

Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 35 (1938-1940)

Vereinsnachrichten: Procès-verbaux des séances 1939 - 1940

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: 28.01.2026

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

Procès-verbaux des séances

1939 — 1940

Séance du 16 novembre 1939.

Présidence de M. le prof. P. Girardin.

Compte-rendu annuel du président, voir page 69.

Séance du 30 novembre 1939.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

Paul Lazarus, Professor : *Zur Entstehung und Verhütung der Krebskrankheit.*

Das Schicksal der Krebskranken entscheidet der Augenblick, in welchem sie in sachgemäße Behandlung kommen. Wieviele Krebskranke könnten durch Bestrahlung oder Operation gerettet werden — im *ersten* Beginn ihres Leidens! Sie sterben an der Tragik der zu späten Erfassung. Deswegen ist gegenwärtig das wichtigste praktische Problem im Kampf gegen diese, die Kulturmenschheit bedrohende Volkskrankheit: die *Früherkennung* und *Frühbehandlung*. Zur Verhütung der Krebsleiden und ihrer Vorstadien ist die alljährliche, präventive, hygienische Revision der Gesunden wie ihrer Lebens- und Arbeitsbedingungen unentbehrlich.

Die persönliche und allgemeine moderne Hygiene, das gehobene Lebensniveau, die zielbewusste Bekämpfung der Säuglings- und Kinderkrankheiten wie der Volksseuchen, insbes. der Tuberkulose, haben die Gesamtsterblichkeit in den letzten 100 Jahren um mehr als 2/3 gesenkt. Dem entspricht die Steigerung der mittleren Lebenserwartung. In der Schweiz hat der Neugeborene (1929/32) eine mittlere Lebenserwartung von 59,25 Jahren (Knabe)

bezw. von 63,05 Jahren (Mädchen) gegenüber 40,6 bzw. 43,2 Jahren im Lustrum 1876/80. Leider drohen der Kulturmenscheit infolge der fortschreitenden Aufalterung neue biologische Gefahren, zumal Kriege die Blüte der europäischen Jugend dezimieren und die fortschreitende Geburtenbeschränkung weitere Millionen jugendlichen Nachwuchses entzieht. Parallel der Verschmälerung der Jugendbasis und der Verbreiterung der reiferen Altersschichten geht eine Zunahme der *Abbaukrankheiten*, in erster Linie des Krebsleidens. Im Jahre 1938 starben in der Schweiz 48 576 Personen, davon 7691 an Geschwülsten, das bedeutet: von 100 Todesfällen entfallen ca 16% auf Geschwülste. Sie forderten mehr Opfer als die Tuberkulose (3450) und sämtliche Infektionskrankheiten (2479) zusammengenommen. Schätzungsweise erliegen auf dem Erdball jährlich etwa $2\frac{1}{2}$ Millionen Menschen dem Krebsleiden; die Zahl der noch lebenden Krebskranken ist weit höher, als die amtlichen Sterbezahlen kundtun. Zahlreiche Krebsfälle werden nicht diagnostiziert und sind unter anderer Flagge eingereiht. Jüngste Statistiken der über 20 jährigen Sezierten lehren, dass fast jeder 5. ein Krebsleiden aufwies.

Der Krebs ist nicht lediglich eine «*Alterskrankheit*», er kommt auch in jüngeren Jahren, besonders im Alter der vollen Lebensreife vor. Erschütternd ist die Tatsache, dass etwa die Hälfte aller Krebstodesfälle bei Frauen im Alter von 30-49 Jahren auf Brust- und Uteruskrebse entfallen. Nicht minder katastrophal ist die Zahl der vorzeitig an Krebs hinweggerafften Männer, die die Anwartschaft hatten, Kulturführer der Menschheit zu werden. Gerade bei dem heutigen Stande der Wissenschaft, Kultur und Technik, die eine jahrzehntelange Vorarbeit zur Beherrschung der Materie erfordern, und gerade als Kompensation für den ungenügenden Nachschub an Jugend muss das Streben der modernen Heilkunst bedacht sein *auf die Erhaltung der Schaffenskraft bis an die natürlichen Grenzen des Lebens*.

Zur Erreichung dieses Ziels gehört in erster Linie die Bekämpfung der Alterskrankheiten, insbesondere des Krebsleidens. Dies ist im Bereich der Möglichkeit, denn der Krebs ist weder direkt vererbbar noch kontagiös, er ist auch keine unvermeidbare und im Frühstadium keine unheilbare Krankheit mehr. In diesem ersten, örtlich umschriebenen, meist noch schmerzfreien Stadium kann

die Röntgen- und Radiumtherapie fast alle Haut- und Lippenkrebs, mehr als $\frac{1}{3}$ aller Mundhöhlen- und Kehlkopfkrebs, etwa die Hälfte aller Gebärmutterkrebs und in Verbindung mit der *Chirurgie* ebensoviel Brustkrebs heilen. Auf dem Gebiete der Magen- und Darmkrebs wachsen die Erfolge der operativen Kunst mit der fortschreitenden Entwicklung der Frühdiagnostik.

Wenn auch die neuere experimentelle und klinische Forschung noch keine entscheidende Lösung des Krebsproblems gebracht hat, so hat sie doch für zahlreiche Krebsformen eine Reihe von sie auslösenden Faktoren aufgedeckt. So wären fast mit Sicherheit zu vermeiden *die professionellen Krebs*, die durch häufig wiederholte oder langdauernde schwache Gewebsreize ausgelöst werden.

Als Beispiel für die lange Entwicklungsdauer des Reizkrebses diene der bereits 1775 von Percival Pott beschriebene *Russ-Krebs*. Damals wurden fünfjährige Kinder « climbing boys » zum Reinigen der offenen Kamine verwendet. Sie erkrankten an chronischen Hautentzündungen, an « soot warts », die schliesslich nach etwa 20-30 jähriger Latenz zu richtigen Krebsgeschwüren führten. Durch das Kinderschutzgesetz wurde der Beginn der Kaminreinigungsarbeit erst mit vollendetem 16 Lebensjahre erlaubt. Nun erkrankten die Chimney-sweaper unter den gleichen Erscheinungen und nach der gleichen Latenzzeit, also zwischen dem 35. und 45. Jahre an Russ-Krebs. Dank den neuen russischen Kaminen und dank der Reinigung mit Besenkugeln wie der besseren persönlichen Sauberkeit ist der Kaminfegerkrebs so gut wie verschwunden.

Als neueres Beispiel für die Tatsache, dass der Berufskrebs nur die letzte Etappe eines vieljährigen Prozesses darstellt, diene der « *Röntgenkrebs* ». Tausende von Kranken verdanken heute der sachgemässen, intensiven Röntgen-Tiefentherapie ihr Leben, ohne dass es bei ihnen zu einer Strahlenschädigung gekommen ist. Anders steht es bei den aus der ersten Zeit der Röntgenaera stammenden Schädigungen. In Unkenntnis der biologischen Wirkung dieser unsichtbaren Strahlen setzten sich Forscher, Aerzte und Hilfspersonal jahrelang und wiederholt ungeschützt den damaligen primitiven Apparaten aus. Nach einer Latenz von 4 bis 20 Jahren stellten sich Hautwucherungen, schlecht heilende Geschwüre und schliesslich richtige Hautkrebs ein, denen bis jetzt über 200 Personen von 35-50 Jahren zum Opfer gefallen sind. Heute ist dank den gesetz-

lich vorgeschriebenen *Schutzeinrichtungen* (Filter, Bleiwände, Blei-glasschirm, Röhren- und Körperschutz, Arbeitszeitbeschränkung) der Strahlenkrebs so gut wie unmöglich gemacht.

Diese Beobachtungen lehren, dass der Berufskrebs sich auf einem primär normalen Boden entwickeln kann. Den ersten Akt bilden schädliche und wiederholte *schwache* Reize, die durch ihre oft *jahrelange Summation* das Gewebe dauernd schädigen. Sie stören den Blut-Lymphgefäß- und Drüsenapparat; es entwickeln sich infolge geweblicher Abwehrschwäche schlecht heilende Wucherungen und Geschwüre. *Der Stoffwechsel* in dem so geschädigten Gewebe leidet, es stellt sich im Gewebe Sauerstoffmangel ein, die anaerobe Spaltung des Zuckers in Milchsäure steigert sich, ohne dass diese wie im Normalgewebe zurückverwandelt wird. Diesem abnorm gesteigerten *Gärungsstoffwechsel* passt sich die betreffende Zelle an. Sie tritt aus dem normalen Gefüge des Muttergewebes heraus und nimmt unter dem Einflusse der bis aufs zehnfache der Norm und darüber erhöhten Milchsäureproduktion, und dies auch bei Sauerstoffmangel, einen anarchischen Charakter an. An diese degenerative, neoplastische Reaktion schliesst sich die Umformung in eine voll ausgebildete Krebszelle, die im Gegensatz zu den Normalzellen die cancerolytische Fähigkeit verloren hat. Losgelöst von dem die Gewebstrophik regulierenden Einflusse des Nervensystems, durchwuchert sie die Umgebung, durchwächst die benachbarten Lymph- und Blutgefäße, dringt in die umgebenden Drüsen ein, wird schliesslich in die fernsten Organe verschleppt (Metastasen) und schädigt den gesamten Organismus durch Produktion von Toxinen.

Der Vorgang excessiven Wachstums hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der künstlichen Befruchtung. Die experimentelle Biologie lehrt, dass die krebsbildenden Reize, mögen sie chemischer, thermischer, mechanischer, aktinischer Natur sein, eine Eizelle (z. B. des Seeigels) zur fortschreitenden Zellteilung entwickeln können. Hier handelt es sich um einen einmaligen Reizanstoss. Der Krebsbildung aber gehen ständig wiederholte *Dauerreizungen* voran, die im Laufe von Jahren fortdauernde Regenerationsprozesse anfachen, bis schliesslich die im Zellkern lokalisierten Erbanlagen derart umgeformt werden, dass eine neue Zellrasse, eine künstliche Mutation — die Krebszelle — entsteht. Neuere strahlengenetische Versuche an *Drosophila melanogaster*

haben den mutationsauslösenden Einfluss der verschiedensten Strahlen von $254 \text{ m } \mu$ (*Uv*) bis zu Röntgen- und Radiumstrahlen dargetan.

Die der Entstehung dieser Krebse vorangehende *jahrelange Reizexposition* erklärt die Tatsache, dass der Krebs häufiger erst im reiferen Alter auftritt, in welchem die im hormonalen wie retikulo-endothelialen System (Leber, Milz, Knochenmark, Bindegewebe) verankerten Schutz- und Abwehrfunktionen des Organismus zu erlahmen beginnen, — sehen wir doch auch in der übrigen Pathologie, dass der jugendliche Organismus auf Reizschädigungen mit einer *akuten Entzündung*, diesem grossen biologischen Heilmittel der Natur reagiert, während der alternde Organismus diese Reaktion nicht oder nur ungenügend aufbringt. Es handelt sich hierbei nicht um einen spezifischen Krebsreiz, sondern alle Energien schwacher Intensität können nach Reizsummation krebserzeugend wirken. Selbst *das Sonnenlicht* kann bei den Witterungsschäden sehr ausgesetzten Berufen (Farmer, Seeleute, Landleute) ein vorzeitiges Altern der Haut bewirken. Der ultraviolette, chemische Teil des Lichtes, der bei richtiger Dosierung das antirachitische Vitamin D in der Haut erzeugt, produziert in stärkerer Konzentration durch Überstimulation das giftige *Toxisterin*, das eventuell zu chronischen Hautentzündungen, zu verhornenden Zellwucherungen führt, die schliesslich nach Jahrzehntelanger Latenz in Hautkrebs ausarten können. Nach ähnlichen Grundsätzen wie beim Röntgenlicht können auch hier einfache Mittel (Abhaltung des konzentrierten Sonnenlichtes durch gelbe oder rote Schleier, Blendschirme, Einfetten und Pflege der Haut, sorgfältige Behandlung der Hauterkrankungen) den Krebs verhüten.

Nur bei einem Bruchteil der von Reizschäden betroffenen Menschen kommt es zur Krebsentwicklung und zwar bei einer *angeborenen, konstitutionellen oder einer erworbenen Krebsbereitschaft*. Eine angeborene Krebsbereitschaft liegt z. B. bei dem Xeroderma pigmentosum, einer sehr seltenen Hautkrankheit vor, die bei Kindern blutsverwandter Eltern vorkommen kann. Hier können bereits die unterschwellige Reize des gewöhnlichen Tageslichtes an den ihm ausgesetzten Körperteilen frühzeitig zu nicht heilenden Geschwüren und warzenartigen Gebilden führen, die in Krebs übergehen und meist vor dem Schulalter tödlich enden. Nebst dem

Verbot der Verwandtenehen kämen hier dauernde, sorgfältige Lichtschutzmassnahmen für die exponierten Körperstellen in Frage.

Der Kampf gegen das Krebsleiden gilt ferner jenen Faktoren, welche *die Widerstandskraft des Organismus* gegen carzinogene Reize überhaupt schwächen, z. B. *chronischen Vergiftungen* mit Alkohol, Tabak (Lippenkrebs der Pfeifenraucher), Arsen, insbesondere aber ist es die oft viele Jahre vorangegangene *Syphilis*, die sich in 10% aller Krebsfälle nachweisen lässt. Beim *Zungenkrebs* speziell lässt sich sogar in 60-80% der Fälle eine syphilitische Infektion nachweisen, besonders, wenn sich hierzu noch Tabakmissbrauch gesellt. So lehrt die Ursachenforschung bei dem Mundhöhlenkrebs die Richtung der *Krebsverhütung*:

Kampf gegen Geschlechtskrankheiten und Tabakmissbrauch, Assanierung der Mundhöhle, rechtzeitige Entfernung der weisslichen Plaques (Leukoplakien) insbesondere bei ehemaligen Syphilitikern, sorgfältige Behandlung der Syphilis, allgemeine Kräftigung, Vermeidung von Überernährung, Fernhaltung von extremen Reizen, wie dies z. B. das Betelkauen bildet; auf letzteres ist der bei den Hindus häufige *Mundhöhlenkrebs* zurückzuführen. Nicht weniger als 1207 Mundhöhlenkrebsen wurden in Südinien unter insgesamt 1700 Krebsfällen beschrieben.

Die bei Männern viel häufigere *Trias : Syphilis, Missbrauch von Tabak und konzentriertem Alkohol* erklärt die bei ihnen häufigere Lokalisation der Krebse an den Eingangswegen. In den Jahren 1901-1920 starben in der Schweiz 263 Männer gegen 61 Frauen an *Lippenkrebs* und 988 Männer gegen 80 Frauen an *Zungenkrebs*. Beim männlichen Geschlecht ist auch der Kehlkopfkrebs etwa 7 mal so häufig, wie beim weiblichen (2324 : 332), *der Speiseröhrenkrebs* etwa 6 mal so häufig (7257: 1245). Der Blasen- und Lungenkrebs ist etwa dreimal so häufig beim männlichen Geschlecht. Im Gegensatze zu der relativen Häufigkeit dieser Männerkrebsen steht der fast ausschliesslich beim weiblichen Geschlecht vorkommende *Brustkrebs* (5492: 28) im gleichen Zeitraum (1901-1920). Auch hier lassen sich die Pioniere dieses Leidens nicht selten verhüten. Wie oft führt ein hartnäckiges Ekzem an der Brustwarze, eine gutartige Geschwulst, eine chronische Entzündung der Brust, wie sie nicht selten bei ledigen Frauen, die nicht gestillt haben, auf-

treten, zur Krebsentwicklung. Der *Gallenblasenkrebs* ist beim weiblichen Geschlecht dreimal so häufig entsprechend den bei ihm häufiger vorkommenden Gallensteinleiden und chronischen Entzündungen; mit deren Verhütung und sorgfältigen Behandlung wird sich auch die Häufigkeit des Gallenblasenkrebses einengen lassen. Der früher in der Schweiz so häufige *Schildrüsenkrebs* hat seit der systematischen Kropfbekämpfung nachweisbar erheblich abgenommen, einer Folge der Jodvollsatzprophylaxe wie der operativen Kropfentfernung. Es entfielen auf ihn von der Gesamtzahl der Krebstoten 1901/10 : 3,2%, 1920 : 0,9%.

Der *Gebärmutterkrebs* (6673 Fälle 1901/20 s. ob.) entwickelt sich häufig auf dem Boden chronisch entzündlicher Reizzungen im Anschlusse an wiederholte Geburtsverletzungen, unbehandelte chronische Katarrhe, Pessardruckerrosionen, Polypen, Leukoplakien. Das erste Signal, unregelmässige Blutungen jenseits der vierziger Jahre, wird so oft nicht beachtet.

All die genannten Krebse, bei denen langdauernde Schädigungen das Leiden auslösen, sind mit den modernen Untersuchungsmethoden unschwer frühzeitig erkennbar und daher kurativ rechtzeitig erfassbar.

Die auslösenden Faktoren des Krebses sind bei den *unteren Klassen* häufiger; da sie die schmerzlosen Vorstadien nicht beachten, betrifft sie der Krebstod relativ öfter. Diese Übersterblichkeit der Armen gegenüber den Wohlhabenden gerade bei den leicht erkennbaren Krebsen geht aus einer englischen Statistik hervor, die die Krebssterblichkeit, nach 5 sozialen Klassen geordnet, verzeichnet. Bei 100 000 Männern im Alter von über 45 Jahren stellte sich das Verhältnis der Krebstodesfälle zwischen der obersten Klasse und der niedersten Klasse in den Jahren 1921-23 wie folgt:

Es starben an Krebsen der Haut 6 : 20; der Lippen 1 : 10; der Zunge 14 : 41; der Kiefer 4 : 18; des Mundes (Rachen-Mandel) 12 : 28; des Kehlkopfes 13 : 19; der Speiseröhre 14 : 28; des Magens 66 : 117.

Ebenso ist die Übersterblichkeit an *Gebärmutterkrebs* bei den unteren Klassen unzweifelhaft.

Wie im Beruf der Menschen auch deren gesundheitliches Schicksal liegt, beweist gleichfalls eine englische Berufs-Sterbe-statistik. 1921-23 betrugen die Standardsterbeziffern für Krebs

bei den Geistlichen 68, bei den Ärzten 102, bei den Tabakarbeitern 159, bei den Zinn- und Kupferminenarbeitern 179, bei den Bierbrauern 180, bei den Baumwollspinnern 212, bei den Kellnern und Kellerwirten 230 bzw. 231. Im Speziellen sind die einzelnen Berufsarten je nach der Einwirkungsstelle der canzerogenen Stoffe verschiedenen Lokalisationen des Krebses exponiert. *Dem Hautkrebs* sind ausgesetzt die Arbeiter in folgenden Betrieben: Brikett, Koks, Leuchtgas, Erdöl, mineralisches Schmieröl, Pech, Teer, ungereinigtes Paraffin, Tonschieferöl, Dachpappe, Korkstaub, Hochöfen (Heizer), Baumwollspinner (Jennymaschine), ferner in Arsenhütten, Schafwäschereien, Kupferschmelzer, Zinngießer, Röntgen und Radium (Zifferblattmaler), Farmer, Seeleute, Fischer, besonders in heißen Gegenden (Nil). Jahrelang gehen der krebsigen Entartung hartnäckige Ekzeme, borkige Wucherungen, schlecht heilende Geschwüre, Pigmentwarzen, Fisteln und leicht aufbrechende Narben voran.

Auch *experimentell* gelang es am Kaninchenohr durch wiederholtes Pinseln mit *Steinkohlenteer*, insbesondere mit dem aus ihm gewonnenen Benzpyren, nach einer Latenzzeit von 3-6 Monaten typische Plattenepithelkrebse der Haut zu erzeugen. Neuere Untersuchungen lehren, dass auch der menschliche Organismus Produzent carzinogener Stoffe ist; es handelt sich um Sterine, Gallensäuren, Sexualhormone, die in ihrem Bau dem aus dem Teerpech isolierten krebsbildenden Phenanthren nahestehen. So ist es experimentell bei männlichen Mäusen durch Einspritzung von Eierstockshormon (Follikulin) gelungen, Brustkrebs zu erzeugen (Lacassagne). Darauf begründete man bei Brustkrebsrezidiven klimakterischer Frauen die Kastrationsbestrahlung.

Der *Kangrikrebs*, den sich die Bewohner von Kashmir durch das Tragen von mit glimmendem Kieferholz gefüllten Körben (Kangri) auf der Bauchhaut zuziehen, beruht auf der Kombination chronischer Verbrennung und Teerwirkung. Nicht weniger als 842 Kangrikrebse wurden in 20 Jahren in Kashmir im Missionsspital operiert.

Alle diese Schäden sind unschwer vermeidbar. Ebenso verhüttbar sind chronische Verätzungen mit anorganischen Säuren und Laugen, sowie langdauernde Arsenanwendungen besonders bei

Psoriatikern, deren Haut durch wiederholte Röntgenbestrahlungen verwundbarer geworden ist.

Besonders tragisch ist der bei den Arbeitern in *den Schneeberger Bergwerken* (Arsen, Kobalt, Nickel, Schwefel, Wismut, Radon) endemische *Lungenkrebs*. Die Arbeit in diesen Gruben begann meist mit 16 Jahren. Nach einer 15-20 jährigen Arbeit trat der Lungenkrebs auf, der gewöhnlich in den vierziger Jahren zum Tode führte. Etwa 75% aller Krebstodesfälle bei den Schneeberger Bergarbeitern erfolgten an Lungenkrebs. Die Grube wurde daher in letzter Zeit geschlossen.

Der Lungenkrebs ist in einer fortschreitenden und unzweifelhaften Zunahme begriffen. Aus Sektionsstatistiken geht hervor, dass er in den letzten 25 Jahren von etwa 4,34% aller Krebsfälle auf 13% gestiegen ist. Das Arbeiten in Teerstrassenstaub, in Automobilgaragen (Kohlenoxyd-Limousinenkrankheit!), in Metallschleifstaub und Rauchbetrieben — auch der Tabakrauch enthält Teerderivate —, ferner Kampfgasvergiftungen wurden dafür verantwortlich gemacht. Die Assanierung der Luft ist nicht minder wichtig, als die des Wassers.

Der Blasenkrebs bei den Arbeitern in Anilinfabriken wird auf Einatmung der Farbstoffe und Ausscheidung in die Blase zurückgeführt. In Basel starben am Krebs der Blase — nach einer durchschnittlichen Latenzzeit von 15 Jahren — 33 mal so viel Anilinarbeiter als von der gesammten männlichen Bevölkerung Basels.

Bei den Anilinarbeitern und Tuchfärbern sind daher regelmässige, gesundheitliche Überwachungen, Arbeitswechsel, sowie Blasenuntersuchungen erforderlich. Bei Nachweis von Katarrhen, Papillomen, Polypen, Steinen ist sofortiges Aufhören der Farbstoffarbeit angezeigt. Der Blasenkrebs tritt ferner häufig bei den Nilfischern und Ackerbauern in Ägypten auf, bei denen sich *Bilharzia Parasiteneier* in der Blase ansiedeln.

Der Speiseröhren- und Magenkrebs betrifft nicht selten Personen, die sich durch den Genuss heisser Speisen und Getränke sowie hochkonzentrierter, insbesondere heisser Alkoholika Schleimhautverbrennungen zuziehen. Der Magenkrebs der Köchinnen (Kosten heisser und zu stark gewürzter Speisen) wie der Speiseröhrenkrebs bei den Chinesen, fast durchwegs Männern, wird auf

das bei ihnen häufige Hinunterschlingen von kochend heissem Reis zurückgeführt. Der Magen ist eine Hauptangriffsfläche für mechanische, thermische und chemische Reize. Oft gehen dem Magenkrebs ein chronischer Katarrh, ein chronisches Magengeschwür, Polypen oder Narben voran. Auffallend ist, dass zur Zeit der Mangelernährung während des Krieges ein Rückgang der Magenkrebsfrequenz beobachtet wurde.

Im Speziellen könnte man *die Richtlinien zur Krebsverhütung und Krebsbekämpfung in folgende 10 Gebote zusammenfassen:*

I. Verantwortungsvolle Individualhygiene.

Der Einzelne ist nicht nur Gestalter seines persönlichen und seiner Familie Schicksal. Er hat auch als Teil der Gesamtheit die soziale Pflicht, seine Schaffenskraft durch Befolgung hygienischer Gebote bis an die äussersten Daseinsgrenzen möglichst intakt zu halten, um nicht vorzeitig seiner Familie und der Allgemeinheit zur Last zu fallen. Es genügt hierbei nicht, die allgemeinen hygienischen Grundsätze inbezug auf die Stärkung seiner Konstitution, auf sachgemäße Ernährung insb. Mässigkeit, sorgfältige Hautpflege, höchste Reinlichkeit, Zufuhr von frischer Luft, Licht, Sonne, Sport usw. zu befolgen. Zur Erhaltung seiner Widerstandskraft gehört speziell gegen die Krebsgefahr die möglichste Verhütung von karzinogenen Erkrankungen insb. der Syphilis sowie des Missbrauches von Alkohol und Tabak. Auch sollten Personen aus beiderseits stark mit Krebs der *gleichen* Lokalisation belasteten Familien miteinander nicht die Ehe eingehen. Die Makrobiotik wäre ein Danaergeschenk, wenn sie nicht gleichzeitig Eubiotik wäre.

II. Von Kindheit an geüble Verhütung von schädigenden dauern- den oder oft wiederholten Reizen (Umwelthygiene). Vorsorge ist die beste Fürsorge.

III. Industriehygiene :

Grösstmögliche Ausschaltung von karzinogenen, chemischen, thermischen, aktinischen und mechanischen Reizen.

Allgemeine Hygienisierung der Arbeitsbetriebe. Es sind zuverlässige Sicherheitsvorschriften bei gefährdenden Betrieben erforderlich. Schutz vor Staub, giftigen Gasen, überstarker Besonnung.

Luftfilter, Ventilatoren, Respiratoren, Exhaustoren, Säureschutz und von giftigen Stoffen gereinigte Arbeiskleidung, eigene Wasch- und Baderäume, eigene Speiseräume, Mechanisierung der Fabrikationsmethodik, regelmässiger Arbeitswechsel aus geschlossenen in Freilufräume, zeitliche Begrenzung der Arbeit usw.

IV. *Sozialhygiene* :

Generelle Überwachung der Gewerbebetriebe einschl. der Winkelbetriebe und der Hausindustrie. Regelmässige Gesundheitsuntersuchung durch Versicherungsärzte. Ärztliche Meldepflicht.

V. Unermüdlich wiederholte persönliche Information durch Familienärzte, wie *allgemeine Aufklärung durch Hygieniker*.

Die Schuld an dem furchtbaren Schicksal der Krebskranken liegt teils in der Natur des Leidens, das sich infolge des Einflusse des Nervensystems entzogenen und daher schrankenlosen Wachstums ohne Schmerz — den sonst alarmierenden, hier so trügerischen « Wächter der Gesundheit » — allmählich einschleicht, teils an mangelnder Selbstbeobachtung und an Gleichgiltigkeit. Vom ersten Wetterleuchten des Vorstadiums bis zum Ausbruche des Krebses vergehen oft kostbare Jahre, in welchen man noch im guten Allgemeinzustande befindliche Menschen aus der Gefahrzone retten könnte. Sind doch eine grosse Anzahl von Krebsen dank den modernen diagnostischen und therapeutischen Methoden bereits im Frühstadium erfassbar. Die Propaganda könnte nicht nur im Zeichen der Krebsbekämpfung gehalten werden, sondern zugleich im Sinne einer *allgemeinen Volksgesundung speziell als « Entallerungsprophylaxe »*.

VI. *Spezielle kurative Prophylaxe der Vorläufer*

der Präcanzerosen durch sorgfältigste Behandlung aller hierzu disponierten Krankheiten von Jugend an, damit sie nicht ins chronische Stadium des « Dauerreizes » geraten.

VII. *Frühzeitige radikale Behebung aller puncta minoris resistentiae,*

die neoplastische Auslösungsfaktoren werden könnten. Hierher zählen chronische Geschwüre, Gewebswucherungen, Leukopla-

kien, Papillome, wachsende Warzen, gutartige Geschwülste, ganz besonders wenn sie Reizschädigungen ausgesetzt sind.

VIII. Unverzügliche Ausrottung der Anfangskrebsen
durch Operation, Elektrokoagulation, Radium, Röntgen.

Vermehrung der hierfür mit besten Kräften und modernen Apparaten ausgestatteten Institute. Keinerlei *problematische* Vorkuren!

Speziell die Krebstherapie ist reich an unbegrenzten Behauptungen. Der Wunsch ist hierbei der Vater therapeutischer Phantasien und Illusionen. Jede therapeutische Verzögerung ist eine *Gefahr!*

IX. Nachgehende Fürsorge bei den Operierten oder Bestrahlten, teils um sie einer längeren, die Widerstandskraft des Organismus erhöhenden Nachkur zu unterziehen, teils um durch eine regelmässige Beobachtung Rückfälle rechtzeitig zu erfassen und sie einer Wiederholung der Behandlung zu überweisen.

X. Die periodische Gesundheitsuntersuchung.

Alle bisher angewandten Volksaufklärungen durch Ärzte und Schwestern, durch Filme und Rundfunk, durch Vorträge, Wanderausstellungen, Pressemerkblätter usw. haben nur einen teilweisen Erfolg gehabt. Notwendig ist eine Organisation, wie sie sich bei der Bekämpfung von Volkskrankheiten bewährt hat: *die periodische Gesundheitsuntersuchung verbunden mit hygienischer Revision und Assanierung der Lebensweise*. Bei wievielen Menschen, die sich für gesund hielten, wurde bei einer zufälligen Durchuntersuchung z. B. bei der militärischen Musterung, vor der Aufnahme in eine Kranken- oder Lebensversicherung, bei einer Reihenuntersuchung für eine Schule (Schulzahnarzt!) oder einen Sportverein, oder bei einer wegen eines Unfalls oder zur Entbindung erfolgten Aufnahme in eine Heilanstalt eine ernste Krankheitsdisposition oder bereits ein ernstes Leiden oder aber eine gesundheitsschädigende Arbeits- und Lebensweise entdeckt.

Von ahnungslosen Kranken könnten noch viele rechtzeitig einer Heilung zugeführt werden. Noch notwendiger als die z. B. bereits üblich gewordene Zahnschau ist eine alljährlich planmässige Durchuntersuchung der lebenswichtigen Organe bei Gesunden,

wenigstens vom 40. Jahre ab, dem Beginn der Abbauvorgänge im Organismus. Diese Gesundheitsführung könnte der Arzt der Familie, des Betriebes, der Versicherung und insbesondere des Krankenhauses vornehmen; passieren doch alljährlich etwa 10% der Bevölkerung die Krankenhäuser. In diesen ohnehin mit diagnostischen Mitteln ausgestatteten Anstalten wäre der natürliche Platz für die Einrichtung von *Praeventorien*, die so zu *wirksamen Organen der hygienischen Volkserziehung, der Volksgesundung und einer allgemeinen Assanierung werden könnten*. Selbstredend sollte das *Praeventorium* allen Unbemittelten unentgeltlich zur Verfügung stehen; ist doch gerade bei ihnen die Gesundheit ihr einziges Gut — wie überhaupt das höchste Besitztum der Menschheit der aktive Mensch selbst ist.

Die alljährige *praeventive Untersuchung* der Gesunden ist das beste Organisationsmittel im Kampfe gegen das tragische «zu spät!», dem Millionen nicht nur krebskranke Menschen zum Opfer fallen. So ist der hygienischen Erziehungsarbeit der Metropolitan Life Insurance Comp. in New-York zu verdanken, dass die Versicherten, die von dem Vorrecht, sich im Life Extension-Institute beraten zu lassen, seit 10 Jahren Gebrauch machten, eine um 18% geringere Sterblichkeit aufweisen, als die der besten Kontrollgruppen.

Aus den angeführten Tatsachen geht hervor, dass die heutige Wissenschaft über wirksame Waffen zur Verhütung und Heilung einer Reihe von Krebsformen im Frühstadium verfügt. Der Kampf gegen diese furchtbarste Geissel der Natur erfordert eine Synergie aller caritativ Gesinnten! Wer sich bewusst ist, welches Elend diese unheimlichste aller Krankheiten über einen grossen Teil der Menschheit verhängt, hat auch die humane, ja moralische und soziale Verpflichtung bei deren Bekämpfung mitzuhelfen! Wie bei der Seuchenbekämpfung werden auch der Volkskrankheit Krebs gegenüber individuelle und kollektive Assanierungsmassnahmen zu praeventiven und kurativen Erfolgen führen.

Möge der Glaube an die Durchführbarkeit dieses hohen Ziels auch die Kräfte zu seiner Erreichung beflügeln!

Séance du 14 décembre 1939.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

J. Briod: *Redressement photographique des images à perspective fuyante.*

L'objet de cette communication n'est pas inédit. Son apparence de nouveauté vient de ce que la technique du redressement est inconnue des photographes. Seuls les topographes au courant des méthodes de levé des pays plats par les procédés d'aérophotographie ont l'occasion d'appliquer les solutions du problème résumé ici dans ses principes essentiels.

Un raisonnement élémentaire nous fait comprendre pourquoi la photographie d'un sol accidenté, même quand elle est prise normalement au sol, ne peut être utilisée directement puisque ses projectantes sont convergentes (perspective).

Notons aussi que si le redressement intervient dans la technique photogrammétrique, ce n'est qu'à titre d'opération corrective dans l'incidence de l'un des deux clichés. Seule une topographie plane peut donner par photo (et redressement, s'il y a lieu), une image fidèle du terrain.

Le problème s'énonce donc de la manière suivante:

Un objet plan (plaine, façade d'édifice, bas relief, etc.) est photographié de telle façon que le plan de la surface sensible n'est pas parallèle au plan objet.

L'image ainsi obtenue n'est pas semblable à l'objet.

Connaissant:

1^o l'angle que fait, avec la normale au plan objet, l'axe optique de l'appareil;

2^o la distance focale de l'objectif;

est-il possible d'obtenir, par projection du négatif, une figure semblable à l'objet ?

Nous ferons abstraction des systèmes convergents complexes, autrement dit, les plans principaux sont ramenés à un seul plan principal passant par un centre optique O , centre optique où sont considérés comme confondus les points nodaux. Nous appellerons axe optique la normale, à ce plan principal, passant par O .

I. Problème général. — Soit une lentille convergente représentée par son centre optique O , son axe principal FOF' , son plan principal normal à son axe principal ou axe optique et passant par O , et f la distance focale de cette lentille. Démontrer qu'un plan objet, son plan image et le plan principal se coupent toujours suivant une même droite. Comme plan de figure choisissons un plan normal au plan objet et passant par l'axe optique FOF' . Considérons dans

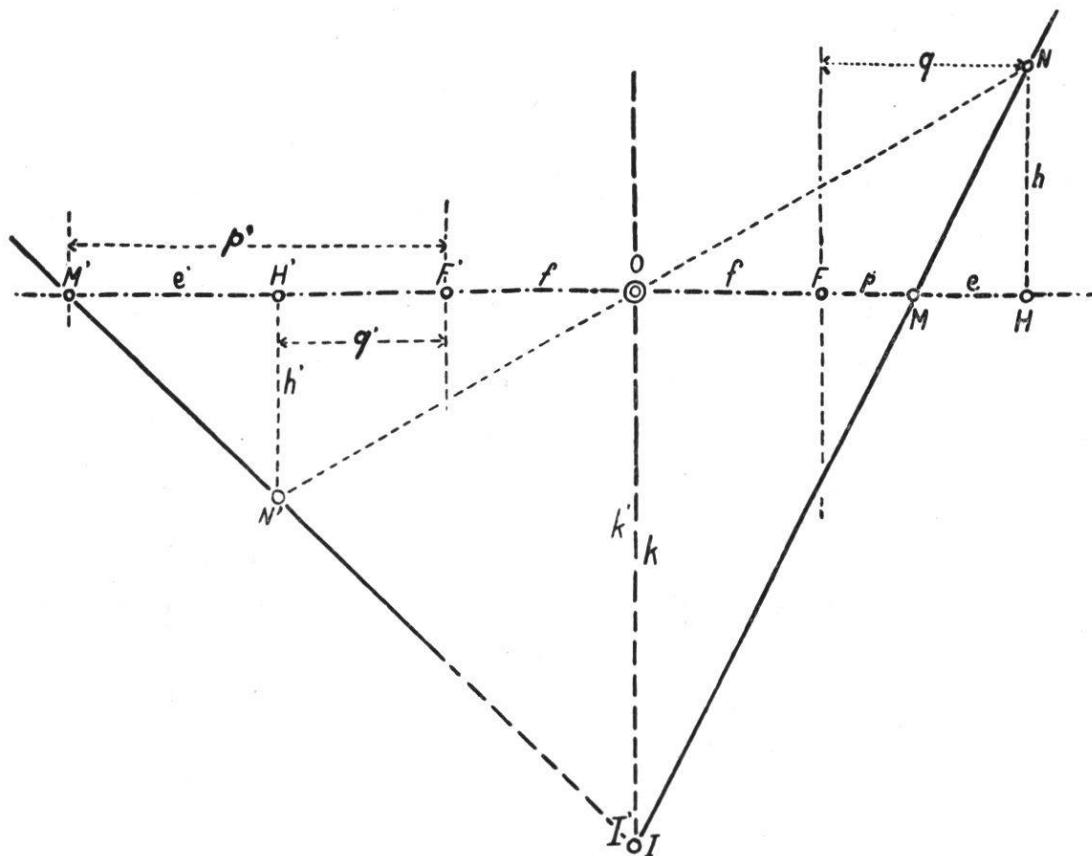


Fig. 1.

ce plan le point M intersection de FOF' avec le plan objet et N un point quelconque de la trace du plan objet avec le plan de la figure. Le plan objet est ainsi fixé: (trace MN et direction normale au plan de figure). L'image $M'N'$ de la trace MN est déterminée par la position des points M et N dont on connaît les distances au plan focal (passant par F) et leur hauteur sur l'axe optique (nulle pour M et h pour N) et par la relation de Newton

$$pp' = f^2$$

L'examen de la figure nous dispense de définir explicitement p et p' ainsi que q et q' .

Pour démontrer le théorème dans l'espace il suffira de prouver que I' intersection de $M'N'$ avec la trace du plan principal coïncide avec I .

cide avec I intersection de MN avec la même trace, et que la trace $M' N'$ est le lieu des projections de tous les points du plan image sur le plan de la figure. Ainsi I' confondu avec I sera la projection de l'intersection commune des plans objet, plan principal et plan image. Il suffira donc de démontrer que k' , distance de I' à O est égal à k , distance de I à O :

$$k = \frac{(p + f) h}{e} \quad k' = \frac{(p' + f) h'}{e'}$$

en exprimant:

$$p' = \frac{f^2}{p}$$

$$h' = \frac{h f}{(p + e)}$$

$$e' = p' - q' = \frac{f^2}{p} - \frac{f^2}{p+e} = \frac{f^2 e}{p(p+e)}$$

nous trouvons $k' = k$ par identité.

$M' N'$ étant le lieu des projections des images des points du plan objet dont la projection est $M N$, le plan image est aussi normal au plan de la figure et I' confondu avec I sera la projection de son intersection commune avec le plan principal et le plan objet. Remarquons en passant que le cas classique (plan objet parallèle au plan principal) où, ce qui revient au même, normal à l'axe optique, est un cas limite: $k = \infty$.

II. Aérophotographie. Malgré la stabilité qu'offre le vol d'observation il est pratiquement impossible de réaliser une position d'axe optique d'appareil photographique rigoureusement normal à la surface du sol, autrement dit d'assurer la parfaite verticalité de cet axe optique. La prise de vue se fera presque toujours dans les conditions schématisées par la *figure 2* avec cette réserve que, dans cette figure, δ , distance de l'appareil au sol est trop petit en regard de f et que l'angle φ a été fortement exagéré. Il est aisé de comprendre comment, à condition de s'élever très haut, de viser verticalement et de ne tirer parti que d'un très petit angle de champ on obtiendra une projection comparable à un consciencieux lever de cadastre. Ces conditions idéales et exceptionnellement réalisées permettent une application directe au lever topographique.

Mais, dans la plupart des cas, une correction devient nécessaire et c'est pour trouver le moyen de corriger une image déformée qu'il a fallu établir les relations entre l'image obtenue par photographie aérienne, l'objet plan à photographier et l'angle φ que fait l'axe optique de l'appareil avec la verticale (la verticale ne nous intéresse ici, que comme normale au plan de projection topographique, lui-même horizontal).

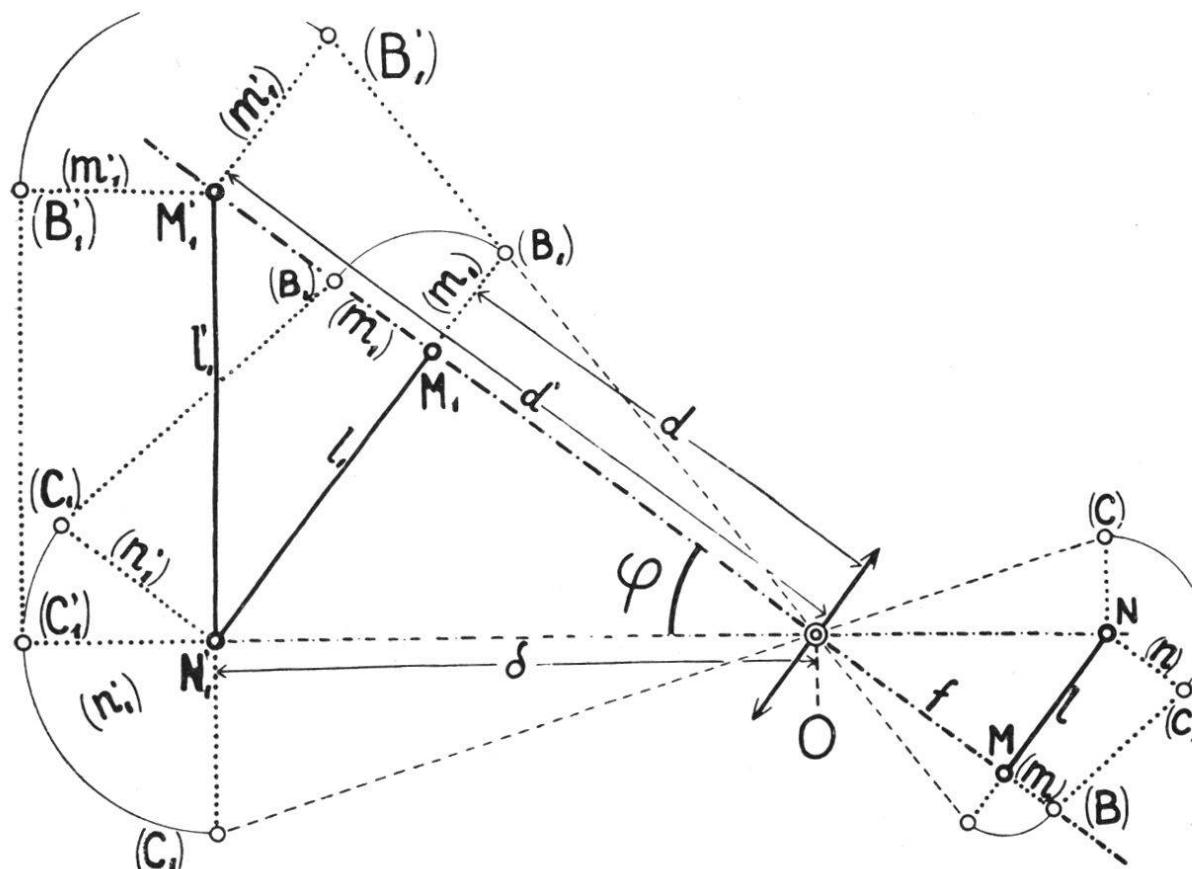


Fig. 2.

Remarquons, une fois pour toutes, que le rendu du relief ne peut pas être obtenu par projection sur un seul plan et qu'il ne peut être réalisé que par projection sur deux plans au moins et non parallèles entre eux, (stéréophotogrammétrie). Dans la figure 2, l'objectif de l'appareil photographique est représenté par O , sa distance focale par $O M$ (M confondu avec F) la plaque sensible par le plan de la figure $MBCN$ rabattu autour de $M N$.

(Les majuscules et minuscules entre parenthèses figurent les points et les segments rabattus. Dans l'espace, tous ces segments sont normaux au plan de la figure, autrement dit, le trapèze $MBCN$ dont le plan est normal à l'axe optique $O F$, a été figuré

par son rabattement $M(B)(C)N$ autour de MN dans le plan $M'_1O N'_1$.

Soient $O M'_1$ l'axe optique de l'appareil, $O N'_1$ la verticale abaissée de O sur le sol. Les deux droites déterminant le plan de notre figure et la trace de ce plan étant $M'_1 N'_1$, menons dans le plan objet (horizontal) une parallèle $B'_1 C'_1$ à cette trace. $M'_1 B'_1$ et $N'_1 C'_1$ seront les bases d'un rectangle dont la hauteur est l'_1 . Toute projection ponctuelle de ce rectangle sur un plan non parallèle, amènera une déformation de la figure et une figure quelconque située dans le plan $M'_1 B'_1 C'_1 N'_1$ subira une déformation semblable à celle du rectangle. Donc nous pouvons exprimer la déformation d'une figure plane par celle du rectangle $M'_1 B'_1 C'_1 N'_1$ où $M'_1 B'_1$ est un segment horizontal normal au plan $M'_1 ON'_1$ et $N'_1 C'_1$ un segment égal à $M'_1 B'_1$ au même niveau que le précédent, normal aussi au plan $M'_1 ON'_1$. La projection du rectangle $M'_1 B'_1 C'_1 N'_1$ sur un plan normal à l'axe optique nous donne un trapèze rectangle $M_1 B_1 C_1 N_1$ où $C'_1 N'_1$ est confondu avec sa projection. Ce trapèze rectangle est semblable à l'image photographique $MBCN$ et la considération de notre figure permet, en fonction de f distance focale de l'objectif photographique et de φ angle de son axe optique avec la normale au plan objet (cette normale étant une verticale dans le cas particulier), d'établir une relation entre m , n , bases du trapèze, et la hauteur l de ce trapèze. Un calcul élémentaire nous donne

$$\frac{m}{n} = \cos^2 \varphi \text{ et } l = f \operatorname{tg} \varphi.$$

III. Problème du redressement. Est-il possible de réaliser un dispositif permettant de projeter le trapèze de telle façon que cette projection donne un rectangle, non seulement à une échelle particulière mais à toute échelle ? Si oui le rapport de l'image avec l'objet sera le même que le rapport du rectangle obtenu $M'B'C'N'$ avec le rectangle objet $M'_1 B'_1 C'_1 N'_1$. Nous verrons ensuite si la restitution est exacte, sinon, en dedans de quelles limites l'approximation est acceptable.

En nous aidant de la figure 3, exprimons m' , image de m et n' , image de n , m et n segments normaux au plan de la figure, en fonction de leur position sur l'axe optique d'un objectif O , de leur distance au plan focal F et de la constante d'objectif $OF = f$.

La relation de Newton nous donne:

$$(a) m' = m \frac{f}{p} \quad (b) n' = n \frac{f}{p + e}$$

Comme e est la projection de la hauteur l du trapèze sur l'axe optique, que MG est le prolongement de $l = f \operatorname{tg} \varphi$ (voir conclusions du paragraphe 2) les triangles semblables nous donnent:

$$e = \frac{p f \operatorname{tg} \varphi}{g} \text{ l'expression (b) devient } n' = n \frac{f}{p \left(1 + \frac{f \operatorname{tg} \varphi}{g}\right)}$$

$$\text{Le rapport } \frac{m'}{n'} = \frac{m}{n} \left(1 + \frac{f \operatorname{tg} \varphi}{g}\right).$$

Or, les conclusions du paragraphe II nous donnent $\frac{m}{n} = \cos^2 \varphi$

$\frac{m}{n}$ et $f \operatorname{tg} \varphi$ étant des paramètres parfaitement fixés par le

cliché négatif, (schématisé par le trapèze rectangle $MBCN$) pour un même cliché, la forme du trapèze $M'B'C'N'$ ne peut varier

qu'avec g . Si ce trapèze est un rectangle $\frac{m'}{n'} = 1$

$$\text{et } g = \frac{f}{\operatorname{tg} \varphi} \text{ ou } f \operatorname{cotg} \varphi.$$

Conclusions. Si donc l'image négative (cliché) se déplace de telle façon que le segment m restant normal au plan de la figure, son extrémité M glissant le long de l'axe optique et le prolongement de l , soit $g = f \operatorname{cotg} \varphi$ ait son extrémité G sur la trace du plan F dans le plan de la figure, l'image $M'B'C'N'$ du trapèze $MBCN$ sera toujours un rectangle. Dans la pratique le glissement de G est obtenu en articulant le milieu A de MG avec F . AF est constant (médiane issue du sommet de l'angle droit d'un triangle-rectangle). Sans entrer dans le détail de constructions mécaniques dont l'exposé dépasserait de beaucoup les limites de cette causerie, remarquons cependant que pour les petits angles φ , $f \operatorname{cotg} \varphi$ devient très grand et que le déplacement du plan objet doit être réalisé par le moyen d'autres artifices mécaniques

D'autre part la pratique du redressement exige un appareil où tous les mouvements sont solidaires et les mises au point auto-

matiques, ce que ne prétend pas réaliser l'appareil de démonstration construit par l'auteur.

Ajoutons encore que, s'il est possible d'évaluer l'angle φ au moyen d'un clinomètre à l'instant de la prise de vue, et par conséquent de calculer immédiatement la constante $f \cotg \varphi$ ou une autre fonction dérivée de celle-là, on préfère à cette méthode la mise au point par coïncidence de 3 points de la projection avec

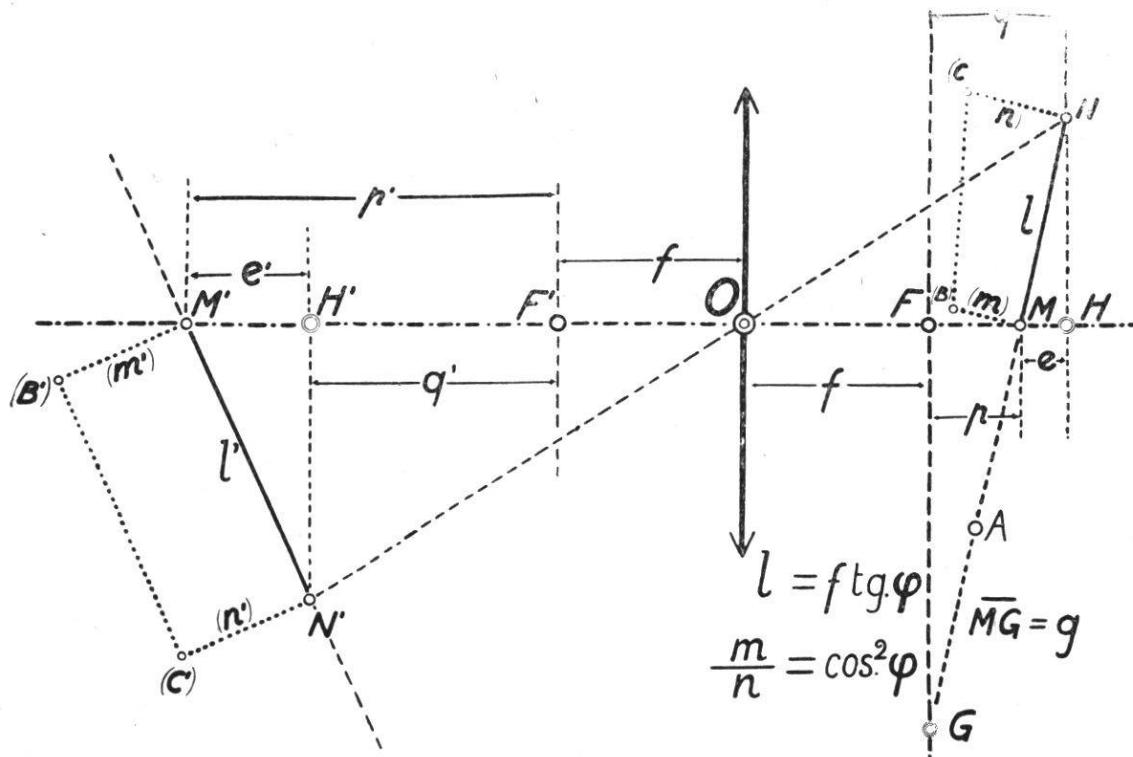


Fig. 3.

les 3 points correspondants ou homologues d'une carte obtenue par triangulation.

Il nous reste encore à examiner dans quelles limites la méthode est applicable. Nous avons laissé entendre plus haut pour quelles raisons les topographies à relief accentué ne pouvaient être figurées par ce moyen. Mais encore faut-il que l'image redressée d'une topographie plane soit une image semblable à l'objet. Dans le chapitre II nous avons vu qu'un segment rectiligne du plan objet (horizontal) et normal au plan vertical passant par l'axe optique, (segment m'_1), donne une image m qui varie comme le carré du cosinus de l'angle φ toutes choses égales d'ailleurs. Cette variation se traduit aussi par la hauteur $l = f \operatorname{tg} \varphi$. Nous pouvons donc comparer la déformation que subit une figure plane quelconque d'une projection à l'autre à celle que subira le quadrilatère

$M'_1 B'_1 C'_1 D'_1$ lors des mêmes opérations et comme il s'agit de figures à deux dimensions, ces déformations pourront s'exprimer par la variation du rapport:

$$\frac{l'_1}{m'_1} : \text{objet plan}$$

$$\frac{l}{m} : \text{son image négative (prise de vue)}$$

$$\frac{l'}{m'} : \text{son image redressée}$$

en comparant $\frac{l'_1}{m'_1}$ à $\frac{l}{m}$, nous trouvons $\frac{l'_1}{m'_1} = \frac{f \sin \varphi}{m}$ (voir fig. 2)

$$\text{» } \quad \text{» } \quad \frac{l'}{m'} \text{ à } \frac{l}{m}, \quad \text{» } \quad \text{» } \quad \frac{l'}{m'} = \frac{f \sin \varphi}{m} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \varphi}{a^2}}$$

où a signifie le rapport d'agrandissement $\frac{m'}{m}$

Appelons $\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \varphi}{a^2}}$ facteur de contraction.

Deux exemples numériques peuvent nous donner une idée concrète des résultats obtenus par la méthode de redressement.

| φ | 6° | 23° 34' |
|---|---------|---------|
| a | 3 | 4 |
| $\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \varphi}{a^2}}$ | 0,9994 | 0,995 |
| contraction sur 10 cm | 0,06 mm | 0,5 mm |
| » » 30 cm | 0,18 mm | 1,5 mm |

Un agrandissement normal nous aurait donné, outre la convergence de droites qui sont parallèles sur le terrain, une contraction dont le facteur est $\cos \varphi$. Les résultats des mêmes données seraient les suivants:

| | | |
|-----------------------|--------|---------|
| $\cos \varphi$ | 0,995 | 0,917 |
| contraction sur 10 cm | 0,5 mm | 8,3 mm |
| » » 30 cm | 1,5 mm | 24,9 mm |

La comparaison de ces résultats avec les précédents nous dispense de plus amples commentaires.

De l'ensemble de cette étude nous pouvons conclure que les prises de vue doivent être faites à grande altitude et par visées

aussi voisines que possible de la verticale. Ainsi les projetantes des points en relief dans la topographie seront pratiquement parallèles et verticales. D'ailleurs les téléobjectifs, exigés par cette technique, ayant un petit angle de champ peuvent être construits de telle façon que leur grande luminosité est facilement compatible avec une grande perfection de correction. D'autre part la déformation diminuant avec l agrandissement il suffira d'obtenir des clichés de grande finesse.

La technique du redressement peut être aussi appliquée à la photographie documentaire: architecture et vues panoramiques etc.

Elle peut avantageusement se substituer au décentrement de l'objectif, moyen incompatible avec les limites de correction des objectifs à grande ouverture, dont l'angle de champ dépasse rarement 45° pour une luminosité de 4,5. Dans ce domaine où la précision est de moindre rigueur, on peut disposer d'une plus grande latitude quand à l'angle φ qui, notons-le en passant, exprime ici l'angle que fait l'axe optique de l'appareil avec l'horizontale; le plan de l'objet étant vertical.

L'aspect pratique du problème du redressement ne saurait complètement en masquer l'intérêt théorique. La difficulté, il est facile de s'en rendre compte, réside beaucoup plus dans la façon de poser le problème, d'en ordonner les facteurs, que dans les calculs et les déductions étonnamment simples.

Séance du 18 janvier 1940.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

Hugo Obermaier : *Der alpine Höhlenbär und seine diluvialen Jäger*, mit Projektionen. (Mit 2 Textfiguren.)

Urmensch und Höhlenbär lebten im Eiszeitalter vielfach in enger Symbiose zusammen und standen sich nicht selten Aug' in Auge gegenüber; als aber am Ende des Quartärs jener Riesenbär erlosch, verschwand auch die Erinnerung an ihn dem Gedächtnis der späteren Menschheit, so dass sie seinen fossilen Überresten mit hilflosem Staunen gegenüberstand. Wo man immer auf solche stiess, wurden sie Drachen, Lindwürmern oder sonstigen fabelhaf-

ten Ungeheuern zugeschrieben. In den « *Miscellanea curiosa medico-physica academiae naturae curiosorum* » von P. J. Hain (Leipzig und Frankfurt, 1672) werden nicht weniger als 14 Skeletteile von « Karpaten-Drachen » genau abgebildet, die sich auf den ersten Blick als Höhlenbärenknochen zu erkennen geben, und ebensole wurden noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts aus der « Drachenhöhle » bei Mixnitz in Steiermark als heilkräftige « Einhornknochen » in Apotheken geliefert.

Die Ahnentafel dieses erst seit Erwachen der kritischen Naturforschung wiederum richtig identifizierten Sohlengängers reicht bis in die Tertiärzeit zurück. Als Vorläufer der Gattung *Ursus* hat wohl die obermiozäne Gattung *Ursavus* zu gelten, die bereits die Dimensionen eines grossen Hundes besass. Ein echter Bär war jedenfalls auf europäischem Boden der spätpliozäne *Ursus arvernensis*; von ihm stammt der älterpleistozäne *Ursus deningeri* ab, aus dem sich der für das jüngere Pleistozän charakteristische Höhlenbär (*Ursus spelaeus*) entwickelte. Dieser war ein fast ausschliesslich europäischer Grossbärentyp und ist ohne Nachkommen ausgestorben.

Wir beabsichtigen hier nur von den im Alpenbereich erschlossenen Höhlenbärenvorkommnissen zu sprechen. Die erste grosszügige Untersuchung eines östlichen alpinen Fundplatzes geht auf den führenden Paläontologen Max Schlosser zurück, welcher im Jahre 1906 die im Kaisertal bei Kufstein (Tirol) gelegene Bären- oder Tischoferhöhle erforschte¹. Noch umfangreichere wissenschaftliche Aufschlüsse brachte in paläontologischer Hinsicht die von O. Abel und G. Kyrle geleitete Monstregabung in der Drachenhöhle bei Mixnitz (Steiermark)². Die annähernd gleichzeitigen Forschun-

¹ MAX SCHLOSSER, unter Mitwirkung von F. Birkner und H. Obermaier: *Die Bären- oder Tischoferhöhle im Kaisertal bei Kufstein*. — Abhandlungen der K. Bayer. Akademie der Wissenschaften. II. Klasse; XXIV. Bd. II. Abtlg. München, 1909.

Der Name « Tischoferhöhle » ist wohl eine missverstandene Verfeinerung der Volksbezeichnung « D'Schoferhöhle », gleich « die Schäferhöhle ». (Mitteilung von Prof. O. Menghin).

² O. ABEL und G. KYRLE; *Die Drachenhöhle bei Mixnitz*. — Speläologische Monographien. Band VII und VIII. Wien 1931. (Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben vom Speläologischen Institut beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.)

gen von *E. Bächler* in Schweizer Bärenhöhlen vermittelten uns ungeahnte Einblicke prähistorischer Natur, vor allem hinsichtlich des Zusammenlebens des Höhlenbären mit seinem Verfolger, dem diluvialen Menschen.



Abb. 1. — Rekonstruktion des Lebensbildes des Mixnitzer Höhlenbären
zur Zeit seiner Vollentwicklung.

Ausgeführt unter der Leitung von Prof. O. Abel, von dem
akademischen Maler F. Roubal.

Die Drachenhöhle bei Mixnitz an der Murr ist ein weit verzweigter Höhlentunnel, der sich auf 949 m Seehöhe in das Berginnere öffnet und zwar bis zur Tiefe von 542 m. Als im Laufe des verflossenen Weltkriegs grosser Mangel an natürlichen und künstlichen Düngemitteln eintrat, beschloss der österreichische Staat, auch die in der Mixnitzer Höhle aufgespeicherten Ablagerungen

auf Phosphat [$P_2 O_5$] auszubeuten. Die Abbauarbeiten begannen seit 1920 und dauerten 36 Monate. In dieser Zeit wurden über 23 000 Tonnen Höhlenschuttes abgeräumt und aus ihm 2 867 000 kg. feinen Phosphatdüngers gewonnen. Die Phosphaterden des Platzes gehen auf teils umgewandelte organische Aufschüttungen zurück, und zwar hauptsächlich auf diluvialen Fledermausguano (« Chiropterit »); aber auch der Höhlenbär hat wesentlich durch seine Überreste zur Bildung jener Ablagerungen beigesteuert. Prof. O. Abel nimmt aus wohl begründeten biologischen Erwägungen an, dass in der Höhle etwa 30 000 - 50 000 Bären verendet sein dürften, wobei es wahrscheinlich ist, dass ebenda jeweils höchstens fünf bis sechs Familien gleichzeitig zusammenlebten. Der Platz dürfte demgemäß annähernd während 10 000 Jahren als regelmässiges Bärenheim gedient haben.

Die Vollentwicklung des Höhlenbären fiel in die milde letzte Zwischeneiszeit, und zwar herrschte damals in der Schweiz ein feuchttemperiertes Klima, bei einer etwa um 200 m höheren Lage der Schneegrenze. Unser Grossbär war ein plumpes Tier mit kurzgliedrigem Körper, gut um ein Drittel grösser als der heutige europäische Braunbär. Stehend aufgerichtet vermochte er, von der Sohle bis zum Knochenkamm des Schädels, eine Höhe von zweieinhalf Metern zu erreichen. Nach dem Höhenverhältnis der vorderen zu den hinteren Gliedmassen zu schliessen, fiel der Rücken vom hohen Widerrist ziemlich steil nach hinten ab. (Abb. 1).

Grossentwickelt war speziell der Schädel, der bis zu einem halben Meter lang werden konnte. Kennzeichnend für ihn war der starke Stirnabsatz, der lebhaft an den Hyänenschädel erinnert: die stark verkürzte Schnauze hob sich in kräftiger Abknickung von dem hochgewölbten Stirnteil ab. Dass der Höhlenbär eine weitgehende Tendenz zum Variieren besass, ist seit langem bekannt. Neben Variationen mit kurzem Gesicht und hohen Breitenmassen erscheinen schlank Schädel mit schmalgestrecktem Profil, so dass die Bearbeiter des Mixnitzer Materials geradezu von einem « Mops- » — bzw. « Windhundtypus » reden. Obwohl es sich um Tiere von ein und der nämlichen Art handelt, kann der Grössenunterschied auch bei den Knochen in ein und derselben Dimension mehr als ein Viertel betragen.

Trotz des grossen Volumens der Schädelaußenwand ist der

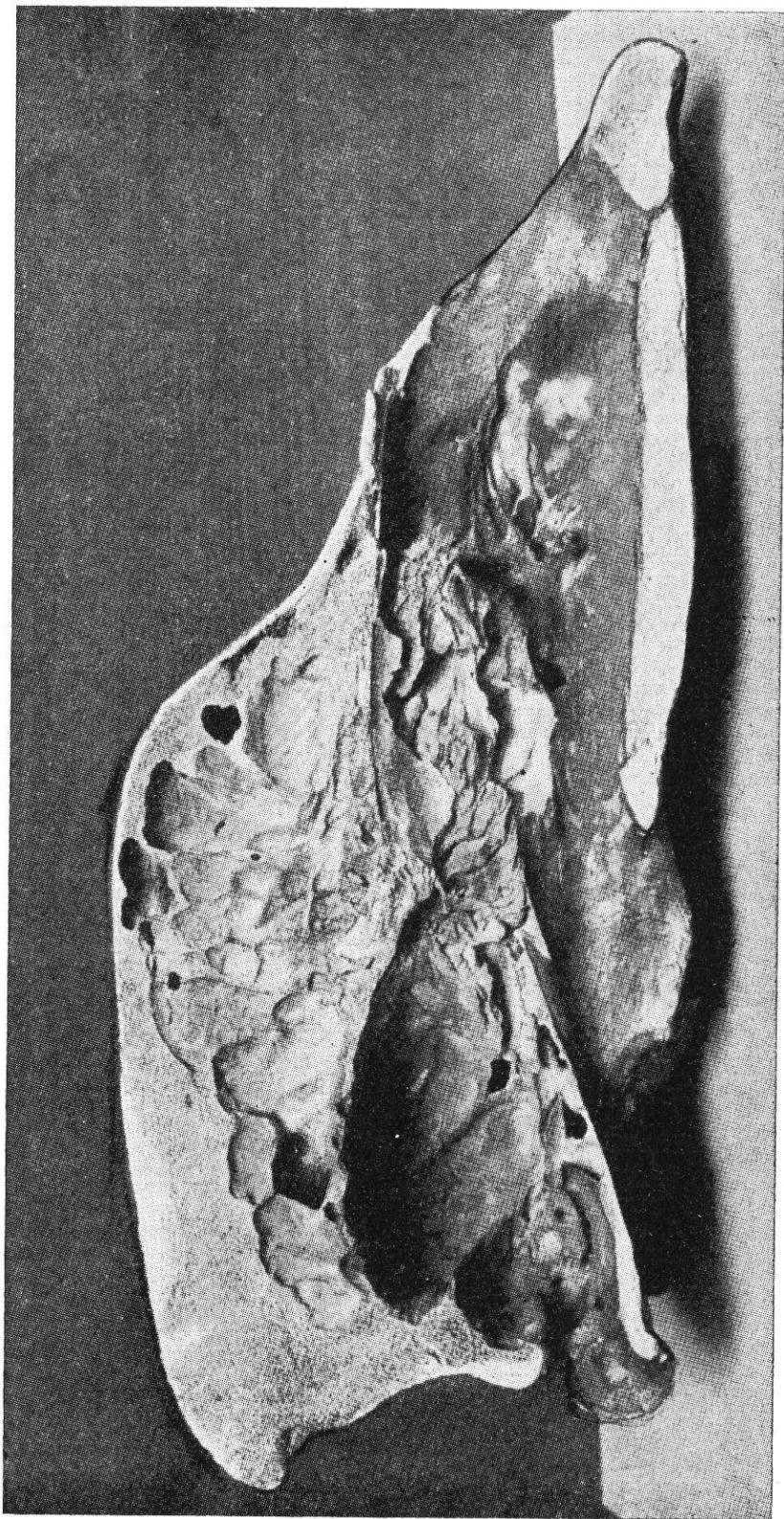


Abb. 2. — Median durchschnitt eines kurznasigen Höhlenbärenschädels (484 mm Schädlängen).
(Man beachte die kleine Hirnkapsel links auf dem Bild
und die grossen Stirnhöhlen im oberen Teil.)

Nach O. Abel und H. Dexler.

eigentliche Gehirnraum nicht grösser als beim Braunbären, d. h. nur etwa vom Ausmass der Faust eines Mannes. Das breite, walzenförmige Kleinhirn war vom Grosshirn nur in seiner vorderen Partie bedeckt. Der überraschende äusserliche Kopfumfang ist durch das enorme, wohl auf Spannungsunterschiede zurückgehende Hohlraumsystem bedingt, welches von der Nase ausgeht, und die ansehnliche Pneumatisierung der Stirngegend ist auch die Ursache der mächtigen Aufwölbung der Glabella. (Abb. 2.)

Das Gebiss des Höhlenbären war ein omnivores, jedoch mit sichtlicher Anpassung an pflanzliche Nahrung, wie Gräser, Zweige, Baumrinde, Wurzeln und wilde Früchte aller Art. Dafür sprechen deutlich die flachen, reich skulptierten Kronen der Mahlzähne. Gewiss schlug dieses Raubtier, ebenso wie der Braunbär, dann und wann auch andere Säuger, dies war jedoch nicht die Regel, sondern die Ausnahme. Wenn immer noch wiederholt wird, dass unser Grossbär, im Gegensatz zur Höhlenhyäne, seine regelmässige Fleischbeute ausserhalb der Höhlen verzehrt und deshalb nur selten geringe Teile derselben in seinen Horst eingeschleppt hätte, so sprechen gegen diese Annahme auch ernährungsbiologische Erwägungen. Grosse Carnivoren, wie z. B. die Höhlenlöwen oder Höhlenpanther, benötigten zum Aufbringen des Wildes ansehnliche Jagdareale, weshalb ihre Reste nie in grösseren Agglomerationen auftreten; die dichten Anhäufungen von Bären in engem Lebensraume deuten auf eine « friedliche » herbivore Lebensweise. Eine üppige Vegetation bereitete vor allem in interglazialer Zeit auch einer Anzahl zusammenwohnender Familien reichlich den Tisch. Wenn (z. B. in Mixnitz) kranke Individuen nachweislich ein hohes Alter erreichen konnten, so war dies nur möglich, weil sie als Pflanzensucher viel leichter auch in der engeren Umgebung ihres Heims genügend Futter fanden.

Die Höhlenbärin setzte während des Winters, im Halbschlaf, ein bis zwei Junge. Da ihre Beckenweite nicht grösser war als die der kleineren Braunbärinnen, hatten auch die Neonaten bei beiden ungefähr die nämliche Grösse. Den ersten Lebenssommer verbrachten die letzteren mit der Mutter, die sie langsam zur Nahrungs suche anhielt. Zu Beginn des ersten Winters nach der Geburt richteten sie sich zum Winterschlaf ein, gerade in der Zeit des Durchbrechens der grossen Backenzähne. Diese Periode des Zahn-

wechsels ist für Raubtiere besonders verhängnisvoll; so sind in dieser Lebensperiode Jungbären in hohem Prozentsatz zugrunde gegangen. In der Tischoferhöhle standen den Resten von etwa 200 erwachsenen Individuen jene von annähernd 150 jugendlichen Tieren gegenüber! Überlebten die Jungtiere diese kritische Periode, so traten sie in ihre günstigste Daseinsphase ein; deswegen nehmen in den Bärenhöhlen erst wieder die Skelettreste von Alttieren zu, die sich bei Erkrankung und Erschöpfung zurückzogen, um dort einzugehen. Dies dürfte oft während des Winterschlafes erfolgt sein, besonders wenn die Tiere überdies im Vorsommer keine genügenden Fettreserven aufzuspeichern in der Lage waren.

Da der Höhlenbär angesichts seiner Grösse und Stärke auf freier Wildbahn nur wenig ernst zu nehmende Gegner besass, war der « Kampf ums Dasein » für ihn verhältnismässig leicht, und dies erklärt, dass sich auch minderwertige Individuen zählebig zu behaupten vermochten. Die Tischoferhöhle lieferte einen stark asymmetrisch gebauten Schädel mit stark zusammengedrückter rechtsseitiger Hälfte. Das Tier war in der Jugend wohl durch Steinfall schwer verletzt worden. Noch vielseitiger unterrichtet uns über die Krankheitsformen dieses Höhlenbewohners das überreiche Knochenmaterial der Drachenhöhle von Mixnitz, das *R. Breuer* eingehend untersuchte. Es finden sich schlecht und recht verheilte totale Frakturen des Unterkiefers, sowie Frakturen bzw. Infrafrakturen an den Schädelknochen. Nicht selten sind Belege für krankhafte Entwicklung oder schwere Erkrankungen der Knochen des übrigen Skeletts, vor allem knochenbildende Beinhautentzündung (*Periostitis ossificans*), Gelenkerkrankungen (*Arthritis deformans*, die bis zur knöchernen Ankylose der Wirbel, der *Spondylitis deformans* führte) und Konstitutionserkrankungen (*Rachitis*). Zum schliesslichen Untergang des ganzen *Ursus spelaeus*-Stammes führten aber neben Entartung durchgreifende klimatische Umweltsänderungen, im Gefolge des Hereinbruches der letzten Eiszeit. Dass der Mensch für sein endgiltiges Verschwinden verantwortlich gewesen wäre, ist ausgeschlossen.

Wie hervorgehoben, fiel die Hochblüte des Höhlenbären in die milde letzte Interglazialperiode, die ihm gestattete, selbst in das eigentliche Alpeninnere vorzudringen. Ja, er scheint die Gebirgshöhen trotz der Schwierigkeiten des Geländes bis zu einem

gewissen Grade mit Vorliebe aufgesucht zu haben. Der gleichzeitige Höhlenlöwe und Höhlenpanther folgten ihm nur selten in jene Hochwelt. Begann der Winter sich zu melden, so zog er sich, fettgepolstert, zum Winterschlaf zurück; er war der ungestörte Alleinherrscher. Die Sachlage änderte sich erst, als der Urmensch seine Spuren entdeckte.

Wollen wir die Rolle umschreiben, welche der Höhlenbär im wirtschaftlichen Leben des diluvialen Alpenmenschen spielte, so liefert uns vor allem die Schweiz lehrreiche Aufschlüsse¹. Schon seit längerer Zeit war man auch hier auf das Vorkommen dieses Tieres aufmerksam geworden; die systematische wissenschaftliche Untersuchung setzte zu Beginn unseres Jahrhunderts ein² und ist vor allem mit dem Namen von *Emil Bächler* verknüpft. Dessen erste Grabung erstreckte sich auf die im Ebenalpstock (Säntismassiv) gelegene Wildkirchli-Höhle (1477 m ü. M.), die zweite auf das Drachenloch im Tamina-Tal, in der Grauen Hörner-Calanda-Ringelkette (2445 m ü. M.) und die dritte auf das Wildenmannlischloch am Selun in den Churfürsten (1628 m ü. M.). Weitere alpine, vom Menschen besuchte Bärenplätze waren die Steigelfadbalme an der Rigi (Luzern; 1500 m ü. M.; erforscht von *W. Amrein*); das Schnurenloch bei Oberwil und das Ranggiloche bei Boltigen (beide im Simmental; Bern; 1230 bzw. 1845 m ü. M.; erforscht von *O. Tschumi*).

Als Kampfmittel verfügten jene « Alpenjäger », die hier einzig und allein zur letzten Zwischeneiszeit leben konnten und wohl dem Menschentypus der Neandertalphase angehörten, über Holzkeulen und Holzspeere, die allenfalls mit einer derben Steinspitze bewehrt waren. Dies primitiven Waffen gestatteten keine offenen Angriffe

¹ Auch im östlicheren Alpengebiet sind einige altpaläolithische Höhlenbärenjägerhalte nachgewiesen, so z. B. in Mixnitz selbst. Vergl. *L. F. Zott*, *Die Aufgaben der Altsteinzeitforschung in den deutschen Alpen*. — Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit. Jahrgg. 15. Leipzig, 1939. S. 41.

Die manchmal als aurignacienzeitlicher Rastplatz namhaft gemachte Tischoferhöhle ist zu streichen. Der Platz lag zu dieser Zeit völlig unter Eis und war daher unbesuchbar.

² F. ED. KOBY: *Sur la présence, en Suisse, aux temps préhistoriques du Grand Ours des cavernes*. — « Actes » de la Société jurassienne d'Emulation. Porrentruy, 1937.

auf erwachsene Höhlenbären im freien Gelände. Auch die ziemlich komplizierte Anlage von mechanischen Schwerkraftfallen, welche die Aufgabe haben, das Wild durch ihr Gewicht zu erschlagen oder doch verletzt festzuhalten, kam für dieses mächtige Tier schwerlich in Betracht. Man ügte vielmehr eine ebenso einfache wie wirksame Jagdmethode, den allen, auch den einfachsten Naturvölkern bekannten Fang in Fallgruben. Man hob am geeigneten Wechsel im Boden eine genügend grosse Vertiefung aus, deren Öffnung man mit Zweigen, Gras, vielleicht auch mit Bärenexkrementen verbündete. In diese Gruben brachen die Tiere ein, wobei sie sich oftmals im Sturze schwer verletzten, besonders wenn der Boden der Falle mit spitzen Hölzern versehen war. Für die letzteren mussten Bären besonders empfindlich gewesen sein, angesichts ihrer an den menschlichen Fuss gemahnenden Füsse, die mit ganzer Sohle auftreten.

Wenn jene Urbewohner der Schweiz sich im Sommer und Herbst hoch in den beschwerlichen und gefährlichen Bergen einnisteten, so geschah dies kaum zu reinen Jagdzwecken, denn tierische Gross- oder Kleinbeute stand ihnen in den tiefen Tälern und im Gebirgsvorland reichlicher und bequemer zur Verfügung. Sie verfolgten vielmehr im wesentlichen gewerblich-wirtschaftliche Zwecke. Inmitten der Wohnabfälle des Wildkirchli und seiner Geschwisterplätze erscheinen regelmässig aus Stein, meist aus Quarzit, geschlagene rohe Werkzeuge in der Form von Klingen, Spitzen und Schabern. Man bediente sich ihrer hauptsächlich, um die erlegte Beute am Jagdplatz selbst zu öffnen und zu zerlegen, wozu sie sich anerkanntmassen durchaus eignen. Die besten Fleischteile der Jungtiere nahm man in die Wohnhöhle mit, denn sie waren für die Küche willkommener als alte Individuen. Aber auch die letzteren waren sehr erwünscht, wegen ihres Felles.

Zum Abhäuten der Tiere und zur Bearbeitung der Pelze verwendete man eine Anzahl von Stein- und Knochenwerkzeugen, deren Deutung als Gerbereigeräte um so sicherer ist, als damit engverwandte Typen nicht nur bei heutigen Naturvölkern in Gebrauch sind, sondern teilweise noch vor kurzem bei unseren Gerbern Anwendung fanden. Die glücklichen Entdeckungen in der Ostschweiz erheben es zur Gewissheit, dass die dortigen Höhlenbärenjäger sogar grosszügige Fellbearbeitung trieben. Dies be-

weist bereits das zahlreiche Auftreten unzweideutiger Arbeitsgeräte. Dazu kommen nunmehr überdies wertvolle Feststellungen bezüglich des damals benützten Gerbstoffs und der angewandten Gerbemethoden. Wir verdanken dieselben dem Basler Gerbereichemiker *A. Gansser*¹. Wie derselbe feststellte, muss an jenen Alpenplätzen schon in fernster Urzeit Fettgerbung (Sämischgare) zur Bereitung und Konservierung der frischen Häute betrieben worden sein, unter Verwendung des Marks und Hirns jener Grossbären, die zugleich auch die Felle für jene Urindustrie lieferten. *A. Gansser* betont, dass die Behandlung von Häuten mit Knochenmark und Hirnsubstanz ohne Zweifel die ursprünglichste Methode ist, um brauchbares, weiches Dauerleder herzustellen. Ihr sind nicht nur die heutigen Indianer und Eskimos treu geblieben, sondern auch noch in England fertigte man vor einem Jahrhundert auf der Basis von Rinderhirn, Klauenfett und Knochenöl das sog. Kronen- oder Helvetaleder an, bis das kostspielige Hirn durch billigeren Ersatz verdrängt wurde. Wenn in den Bärenhöhlen Hüftbeinschaber mit starker Polierung des Randes der Hüftgelenkpflanen in Menge zutage kommen, so bemerkt hiezu unser Gewährsmann auf Grund praktischer Versuche mit Rinderhüftbeinen, dass sie geradezu das « Idealwerkzeug » als Enthaarer, Fettsammler und Fellhobel darstellen. Es kann mithin kaum bezweifelt werden, dass die Urschweizer der letzten Zwischeneiszeit bereits erfahrene Fellgerber waren. Sie kannten die treffliche Gerbewirkung von emulgiertem Brei aus Hirn und Knochenfett und gaben sich Rechenschaft von der Notwendigkeit der mechanischen Bearbeitung der Felle. Sie bezogen jene beschwerlichen Gebirgshöhen, nicht blos weil dort der Höhlenbär häufig war, sondern weil ihnen aus Erfahrung bekannt war, dass sich die Gerberei in der trockenen, bakterienarmen Höhenluft besonders vorteilhaft betätigen liess.

Es ist bereits *E. Bächler* aufgefallen, dass in den von ihm er-

¹ A. GANSSE, *Prähistorisches Gerben*. (In: Der Gerber. Nr. 1437/1438. 60. Jahrgang. Teplitz-Schönau 1934.)

Derselbe. Beitrag zur prähistorischen Fellbehandlung nebst Deutung von in Frage kommenden Primitivwerkzeugen. Stiasny-Festschrift, 1937.

Derselbe. Frühzeitliche Lederfunde. (In: Collegium. Zeitschrift des Internationalen Vereins für Leder-Industrie-Chemiker. Darmstadt Nr. 830. VI. 1939.)

schlossen Höhlen die markreichen Extremitätenknochen und die Schädel von Bären vielfach absichtlich zusammengeschichtet lagen; im Drachenloch bei Pfäffers hatte man sie sogar in primitiven Steinkisten untergebracht, und zwar in frischem Zustand, denn bei den Schädeln lagen noch mehreremals die obersten Halswirbel. Sie waren vom Rumpfe abgeschnitten worden, als die Halsmuskulatur noch mit dem Kopf zusammenhing¹. Schon der Entdecker der Plätze erblickte in diesen Vorkommnissen den Hinweis auf eine Art Uropferkult, so dass er das Drachenloch, wo derartige Steinpackungen in grösserer Anzahl auftraten, geradezu als Kultstätte ansprach. Namhafte Ethnologen beschäftigten sich in der Folgezeit eingehender mit diesen Funden. Sie hielten die Existenz eines Bärenkultes im ausgehenden Altpaläolithikum für gut wahrscheinlich, und zwar würde es sich am ehesten um Kopfopfer handeln, im Sinne von Primitlopfern, bei denen man auf den Genuss des als besonderer Leckerbissen geschätzten Hirns verzichtet hätte. Zieht man in Erwägung, was wir im vorstehenden über Urfeßgerbung mit emulgiertem Gehirn und Knochenfett erörterten, so ist es unseres Erachtens ungleich naheliegender, jene regelrechten Depots ausschliesslich von gerade unerlässlichen Gerbesubstanzen mit der in jenen Höhlen grosszügig betriebenen Urgerberei in Zusammenhang zu bringen. Dabei hat man, je nach Möglichkeit, die in Betracht kommenden Körperteile, zum Schutz gegen den diebischen Alpenwolf, bald in richtigen steinernen Vorratskammern eingelagert, bald nur mit Fellen und Zweigwerk eingedeckt.

Die alpinen Bärenhöhlen wurden unzugänglich, als gegen das Ende der letzten Zwischeneiszeit ein erneutes Anwachsen der Hochgebirgsgletscher langsam die letzte grosse Eiszeit einleitete. Mensch und Tierwelt wurden gezwungen, den Alpenbereich zu verlassen und sich in die tieferen Vorlande zu flüchten. Wenn die grossen Fundstätten der Ostschweiz die jüngste Vergletscherung derart günstig überstanden, dass ihre Füllung so gut wie unversehrt auf uns kam, so hatte dies seinen Grund darin, dass sie zwar allenthalben von mächtigen Eisströmen umschlossen und umflossen waren, selbst aber dank ihrer hohen Lage nicht vom Eis erreicht wur-

¹ E. BÄCHLER, *Das Drachenloch ob Vättis im Taminatale*, 2445 m ü. M. St. Gallen, 1921.

den, was ihre Zerstörung mindestens zum Grossteil im Gefolge gehabt hätte. Sie ragten frei aus der toten Landschaft auf, ähnlich wie heute die Inselberge (« Nunataks ») inmitten des grossen grönländischen Eisschildes.

Als viele Jahrtausende später die Alpen wieder eisfrei wurden und in ihnen die Pflanzen- und Tierwelt neuerdings Einzug hielten, war die Lebensuhr des Höhlenbären abgelaufen: er hatte aufgehört, zu existieren.

Seine Entstehung fiel annähernd in die vorletzte Eiszeit, sein Lebensoptimum in die letzte Zwischeneiszeit (warmes Moustérien). Während des den Auftakt zum Höhepunkt der letzten Eiszeit begleitenden kalten Moustérien war er noch häufig, und das Gleiche gilt für das Aurignacien, der ältesten Stufe des Jungpaläolithikums, die annähernd mit dem Kältemaximum der letzten Glazialperiode zusammenfiel. Während des darauffolgenden Solutréen (annähernd 20 000 vor Chr.) dürfte das Tier ausgestorben sein. Gegenüber der öfters aufgestellten Behauptung, dass es sich noch bis zum Magdalénien (rund 15 000 vor Chr.) gefristet habe, muss ich mich ablehnend verhalten. Dass gerade in der überreichen Fauna der magdalénienzeitlichen schweizerischen Grossstationen bei Schaffhausen (Kesslerloch und Schweizersbild) der Höhlenbär in keiner Weise mehr figuriert, bestärkt mich in meiner Auffassung.

Der Mensch der Jungpaläolithzeit hat uns bekanntlich eine Anzahl von Bärendarstellungen hinterlassen, sei es in Form von kleinen Gravierungen auf Knochen oder Stein, sei es in jener von grösseren Wiedergaben auf Höhlenwänden. Unter ihnen befindet sich meines Erachtens keine einzige Zeichnung, welche mit Sicherheit als Darstellung eines Höhlenbären angesprochen werden kann. Es handelt sich vielmehr wohl stets um Bilder des im Endquartär keineswegs seltenen und heute noch lebenden Braunbären.

Séance du 1^{er} février 1940.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

P. Girardin : Institut de Géographie : *La Finlande, son pays et son peuple.*

L'auteur n'a pas fourni de manuscrit.

Séance du 22 février 1940.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

Fr. Dessauer: Physikalisches Institut: *Quantenbiologie, ein neues Gebiet der Biophysik.*

Durch die Aufregungen der Gegenwart abgelenkt, entgeht manchem Zeitgenossen die Tatsache, dass die Naturwissenschaft seit der Wende des Jahrhunderts in eine Periode der Entwicklung eingetreten ist, so entscheidend, wie etwa die Zeit Galileis oder Newtons für die Menschheit war. Ein grosser Teil der Antriebe für diese neue Epoche stammt aus der Physik. Es genügt an einige Namen und Taten zu erinnern: In die Jahre 1895 bis 1900 fallen die Entdeckung Röntgens, Becquerels, der Curies. Im Dezember 1900 brachte eine Mitteilung von M. Planck die am meisten entscheidende Wendung: die *Quanten der Strahlung*, also die *Diskontinuität der Energie*. Es folgen die berühmten Arbeiten von Einstein, H.-A. Lorentz (Elektronentheorie), Millikan, Rutherford und Bohr, die Entdeckung der kosmischen Strahlung durch den Freiburger Physiker Gockel, fortgeführt durch Hess, Regener, Kohlhörster u. a., die Wellenmechanik und Quantenmechanik von Heissenberg — Born — Jordan — de Broglie — Schrödinger. Diese Entdeckungen wirkten sich, wie es gewöhnlich der Fall ist, auf andere Gebiete der Wissenschaft aus. In unserem Falle handelt es sich um Konsequenzen, die für die Wissenschaft der Biologie aus der Planck'schen Entdeckung gezogen wurden.

Planck hat aus bestimmten Strahlungsvorgängen den Schluss gezogen, dass strahlende Energie diskontinuierlich sei, d. h. analog wie die Materie aus Atomen, aus Quanten oder « Photonen » zusammengesetzt sei. Man hat sich vorzustellen, dass die Kontinuität der Erhellung nur makroskopisch gültig ist und von der sehr grossen Anzahl der Lichtquanten (der Photonen) herstammt. Würde man aber die Beleuchtung bis an die äusserste Grenze abschwächen, noch unter die Schwelle der Empfindlichkeit unseres Auges, und dann etwa eine kleine Fläche in gewaltiger Vergrösserung betrachten, so würde man die Diskontinuität des Lichtes, sein Bestehen aus einzelnen Quanten, unmittelbar sehen können. Was das Auge nicht vermag, leistet der physikalische Apparat. Es wurde im Vortrag als Lichtquelle im Versuch ein sehr schwaches

radioaktives Präparat benutzt und gezeigt, wie jeder einzelne von da ausgehende lichtartige Strahl (Gammastrahl) aufgefangen, gezählt und durch Lautsprecher und Oscillograph bemerkbar gemacht werden kann. Die Sonne sendet in der Sekunde etwa 2×10^{44} Photonen aus. Davon treffen auf die Erde pro cm^2 der Oberfläche in jeder Sekunde ungefähr $1,14 \times 10^{13}$, also rund 10 Billionen. Alles Leben und alle Energiequellen der Erde werden davon gespeist. Der Mond sendet in der Sekunde auf den cm^2 der Erdoberfläche etwa 50 Millionen Photonen.

Die Anwendung dieser — in der heutigen Physik vollständig eingebürgerten — Vorstellungs- und Rechnungsweise der Strahlung auf die Biologie begann in den Nachkriegsjahren, und zwar aus der Notwendigkeit, die Wirkungen der Röntgenstrahlen in der damals sich rasch verbreitenden Strahlentherapie verstehen zu lernen. Es gab buchstäblich Zehntausende von Abhandlungen über die Wirkungen von Licht, Röntgenstrahlen und radioaktiven Strahlen auf Pflanzen, Tier und Mensch. Aber eine klare Vorstellung, wie die Strahlung das Biologische anpackt, worin das Wirkungsprinzip besteht, gab es nicht. Und diese Unklarheit lähmte den Fortschritt. Der Vortragende, damals Leiter des Frankfurter Universitätsinstituts für Biophysik, versuchte folgende Deutung: Das einzelne Lichtquant begegnet beim Eindringen in organische Medien biologischen Einheiten. Die *Gegenüberstellung der Energie des «Lichtquants» oder «Strahlenquants» mit der biologischen Wirkungseinheit umschliesst das eigentliche Problem.*

Die erste Konzeption der jetzt weit entfalteten und erfolgreichen Quantenbiologie (September 1922) ging von einigen charakteristischen Erfahrungen aus. Die Berechnung und Messung derjenigen Strahlenenergie, die etwa auf den menschlichen Körper stark, ja selbst tödlich wirkt, ergab eine überraschend kleine Grösse. Wenige Grammkalorien Röntgenstrahlen oder Gammastrahlen im menschlichen Körper absorbiert, können ihn töten. Anschaulich ausgedrückt, etwa ein Fingerhut von warmem Wasser enthält soviel und mehr Wärmeenergie, als die Strahlenenergie beträgt, die in Form von Röntgenstrahlen einen Menschen töten kann. Die Wirkung muss sich also im Anschluss an die Absorptionsvorgänge gewaltig verstärken, etwa wie bei einem sehr starken Gift. Eine zweite Tatsache besteht darin, dass alle Erfahrung zeigte: nicht

die Strahlenquanten selbst wirken biologisch, sondern ihre physikalischen Abbauprodukte. Nach Absorption von solchen Strahlen findet sich deren Energie in Elektronen mit verschieden grossen Geschwindigkeiten wieder, und diese Elektronen haben sehr starke biologische Wirkungen. Der Typus dieser Wirkungen, dies war eine dritte fundamentale Erfahrung, ist einheitlich destruktiv, d. h. alles Organische, das eine genügende Dosis solcher Strahlen empfangen hat (d. h. eine hinreichende Energie von ihnen absorbiert hat), macht biologische Abbauprozesse durch, Dissimilationsprozesse, die bis zur völligen Auflösung (Autolyse) des Organischen fortschreiten können. Endlich eine vierte Tatsache: im grossen und ganzen sind die biologischen Wirkungen annähernd proportional der absorbierten Dosis. Jedenfalls konnte man sicher sein, dass es sich nicht um ein katalytisches Prinzip handelt.

Diese hauptsächlichsten (und eine Reihe anderer) Tatsachen führten zu folgendem Schluss: Bei der Bestrahlung geht nicht eine gleichmässige Veränderung der getroffenen Gewebe vor sich, sondern man hat sich vorzustellen, dass, sagen wir einmal, wie feine Regentropfen oder Saatkörner einzelne Strahlenquanten auf die sehr grosse Anzahl der bereitliegenden biologischen Einheiten einfallen und etwa in jeder Sekunde eine kleine Menge unter ihnen treffen. Eine solche Vorstellung der diskontinuierlichen Wirkung ist erlaubt, wenn die Einzelwirkungen *einer sehr grossen Anzahl* von biologischen Wirkungseinheiten gegenüberstehen. Es muss das erste der beiden Poisson'schen Gesetze der grossen Zahl gelten.

Daraus folgt die Frage: welche biologische Einheiten sind in grosser Zahl den einzelnen Lichtquanten gegenübergestellt? Und die weitere: wie verhält sich die Einzelenergie eines einfallenden Photons zur Energietoleranz der einzelnen biologischen Einheit? Die Berechnung dieser Frage führt sofort zu dem Ergebnis, dass als Wirkungs-Einheit nicht die Zelle, sondern nur das biologische Molekül in Frage kommt. Die Gewinnung dieser Erkenntnis ist der Ausgangspunkt alles Späteren. Nun konnten diejenigen Rechnungsmethoden herangezogen werden, die man bei analogen Problemen in ganz anderen Gebieten der Naturwissenschaft schon angewandt hatte (etwa in der Theorie des radioaktiven Zerfalls). Ein Gleichungssystem lag schon vor und konnte mit Modifikationen benutzt werden. Der mathematisch theoretische Teil der Hypo-

these wurde insbesondere durch die beiden Schüler des Vortragenden, Blau und Altenburger, weitergeführt. Die Grundgleichung des Gebietes heisst nach ihnen. Eine ganze Reihe von experimentellen Arbeiten wurde alsbald in Angriff genommen.

Für uns handelt es sich zunächst darum, eine modellmässige Vorstellung zu bekommen, da ja in einem Vortrag nicht die ganze Theorie des neuen Gebietes dargestellt werden kann. Wir stellen uns einen Würfel von einem cm^3 vor, gebildet aus irgend einem gleichmässigen biologischen Objekt. Der Würfel soll das spezifische Gewicht des Wassers haben, also ein Gramm wiegen, weil das in der ersten Annäherung vielen biologischen Objekten entspricht. Es lässt sich leicht ausrechnen, dass in einem solchen Würfel ca 5×10^{22} Atome und zwar hauptsächlich H, C, N, O sind, etwa auf 10^{10} Zellen verteilt. Von den Zellen hat eine jede ungefähr einen Durchmesser von 10^{-3} bis 10^{-4} cm, und besteht ihrerseits aus ungefähr 10^9 - 10^{10} biologischen Molekülen. Die Molekulargewichte solcher biologischer Moleküle sind in der Regel gross und betragen einige 1000—100 000 und darüber. Es wären also im ganzen Würfel 10^{19} — 10^{20} biologische Moleküle. Dabei ist noch vernachlässigt, dass in der Regel die organischen Substanzen einen erheblichen Wassergehalt haben; nehmen wir an, der Wassergehalt sei 50%, so müssten wir die obigen Zahlen mit 2 dividieren, was an ihrer Grössenordnung nichts ausmacht. Auf alle Fälle kann man grössenordnungsmässig rechnen, dass etwa 10^{19} biologische Moleküle in einem Würfel zur Verfügung stehen.

Dieser Zahl biologischer Einheiten steht nun eine Zahl einstrahlender Photonen, also Energiequanten gegenüber. Je nach Art der Bestrahlung ist diese Zahl der Quanten natürlich verschieden. Nimmt man normale Bestrahlungsbedingungen, etwa wie sie bei der Behandlung mit Röntgenstrahlen durchschnittlich vorhanden sind, an, so bekommt man eine bestimmte Zahl, die in die Oberfläche des Würfels eintritt. Da aber, wie wir soeben sahen, nicht die Strahlenquanten selbst, sondern die von ihnen erzeugten Elektronen wirksam sind, so muss man eine Durchschnittszahl der sekundär entstehenden Elektronenstösse berechnen. Diese Rechnung ergibt, dass pro Sekunde ungefähr 10^{12} Elektronen jedes mit ca 30 Volt Geschwindigkeit in dem Medium wirksam sind gegenüber

ca 10^{19} Molekülen, d. h. also, dass jedes zehnmillionste biologische Molekül von einem Elektron « getroffen » wird, also unter einer sehr grossen Zahl nur eines, d. h., das Gesetz der grossen Zahlen ist erfüllt.

Allerdings haben wir die Ueberlegung etwas zu stark schematisiert. Der Vorgang der Elektronenbildung und -wirkung im Medium ist wesentlich komplizierter. Doch ändert diese Komplikation an der Richtigkeit der Grundüberlegung nichts. Wir dürfen ruhig mit einem Elektronentreffer in der Sekunde auf 10 Millionen Moleküle als Zielscheiben rechnen. Die genauere Forschung verlangt freilich subtileres Eingehen auf Einzelheiten: die verschiedene Reichweite der Elektronenbahnen, die Art, wie die Elektronenenergie z. T. in Gruppen abgebaut wird, und die Art, wie sie im Biologischen nun ihrerseits eingreifen.

Die Grundtheorie der Quantenbiologie entwickelte über das Letztere eine bestimmte Annahme, die inzwischen als für viele Fälle zutreffend sich herausgestellt hat. Sie nahm nämlich an, dass man die Energie eines Elektronentreffers mit der « Stabilität » der Widerstandsfähigkeit eines biologischen Moleküls gegen einen Treffer vergleichen müsse. Ein biologisches Molekül ist ein fein gebautes, kleines Reich für sich, es ist mit einem Gebäude zu vergleichen, aus mehreren hundert oder tausend Bausteinen, die durch Valenzkräfte miteinander verbunden sind. Die Absorption der Energie eines Elektronentreffers in einem solchen Gebäude kann man mit einer Erschütterung vergleichen, die dann zerstörend ist, wenn die Energie hierfür hinreicht. Erschütterungen der Bausteine, die um ihre Gleichgewichtslage schwingen können, oder die dabei sogar endgültig umgelagert werden, sind ähnlich den ungeregelten Bewegungen der Atome, die das Substrat der Wärme bilden. Deswegen wurde von Anfang an vermutet, dass ein grosser Teil der Strahlenwirkungen — wenn auch nicht alle — als « Punktwärmen » bezeichnet werden können, d. h. als wärmeartige Erschütterungen der Bausteine (Atome, Submoleküle) in einem lokalisierten, etwa durch die Grenze eines biologischen Moleküls bestimmten Gebiet.

Wir können indessen auf diese Grundvorstellung und ihre Variationen bei anderen Autoren (insbesondere Glocker, Crowther, M. Curie, u. a.) hier nicht näher eingehen.

Seit der Aufstellung der Grundtheorie sind mehrere 100 wissenschaftliche Publikationen auf diesem Gebiete erfolgt. Wir beschließen diese Notiz mit einer flüchtigen Uebersicht über die Anwendungsbiete, in denen sich die Theorie als richtig herausgestellt hat und zur Erforschung der Phänomene Dienste leistete. Die weitaus grösste und eindeutigste Bestätigung fand die Theorie in der sogenannten *Strahlengenetik*. Die Treffer sind nämlich imstande, künstliche Mutationen im Erbgang, also in den sogenannten Genen, aber auch in den Chromosomen selbst zu erzeugen. Durch überaus umfangreiche und schwierige Forschungen, die von *Muller, Morgan, Timoféef-Ressowsky, Knapp und Schreiber* u.a., insbesondere in den letzten 15 Jahren angestellt worden sind, hat sich mit jeder möglichen Klarheit ergeben, dass tatsächlich ein Treffer im Gen-Molekül zu einer Mutation führt, dass also das Exponentialgesetz der Theorie erfüllt wird, d. h., die Mutationsrate steigt exponentiell mit der eingestrahlten Dosis ganz unabhängig von andern Faktoren. Es ist damit also nachgewiesen, dass es sich um eine streng diskontinuierliche quantenhafte Wirkung der Energie auf der einen Seite und um singuläre Wirkungseinheiten auf der andern Seite handelt.

Nahezu ebenso gut sind die Bestätigungen bei den sehr zahlreichen Untersuchungen mit *Bakterien*. Hier wird die sogenannte Tötungsanalyse zugrunde gelegt, d. h. es wird untersucht, nach welchem Gesetz bei Einwirkung von Strahlung diese Einzeller absterben. Natürlich ist das Untersuchungsgebiet bei der grossen Zahl und Verschiedenartigkeit der Bakterien, Kokken, Sporen viel mannigfaltiger. Aber auch hier zeigt sich die Grundvorstellung als erfüllt. Versuche, wie sie von *Wyckoff, Lea, Haines und Coulsen*, ferner an Hefe z. B. von *Holweck und Lecassagne, Glocke, Langendorf, Reus, Hercik* u. a. angestellt worden sind, ergeben, dass in diesen niederen Organismen, speziell also auch in den Bakterien, Zonen enthalten sind, die etwa Zellkernen entsprechen, von denen das Leben in derart hohem Grade abhängt, dass ein oder wenige Treffer den Untergang des ganzen Individuums herbeiführen. Man kann aus den experimentellen Ergebnissen die Grösse dieser « Wirkungszonen » oder « Steuerungszonen » berechnen: sie beträgt etwa 1/1000 des Volums der Bakterie selbst. Der durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der Quantenmechanik besonders bekannte

theoretische Physiker *Pascal Jordan* hat sich um die Klärung und die Deutung der Ergebnisse besonders verdient gemacht. Von ihm stammt ein Ausbau der ursprünglichen Theorie, der jetzt unter dem Namen « Verstärkertheorie des Organischen » besonders bekannt ist. Schon die ursprüngliche Theorie (1922) enthielt die Annahme, dass verhältnismässig winzige Zerstörungen im Organischen genügen, um den Untergang grösserer biologischer Einheiten herbeizuführen. So hat der Verfasser in seiner zweiten Arbeit im Jahre 1922 berechnet, dass grössenordnungsmässig die Zerstörung von $1/10\%$ — 1% der biologischen Moleküle — je nach ihrer Art und Lage — den Untergang der ganzen Zelle herbeiführen. Diese Auffassung hat sich als richtig herausgestellt und wurde durch die Jordan'schen Arbeiten ausgebaut und in ihren Einzelheiten (Existenz von Steuerungszentren) zu grossem Erfolg geführt.

Die Heranziehung *anderer biologischer Objekte* von grösserer Ausdehnung und komplizierterer Struktur ist gleichfalls erfolgt. Aber hier bietet sich der Deutung der Resultate eine Fülle von Schwierigkeiten, deren Klärung noch nicht vollständig gelungen ist. Das war auch von vorneherein anzunehmen: bei Organismen, wo nicht ein oder wenige Treffer den Untergang des Individuums herbeiführen, gibt es komplizierte biologische Verläufe, Erholungsvorgänge und infolgedessen auch komplizierte mathematische Funktionen. Aber es kann kein Zweifel bestehen, dass die Grundvorstellungen auch hier gültig sind.

Versuche, unmittelbar mit organischen Molekülen, also speziell mit *Eiweissmolekülen*, sind unter Beteiligung des Verfassers und *Casparys* von *Rajewsky*, *Nakashima* u. a. angestellt worden. Dabei stiess man auf neue Gesetzmässigkeiten, die noch nicht vollständig geklärt sind.

Auf Grund der Erfolge wurde die biologische Quantentheorie ausgedehnt auf das Gebiet der Virusforschung, die Wirkstoff-Forschung, die Untersuchung der sogenannten Treffergifte, biologische Schädigungen durch Hitze, Austrocknen und dgl. In letzter Zeit sind hierzu Deutungsversuche über die Häufigkeit optisch aktiver Substanzen im Organischen, allgemeiner: organischer Reproduktionsprozesse angeschlossen worden. All das ist noch in vollem Fluss, bietet aber grosse Aussichten, und man kann schon heute mit Sicherheit sagen, dass die Betrachtungsweise der gesetzmässigen

Diskontinuitäten bei physikalischen und chemischen Einwirkungen im Biologischen und die Benutzung der mit dieser Auffassung verbundenen statistischen Rechnungsweise vieles klärt, was bisher nicht zu deuten war.

Séance du 14 mars 1940.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

J. Jungo, Oberförster: *Fünfzig Jahre Aufforstung in den Tälern der Aergera, des Höllbachs und der Sense.*

In den ersten Zeiten unserer geologischen Epoche war der grösste Teil unseres Landes mit einer dichten Wald- und Strauchvegetation bedeckt. Noch Tacitus schreibt in seiner Schilderung Helvetiens: « Grosse, undurchdringliche Wälder und Sümpfe bedecken das Land ».

Die Ureinwohner unserer Gegenden fanden im Walde sozusagen alles, was sie zum Leben brauchten. Die Jagd lieferte ihnen Fleisch für die Ernährung und Felle für die Bekleidung, Beeren und Wurzeln waren das Gemüse, und Holz zum Bau der Hütten und zur Entfachung des Feuers war genügend vorhanden.

Mit der *Zunahme der Bevölkerung* genügten diese kargen Erträge nicht mehr. *Viehzucht und Ackerbau* mussten die zahlreicher gewordenen Menschen ernähren. Die dadurch bedingte Gewinnung von landwirtschaftlichem Boden führte zur *Rodung des Waldes*, die zunächst in der unmittelbaren Nähe der menschlichen Siedlungen stattfand, sich aber mit der weiteren Bevölkerungszunahme in immer entferntere Gegenden ausdehnte.

Solange der *Wald im Ueberfluss* vorhanden war und jeder dort ungehindert seinen Holzbedarf decken konnte, kam sein Wert den Bewohnern des Landes praktisch nicht zum Bewusstsein. Jedermann bediente sich darin nach seinem Gutfinden und seinen Bedürfnissen und dehnte ohne Bedenken seine Felder auf Kosten des Waldes aus.

Zahlreiche *Orts- und Flurnamen* deuten auf früheren Waldbestand hin, der dann gerodet oder « geschwentet » worden ist. Namen wie « Rüti », « Reuti », « Rütli », « Schwendi », « Schwanzen », « Eichmatt », « Eichholz », « Tannacker ». « Buchholz », oder

wie «Essert», «Essertines» vom französischen «esserter», oder endlich auch das italienische «Bosco» deuten auf frühere Waldbestände hin, wo wir heute weit und breit keine solche mehr finden.

Erst als die Rodungen so weit fortgeschritten waren, dass man sein Holz aus entlegeneren Gegenden herholen musste, begann man den Nutzen des Waldes zu erkennen. Schon zur Zeit Karls des Grossen wurden deshalb *Rodungsverbote* erlassen, die sich allerdings zunächst nur auf die stärker bevölkerten Gegenden beschränkten. Anderseits bekamen die Bewohner der Gebirgstäler die Folgen der zu weitgehenden Entwaldung in recht unangenehmer Weise zu spüren, indem sich an den kahl abgeholzten oder allzustark gelichteten Berglehnen *Lawinen* loslösten, die den Siedlungen im Tale oft zu schrecklichem Verhängnis wurden. In den Annalen unzähliger Ortschaften unserer Gebirgstäler finden wir immer und immer wieder ergreifende Schilderungen jener Katastrophen, bei denen Dutzende von Menschen und Häusern unter den niederstürzenden Lawinen ihr kaltes Grab gefunden haben.

Oder aber es bildeten sich an den kahlgestellten Hängen *Wildbäche*, *Rüfen* und *Erdschlipfe*, die die fruchtbare Talsohle mit Schutt und Geröll überführten und da eine Wildnis schufen, wo vordem die arbeitsamen Talbewohner gesät und geerntet hatten.

Und endlich wurden zahlreiche Täler unserer Hoch- und Voralpen durch die Entwaldung jenes unbedingt notwendigen Schutzes gegen die *kalten Winde* und gegen die *übermässige Wärmeausstrahlung des Bodens* beraubt, sodass sich das *Klima derart verschlechterte*, dass sich der Mensch aus seinen ständigen Wohnsitzen in tiefere Lagen zurückziehen musste. Hier liegt *eine der tiefsten Ursachen der so viel beklagten Entvölkerung unserer Gebirgstäler*.

Wer einmal Gelegenheit gehabt hat, solche ausgesprochene *Entvölkerungstäler* in unseren Alpen zu besuchen, der kann über die *Zusammenhänge zwischen Entwaldung und Entvölkerung* nicht mehr im Zweifel sein. Ich möchte hier nur zwei Beispiele nennen: *Das Bedrettal* im Oberlauf des Tessins, an dessen beidseitigen Talhängen ein Lawinenzug den andern berührt und in dessen Grund sich die ärmlichen Dörfchen und Weiler ängstlich in den Schutz mächtiger Lawinenablenkungsmauern drängen. Oder *das Avers*, jene sterbende bündnerische Grenztalschaft, die um das Jahr 1650 noch 498 Einwohner zählte, während es 1935 noch deren 180 sind,

nachdem die obere Waldgrenze, die nach Holzfunden am Stallerberg früher bis in eine Höhe von 2500 m. hinaufgereicht hatte, durch sinnlose Raubwirtschaft bis auf 2100 m. heruntergedrängt worden war.

Die Furcht vor einem künftigen Holzmangel einerseits und die Tatsache der im ganzen Lande herum festgestellten Naturkatastrophen anderseits haben schliesslich den schweiz. Bundesrat veranlasst, mit Beschluss vom 8. Mai 1858 eine *Untersuchung der Gebirgswälder* durchführen zu lassen, die sich in den Einzugsgebieten der wichtigsten schweiz. Flussläufe befinden.

Mit dieser Untersuchung ist eine Kommission beauftragt worden, bestehend aus Prof. Landolt für den forstlichen Teil, Prof. Dr. Culmann für den wasserbautechnischen und Prof. Dr. Arnold Escher von der Linth für den geologischen Teil. In den Jahren 1858-60 hat die Kommission das ganze Land bereist und ihre Beobachtungen und Vorschläge in einem eingehenden *Bericht an den Bundesrat* niedergelegt. Der Bericht gipfelt in seinem forstlichen Teile in der eindringlichen Forderung nach einer besseren und zielbewussteren Bewirtschaftung der schweiz. Gebirgswaldungen und im Hinweis auf die allzuschwache Bewaldung gewisser Talschaften.

In ihrem Bericht sagt die Kommission u. a. auch, sie habe auf ihrer Wanderung nichts so schreckliches gesehen wie *die Wildbäche im oberen Teile des Tales von Plasselb*, und als Heilmittel empfiehlt sie die Aufforstung einiger Weiden im Einzugsgebiet dieser Wildbäche.

Nachdem auch der *Schweiz. Forstverein* seit Jahren in Wort und Schrift auf diese Probleme aufmerksam gemacht, und *die furchtbaren Ueberschwemmungen des Jahres 1868* weiteste Bevölkerungskreise von der Notwendigkeit einer besseren Waldwirtschaft im Hochgebirge überzeugt hatten, verlieh die *Bundesverfassung vom Jahre 1876* in Art. 24 dem Bund das *Recht der Oberaufsicht über die Wasserbau- und Fortspolizei im Hochgebirge*.

Unter dem Einfluss der Gesetzgebung und der von den Kantonen und vom Bund geschaffenen Forstorganisation, nicht zuletzt aber auch dank der vom Bund an wichtige Projekte gewährten Beiträge, begann man da und dort im Lande herum mit *Wiederaufforstungen entwaldeter Flächen*.

Bei uns wies Kantonsoberförster *Edmond de Gottrau* in den achtziger Jahren in wiederholten Berichten an die Regierung auf die Notwendigkeit von Aufforstungen in den Einzugsgebieten verschiedener Wildbäche des Sense-, Gruyère- und Vivisbachbezirkes hin.

Im Dezember des Jahres 1887 schlägt Oberförster *Niquille* den Ankauf des *Geisserli* im Muscherenschlund vor, und in seinem Jahresbericht regt er die *Schaffung von 2-3 Schutzwaldkomplexen* an: den einen im Muscherenschlund, den andern im Passelbschlund, und eventuell einen dritten am Osthang des Schweinsberges gegen die Schwarzseestrasse hin.

Die vorgeschlagenen Ankäufe im Muscherenschlund kamen nicht zustande. Dafür erwarb aber der Kanton am *13. Dezember 1890 die Weiden Schlattli, Stutzhöll und Luggeli im Tale des Höllbachs* mit einer Gesamtfläche von 68,46 ha. Dieser Ankauf ist der Beginn einer grosszügigen Aufforstungstätigkeit, die der Kt. Freiburg seither ohne Unterbruch fortgesetzt hat.

Dem ersten Ankauf, der vom Grossen Rat einstimmig beschlossen worden war, folgten sehr rasch weitere. *Im Jahre 1900* betrug die angekauft Fläche im Höllbach schon . . . 226,12 ha

Am 31 Dezember 1900 erfolgt der erste Ankauf im obersten Einzugsgebiet der Aergera, «Le Creux d'Enfer».

Bis 1910 wächst die Staatsdomäne in den beiden Tälern

| | |
|----------------------------|-----------|
| auf | 560,89 ha |
| an. 1920 sind es | 716,24 ha |

Dazu waren im Jahre 1919 als Folge der Hochwasserkatastrophe von 1917 die ersten Ankäufe im Tale der

Warmen Sense mit einer Gesamtfläche von 121,59 ha
erfolgt, sodass die *Gesamtfläche 1920* 837,83 ha
beträgt.

1930 erreicht die Fläche in den 3 Tälern 1183,91 ha
und am *31. Dezember 1939* sind es 1373,61 ha
Davon entfallen auf das Tal der Aergera 493,31 ha
dasjenige des Höllbach 570,49 ha
und jenes der Sense 309,81 ha

Dazu kommen angrenzend an die Aergeraaufforstungen noch jene im Tale des Javroz, die aber nicht Gegenstand unserer heutigen Betrachtung sind.

Alle diese Ankäufe sind im vollen Einverständnis mit den früheren Besitzern erfolgt, und es musste nirgends zur Expropriation geschritten werden. Ungefähr 300 ha sind heute noch nicht aufgeforstet und werden vorderhand noch als Weiden benutzt.

Begründung der Aufforstung.

Sie mögen sich nun fragen, *warum* in dieser Gegend so umfangreiche Aufforstungen notwendig waren.

Es ist jedermann bekannt, dass der Waldboden mit seinem lockeren, schwammigen Gefüge die Fähigkeit hat, grosse Mengen Wasser aufzuspeichern, während es auf dem Weideboden zum grössten Teile oberflächlich abfliesst und die Bäche zu plötzlichem Anschwellen bringt. Die Folge davon ist, dass da, wo im gebirgigen Gelände stark entwaldet wird, Wildbäche entstehen, während wir in gut bewaldeten Gegenden wenige oder keine Wildbäche kennen.

Die starke Entwaldung einerseits und *der leicht verwitterbare und erodierbare geologische Untergrund* anderseits hatten daher auch bei uns zur Bildung gefürchteter Wildbäche geführt.

a) die Entwaldung.

Die Jahreszahlen auf den Alphütten in den Tälern der Sense und der Aergera sagen uns, dass der grösste Teil dieser Hütten zwischen 1720 und 1800 erbaut worden ist. Es muss dies eine Zeit gewesen sein, da die Viehzucht in unserer Gegend einen derartigen Aufschwung nahm, dass man durch Rodungen immer mehr Weideflächen für das Sömmерungsvieh gewinnen musste.

Beweis für die viel stärkere Bewaldung in früherer Zeit sind die *Holzfunde*, die wir überall da antreffen, wo wir zu Entwässerungszwecken in der Weide Gräben ausheben. Beweis sind aber auch die vielen *Weidenamen*, die auf frühere Wälder hindeuten, die «geschwentet» worden sind.

Ein klassisches Beispiel hiezu liefert uns der *Lägerli- oder Rotenbach*, wohl der wildeste Geselle unter den Wildbächen des Schwarzseetales, den zweifellos schon Niquille im Auge gehabt hat, als er von der Schaffung eines Schutzwaldkomplexes am Osthang des Schweinsberges gegen die Schwarzseestrasse hin sprach. Im Einzugsgebiete dieses Wildbaches liegen nicht weniger als acht Weiden, deren Namen mit «schwenten» zusammenhängt : Kessler-

schwand, Schwand, Bäriswilschwand, Rotenbachschwand, Cordeischwand, Stuckischwand, Schwändli und Schwändliloch. Kein Wunder, dass nach einer derartigen Entwaldung ein solcher Wildbach entstand !

Als zweiter Faktor der Entwaldung kam dann der *Holzhandel* hinzu, der während der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts zum Ruin ausgedehnter Gebirgswaldungen führte. Die Chroniken beweisen uns, dass in jener Zeit gewaltige Mengen Brennholz aus diesen Tälern in die *von Rollschchen Eisenwerke* bei Solothurn verkauft wurden, wohin es bei den Hochwassern der Frühjahrsschneeschmelze durch die Sense oder die Aergera nach der Saane und von da durch die Aare hinab geflossen wurde.

Auf diese Weise wurden unsere Vorberge ihres Waldmantels fast vollständig beraubt, sodass um 1890 das Einzugsgebiet des Höllbaches noch zu 5% und jenes der Aergera noch zu 7% bewaldet waren.

b) *Die geologischen Verhältnisse.*

Ein Blick auf die geologische Karte, vor allem aber die Betrachtung des Geländes selbst, zeigen uns, dass wir uns hier im Gebiete des *Flysch* befinden, einer *äusserst veränderlichen tertiären Formation*, die weiter südlich von den sekundären Kalkalpen überlagert ist, und deren Unterlage die subalpine Molasse bildet.

Während die unteren Flyschformationen, der sog. *Wildflysch*, für uns kaum in Betracht fallen, haben wir es in dem uns interessierenden Gebiete zwischen Berra und Aettenberg fast ausschliesslich mit den sog. *Gurnigelschichten* zu tun. Diese zeichnen sich durch eine reiche Abwechslung von *Mergel-, Sandstein-, Schiefer- und Breccienlagen* aus. Wie ihr *Schichtencharakter*, so ist auch ihre *Tektonik* sehr unregelmässig; überall treffen wir zahlreiche Faltungen und Verwerfungen an, und man hat oft grosse Mühe, einen einigermassen klaren Zusammenhang zwischen den verschiedenen sich folgenden Synkinalen und Antikinalen zu konstruieren. Ganz allgemein können wir ein *Einfallen* der Schichten unter die sie im S.S.E. überlagernden Kalkalpen feststellen.

Diese Flyschschichten sind an zahlreichen Stellen von *quartären Ablagerungen* aus den zwei letzten Eiszeiten überdeckt, die z. T. vom Rhonegletscher, z. T. auch von sekundären Voralpen-

gletschern und sogar von kleineren Lokalgletschern herstammen. Diesen Glazialschottern mischen sich da und dort auch Flussablagerungen bei.

Die Mergel-, Schiefer- und Sandsteinschichten der Gurnigel-formationen *verwittern* sehr leicht, und sogar die harten Nummuliten-bréccien erleiden an der Luft eine verhältnismässig rasche Zersetzung durch Oxydation. Ausserdem bilden die *lehmig-seifigen Schiefer- und Mergelschichten bei Zutritt von Wasser schmierige Gleitflächen*. Diese Tatsachen und die äusserst unregelmässige Tektonik bringen es mit sich, dass das ganze Gebiet für *Wildbacherosion, Erdschlipfe und Rutschungen grösseren Stils* die denkbar günstigsten Bedingungen aufweist. Auch die Moräneüberlagerungen, die in den Talhintergründen der Aergera und des Höllbachs sowie an den Hängen des Schweinsbergs grösstenteils von lokalen Gletschern herrühren und daher ebenfalls aus Flyschelementen bestehen, müssen mit ihrem hohen Lehmgehalt als höchst unstabile Gebilde bezeichnet werden.

Diese beiden Faktoren, *die Entwaldung und der geologische Untergrund geben uns also die Antwort auf die Frage nach dem « warum » der Aufforstungen.*

Es ist nun ein allgemein gültiger Grundsatz, dass das *beste Mittel zur Bekämpfung eines Uebels die Behebung seiner Ursachen ist*. Von den beiden Ursachen der Wildbachbildung und der Rutschungen ist die eine, der geologische Untergrund, unserem Einflusse nicht zugänglich, wohl aber die andere, die Bewaldung der Bodenoberfläche. Das uns zu Gebote stehende Heilmittel besteht demnach in der *Wiederherstellung des früheren natürlichen Zustandes*, d. h. in der *Wiederaufforstung* der früher gerodeten Flächen.

Daraus geht hervor, dass der *erste Zweck* unserer Aufforstungen nicht die Anlage von Holzvorräten war, sondern *die Bekämpfung der Wildbäche mit den von der Natur selbst vorgeschriebenen Mitteln*. Die Holzproduktion ist dabei wohl eine höchst willkommene Begleiterscheinung, war aber nicht primärer Beweggrund. Diese Ueberlegung muss uns bei unsern Arbeiten immer wegleitend sein und bleiben.

Das Vorgehen der Aufforstung

besteht darin, dass der vernässte Boden zunächst mit offenen Gräben entwässert und dann mit verschiedenen Holzarten bewaldet wird. Hand in Hand damit gehen die notwendigen Wildbachverbauungen und in neuerer Zeit auch der Wegebau.

a) Die Entwässerung.

Das Verwitterungsprodukt der mergeligen Flyschschichten sind fast durchwegs *schwere, undurchlässige und daher versumpfte Lehmböden*, die in dieser Form zur Aufnahme einer Waldvegetation ungeeignet sind. Aus diesem Grunde muss der Boden vor der Pflanzung gründlich entwässert werden.

Dies geschieht mit offenen Gräben, die bis in die undurchlässige Lehmschicht hinunterreichen. Ihr Gefälle beträgt je nach Boden und Wassermenge 4—10%, ihr Abstand 5—7 m.

Bis Ende 1939 sind in diesen Aufforstungen im Ganzen 568 000 Laufmeter Entwässerungsgräben ausgehoben worden, was ziemlich genau zweimal die Strecke Genf-Romanshorn darstellt.

b) Die Bewaldung.

Nach der Bodenvorbereitung durch die Entwässerung schreitet man zur Pflanzung, oder genauer gesagt, zur Bewaldung. Mangels besserer Erfahrung pflanzte man anfänglich ziemlich *wahllos die Holzarten*, die man sich im künftigen Bestande wünschte, in erster Linie grosse Mengen Fichten, dazu Weisstannen, Arven, Lärchen, Bergföhren, sogar exotische Holzarten wie *Picea sitchensis*, *Picea pungens*, *Pseudotsuga Douglasii* und *Pinus Strobus*. Man kümmerte sich auch nicht darum, *woher die Samen* für die Pflanzennachzucht kamen, sondern kaufte diese vorurteilslos im freien Handel entweder in Paris, in Sachsen, Württemberg, oder gelegentlich auch im Engadin oder im Aargau.

Erst die Erfahrung der Jahrzehnte lehrte, dass im Walde, der eine *natürliche Lebensgemeinschaft* ist, die Gesetze der Natur nicht vergewaltigt werden können, dass *jede Holzart auf den ihr zusagenden Standort gehört* und dass innerhalb der Holzarten *jede Standortsrasse* den ihr zusagenden Boden, das entsprechende Klima und die entsprechende Höhenlage fordert.

Die Grundsätze der Samenprovenienz und der Samenselektion begannen sich aus den jahrzehntelangen Erfahrungen herauszu-kristallisieren.

Und in neuester Zeit sind wir zur Ueberzeugung gelangt, dass auch standortsgemäße und provenienzstarke Pflanzen *nicht ohne Schaden direkt auf den früheren, wenn auch entwässerten Weideboden verpflanzt werden dürfen*, sondern dass dieser dichtgelagerte Boden erst durch einen *langsamem, der Natur abgeschauten Prozess in einen waldbodenähnlichen Zustand übergeführt* werden muss, bevor er sich zur Aufnahme der endgültigen oder der sog. Edelholzarten eignet.

Unter dem Einfluss dieser Erkenntnisse befassen sich die Forstleute, und namentlich die Gebirgsforstleute, in den letzten Jahren immer intensiver mit den Problemen der *Pflanzensukzessionen und der Pflanzensoziologie* im Allgemeinen, die im Zusammenhang mit den Grundsätzen der *Bodenkunde, der Aufforstungstechnik neue Wege* gewiesen haben.

Genau wie sich in der freien Natur der Wald einen Weide- oder einen Geröllboden in der Regel nicht unmittelbar durch Anflug der Edelholzarten erobert, sondern erst *über die Zwischenglieder verschiedener Pflanzengesellschaften*, genau so muss die Aufforstungstechnik *stufenweise* vorgehen. *Wir müssen die Natur nachahmen*, wir können auch ihr Vorgehen beschleunigen, aber wir dürfen sie nicht vergewaltigen, wenn wir einen gesunden und widerstandsfähigen Wald aufbauen wollen.

Aus diesen Gründen pflanzen wir heute nach der Entwässerung zuerst die sog. *Schulzholzarten*, Holzarten, die mit Hilfe ihrer Wurzelbakterien den Boden mit Stickstoff bereichern oder die ihm durch ihren reichlichen Laubabfall alljährlich grössere Mengen organischer Düngstoffe zuführen und ihn dadurch lockern, und die ihm endlich vermöge ihrer starken Wasserverdunstung einen grossen Teil seines Wasserüberschusses entziehen. Es sind dies vor allem die Erlenarten *Alnus incana* und *Alnus viridis*, sodann *Sorbus aria* und *Sorbus aucuparia*, verschiedene *Cytisus-* und *Salixarten u.a.m.*

Die Entwässerungswirkung der Laubhölzer ist bedeutend grösser als jene der Nadelhölzer, ist doch eine Hektare Laubwald im Stande, innerhalb 24 Stunden bis 30 000 Liter Wasser zu verdunsten, während es der Nadelwald auf höchstens 20 000 Liter bringt.

Ist der Boden einmal genügend entwässert und durch die Schutz- oder Vorbauholzarten aufgelockert, so stellen sich die *Edelholzarten* in der Regel durch *Naturanflug* von selbst ein, sofern da und dort ein Samenbaum steht. Mit Hilfe lokaler Rasenabschälungen, durch die die Keimlinge vor dem verdämmenden Unkraut geschützt werden, fördern wir ausserdem das Aufkommen dieser Naturanflüge. Erst wenn diese infolge Fehlens von Samenbäumen, zu starker Verunkrautung oder aus einem andern Grunde nicht eintrifft, helfen wir mit *Pflanzung* oder auch mit *Saat* von Nadelhölzern, Bergahorn, Buche oder Esche nach. Diese Pflanzung sollte aber frühestens 4-5 Jahre nach der Entwässerung erfolgen.

Oberster Grundsatz muss aber dabei sein, dass zu diesen Pflanzungen und Saaten nur *Samen standortsgemässer Holzarten* verwendet werden, die möglichst in der Gegend selbst, oder dann wenigstens in gleicher Höhenlage und Exposition und auf gleichem Boden gereift sind.

Zu diesem Zwecke gehen wir immer mehr zur *Selbstgewinnung unserer Samen* über. Die Pflanzen der Schutzhölzer, namentlich jene der Weisserlen, ziehen wir zu Zehntausenden als *Wildlinge* in den Flussläufen in unmittelbarer Nähe der Aufforstungen aus. Auf diese Weise wurden im 2. Forstkreis in den zwei letzten Jahren 136 000 Weisserlensetzlinge gewonnen.

In den 50 Jahren dieser Aufforstungstätigkeit sind im Ganzen 5 194 400 Pflanzen verschiedener Holzarten versetzt worden. Während es aber früher fast ausschliesslich Nadelhölzer waren, pflanzten wir in den letzten Jahren aus den eben angeführten Gründen $\frac{3}{4}$ bis $\frac{4}{5}$ Laubhölzer.

c) Die Wildbachverbauungen.

Da wo Wildbäche tief eingefressen sind, rutschige Ufer haben und viel Geschiebe führen, genügt die Aufforstung allein nicht mehr zu ihrer Bekämpfung, und wir müssen zur Verbauung dieser Bäche schreiten.

Während die Verbauungen der Flüsse und auch der Wildbäche ausserhalb des Aufforstungsperimeters Sache der Organe des *Baudepartementes* ist, werden die Arbeiten innerhalb des Aufforstungsperimeters von den *Forstorganen* im Zusammenhang mit der Aufforstung projektiert und durchgeführt.

Dabei beschränken wir uns auf die *Behandlung der gefährlichsten Rinnale*. Es ist besser, einen Wildbach richtig zu verbauen als mehrere nur halb, denn halbe Verbauungen werden vom ersten anständigen Hochwasser weggerissen. Je nach dem Zustand des Bachbettes, den zu erwartenden Wasser- und Geschiebemengen und den vorhandenen Materialien gelangen verschiedene Verbauungstypen zur Anwendung. Bald sind es reine Steinsperren, bald Holzsperren, bald gemischte Werke, oder auch Drahtgittersperren.

d) Der Wegebau.

Gleichzeitig mit den Aufforstungen legen wir heute auch schon *das künftige Wegnetz* in Form von schmalen Schlittwegen an. Diese erleichtern den Pflanzentransport und können später, wenn sie einmal für den Holztransport ausgiebiger gebraucht werden, leicht verbreitert und, je nach Bedarf, mit einem Steinbett versehen werden.

In den älteren Aufforstungen war dieses Tracieren des Wegnetzes noch nicht üblich. Da diese 50-jährigen Bestände uns heute schon ansehnliche Erträge abzuwerfen beginnen, müssen wir dort *das Wegnetz erst noch erstellen*. Dabei bauen wir die ausgesprochenen *Hauptwege als Fahrstrassen* mit Steinbett und Beschotterung aus, während das ganze *Seitenwegnetz nur aus Schlittwegen* für den Wintertransport besteht. Aber auch diese werden nach einem einheitlichen Plane und mit gleichmässigen Gefällen angelegt.

Dass der Strassenbau *im beweglichen Flyschboden* mit allerhand *Schwierigkeiten* zu kämpfen hat, brauche ich Ihnen wohl kaum besonders hervorzuheben. *Ein rationell angelegtes Wegnetz ist jedoch die Grundlage für die geregelte Bewirtschaftung eines Waldes.*

Die Wirkung der Aufforstung.

Sie fragen sich nun zweifellos, ob die erwartete Wirkung der Aufforstungen überhaupt eingetreten sei oder nicht. Diese Frage hat natürlich auch uns im höchsten Grade interessiert.

Wir besitzen wohl *photographische und kartographische Aufnahmen*, die uns gestatten, einen Vergleich zwischen den früheren waldlosen Hängen und dem heutigen Waldmantel zu ziehen. Und da durch die Untersuchungen der schweizerischen und ausländischen Versuchsanstalten das grosse Wasserspeicherungsvermögen

des Waldbodens gegenüber dem Freilandboden einwandfrei nachgewiesen worden ist, könnten wir daraus ohne weiteres den Analogieschluss ziehen, dass die erhoffte Wirkung vorhanden ist.

Wir können auch von blossem Auge feststellen, wie die breiten Geröllbette und die kahlen Ufer dieser Wasserläufe sich allmählich begrünen, ein Beweis dafür, dass die Hochwasser nicht mehr so verheerend sind.

Wir besitzen endlich auch die Aussagen zahlreicher älterer Leute, die uns bezeugen, dass Höllbach und Aergera nicht mehr die gefürchteten Wildbäche sind wie vor 40 und 50 Jahren.

Es lag uns aber daran, durch exakte Untersuchungen *den Einfluss der Entwässerungen und Aufforstungen auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens festzustellen*.

Aus diesem Grunde haben wir uns im *Sommer 1935* mit der eidg. Zentralanstalt für forstl. Versuchswesen in Zürich in Verbindung gesetzt, um gemeinsam mit ihr *eine Reihe von Bodenuntersuchungen* vorzunehmen. Diese Untersuchungen haben ausserordentlich interessante Resultate gezeitigt, die unsere Erwartungen teilweise weitgehend übertroffen haben. Es sind ganz besonders die *Sickerversuche nach der Methode von Dr. Burger*, die uns die Wirkung der Aufforstung am handgreiflichsten vor Augen führen:

Die Einsickerungszeit für 100 mm Wasser betrug :

| | |
|--|---------------------|
| 1. in der 40jährigen Aufforstung | 2'59" (= 1) |
| 2. » » 20 » | 8'23" (= 2,7) |
| 3. » » entwässerten Weide mit Viehausschluss | 37'43" (=12,2) |
| 3. » » unentwässerten Weide | 1 h. 40'00" (=32,5) |

Hiezu ist zu bemerken, dass es sich *unter einer 40jährigen Aufforstung noch lange nicht um einen vollständigen Waldboden* handelt. Leider gestatteten uns die örtlichen und die Witterungsverhältnisse damals nicht, diesen vier Versuchsreihen noch eine fünfte im alten, nicht gerodeten Waldboden anzuschliessen.

Am 3. August 1937 habe ich dann im *Aufforstungsprojekt Schmutzli*, am Nordabhang des Aettenberges, weitere *Sickerversuche* unternommen, die sich ausschliesslich auf Böden bezogen, die durch die natürliche Vegetation, nicht aber durch künstliche Entwässerung beeinflusst waren.

Die Versuchsergebnisse sind folgende:

| | Einsickerungszeit für 100 mm Wasser: |
|---|--------------------------------------|
| 1. Alter Waldboden (Mittel von 11 Versuchen) | 55" (= 1) |
| 2. 30 jährige natürliche Fichtenverjüngung auf ehemaliger Weide (6 Versuche) | 1'37" (= 1,8) |
| 3. Weideboden, immerhin seit 2 Jahren nicht mehr beweidet (5 Vers.) | 2 h. 03'27" (= 135) |

Diese Untersuchungen bestätigen jene im Höllbach vollauf.

Das grosse Wasserspeicherungsvermögen des Waldbodens ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen:

1. Die hochdispersen Tonböden, die das Verwitterungsprodukt des Flysches darstellen, werden durch das Regenwasser dichtgeschlämmt. Die Folge dieser Kompaktstruktur ist eine geringe innere Oberfläche, dadurch eine geringe Adsorptionseigenschaft und ein kleines Wasserbindungsvermögen. In der Krümelstruktur des durch den Wald geschaffenen Humusbodens dagegen sind Oberfläche, Adsorptionseigenschaft und Wasserbindung bedeutend grösser.

2. Die dichtgelagerten Böden halten das Schnee- und Regenwasser, das sie in ihren oberen Schichten noch aufnehmen können, kapillar zurück und lassen es nicht in die undurchlässigen tieferen Schichten abfliessen. Aus diesem Grunde treffen wir auf unseren Flyschbergen mitten im Sommer oft an steilen Halden und auf Kämmen eine wahre *Versumpfung*, die durch das Vorhandensein von Sumpfpllanzen wie Flatterbinse (*Juncus effusus*), Sphagnummoose, *Pedicularis palustris*, *Pinguicula vulgaris* und *alpina*, *Caltha palustris* u.a.m. charakterisiert ist. Bei einem eintretenden Gewitter kann dieser wassergesättigte Boden fast kein Wasser mehr aufnehmen, während der weniger übersättigte Waldboden noch grosse Wassermengen aufsaugen kann.

3. Der Waldboden wird von einem dichten Wurzelwerk durchzogen, das im Boden ebensoviele Kanäle schafft, in die das Wasser eindringen kann. Diese Kanäle sind bedeutend gröber als jene im dichtgelagerten Weideboden, sodass das Wasser hier nicht in der Weise kapillar zurückgehalten wird wie dort, sondern allmählich unterirdisch abfliesst.

Neben diesen positiven Ergebnissen haben uns die Untersuchungen aber auch einen *negativen Fingerzeig* gegeben: *Die Böden*

sind infolge der Entwässerung und Aufforstung leicht saurer geworden, da die Durchlässigkeit und damit die Auslaugungsmöglichkeit der Basen und der Sesquioxyde zugenommen hat.

Wenn wir diese physikalische Feststellung *chemisch und bodenkundlich* auswerten, bedeutet das, dass durch die fortschreitende Auslaugung der kolloid-hochdispersen Komponenten in den oberen Bodenschichten letztere sich immer mehr zu einem sog. *Auswaschungshorizont* entwickeln, während sich in der Tiefe ein ausgesprochener *Anreicherungshorizont* bildet. Diese Erscheinung, die die Bodenkundler als *Podsol* bezeichnen, kann an zahlreichen Bodenprofilen sowohl in der Weide als auch in der Aufforstung recht deutlich beobachtet werden. Nach einer mehr oder weniger mächtigen, dunkelbraun gefärbten Humus-Auflageschicht finden wir einen deutlichen grauen Bleicherde- oder Auslaugungshorizont, dem in einer Tiefe von 50—100 cm. dann der durch die Eisenverbindungen rotbräunlich gefärbte Anreicherungshorizont folgt. Es handelt sich hier noch nicht um die ausgesprochenen Podsolböden, wie wir sie in der alpinen Stufe mit den scharf abgegrenzten Horizonten vorfinden, sondern wir können diese Böden in den *Typus der podsoligen Braunerde* oder des *subalpinen Eisenpodsols* einreihen, deren typische Vegetation der *subalpine Nadelwald* oder das *Picetum* der Pflanzensoziologen, stellenweise auch das *Rhodoreto-Vaccinietum* ist.

Die Versauerung dieser Böden ist immerhin nicht derart, dass sie zu Befürchtungen Anlass bieten könnte, denn bei den hier festgestellten Aciditätsverhältnissen wird das Gedeihen der Fichte, die ja hier die standortsgemäße Hauptholzart ist, noch nicht beeinträchtigt. Diese Feststellung muss aber für uns doch eine *Warnung* sein, *eine weitere Podsolbildung aufzuhalten* und ihr in unseren Aufforstungen von Anfang an entgegenzuwirken. Dies können wir nur dadurch tun, dass wir *die Acidität des Bodens neutralisieren*, denn die Humussäure besitzt die Wirkung eines *Schutzkolloides*, das die Koagulierung der feinsten Bodenteilchen verhindert und dadurch ihre Tiefenwanderung begünstigt.

Das natürliche Mittel zur Neutralisierung des sauren Humusbodens aber ist die Einbringung von *Laubholz*, namentlich der *Weisserle*, die mit ihrem reichlichen Blattabfall dem Boden *alkalische Komponenten* zuführt und durch die Tätigkeit ihrer Wurzelbakterien die *Krümelung* des Bodens fördert.

Diese Ueberlegungen haben uns denn auch dazu geführt, *den Laubhölzern einen immer grösseren Raum zuzuweisen* und namentlich die Zahl der Weisserlenpflanzen von Jahr zu Jahr um Zehntausende zu erhöhen.

Die Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Untersuchungen haben uns immerhin einwandfrei bewiesen, dass die *Aufforstungen bereits in hohem Grade die von ihnen erwartete Wirkung ausüben* und dass sich der Kanton Freiburg mit seiner Aufforstungspolitik auf guten Wegen befindet. Sie beweisen uns, dass er in den Einzugsgebieten seiner Wildbäche ein Werk unternommen hat, das den Flussanwohnern im Tale zum Segen gereicht. Gleichzeitig hat er sich aber auch eine *Holzreserve* geschaffen, deren Bedeutung uns nie eindringlicher zum Bewusstsein kommt als gerade in der heutigen schweren Zeit, da das *Holz als nationaler Rohstoff in unserem Wirtschaftsleben und in der Landesverteidigung* eine so wichtige Rolle zu spielen hat.

Heute hat der Staat die Einzugsgebiete der wichtigsten Wildbäche in diesen drei Tälern aufgeforstet oder zu Aufforstungszwecken angekauft. Im einen oder andern Gebiete ist noch eine Erweiterung und Arrondierung wünschbar, doch handelt es sich nicht mehr um sehr grosse Flächen. Mit der Aufforstung der gekauften Weiden und den erwähnten allfälligen späteren Ergänzungen dürfte das gesteckte Ziel in diesem Gebiete wohl erreicht sein. Wenn einmal die Arbeiten in den bis heute gekauften Flächen abgeschlossen sein werden, wird das Bewaldungsprozent des obersten Einzugsgebietes der Aergera von 7 auf 70% und jenes des Höllbachs von 5 auf 50% ansteigen.

Wir verneigen uns in Bewunderung und Dankbarkeit vor jenen, die dieses grosse Werk begonnen und fortgeführt haben. Wenn hier auch gesagt wurde, dass sich die Technik des Vorgehens seit dem Beginn der Arbeiten geändert und im Lichte der Erfahrungen fortentwickelt habe, so soll das nicht im Geringsten eine Kritik an den früheren Leistungen sein, denn wenn sie nicht den Mut gehabt hätten, das Werk zu beginnen, und die Ausdauer, es fortzusetzen, so hätten wir keine Gelegenheit gehabt, aus ihren Erfahrungen und Leistungen jene Schlüsse zu ziehen, die zur heutigen Entwicklung beigetragen haben.

2. *Démonstration du relief du massif de la Berra, exposé à l'Exposition nationale en 1939, au vestibule du Musée d'histoire naturelle.*

Séance du 25 avril 1940.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

1. **Léon Layaz:** *Quelques mots sur la découverte en Gruyère du «Cytisus nigricans L.» plante nouvelle pour la Suisse occidentale.*

L'auteur n'a pas fourni de manuscrit.

2. **O. Büchi, conservateur:** *Le Musée d'hist. naturelle en 1939 (acquisitions, donations, transformations) et projets d'avenir.*

Voir Bulletin, vol. 35, page 130.

Séance du 9 mai 1940.

Présidence de M. le prof. S. Bays, président.

S. Bays et M. Chuin-Che Hsia, Institut de Mathématique: *Les systèmes imprimitifs dans lesquels se répartissent les combinaisons $i \rightarrow i$ de m éléments par les substitutions du groupe cyclique de degré m .*

Le travail est publié dans les *Commentarii Mathematici Helveticae*, vol. 12, 1939-1940, fasc. quartus, p. 307-316.
