

Vorträge

19. Oktober 1959: Prof. Dr. U. Leupold, Zürich:

Beiträge der Mikrobiologie zur Kenntnis des Genes

In den knapp zwei Jahrzehnten, die seit der ersten kombinierten Anwendung biochemischer und genetischer Methoden auf die Isolierung und Analyse wachstumsfaktorabhängiger Verlustmutanten beim Ascomyzeten *Neurospora* verflossen sind, sind zahlreiche Reaktionswege der Biosynthese von organischen Wachstumsfaktoren mit Hilfe der von BEADLE und TATUM (1941) entwickelten Methoden aufgeklärt worden. Das für die Genetik wichtigste Ergebnis dieser Forschungsrichtung besteht in der Einsicht, dass die genetische Steuerung von Stoffwechselvorgängen im allgemeinen auf einer individuellen Steuerung der Synthese der einzelnen Enzyme durch ihnen spezifisch zugeordnete Gene beruhen muss. Diese Vorstellung einer 1:1-Beziehung zwischen Gen und Enzym, der vor allem von BEADLE (1945) Ausdruck gegeben worden ist, wird durch eine jährlich zunehmende Zahl von Beispielen von Mutationen gestützt, welche durch die Modifikation oder den Ausfall von einem, und nur einem, Enzym charakterisiert sind.

Welches ist die Grundlage dieser mutativen Inaktivierung von Enzymen und anderen Proteinen mit spezifischen biologischen Wirkungen? Vieles deutet darauf, dass nicht nur die quantitative Ausbildung, sondern auch die spezifische Struktur derartiger Eiweisskörper genetisch determiniert ist. Zum mindesten muss dies für die primäre Proteinstruktur zutreffen, die durch die Reihenfolge der Aminosäuren innerhalb der das Protein aufbauenden Polypeptidketten gegeben ist. Die Vorstellungen, welche die Fähigkeit des Genmaterials zu erklären versuchen, Aminosäuren zu Polypeptidketten spezifischer Struktur zusammenzusetzen, sind der Immunologie und Enzymologie entlehnt. Sie nehmen an, dass das Gen auf Grund seiner spezifischen Oberflächenkonfiguration direkt oder indirekt als Strukturvorlage oder Matrize für die richtige Aufreihung der von der Zelle angebotenen Aminosäuren zu dienen vermag. Eine Reihe von Beobachtungen, vor allem an Mikroorganismen – so die Trans-

formationsversuche an Pneumokokken sowie die Analyse des Infektionsverlaufes bei bakteriellen und pflanzlichen Viren –, deuten darauf, dass es die Nukleinsäuren sind, welche in der Reihenfolge ihrer Purin- und Pyrimidinbasen die genetischen Informationen für die Synthese von Polypeptidketten mit bestimmter Aminosäuresequenz aufbewahren. Bei zellulär gebauten Organismen kommt hierbei in erster Linie die Desoxyribonukleinsäure (DNS) in Frage, während die Ribonukleinsäure (RNS) vermutlich als Zwischenglied in der Übertragung der genetischen Informationen von der DNS auf das Protein funktioniert. Ein Modell der DNS-Struktur, welches nicht nur physikalische und chemische Daten berücksichtigt, sondern auch Erklärungsmöglichkeiten für die Fähigkeit des Genmaterials bietet, die identische Reproduktion seiner selbst zu steuern, ist vor einigen Jahren von WATSON und CRICK (1953) entwickelt worden.

Doch sind viele der Spekulationen über das Wesen der Genstruktur und Genwirkung, die an dieses Strukturmodell der DNS anknüpfen, der eigentlichen experimentellen Analyse noch um Jahre und Jahrzehnte voraus, und es fehlen die chemischen Methoden, um auch nur ihre Grundthese, diejenige der Determinierung von Aminosäuresequenzen durch die Basensequenzen der Gen-DNS, direkt nachzuprüfen. Dagegen hat die Genetik in den letzten Jahren Wege gefunden, die immerhin schon ein Stück in dieser Richtung führen und zeigen, dass das Gen tatsächlich die lineare Struktur besitzt, die wir von ihm auf Grund seiner vermuteten Matrizenfunktion in der Synthese von Polypeptidketten erwarten. Die Erfolge dieser Forschungsrichtung sind weitgehend der ungeahnten Steigerung des Auflösungsvermögens des genetischen Kreuzungsexperimentes zu verdanken, die durch die Einführung von Mikroorganismen in die Genetik ermöglicht worden ist. Sie lassen erkennen, dass ein Chromosomenbereich, welcher in seiner Gesamtheit die Synthese eines Enzymes steuert und demnach im funktionellen Sinne der klassi-

schen Gendefinition ein Gen darstellt, an vielen verschiedenen, rekombinatorisch unterscheidbaren Stellen seiner linearen Längsstruktur durch Mutation inaktiviert werden kann. Der seltene intragene Austausch, welcher zwischen verschiedenen derartigen Mutationsorten ein und desselben Genes beobachtet wird, erscheint allerdings nicht durch klassisches reziprokes crossing-over, sondern durch nichtreziproke Mechanismen, vermutlich durch Kopierfehler bei der Reduplikation des Genmaterials bedingt.

Ein Vergleich der intragenen Distanzen zwischen benachbarten Mutationsorten ein und desselben Genes, wie sie sich genetisch auf Grund von intragenen Austauschhäufigkeiten bestimmen lassen, und der theoretischen Austauschwahrscheinlichkeit eines Nukleotidbausteins der Gen-DNS, wie sie von BENZER (1957) für den Bakteriophagen T 4 berechnet worden ist, führt zum Schluss, dass das Auflösungsvermögen des genetischen Experimentes bereits in den Bereich

von molekularen Abständen vorgedrungen ist, die nicht mehr als einigen wenigen Nukleotiden innerhalb der DNS-Ketten des Genes entsprechen. Die Vermutung erscheint deshalb nicht unberechtigt, dass die kleinste mutative und rekombinatorische Einheit der Genetik durch das einzelne Nukleotid der DNS des Genes gegeben ist.

Das Verteilungsmuster intragener Mutationen innerhalb der Genkarte ein und desselben Locus ist eine Funktion nicht nur der zugrunde liegenden Genstruktur, sondern ebensowohl eine Funktion des zur Induktion der Mutanten verwendeten mutagenen Agens. Dies lässt die Hoffnung auftauchen, durch die Mutationsauslösung mit spezifischen, gegen bestimmte Basen gerichteten Reagentien die spezifische Basennatur der einzelnen Mutationsorte kennenlernen und damit die Analyse von Basensequenzen innerhalb der DNS des Genes mit genetischen Methoden in Angriff nehmen zu können.

(Autoreferat)

2. November 1959: Prof. Dr. P. Grassmann, Zürich:

Herstellung starker Magnetfelder bei tiefen Temperaturen und technische Anwendungen der Supraleitung

Magnetfelder mit Feldstärken, die oft weit über das hinausgehen, was sich mit der konventionellen Bauart mit Eisenkern erreichen lässt, werden heute nicht nur für die physikalische Forschung benötigt. Als neue Anwendungsgebiete kommen in Frage:

1. bei der Kernfusion die Bündelung und möglichst auch Stabilisierung des Entladungskanals;
2. in der Raketentechnik die Ausrichtung von Ionenstrahlen.

Die für die Aufrechterhaltung konstanter Magnetfelder erforderliche hohe elektrische Leistung verwandelt sich in irreversibler Weise restlos in Wärme. Es liegt daher die Frage nahe, ob nicht durch Anwendung sehr tiefer Temperaturen die Verluste verringert werden können. Da die Supraleitung durch starke Magnetfelder vernichtet wird, scheiden zwar Supraleiter aus. Es bleibt aber zu untersuchen, ob nicht aus der Widerstandsabnahme reiner Metalle mit abnehmender Temperatur Nutzen gezogen werden kann. Ausser der primär zur Aufrechterhaltung des

Feldes eingespeisten elektrischen Leistung ist allerdings noch eine grosse zusätzliche Leistung erforderlich, um durch einen geeigneten Kälteprozess die bei tiefer Temperatur frei werdende Wärme an die Umgebung abzuführen. Die nähere Untersuchung zeigt, dass zwar die Kühlung mit flüssiger Luft noch keinen Nutzen bringt, dass aber bei einer Temperatur zwischen etwa 10 und 20 °K, das heisst im Gebiet des flüssigen Wasserstoffs, merkliche Einsparungen zu erzielen sind. Wenn sie auch teilweise durch die Irreversibilitäten des Kälteprozesses und durch die Widerstandszunahme im Magnetfeld wieder aufgehoben werden, so ist die Anwendung tiefer Temperaturen doch für manche Fälle zweckmässig.

Supraleiter lassen sich jedoch auf dem Gebiet der Schwachstromtechnik mit gutem Erfolg anwenden. Seit vor einigen Jahren erstmals supraleitende Schaltelemente angegeben wurden, wird Forschung und Entwicklung rasch weiter vorangetrieben. Am Beispiel eines Informationsspeicherelementes wird gezeigt, dass für den Aufbau eines Ge-

dächtnisses immer eine gewisse Irreversibilität erforderlich ist. Für die pro Schaltung erforderliche Mindestarbeit ε_{\min} wird die Formel

$$\varepsilon_{\min} = k T \ln (\Delta t \nu / W_{\max})$$

angegeben (k = Boltzmann-Konstante, T = absolute Temperatur, Δt = Zeit der Speicherung, ν = Eigenfrequenz des Speicherelementes, W_{\max} = oberste erlaubte Grenze dafür, dass das Element sich auf Grund der Brownschen Bewegung von selbst umschaltet). Die

Mindestentropiezunahme pro Schaltung ist also gegeben durch

$$\Delta s_{\min} = \varepsilon_{\min} / T = k \ln (\Delta t \nu / W_{\max})$$

Um sich dieser Grenze zu nähern, versucht man die Abmessungen der Schaltelemente so klein wie möglich zu machen, was durch Verwendung aufgedampfter Schichten gelang. Gleichzeitig erreicht man dadurch auch Schaltzeiten, die heute in der Grössenordnung von 10^{-8} s liegen.

Zum Schluss wurden noch supraleitende Gleichrichter und Verstärker erläutert.

(Autoreferat)

16. November 1959: Dr. I. Eibl-Eibesfeldt, Seewiesen, Oberbayern:

Die Galàpagos-Inseln – die Arche Noahs im Pazifik

Sechshundert Meilen westlich von Ecuador liegt die Gruppe der Galàpagos-Inseln, deren Ufer die seltsamsten Geschöpfe unserer Erde beherbergen, Lebewesen, deren Besonderheit 1835 Charles Darwin den Gedanken der Abstammungslehre eingaben. Sie haben damit mehr zur Gestaltung des modernen naturwissenschaftlichen Weltbildes beigetragen als alle Tiere des südamerikanischen Kontinents zusammengenommen.

Die Galàpagos-Inseln wurden durch vulkanische Kräfte aus der Tiefe des Ozeans emporgewuchtet. Die zahlreichen Inseln und Inselchen bedecken heute etwa 7840 km² Land. Die höchsten Vulkane erheben sich bis zu 1600 m über den Meeresspiegel. Es handelt sich um Vulkankolosse, in deren weiten Kraterschlünden eine moderne Großstadt bequem Platz fände. Die Flanken dieser Vulkane sind von frischen Lavaströmen zerfurcht und mit zahlreichen Nebenkratern übersät.

Die Inseln haben nie eine Verbindung mit dem Festland besessen. Alles, was heute dort lebt, wurde einst durch Stürme oder Meeresströmung dorthin vertragen. Das erklärt die grossen Lücken in der Fauna. Es gibt zum Beispiel keine Amphibien und nur zwei Gattungen von Landsäugetern. Das, was jedoch die Inseln erreichte, bildete sich zu höchst merkwürdigen Sonderformen aus. Allein von den 89 bekannten Brutvögeln sind 77 endemisch, das heisst in ihrem Vorkommen auf das Inselgebiet beschränkt. Nur hier gibt es die flugunfähigen Kormorane, die drachenähnlichen Meererechsen, die sich zu Hunderten auf den Lavaklippen sonnen, und die urtümlichen

Elefantenschildkröten. Nur hier kann man Pinguine, Pelzrobben und Seelöwen, Tiere antarktischen Ursprungs, friedlich mit tropischen Vögeln und Meererechsen beisammen sehen. Überhaupt sind die Galàpagos-Inseln voll überraschender Gegensätze. Landet man auf einer grossen Insel, so sieht man sich zunächst in einer unwirtlichen Lavawüste, in der nur Baumkaktéen und Steppengestrüpp gedeihen. Wandert man jedoch bergan, so kommt man schliesslich in immergrüne Regenwälder, in denen Farne und Orchideen gedeihen. Was den Besucher jedoch am meisten überrascht, das ist die erstaunliche Zahmheit der meisten Galàpagos-Tiere. Die Spottedrosseln versuchen einem die Schnürsenkel für den Nestbau zu entwinden, und Bussarde setzen sich aus reiner Neugier neben einen hin, so nahe, dass man sie mit der Hand berühren kann. Auch die Seelöwen, Kormorane und Meererechsen sind furchtlos, wohl deshalb, weil auf den Galàpagos-Inseln kein einziger räuberischer Säuger lebt. In dieser Hinsicht war der Archipel ein Paradies, aber das änderte sich, als der Mensch die einsamen Gestade besuchte. Seeräuber und Walfänger holten sich ganze Schiffsladungen der schmackhaften Elefantenschildkröten, sie setzten Haustiere aus und richteten schliesslich auch unter den anderen harmlosen Galàpagos-Tieren blutige Gemetzel an – aus reiner Freude am Töten. – Um die Jahrhundertwende kamen die ersten Siedler, die das Zerstörungswerk fortsetzten. 1934 erliess Ecuador Schutzgesetze und erklärte eine Anzahl von Inseln zu Naturschutzgebieten. Aber

wenn niemand die Durchführung der Gesetze überwacht, dann sind sie von geringem Nutzen.

1954, zwanzig Jahre nach dem Inkrafttreten der Gesetze, besuchte der Referent als Mitglied einer von Dr. HANS HASS geleiteten Expedition die Galàpagos-Inseln. Er sah, welche einmalige Arbeitsmöglichkeiten es hier gab, stellte aber auch fest, dass die Tierwelt dieser Inseln aufs äusserste bedroht war. An vielen Stellen fand er erschlagene Seelöwen, gesteinigte Vögel und die sonngebleichten Panzer der Elefantenschildkröten. Er berich-

tete darüber der Internationalen Union für Naturschutz in Brüssel und schlug unter anderem vor, eine biologische Station als Zentrum für Forschung und Naturschutz zu errichten. Der Plan fand Anklang, und 1957 bereiste der Referent im Auftrage der Unesco die Galàpagos-Inseln zum zweitenmal. Er beobachtete den Hochzeitstanz der Albatrosse, sah wie die flugunfähigen Kormorane ihre Jungen betreuten und studierte die Turniere der Meeresschnecken und das Familienleben der Robben. Selbst von den so seltenen Elefantenschildkröten entdeckte er gute Vorkommen.

(Autoreferat)

30. November 1959: Prof. Dr. P. S. Chen, Zürich:

Morphologische und biochemische Vorgänge in der Frühentwicklung von Seeigeln und Amphibien

Die Aufgabe der Entwicklungsphysiologie ist die Erforschung der Gesetzmässigkeiten des Entwicklungsgeschehens, durch welches der komplizierte erwachsene Organismus aus einem relativ einfach gebauten Ei entsteht. Die Embryologie war zuerst rein morphologisch. Erst durch die Einführung der experimentellen Methoden erkannte man die funktionelle Bedeutung der einzelnen Organbezirke während des Entwicklungsablaufes. Für die Entwicklungsvorgänge, wie für alle Lebensprozesse, müssen bestimmte Voraussetzungen der Stoff- und Energiezufuhr erfüllt sein. Die moderne Entwicklungsforschung stellt sich die Aufgabe, die stoffliche Natur der Formbildungsprozesse aufzuklären.

Morphologisch zeichnet sich die frühe Embryonalentwicklung der höheren Organismen durch die folgenden Teilvorgänge aus: 1. die Furchung, 2. die Gastrulation, 3. die Neuration und 4. die Differenzierung der Organanlagen. In der vorliegenden Ausführung werden einige Untersuchungsergebnisse über die Atmung, die Synthese der Nukleinsäuren und den Proteinstoffwechsel während der Frühentwicklung von Seeigeln und Amphibien besprochen.

Die Bestimmung des O_2 -Verbrauches zeigte, dass der Seeigelkeim im ganzen während seiner Entwicklung einen immer höheren Erhaltungsstoffwechsel erreicht (LINDAHL 1936). Bei näherer Betrachtung kann man feststellen, dass sich die Atmungskurve im Verlaufe der Entwicklung in charakteristischer Weise ändert. Der Atmungsanstieg ist besonders

rasch während der Furchung und Gastrulation. Eine Zunahme des O_2 -Verbrauches während der Embryonalentwicklung wurde auch bei Amphibien beobachtet (CHEN 1953). Damit wird gezeigt, dass die morphogenetischen Teilprozesse, wie die Furchung und Gastrulation, besonders mit Energieverbrauch verbunden sind.

In bezug auf die Synthese der Nukleinsäuren zeigen die beiden Keimtypen ein unterschiedliches Verhalten. Bei der Seeigelentwicklung tritt die neue Bildung der Desoxyribonukleinsäure (DNS) bereits im Furchungsstadium ein, während die Ribonukleinsäure (RNS) in ihrem Gehalt bis zur Pluteuslarve konstant bleibt (BALTZER und CHEN 1959). Bei der Amphibienentwicklung bleibt der Gehalt an DNS und RNS zunächst unverändert, und dann setzt die neue Synthese beider Nukleinsäuren mit dem Beginn der Gastrulation ein (CHEN 1959). Es ist anzunehmen, dass sich die Embryonkerne in dem frühen Furchungsstadium auf Kosten der DNS-Reserve im Ei plasma vermehren. Da das Ribonukleinprotein als Wirkstoff für die Neuralinduktion erscheint und die Synthese der spezifischen Eiweisse nach dem Blastulastadium beginnt, wird die Zunahme der RNS während der Gastrulation verständlich.

Papierchromatographische Untersuchungen bewiesen, dass das Muster der freien Aminosäuren von Seeigeleiern artspezifisch ist (CHEN und BALTZER 1958, CHEN 1958a). Im Verlaufe der Embryonalentwicklung nimmt

die gesamte Konzentration der freien Aminosäuren bei Seeigeln ab (BALTZER, CHEN und WHITELEY 1958), während sie bei Amphibien sukzessiv ansteigt (CHEN 1956). Dies ist wohl auf den unterschiedlichen Dottergehalt der beiden Keimtypen zurückzuführen. In beiden Fällen beginnt die Proteinsynthese mit der Gastrulation (Literatur bei CHEN 1958 b).

Physiologisch-biochemische Untersuchungen an den Bastardkeimen *Paracentrotus lividus* ♀ × *Arbacia lixula* ♂ (PA) und *Triton palmatus* ♀ × *Salamandra atra* ♂ (pat) zeigten, dass ihre stofflichen Vorgänge infolge der abnormen Kernzusammensetzung verändert sind. Beide Bastarde entwickeln sich zunächst normal bis zur alten Blastula oder jungen Gastrula und verfallen dann der Degeneration (BALTZER 1910, SCHÖNEMANN 1938). Der PA-Keim zeigt in seiner Atmungsrate und DNS-Synthese während der gehemmten Entwicklungsperiode ein intermediäres Verhalten zwischen den elterlichen Arten (WHITELEY und BALTZER 1958). Sein RNS-Gehalt ist rein mütterlich (BALTZER und CHEN 1959), und seine Proteinsynthese scheint gehemmt zu sein (BALTZER, CHEN und WHITELEY 1958). Auch bei dem Amphibienbastard pat wurde nachgewiesen, dass der O₂-Verbrauch und die Synthese der Nukleinsäuren im Vergleich zu den Normalen herabgesetzt sind (CHEN 1953, 1954). Eine Zunahme der Atmungsintensität und des Nukleinsäuregehaltes, die normalerweise zu Beginn der Gastrulation

deutlich zu beobachten ist, bleibt bei den letalen Bastarden aus.

Morphogenetisch und biochemisch spielt die Gastrulation in der Frühentwicklung eine entscheidende Rolle: sie führt zur Bildung der Grundgestalt des Körpers und ist mit wichtigen synthetischen Vorgängen verbunden. Nach BOVERI (1918) ist dies die früheste Entwicklungsperiode, «in welcher die Chromosomen durch ihre spezifischen Eigenschaften zu Geltung kommen». Andererseits hat uns die moderne genetische Forschung gelehrt, dass verschiedene morphogenetische Vorgänge, wie die Furchung und Keimblattbildung, die ja vor der Gastrulation stattfinden, ebenfalls von den chromosomalen Faktoren abhängig sind (siehe HADORN 1955). Nach der von HADORN begründeten «These vom stufenweisen Einsatz der Gene in der Ontogenese» ist anzunehmen, dass die Chromosomenloci des Embryonalkerns im Verlaufe der Entwicklung sukzessiv aktiviert werden und zeitlich nacheinander in die Frühentwicklung eingreifen. Das Ziel, die Grundlagen der Morphogenese physikalisch-chemisch zu erklären, ist erst in ganz geringem Mass erreicht. Die Entwicklungsphysiologen werden sich weiterhin bemühen, sämtliche an dem Entwicklungsgeschehen beteiligten Faktoren zu erfassen und ihre gegenseitigen funktionellen Beziehungen mit modernen biochemischen Methoden zu erforschen. (Autoreferat)

14. Dezember 1959: Prof. Dr. E. Wenk, Basel:

Über grönländische Plateau-Basalte

Als Plateau-Basalte werden jene basischen Lavagesteine bezeichnet, die fein gegliederte Tafelgebirge von eintöniger stofflicher Zusammensetzung, aber riesiger horizontaler Ausdehnung aufbauen. Diese Trappegebirge, wie sie in Schottland, Island, Sibirien, Vorderindien und überhaupt auf allen Kontinenten der Alten und Neuen Welt auftreten, waren für die alten Naturforscher ein bekannter Begriff. Merkwürdigerweise war der geologische und der vulkanologische Aspekt des Themas den Forschern des vergangenen Jahrhunderts besser vertraut als den heutigen – dies hauptsächlich durch die grundlegenden Studien des grossen britischen Geologen GEIKIE. Der petrologische

Aspekt hingegen ist in unserem Jahrhundert lebendig geworden.

Das Thema steht auch im Brennpunkt moderner geochemischer und geophysikalischer Betrachtungen, besonders der Theorien über die Zusammensetzung tieferer Krustenteile. Diese faszinierenden Gesichtspunkte dominieren zurzeit so stark, dass die übrigen Aspekte des Problems der Plateau-Basalte zu kurz kommen, so vor allem die erst ungenügend abgeklärten Fragen des Fördermechanismus und der chemischen und mineralogischen Variabilität zusammenhängender Basaltprofile.

Der Vortragende schildert an Hand von Lichtbildern die bis zu ihrer basalen Auf-

lagerungsfläche hinab hervorragend aufgeschlossenen Plateau-Basalte im Südwestteil des Scoresby-Sundes. Diese gehören zum 100 000 km² bedeckenden und 4000 bis 7000 in mächtigen Basaltvorkommen von Zentral-Ostgrönland zwischen dem 69. und 70. Breitengrad; sie bilden damit einen Teil der grossen, spätkretazischen und alttertiären britoarktischen Provinz. In Übereinstimmung mit der von WAGER (1934, 1947) für das Tafelgebirge der Blossville-Küste geäusserten Ansicht, jedoch im Gegensatz zu der für das Scoresby-Sund-Gebiet entwickelten Theorie BACKLUND's (1944) stellen die im südwestlichen Scoresby-Sund auftretenden Basalte typische «floatbasalts» im Sinne von TYRRELL (1937) dar. Wie hauptsächlich die sehr klaren Aufschlüsse am Nordufer des Gaase-Fjordes belegen, wo die Basaltbasis kilometerweit gut aufgeschlossen ist, ergossen sich dünnflüssige Basaltlaven über eine durchfurchte, eingeebnete Landoberfläche, füllten die Talsenken und überfluteten schliesslich das ganze Land. Jede der durchschnittlich 30 m mächtigen Platten des feingliederten Basaltstapels besteht in ihrem basalen und zentralen Teil jeweils aus säuligem, kompaktem, einsprenglingsfreiem oder einsprenglingsführendem basischem Ergussgestein ohne irgendwelche horizontale Bänderung. Das Gestein verliert im oberen Teil der Platten seine Säulenstruktur, wird amygdaloid (Zeolith-, Kalzit- oder Opalmandeln) oder blasig, zerfällt in unregelmässige Polyeder oder in ellipsoidale Körper, zeigt bisweilen Fliesstextur und geht schliesslich im Hangenden in schlackige, poröse Laven über mit unregelmässiger Oberfläche. Die Senken zwischen den Lavarücken und -wülsten sind durch loses, agglomeratartiges Material ausgefüllt und eingeebnet. Das Korn dieser klastischen Bildungen wird gegen das Hangende hin feiner, und die Gesteine enthalten stellenweise reichlich eingeschwemmte kohlige Blatt- und Holzreste. Morphologisch bilden diese leicht zerfallenden Schichten die flachen Geländestufen zwischen den Steilabstürzen aus kompaktem Säulenbasalt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass diese eingeschalteten Lockergesteine, zum mindesten in den untersten 200 m der Basaltprofile, in Ost-Gaase-Land sicher bis zur siebenten Platte von unten gezählt, neben vulkanischem Material (zonarem, reich verzwilligtem basischem Plagioklas, Pyroxen,

Glas und stellenweise Olivin) oft reichlich Mineralien metamorphen Ursprungs enthalten (Quarz, schwach invers zonaren Oligoklas, Biotit und Granat). Diese fremden Komponenten stammen von den Bergrücken und Inselbergen von kaledonischem Kristallin, die in den ersten Stadien der Überflutung noch aus dem Basaltmeer emporragten. Zusammen mit den organischen Resten beweisen sie, dass zwischen den Effusionsphasen Erosions- und Sedimentationsprozesse am Werke waren und dass sich diese Vorgänge rhythmisch wiederholten. Die tuffartig aussehenden Lockergesteine sind also nicht die Produkte eines explosiven Vulkanismus, wie anfänglich vermutet wurde, sondern solche der Verwitterung und nachträglichen exogenen Umlagerung.

Das Erscheinungsbild kann von Zwischenlage zu Zwischenlage stark variieren. So sind am Nordufer des Gaase-Fjordes auch Achatlagen mit verkieselten Baumstämmen eingeschaltet, und nuss- bis kopfgrosse Opaldrusen sind hier weit verbreitet. Häufig ist auch die Trennlage sedimentärer Natur zwischen den Basaltlagen stark reduziert, oder sie besteht lediglich aus rotem Bolus, Verwitterungsrückstand, wie dies besonders im hangenden Teil der untersuchten Basaltprofile der Fall ist.

Es geht aus dieser Schilderung hervor, dass Verwitterung und Sedimentation jeweils die runzlige Oberfläche der Lavaplatten einebneten, so dass der nächstfolgende Lavaerguss wieder auf einer ebenen Fläche vonstatten ging. Dies erklärt den in seiner Regelmässigkeit sehr eindrücklichen Aufbau der Basaltdecken aus parallelen Platten, obwohl die Oberfläche der einzelnen Laven im Detail durchaus unregelmässig sein kann. Die Lavaförderung war ein sich rhythmisch wiederholender Prozess.

In den Gneissen im Untergrund der Plateau-Basalte treten Schwärme von saigeren Doleritgängen auf. Sie sind grossenteils älter als die Basaltdecken. Einzelne Gänge durchschlagen aber auch das Trappegebirge, doch konnten keinerlei Verbindungen zwischen Basaltplatten und Quergängen beobachtet werden. Dementsprechend zeigt auch keine der 150 untersuchten Proben von horizontal gelagerten Basalten Dolerit- beziehungsweise Ophitgefüge. Das Rätsel der Förderkanäle der Plateau-Basalte ist somit nicht gelöst.

Immerhin ergibt sich an Hand von neuen

chemischen Analysen, dass die Gänge und die horizontal gelagerten Lavagesteine keine wesentlichen Unterschiede in bezug auf Haupt- und Spurenelemente aufweisen und als ko-magmatisch zu betrachten sind.

Die statistische Betrachtung aller chemischen Daten über die ostgrönländische Basaltprovinz lässt eine auffallende Einheitlichkeit erkennen. Die Durchschnittszusammensetzung entspricht PAUL NIGGLI's Magmatypus

hawaiitisch, was im weiteren Rahmen der gegenwärtigen Diskussionen über die Zusammensetzung basaltischer Magmen diskutiert wird. Die bisherigen neuen Analysen lassen eine deutliche chemische Variabilität innerhalb der einzelnen Basaltplatten erkennen. Die Untersuchung dieser systematischen Änderungen in vertikaler Richtung und die Studien über die Plagioklase der Serie werden fortgesetzt. (Autoreferat)

11. Januar 1960: Prof. Dr. E. Justi, Braunschweig:

Die neuere Entwicklung hocheffektiver thermoelektrischer Werkstoffe zur thermoelektrischen Stromerzeugung und elektrothermischen Kühlung

Während man für die altgewohnte thermoelektrische Temperaturmessung lediglich Werkstoffe von hoher differentieller Thermokraft braucht, benötigt man für die energetische Ausnutzung der Thermoelektrizität und die thermoelektrische Stromerzeugung durch Seebeck-Effekt und die elektrothermische Kühlung oder Heizung durch Peltier-Effekt Thermoelektrika, die mit hoher absoluter Thermokraft gute elektrische und schlechte thermische Leitfähigkeit verbinden. Die Schwierigkeit, diese einander weitgehend widersprechenden Forderungen zu vereinen, war die Ursache, weshalb diese an sich so interessanten Effekte bisher technisch nicht ausgenutzt werden konnten; die Entwicklung der Festkörpertheorie einerseits und der an Ge-, Si- und den $A_{III}B_V$ -Verbindungen andererseits erlernten technologischen Methoden haben aber in den letzten Jahren eine geradezu stürmische Verbesserung der Thermoelektrika ermöglicht, über die der Vortragende eine Übersicht gab.

Schon die phänomenologische Theorie von ALTENKIRCH 1911 lässt erkennen, dass die erzielbaren Leistungen von einem Produkt der Thermokraft, elektrischen Leitfähigkeit und thermischen Widerstandes abhängen, das man wie er, als effektive Thermokraft ausdrückt, oder neuerdings als Effektivität oder merit number oder dimensionslose Kennzahl θ ; diese Definitionen erläuterte der Vortragende eingangs.

Im nächsten Abschnitt beschäftigte er sich dann in anschaulicher Weise mit dem Zustandekommen des Seebeck-Effektes, also der Thermokraft, wodurch man dann nach den Thomsonschen Beziehungen auch die

Natur des hierzu inversen Peltier-Effektes versteht. Beispiele für monopolare und ambipolare Thermoelektrika wurden angeführt.

Hierauf wurde eine Übersicht über Ergebnisse und Bedeutung der phänomenologischen Energiebilanz gegeben, woran sich Angaben über die Gestaltung der Elemente und Wärmeübergangsflächen anschlossen. Auf die technologischen Probleme übergehend, schilderte der Vortragende dann die theoretischen Hinweise für die Züchtung hocheffektiver Thermoelektrika. Hierauf konnte auf die Zusammensetzung und Eigenschaften der neuzeitlichen Thermoelektrika eingegangen werden, die dem Bi_2Te_3 -Typus, dem $PbTe$ -Typus, dem $ZnSb$ -Typus und neuerdings auch dem $(Ag_{x/2}Pb_{(1-x)}Bi_{x/2})Te$ -Typus angehören. Insbesondere wurde am Beispiel des Bi_2Te_3 , Bi_2Se_3 , Sb_2Te_3 und seiner Legierungen im einzelnen gezeigt, wie man hocheffektive Thermoelektrika sowohl des n - wie des p -Typus durch passende Legierungsbildung, Dotierung, Invertierung und Kristallisierung erhalten kann. Als gegenwärtiges Optimum dieser Entwicklung, die in Deutschland, Russland, in den USA, in England und in der Tschechoslowakei besonders betrieben wird, wird eine Effektivität von $z = 0,00358$ (1/Grad) genannt. Sie würde genügen, durch Peltier-Effekt eine maximale Abkühlung von $+133^\circ$ auf $0^\circ C$ oder von 0° bis $-72^\circ C$ ohne mehrstufige Anordnungen zu erreichen. Eine solche Effektivität würde andererseits gestatten, durch reversible elektrische Heizung eine Leistungsziffer von mehreren 100 % zu erzielen, was besonders für Länder ohne Kohle, aber viel Wasserkraft, wie die Schweiz und Norwegen, interessant wäre. Von den

Schwierigkeiten der Lebensdauer bei höheren Temperaturen abgesehen, würde eine solche Effektivität aus einem Temperaturgefälle von 600 °K bis 300 °K eine thermoelektrische Stromerzeugung von über 15 % Wir-

kungsgrad ermöglichen, was für die Ausnutzung der Sonnenenergie oder Atomreaktorwärme interessant wäre. Zum Schluss wurden einige Demonstrationsversuche durchgeführt. (Autoreferat)

25. Januar 1960; P.D. Dr. A. Prader, Zürich:

Über Intersexualität beim Menschen

Das Geschlecht ist schon bei der Befruchtung durch die Geschlechtschromosomen festgelegt. Bei weiblichen Individuen ist die Geschlechtschromosomenformel XX und bei männlichen Individuen XY (chromosomales Geschlecht). Unter dem Einfluss der Geschlechtschromosomen differenzieren sich die neutralen Gonadenanlagen beim Embryo zu Eierstöcken oder zu Hoden (gonadales Geschlecht). Unter dem Einfluss der Hoden entwickeln sich sodann die Geschlechtsorgane in männlicher Richtung und beim Fehlen von Hoden in weiblicher Richtung (genitales Geschlecht). Normalerweise sind chromosomales, gonadales und genitales Geschlecht eindeutig und einheitlich männlich oder weiblich ausgeprägt. Als angeborene somatische Intersexualität bezeichnet man einerseits jede Diskrepanz zwischen chromosomalem, gonadalem und genitalem Geschlecht und andererseits jede unklare Ausprägung des chromosomalen, gonadalen oder genitalen Geschlechts. Die Häufigkeit dieser Intersexformen ist etwa 1 auf 500. Fälle mit nach der Geburt aufgetretenen gegengeschlechtlich sekundären Geschlechtsmerkmalen (zum Beispiel Bart bei der Frau oder Brustdrüsenentwicklung beim Mann) sowie die Homosexualität und der Transvestitismus beruhen meistens nicht auf einer eigentlichen somatischen Intersexualität.

Zwei neue Untersuchungsmethoden haben die Kenntnisse über die Intersexualität in den letzten paar Jahren ausserordentlich gefördert. Die in einem Abstrich aus der Mundschleimhaut leicht zu untersuchenden Epithelzellkerne zeigen bei weiblichen Individuen in einem hohen Prozentsatz das sogenannte Sex-Chromatin, das heisst sie sind chromatin-positiv (Kerngeschlecht weiblich), während sie bei männlichen Individuen dieses Merkmal nicht aufweisen, das heisst

chromatin-negativ (Kerngeschlecht männlich) sind. Chromatin-positive Individuen haben erfahrungsgemäss die Geschlechtschromosomenformel XX (normal weiblich), XXY (Klinefelter-Syndrom) oder XXX («Superfemale»), chromatin-negative Individuen XY (normal männlich) oder X (Turner-Syndrom). Die direkte Analyse von X und Y in Kernmitosen ist seit kurzem ebenfalls möglich, vorläufig aber noch sehr kompliziert.

Je nach dem Ort der primären Störung unterscheidet man (1) chromosomale Intersexformen (Klinefelter-Syndrom, Turner-Syndrom, «Superfemale»), (2) eine abnorme Gonadenentwicklung bei normalen Chromosomenverhältnissen (echter Hermaphroditismus mit Hoden- und Eierstockgewebe) und (3) abnorme Genitalentwicklungen bei normalen Chromosomen- und Gonadenverhältnissen. Bei weiblichen Individuen beruht die männlich gerichtete Genitalentwicklung meistens auf der Einwirkung von männlichen Geschlechtshormonen aus den Nebennieren der Patientin selbst (adrenogenitales Syndrom) oder auf deren Verabreichung an die schwangere Mutter. Bei männlichen Individuen ist die weiblich gerichtete Genitalentwicklung gelegentlich die Folge einer fetalen Hodeninsuffizienz (Lipoidhyperplasie der Nebennieren) oder einer fehlenden Reaktion auf männliche Geschlechtshormone (?) (testikuläre Feminisierung), häufiger aber unklarer Ursachen.

Besonderes Interesse hat in letzter Zeit das Klinefelter-Syndrom erweckt. Die abnorme Geschlechtschromosomenformel XXY ist die Folge einer «Non-Disjunction» der X-Chromosomen in der Entwicklung der Eizelle. Diese wiederum ist offenbar nicht hereditär, aber um so häufiger, je älter die Mutter ist. Ausserlich handelt es sich um männlich aus-

sehende Individuen, die durch leichte Geisteschwäche, Sterilität und zu kleine Hoden bei vorhandenen sekundären Geschlechtsmerkmalen und oft auch durch eine Gynäko-

mastie auffallen. Dieses Syndrom ist besonders häufig (1 auf 500 bis 1000 männliche Individuen).

(Autoreferat)

8. Februar 1960: Prof. E. B a u m a n n, Zürich:

Die physikalischen Grundlagen der Fernseh-Grossprojektion nach dem Eidophorverfahren

Das Eidophorverfahren zur Grossprojektion von Fernsehbildern ist eine rein schweizerische Entwicklung. Sie wurde vor ziemlich genau 20 Jahren an der Abteilung für industrielle Forschung des Institutes für technische Physik der ETH begonnen. Als Erfinder und erster energischer und initiativer Bearbeiter ist Prof. Dr. FRITZ FISCHER zu nennen. Während den ersten 11 Jahren wurden die Grundlagen durch Forschungsarbeiten an der Hochschule so weit abgeklärt, dass das ganze Projekt für die Weiterentwicklung der Industrie übergeben werden konnte. In den letzten 9 Jahren hat die Firma Gretag in Zürich weitgehend unter Leitung von Dr. EDGAR GRETENER die Industrialisierung des Eidophorverfahrens durchgeführt. Er konnte sich dabei auf die Hilfe der Firma Ciba stützen, die sich von jeher bemüht hat, dem Eidophor zum wirtschaftlichen Erfolg zu verhelfen. Heute unterhält die Firma Ciba auf eigene Kosten eine Demonstrationsequipe. Sie soll die Einsatzfähigkeit der Fernseh-Grossprojektion unter möglichst allgemeinen Bedingungen abklären. Bevorzugt wird die Verwendung im Lehrbetrieb und in der Wissenschaft.

Wenn auch das Verfahren sicher noch nicht den bestmöglichen Stand der Vervollkommnung erreicht hat, so darf gesagt werden, dass der Eidophor heute eine praktisch brauchbare und betriebssichere Einrichtung darstellt.

In einem ersten Abschnitt wurden die fernsehtechnischen Grundlagen, die zur Erfindung des Eidophorprojektors geführt haben, dargelegt. Um die für die Erzeugung von grossen Bildern nötige Lichtmenge zu erhalten, genügen die bekannten Prinzipien der Bildwiedergabe nicht. Das Eidophorprinzip arbeitet mit einer Dunkelfeldprojektion, die es gestattet, ein mit dem Fernsehsignal gesteuertes Reliefbild, das auf die Oberfläche einer dünnen Ölschicht eingeprägt wird, zu projizieren. Die sich dabei abspielenden

physikalischen Vorgänge wurden erläutert.

In einem zweiten Abschnitt wurde die Entwicklungsgeschichte des Verfahrens kurz dargestellt. Um zum Erfolg zu kommen, war es nötig, eine lange Reihe von Schwierigkeiten zu überwinden. Meistens handelte es sich dabei um technologische Probleme. Eine aus dem Jahre 1943 stammende Filmaufnahme gab Rechenschaft über den damaligen Stand der Entwicklung. Nach dem unerwartet frühen Tode (Ende 1947) von Prof. FISCHER führten seine früheren Mitarbeiter unter Leitung des Referenten die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten weiter. Es gelang dieser Equipe, die noch bestehenden ungelösten Probleme zu klären und bis zum Jahre 1951 eine brauchbare Demonstrationsapparatur zu entwickeln, die namentlich auch ihrer Dimension nach eine Industrialisierungsmöglichkeit aufzeigte.

Noch waren nicht alle Aufgaben für den praktischen Einsatz gelöst. Dies übernahm, wie schon erwähnt, die Firma Gretag in Zürich. Das Resultat ihrer Anstrengungen steckt im heutigen Modell des Grossprojektors, der praktisch demonstriert werden konnte. Neben Aufnahmen mit einer vorhandenen einfachen Vidikonkamera wurde das Bild des schweizerischen Fernsehdienstes und auch dasjenige des Senders Feldberg im Saale projiziert.

Die Entwicklung des Eidophorverfahrens stellt auf dem Gebiete der Fernstechnik zweifellos eine Pionierleistung dar. Sie wurde ermöglicht durch die grosszügige Förderung von seiten der schweizerischen Industrie und der schweizerischen Behörden (durch die Abteilung für industrielle Forschung) und fortgesetzt durch den ebenso grosszügigen Einsatz der Firma Ciba.

Der Verwendungsbereich des Projektors ist heute noch keineswegs abgesteckt. Es handelt sich um eine neue Technik, die ihren Weg zuerst noch suchen muss.

(Autoreferat)

22. Februar 1960: Prof. Dr. R. Hotz, Zürich:

Aus dem Arbeitsgebiet des Kieferorthopäden

Die Kieferorthopädie ist ein Teilgebiet der Zahnheilkunde, das sich mit allen funktionell und ästhetisch relevanten Abweichungen der Form des Gebisses befasst. Funktionelle Störungen können sehr gering sein und vom Patienten überhaupt nicht bemerkt werden und trotzdem mit der Zeit durch Überlastung zu vorzeitigem Verlust einzelner Zähne oder Zahngruppen führen. Das «Gebiss» ist ein weiter Begriff und muss als funktionelle Einheit der Zahnreihen, deren Interkuspidation, der zahntragenden Kieferknochen, der Kiefergelenke und der umgebenden Muskeln und Gewebe aufgefasst werden. Wenn der Kauflächenkomplex als Gelenkfläche betrachtet wird, so haben wir drei Gelenkflächen, die bei den Kaubewegungen zusammenspielen müssen. Optimale Funktion ist nur bei bestimmter Form dieses dritten Gelenks, des Kauflächenkomplexes, möglich. Die funktionell gute Form wird immer auch als schön empfunden.

An Hand von Lichtbildern zeigt der Referent das Zusammenspiel von Form und Funktion, die oft kleinen Massnahmen, die letztere verbessern können. Wo aber eine offenkundige Bissanomalie vorliegt, sind meist ziemlich komplizierte und langdauernde Behandlungen notwendig. Bis vor etwa 25 Jahren hat man allein durch künstliche Kräfte die Zähne zu bewegen versucht. Es müssen dafür sehr feine, den Kapillardruck nicht überschreitende Druck- und Zugkräfte verwendet werden, damit es zu einem Knochenumbau kommt, der dem Wandern des Zahnes durch den Knochen hindurch gleicht. Histologisch kann dies sehr schön gezeigt werden. Neben den für so feine Kräfte auch sehr fein dimensionierten Apparaten, die im Bilde vorgeführt werden, gibt es vor allem in Europa eine ganz andere Behandlungsmethode, die sogenannte Funktionskieferorthopädie. Diese benutzt Apparate, die an und für sich ganz passiv sind und die auch nur nachts und eventuell stundenweise am Tag getragen werden. Sie bewirken eine Lageänderung des

Unterkiefers, damit eine Tonusveränderung der Muskulatur und eine Veränderung der Belastung der einzelnen Zähne, die zu Knochenumbau und zu einer Stimulation des Wachstums führen. An Hand von Bildern werden einige typische Bissanomalien mit der entsprechenden Therapie gezeigt. Nach sehr zurückhaltender Schätzung haben 20 Prozent aller Kinder eine kieferorthopädische Behandlung irgendwelcher Art nötig (andere Autoren geben Zahlen bis zu 60 Prozent an), was für die Stadt Zürich schon die beachtenswerte Zahl von etwa 12 000 Kindern ergibt.

Ein weiteres Gebiet der Kieferorthopädie bilden die Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Es ist ein Irrtum, anzunehmen, dass mit dem operativen Verschluss der Lippe und des Gaumens das Wesentliche getan sei. Leider beginnt erst nachher die schwerste Aufgabe, die kieferorthopädische Überwachung und Behandlung, die oft von kieferchirurgischen Eingriffen begleitet sein muss und sehr häufig durch die prothetische Behandlung ergänzt wird. Die Schwierigkeiten der späteren Behandlung haben dazu geführt, dass schon eine präoperative kieferorthopädische Behandlung beim Säugling versucht wird. Geeignete Fälle wurden nach der von McNEIL angegebenen Art behandelt und haben bis jetzt recht gute Erfolge erzielt. Auf jeden Fall hat sich hier ein neuer Weg eröffnet.

Schliesslich bilden die vielen Unfälle mit Beteiligung der Zähne auch kieferorthopädische Probleme. Verletzungen von Milchzähnen führen häufiger, als man glaubt, zu schweren Störungen in der Lage und im Durchbruch der entsprechenden bleibenden Zähne, was auch versicherungstechnisch von Bedeutung ist. Bei Totalverlust bleibender Zähne stellt sich immer die Frage, ob die Lücken offengehalten oder geschlossen werden sollen. Im Interesse der Patienten liegt fast immer der Versuch eines möglichst guten Lückenschlusses durch kieferorthopädische Massnahmen. (Autoreferat)

16. Mai 1960: Prof. Dr. F. Markgraf, Zürich:

Botanische Studien im Regenwald des Orgelgebirges in Brasilien

Das Orgelgebirge gehört zu der tertiären Randauffaltung des kristallinen Tafelhochlandes von Südbrasilien. Es hat ausserordentlich steile, voneinander getrennte Bergformen. Trotz seiner südlichen Lage, fast unter dem Wendekreis, ist es mit tropischem Regenwald besiedelt, da der Passat Steigungsregen herbeiführt. In Teresopolis werden bei nur 900 m Meereshöhe 2534 mm Regen gemessen. Der Referent führte an Hand von Lichtbildern die charakteristischen Lebensformen des Regenwaldes an Beispielen aus diesem Gebirge vor, wobei er auch biologische Eigentümlichkeiten erörterte, die er näher untersucht hatte, zum Beispiel ein wurzelparasitisches *Lophophytum*, eine penduliflor, unter Durchbrechen der alten Blätter blühende *Billbergia* und die eigentümliche *Utricularia reniformis*, die auf feuchtem Boden keine Fangblasen und nur kleine Blätter entwickelt, dagegen in die *Vriesea*-Blattnischen eindringt, dort Fangblasen in den Wasservorrat ausbildet und es dann zu viel grösseren Blättern und zu Blütenständen bringt.

Hauptsächlich aber unterschied er Höhenstufen der Vegetation, die, im unteren Teil weniger ausgeprägt, weitverbreitete brasilianische Regenwaldarten enthalten, in mittleren Höhen, zwischen 1500 m und 1900 m, besonders reich an Farnen, an Palmen und *Polygala*-Bäumchen sowie an vielen anderen Arten, worunter sich auch Endemiten des Orgelgebirges befinden. Eine Probefläche mit der Verteilung der Stämme und Baumkronen orientierte über die eigenartigen Verhältnisse dieses Waldes. Auch unterliess der Referent nicht, auf das Bodenprofil hinzuweisen, das bei geringer Humusdecke (5 bis 10 cm humoser Lehm von p_H 6) mächtige Horizonte von fuchsig rotem Lehm (p_H 4) über dem stark zersetzten Muttergestein aufweist; bei stärkerer Humusanhäufung konnte auch ein Auswaschungshorizont und

eine verhärtete dünne Schutzschicht unter diesem beobachtet werden. Etwas eingehender wurde der Bergwald behandelt, der einen schmalen Gürtel von niedrigen Bäumen mit Schirmkugelkronen zwischen 1900 und 2000 m bildet und durch kleine ledrige Blätter ausgezeichnet ist. Transpirationsmessungen an diesen Typen hatten ergeben, dass zum Beispiel die schnell reagierende *Tibouchina hospita* im Südsommer an klaren Tagen infolge des aus dem unteren Regenwald aufsteigenden Wasserdampfes über Mittag ihre Transpiration stark einschränkt. Im Südwinter liegt die relative Luftfeuchtigkeit an sich schon hoch, so dass ebenfalls wenig transpiriert wird. Die günstigeren Bedingungen herrschen zu dieser Zeit in niederen Höhen, wie an einer sowohl bei 2100 m als auch bei 1600 m vorkommenden Art (*Drimys winteri*) nachgewiesen werden konnte. Auch hier wies eine Probefläche mit Verteilung der Stämme und Kronen die Unterschiede gegenüber dem unteren Regenwald im einzelnen nach. Der Boden des Bergwaldes enthält tiefer infiltrierten Humus über fuchsig rotem Lehm mit denselben Aziditätsverhältnissen wie in tieferen Lagen. Oberhalb der Baumgrenze breitet sich auf stark verwittertem Fels mit schwacher Humusdecke ein Kleingesträuch aus, in dem zum Teil Gattungen der Nordhalbkugel vertreten sind, jedoch aus Formenkreisen, die in Südamerika eigentümlich sind. In dem ganz kahlen Fels oberhalb dieser Sträucher bilden sich flache Erosionsrinnen, von Moosen besiedelt, in deren Humus Zwiebelpflanzen wie *Ocalis calva* und *Hippeastrum subbarbatum* eine Stätte finden. Den kahlen Fels besiedeln *Cladonien* und die prächtige *Barbacenia seubertiana*. Pflanzengeographische Beziehungen weisen, ähnlich wie im Itatiaja, auf die Anden hin.

(Autoreferat)