkreten Wirklichkeit entrückt ist, sind die auf der Ebene der Abstraktion gemachten Aussagen konsequenterweise für den Einzelfall nicht mehr bindend. Damit ist die bis heute unbeantwortete Frage aufgeworfen, ob und inwieweit ein strenger Gesetzesbegriff an die Sozialwissenschaften herangetragen werden kann (*Lewin*, 1927; 1931) [4, 6].

Die epochalen Taten *Galileis*, *Keplers*, *Newtons* und anderer Naturforscher bestanden darin, daß sie auf der Ebene der Erkenntnis miteinander verbanden, was phänomenal getrennt erschien. Sie bewiesen mit Hilfe der Induktion, daß das Verhalten bewegter und ruhender Körper in ihrer Entstehungsweise konditional-genetisch identisch ist. Dabei kann es sich um so verschiedene Dinge, wie ruhende Steine, oder um Erde und Sonne, um die Bahnen der Planeten, um den freien Fall, oder um die Körper auf schiefer Ebene und um die Pendelbewegung handeln. Genotypisch sind sie gleich. Sie werden nach denselben Gesetzen begriffen. Diese Begriffsbildung hat nicht die Klassifizierung, sondern die planmäßige Variation einer konkreten Einzelsituation zum Ausgang. Durch dieses Vorgehen werden die Bereiche von Phänomenen, die genotypisch identisch sind, samt ihren Dimensionen und den Modi ihres zwingenden Miteinanderverbundenseins allmählich erkennbar. Inwieweit Abweichungen vom Gesetz zufälliger Natur sind, das heißt auf raum-zeitlichen Störmomenten der Rahmenbedingungen beruhen oder auf unkontrollierten systematischen Bedingungen, welche eine Revision der Gesetze erfordern, kann nie von vorneherein, sondern stets nur durch kontrollierte Abänderung der Bedingungen gesichert werden.

Bei der Aufstellung von Funktionsbegriffen geht man vorzüglich nicht von Dichotomien, sondern von graduierten Abstufungen aus, so daß scheinbar unverbundene Extreme ineinander überführt werden. Die Wahrnehmungspsychologie ist darin konsequent, daß sie phänomenal Verschiedenes, Figuren und Täuschungsfiguren, aus den gleichen dynamischen Grundbedingungen zu erklären sucht (*Piaget*, 1961)[3]. Das ist der Grund, warum *Lewin* (1963)[2] in der Handlungs- und Affektpsychologie nicht von einem abstraktiven Begriff der Frustration, der Aggression, der Gruppe und des sozio-kulturellen Wandels ausgeht. Die Forschungspraxis hat nämlich gezeigt, daß ein abstrahierendes Vorgehen zu scheinbaren Widersprüchen in den Resultaten führt. Mit seinem Vorgehen gelingt es zu zeigen, warum unter den Verhältnissen der Diktatur einmal Aggression und das anderemal Apathie entsteht. Die Unterschiede sind durch den Typ des Führers und den Grad des Wirgefühls der Gruppe bedingt. Im Fall der Apathie wirken die Bedingungen derart zusammen, daß trotz hoher Spannung in der Gruppe nur wenig Aggression und augenscheinliche Ruhe an der Oberfläche zu beobachten sind. Nicht das Wesen einer aus der Struktur herausgelösten und von ihr unabhängigen Dynamik, die in sich bereits in ihrer Einheit und Einmaligkeit völlig bestimmt ist, bildet den Ausgang der Erklärung, sondern der dynamische

Aspekt wird begriffen – sei es die erscheinende Ruhe oder die erscheinende Bewegung – als das Zueinander von notwendig so und nicht anders verbundenen Faktoren in ihrem konkreten Eingebundensein in die betreffende Umgebung. Es handelt sich um Konstruktionen von Funktionsbegriffen, in denen die Dimensionen eindeutig und möglichst mathematisch formuliert sind. Das garantiert den Aufstieg in das Allgemeine, aber auf ganz andere Art Abstrakte als zuvor, wobei jederzeit der Rückweg in den exemplarischen Fall zwanglos offen steht.

Nach *Cassirer* (1910)[5] läuft das unterschiedliche Vorgehen schließlich einerseits auf eine Ordnung der Welt in Begriffshierarchien als ein vollständiges System wissenschaftlicher Definitionen substantieller Kräfte hinaus, welche die Wirklichkeit beherrschen, und anderseits auf die Darstellung der Wirklichkeit durch Funktionsbegriffe, in denen die konkreten Zustände und Prozesse als ein Zueinander von Relationen aufgefaßt werden. Das konditional-genetische Verfahren ist für die manipulierbare Beherrschung der Welt und für die Vorhersage von Ereignissen brauchbarer.

Relationsbegriffe eines axiomatischen Systems sind auf eine bestimmte Mannigfaltigkeit der Erscheinungswelt bezogen, die sie erklären. Dadurch werden sie zu *Gesetzen*. Die konditional-genetische Fassung von Zuständen und Prozessen in der Form von: wenn *a*, dann *b*, legt den Irrtum nahe, daß ein Gesetz um so besser fundiert sei, je häufiger und je regelmäßiger ein Ereignis eintritt. Hier liegt der Angelpunkt für die falsche Behauptung, daß es sich bei den induktiven Gesetzen um blinde, kausale Gesetze handle (*Jaspers*, 1923)[10]. Der wesentliche Sinn einer solchen Aussage liegt jedoch in folgendem: «... die Ereignisse *a* und *b* sind notwendig (logisch, von uns hinzugefügt) unselbständige Momente eines einheitlichen Geschehens. Die mathematische Formel gibt dabei die quantitativen Verhältnisse des Geschehens an» (*Lewin*, 1927, S. 407)[4]. Damit ist gesagt, «daß es sich beim Gesetz im wesentlichen gar nicht um eine Beziehung zwischen einer „Ursache" und einer „Folge" im Sinne zeitlicher verschiedener Ereignisse handelt, sondern daß gewisse charakteristische Momente eines Geschehenstypus untereinander in funktionaler Abhängigkeit stehen» (*Lewin*, 1927, S. 407)[4]. Das genetische Verfahren, das Induzieren von Bedingungen, beziehungsweise die Beobachtungshaltung, die dem Induzieren gleichkommt wie in der Astronomie, der Biologie, der Soziologie und hier der Psychologie, ist deshalb so wichtig, «... weil das Ermitteln der wirklichen „Einheiten" des Geschehensablaufs eine Voraussetzung für das Aufstellen von Gesetzen psychischer Prozesse bildet» (*Lewin*, 1927, S. 405)[4].

Ganz kurz sei vermerkt, daß in dieser Form der Begriffsbildung nur die logischen Relationen der vorausgesetzten Axiomatik eingehen. Die Kausalität als *die* Ursache und *die* Wirkung sind kein Teil des Funktionsbegriffs, der einen Sachverhalt erklärt, wie das weithin in der Psychologie noch geglaubt wird.

Die Forderung der Aufstellung von derartigen Gesetzen läßt unmittelbar deutlich werden, daß es sich nicht um unverbundene, disparate,

empiristische Gesetze handelt, die niemals in eine umfassende *Theorie* einzumünden vermögen, sondern um die Theoreme eines in sich logisch konsistenten Systems. *Koch* (1941)[11] würdigte ausführlich, daß *Lewin* der erste Psychologe war, der genau wie die Physik methodisch nach dem logischen Positivismus verfuhr: Die Fülle der Beobachtungsdaten wird in zwei Schritten einem System von Postulaten zugeordnet. Die Postulate können bereits in Form einer bestimmten Mathematik oder Logik vorliegen oder dazu eigens frei erfunden werden (*Einstein*, 1934)[12]. Ihre einzigen Bedingungen sind Vollständigkeit, Unabhängigkeit und Widerspruchsfreiheit. In dem Augenblick, da die logisch frei erfundenen Postulate mit ihren explizierbaren Regeln des Schlußfolgerns (Theoreme) durch koordinierende Definitionen (zweiter Schritt der Theorienbildung) den Beobachtungsdaten eindeutig, das heißt logisch isomorph beziehungsweise strukturidentisch zugeordnet sind, ist das Formalsystem interpretiert; zum Beispiel als die *Euklid*sche Geometrie durch *Newton* auf die Mechanik, die *Riemann*sche Geometrie durch *Einstein* auf die Raum-Zeit-Koordinaten der bewegten Körper, die Topologie und die Vektormathematik durch *Lewin* auf das Verhalten angewandt wurde. Durch die Zuordnung eines Formalsystems zu den systematischen Beobachtungen sind die empirischen Konstrukta, die man auch als Erklärungsbegriffe bezeichnen kann, aufgestellt. Das System bekommt Bedeutung für die Erklärung der Wirklichkeit. Den Übergang vom interpretierten Formalsystem der Postulate zu den direkten Beobachtungen liefern die operationalen Definitionen (erster Schritt der Theorienbildung). Das sind die Bedingungen, unter denen die beobachteten «Symptome» auftreten, die das Gesetz rechtfertigen. Die Psychologie ist bis heute nur ganz allmählich und in begrenzten Bereichen über die rein operationale Form der Gesetzesformulierung hinausgekommen. Die empirischen Gesetze in der Psychologie beruhen oft auf *Ad-hoc*-Theoremen, die als Postulate vorangestellt und bei Widerspruch readaptiert werden. Das führt zu qualitativen Funktionen und Ableitungen, von denen nicht erwiesen ist, ob sie eine konsistente Theorie aus logischen Voraussetzungen abgeben können. *Lewin* (1936)[13] bezieht die empirischen Daten des Lebensraums eines Menschen, so wie der Mensch ihn sieht, in einem expliziten Schritt auf das Formalsystem der Topologie. Dadurch findet er die Struktur des Lebensraums. Im hodologischen Raum – dem Raum der Wege in einer Situation – versucht er, über die Topologie hinausgehend, ein neues Formalsystem zu entwickeln, das bei Bekanntheit der Kräfte, das sind die Bedürfnisintensitäten mit den ihnen korrespondierenden Aufforderungscharakteren der aktuellen Ziele im Lebensraum, das Verhalten (= Lokomotion) des Menschen im Raum erklären soll (*Lewin*, 1938)[14]. Mit ihm sollten die besonderen Schwierigkeiten der Psychologie überwunden werden, die darin bestehen, daß die psychologischen Räume, in denen das Verhalten abläuft und die Kräfte, welche die Richtung des Verhaltens bestimmen, metrisch meist nicht bestimmbar sind.

Durch die Anwendung von Formalsystemen auf die Beobachtungsdaten klassifiziert sich sein Vorgehen als voll entwickelte empirische Begriffs- und Theorienbildung.

Seit *Lewins* erstem und unvollendetem Versuch mehren sich in der Psychologie die Entwicklungen von Theorien nach dem Muster des logischen Positivismus. So gelang es beispielsweise *Estes* (1950, 1954)[15,16], *Estes* und *Burke* (1953)[17], desgleichen *Mosteller* und *Bush* (1951, 1955)[18,19], durch die Einführung wahrscheinlichkeitstheoretischer Postulate eine Theorie des Lernens zu entwickeln, die bislang unverbundene oder *ad hoc* verbundene, verschiedene Aspekte des Lernens mit Hilfe der Theoreme nahtlos aneinanderzufügen.

Die Anwendung der Nutzentheorie (*Adams*, 1960)[20] auf die subjektiven Wahlentscheidungen (mit Risiko des Ausgangs) ließ eine Theorie entstehen, die später vielleicht praktische Bedeutung gewinnt für die Taktik von Mitgliedern einer oder mehrerer Gruppen, die in bezug auf bestimmte Ziele gleich- oder verschieden gerichtete Interessen haben. Sie könnten unter Umständen auch für eine zutreffende Erklärung des Kaufverhaltens oder für das Lenken eines Fahrzeugs im Straßenverkehr brauchbar sein.

Im deutschen Sprachraum ging *Witte* (1960, 1960)[21,22], unabhängig von dem Horizont, den die Theorien eröffnen, die auf Wahrscheinlichkeitstheorie und Kombinatorik beruhen, einen eigenen Weg. Mit Hilfe des Quali-Quoten-Systems von *Pasqual* stellte er eine Theorie der Genese und der Struktur eindimensionaler Bezugssysteme auf, die einerseits als Beitrag zur Theorie des Messens gewertet werden kann und die andererseits bei Einführung einer Konstante für den Symmetriegrad der betreffenden Wahrnehmungsmannigfaltigkeit eine Voraussage für das Bestehen und die Größe von axial- und konzentrisch symmetrischen Täuschungsfiguren erlaubt.

Eine umfassende Theorie der zweidimensionalen, figuralen Wahrnehmung entwickelt *Piaget* (1961)[3]. Seit mehr als hundert Jahren versuchte man die geometrisch-optischen Täuschungen vergeblich in Zusammenhang mit den Adäquatwahrnehmungen zu erklären. Er fand das eingangs erwähnte Gesetz, dem sich alle Wahrnehmungen in bezug auf ihre erlebten Größenverhältnisse fügen. Die Erklärung wird durch eine auf der Mengenlehre beruhende Theorie geleistet, die sich auf das Zusammenspiel der Wahrnehmungselemente und den Mikrobewegungen des Auges oder eines analogen Vorgangs während der Wahrnehmung aufbaut.

Die Sozialwissenschaften setzen gegenwärtig in zunehmendem Maße die mathematische Statistik ein. Sie wird in der überwältigenden Zahl der Fälle nicht für eine echte Konstruktionsbildung ins Spiel gebracht wie im obigen Fall der Lerntheorie, sondern unter Zugrundelegung von phänotypischen Merkmalen nur zum Prüfen der Überzufälligkeit und der Zusammengehörigkeit von Ereignissen benutzt. Durch solche Feststellungen werden die wissenschaftlichen Probleme weder gelöst noch die Erklärungsbegriffe konstruiert. Vielmehr besteht die Gefahr, daß im Aus-

gang von Durchschnitten der Ereignisse die Aufdeckung konditional-genetischer Zusammenhänge verwischt oder unmöglich gemacht wird, weil die Möglichkeit, den Zusammenhang in geordneten Reihen von Werten mehrerer Beobachtungsaspekte zu sehen, in den Hintergrund tritt. Das verstellt den Zugang zu einem Verständnis aus einer logischen Notwendigkeit des Geschehens im Rahmen galileischer Begriffskonstruktionen.

Zu beobachten ist nun, daß sich die induktive Begriffsbildung nicht völlig von allen klassenlogischen Merkmalen befreit, wie man das mit *Lewin* meinen könnte, denn alle Zustände oder Ereignisse, die einem Gesetz gehorchen, sind unter den Begriff, in dem sich das Gesetz semantisch-syntaktisch darstellt, zu subsumieren. Die kritische Einstellung gegenüber der aristotelischen Begriffsbildung läuft nicht auf ihre Negation hinaus, sondern darauf, daß man sich gegenüber den phänotypischen Klassifizierungen reserviert verhält, um in der experimentellen Variation der ursprünglichen Phänomenordnungen über den Weg einer Reihe von Approximationen zum genetischen Begriff zu gelangen. Die Faktorenanalyse ist ein technisches Verfahren, das diesen Übergang deutlich demonstriert. Sie geht oft von phänotypischen Klassifizierungen aus, um über den Weg ihrer Korrelationen in den Faktoren zu den Dimensionen zu gelangen, die der Struktur des Geschehens in ihrem Ablauf zugrunde liegen. *Meili* (1946)[23] geht in seinen faktorenanalytischen Untersuchungen über die Intelligenz und die Denkpsychologie ganz bewußt diesen Weg.

Es ist bemerkenswert, daß in den genetischen Theorienbildungen, gleichgültig, ob sie sich auf den Gegenstand der Physik oder der Psychologie beziehen, stets von der Notwendigkeit eines Geschehens aus der Logik der Sache heraus die Rede ist. Nur noch ganz selten wird auf unbestimmte Weise von *Kausalität* im hergebrachten Sinne gesprochen. Die Kausalität wird im Lebensalltag gewöhnlich als das Verursachende unmittelbar «begriffen». Sie ist eine «Erklärung», die ihren Grund in der Plausibilität hat. Die Tasse zerbrach, weil sie auf den harten Boden fiel; er wurde böse, weil man ihn beleidigt hatte; die Minderheitengruppe zettelte einen Aufstand an, weil ihr die privilegierte Gruppe den Zugang zu Wohlstand, gleicher Bildung und höheren Ämtern versagte (soziale Kausalität). Dieser Sachverhalt wird in der Psychologie als phänomenale Kausalität bezeichnet (*Michotte*, 1962)[24]. Bei der Analyse ihres Zustandekommens wird kein Rückgriff auf frühere und wiederholte Erfahrung gemacht, sondern auf das anschauliche Auseinanderhervorgehen in seinem wahrnehmungsautochthonen Bestand wird abgehoben. Erfahrung und Wiederholung ist damit nur sehr häufig verschwistert, so daß die zweiseitige Determiniertheit des beobachteten Ereignisses nicht immer gleich sichtbar wird. Viele empiristische Gesetze der Psychologie und der Soziologie haben diese Form oder die Form der Erfahrungshäufung, verbunden mit einer anschaulichen Wirkungsgradation. Der Gradation der Ursache (unabhängige Variable) folgt eine Gradation der Wirkung (abhängige Variable) von dem grundsätzlichen Typus $y = f(x)$.

Es soll nicht behauptet werden, daß derartige Feststellungen wertlos seien; aber diese Formalisierungen durch Kurvenanpassungen sollten nicht als Erklärungen angesprochen werden. Sie sind formalisierte Beschreibungen. Die Hineinnahme der Kausalität in den Sachverhalt bringt uns wieder in die Gefahr des aristotelischen Vorgehens bei der Bildung von Erklärungen. *Lewin* hat diesen Unterschied in den Begriffen stets klar gesehen. Er spricht in diesem Fall nicht von den Konstrukta seiner Feldtheorie, sondern von einem Phasenraum, der noch der Überführung in die Theorie bedarf. Verursachung als Erklärungsbegriff gehört in das Alltagsdenken, das weitgehend an die unmittelbare Anschauung gebunden ist. Eine entwickelte Wissenschaft kann, nachdem sie den Begriff des Wesens (Substanz) in ihren Manifestationen, wie die Seele, die Vermögen (Denken, Fühlen, Wollen), die Gesellschaft, die Gruppe, den sozialen Wandel usw., mit Erfolg ausgeschieden hat, auch diesen letzten, verkappten ontologischen Rest über Bord werfen. Sie kann sich ausschließlich mit der logischen Stimmigkeit des Formalsystems und seiner Brauchbarkeit für den Forschungsgegenstand befassen, den der Forscher in systematischer Beobachtung erkenntnismäßig zu durchdringen versucht (*Albert*, 1962)[25].

Literaturverzeichnis

[1] *Wertheimer M.:* Produktives Denken. (Titel der amerik. Originalausgabe: Productive thinking.) 1957.

[2] *Lewin K.:* Feldtheorie in den Sozialwissenschaften. (Ursp. Fieldtheory in Social Science, 1952.) Huber, Bern und Stuttgart 1963.

[3] *Piaget J.:* Les mécanismes perceptifs. Modèles probabilistes. Presses Universitaires de France, 1961.

[4] *Lewin K.:* Gesetz und Experiment in der Psychologie. Symposion 1, 375–421, 1927.

[5] *Cassirer E.:* Substanzbegriff und Funktionsbegriff: Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik. Berlin, B. Cassirer, 1910.

[6] *Lewin K.:* Der Übergang von der Aristotelischen zur Galileischen Denkweise in Biologie und Psychologie. Erkenntnis 1, 421–466, 1931.

[7] *Graefe O.:* Strukturen der Rundfunkprogrammauswahl bei Hausfrauen. Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung, Münster-Westfalen 1958.

[8] *Freud S.:* Abriß der Psychoanalyse. 1938.

[9] *Skinner B. F.:* Critique of psychoanalytical concepts and theories. In: Minnesota studies in the philosophy of science and the concepts of psychology and psychoanalysis. Hrsg. *Feigl H.*, *Scriven M.* Univ. Minnesota Press, Minnesota 1956.

[10] *Jaspers K.:* Allgemeine Psychopathologie, 2. Aufl., 1923.

[11] *Koch S.:* The motivation concept. Psychological Review 48, 15–38 und 127–154, 1941.

[12] *Einstein A.:* Zur Methode der theoretischen Physik. In: Mein Weltbild. Querido-Verlag, Amsterdam 1934.

[13] *Lewin K.:* Principles of topological psychology. XV und 231 S., McGraw-Hill, New York and London 1936.

[14] *Lewin K.:* The conceptual representation and the measurement of psychological forces. 247 S., Contr. Psychol. Theory, Vol. 1, Nr. 4. Durham (N. Carolina), Duke Univ. Press, 1938.

[15] *Estes W. K.:* Towards a statistical theory of learning. Psychol. Rev. 57, 94–107, 1950.

[16] *Estes W. K.:* Models for learning theory. In Committee on Human Resources, Research and Development Board, Department of Defense Symposion on psychology and learning basic military training problems. Washington, D. C., HR-HTD 201/1, 1954.
[17] *Estes W. K., Burke C. J.:* A theory of stimulus variability in learning. Psychol. Rev. 60, 276–286, 1953.
[18] *Mosteller F., Bush R. R.:* A mathematical model for simple learning. Psychol. Rev. 58, 313–323, 1951.
[19] *Mosteller F., Bush R. R.:* Stochastic models for learning. New York, Wiley, 1955.
[20] *Adams E. W.:* Servey of Bernoullian Utility theory. In: *Solomon H.:* Mathematical thinking in the measurement of behavior. The Free Press of Glencoe, Illinois 1960.
[21] *Witte W.:* Struktur, Dynamik und Genese von Bezugsystemen. Psychol. Beiträge 4, 218–251, 1960.
[22] *Witte W.:* Experimentelle Untersuchungen zur Wahrnehmungsdynamik. Psychol. Beiträge 5, 456–468, 1960.
[23] *Meili R.:* L'analyse de l'intelligence. Arch. de Psychol. 31, 1–64, 1946.
[24] *Michotte A.* et collaborateurs: Causalité, permanence et Réalité phénoménales. Etudes de psychologie expérimentales, Louvain 1962.
[25] *Albert H.:* Probleme der Wissenschaftslehre. In: *König R., Maus H.* (Hrsg.): Handbuch der empirischen Sozialforschung, Bd. I, 1962.

5. E. WALTER (Zürich). – *Definitionen in den Sozialwissenschaften.*

Die wichtigsten Überlegungen dieses Vortrages sind einer Reihe von Kapiteln entnommen, die vom Vortragenden für die zweite Auflage des Werkes «Automation», das von ihm gemeinsam mit Prof. Fred. Pollock herausgegeben wird, in den einleitenden Kapiteln, vor allem im Kapitel «Können Elektronenrechner denken?», sowie in einer Studie «Klassifikation der Soziologie» formuliert wurden.

Alphabetisches Namenregister der Autoren
Liste alphabétique des auteurs
Indice alfabetico degli autori

	Seite
Ackerknecht E.H.	153, 162
Amstutz G.C.	100
Anner G.	94
Antonini J.Fr.	67
Aufdermaur A.	81
Bachofen R.	103
Baehni Ch.	102
Bakken J.F.	68
Baldinger E.	68
Balmer H.	149
Baltensperger W.	66
Baltensweiler W.	121
Baltzer F.	154, 162
Balzer R.	66
Barbey P.	68
Becherer A.	105
Behringer K.	66
Bener Paul	75
Benoit W.	67
Bernhard H.	159
Bersier J.-D.	102
Bharucha D.	66
Bider M.	71
Bieri H.	65
Bieri R.	66, 68
Bilger H.	68
Bill H.	66
Bocquet G.	102
Bohlmann F.	91
Bösch R.	66
Brosi R.	66
Bucher E.	66
Büchi E.C.	127
Buchs A.	100
Buess H.	149
Busch G.	66, 67
Buttet J.	67
Cadisch J.	96
Cerutti P.	94
Chatelain A.	67
Chessex R.	100, 101
Cornaz P.	66
Corti Ulrich A.	131
Costopanagiotis A.	91
Czaja W.	68
Dahn H.	94
Delaloye M.	100
Dietiker Max	131
Dreiding A.S.	94
Ducloz Ch.	100
Dütsch H.U.	89
Elbel A.	100
Emch G.	68
Erdös P.	67
Eugster C.H.	91
Eugster H.	96
Farkas F.	91
Fischer T.	66
Flach Emil	78
Florin R.	167
Fornerod R.-C.	67
Frey Eduard	106
Gams H.	105
Gasche E.	98
Geneux E.	68
Gensler G.	81
Ghaliounghi Y.	95
Ghez R.	67
Gibbs W.R.	68
Giovannini E.	91
Gloor Pierre-André	124, 125
Gmünder L.	94
Gold H.	94
Gränicher H.	67
Grize J.-B.	163
Grüebler W.	68
Gutmann J.	68
Haefelfinger H.R.	121
Haerdi W.	94
Hauschteck E.	120
Heiniger F.	66
Hess R.	68
Heusler K.	94

	Seite
Hintzsche E.	151, 162
Hofman R.	67
Huber P.	68
Hulliger F.	67
Hümbelin R.	95
In der Gand H.R.	84
Isler O.	92, 93
Jeger O.	91
Jobst W.	66
Joyet G.	66
Kalvoda J.	94
Karagounis K.	98
Katz M.	67
Kaufmann Hélène	128
Kellerhals P.	98
Kesselring P.	67
Koller Erwin A.	140
Kopp J.	98
Krummenacher D.	100
Kündig-Steiner W.	156
Lang J.	66
Lehmann C.	91
Lerch P.	95
Lewandowski Z.	68
Lichtenthaeler Charles	149
List R.	81
Lobsiger G.	160
Lohr W.	175
Lunke C.	68
Madjid A.H.	67
Mani N.	150
Martin Ed.	94
Matsunaga Y.	67
Matzinger Hch.	65
Mayer H.	92, 93
Medwenitsch W.	98
Meier W.	94
Menoud C.	66
Menth A.	67
Meyer V.	68
Moldovanova M.	67
Moll H.	94
Monnier D.	94, 95
Mooser E.	67
Mörikofer W.	69
Muff E.	67
Müllener E.R.	150
Müller J.	66
Müller-Schneider P.	105
Müller R.	66
Nadig Ad.	114
Nagarajan K.	94
Natterer B.	67
Nicolet M.A.	66
Nievergelt B.	109
Nigg W.	159
Nussbaum C.	68
Oeschger H.	81
Piccard S.	63, 64
Piuz F.	67
Piron C.	68
Plattner R.	68
Pruvot-Fol A.	120
de Quervain F.	100
de Quervain M.	81, 84
Racine J.	66
Ramirez J.-Cl.	95
de Römer H.	99
Rosales J.	91
Röthlisberger Paul	151
Rottenberg M.	91
Rüegg R.	92, 93
Rutishauser A.	105
Rutsch W.	66, 68
Rybach L.	99, 101
Rytz A.	68
Salgo R.	68
Scarpellini B.	65
Schade H.	67
Schaffner K.	91
Schätzle E.	91
Schilt H.	171
Schloeth Robert	112
Schneider F.	116
Schnitter M.	110
Schudel P.	92, 93
Schüepp O.	102
Schwabe Erich	157
Schwyzer R.	91
Secrétan B.	67
Sieber P.	91
Somm A.	98
Sunier J.W.	68
Sutter J.	65
Staub H.	68
Staub J.	68
Staub R.	98
Steinemann M.	138
Strässler S.	66
Strauss F.	118
Studer R.O.	92
Thürkauf M.	91

	Seite
Utzinger E.	66
Vuagnat M.	96, 100
Vuilleumier Cl.	95
Waldner F.	67
Walter E.	186
Wartenweiler J.	138
Wehrli H.	91
Welten M.	107
Wenk E.	96
Wettstein A.	94, 138
Wierzejewski Hugo	73
Winkler E.	159
Winkler H.	68
Wyler H.	94
Wyss Oscar A.M.	140
Yasargil Günay M.	140
Yuan S.	67
Zamboni F.	68
Zangger C.	68
Zingg Theodor	88
Zwahlen B.	65