

Vorträge

der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

30. November 1953: Prof. Dr. R. S ä n g e r , Zürich:

Die Beeinflussung der Niederschläge und die Bekämpfung
des Hagels

(mit Lichtbildern und Film)

Die Bedeutung der Kondensationskerne für die Bildung flüssiger Niederschlagsteilchen wird kurz geschildert und hierauf die Frage der Gefrier- und Sublimationskerne im Ver-

eisungsvorgang von unterkühlten Wolken erörtert. Wie die Versuche in der Kühltruhe zeigen, können Eiskriställchen, die sich in unterkühlten Tröpfchenwolken an

geeigneten Fremtteilchen bilden, in verhältnismässig wenigen Sekunden auf Kosten der benachbarten Wassertröpfchen bis zu Durchmesser von $\frac{1}{20}$ mm wachsen. Nach der BERGERON/FINDEISENSCHEN Eiskristall-Niederschlagstheorie werden die so entstandenen Eiskriställchen zufolge ihres Gewichtes rasch zum Ausfall gelangen und dabei in materielle Begegnung mit leichteren, festen oder flüssigen Wasserteilchen kommen, wodurch die Möglichkeit der Bildung grösserer Niederschlagsteilchen geschaffen wird. Regentropfen, die dabei die Grösse von 5 mm Durchmesser erreichen, neigen dazu, bei den geringsten Druckschwankungen in eine Mehrzahl von Teilchen aufzuspalten, welchem Vorgang der Charakter einer Kettenreaktion zukommt.

Während Kondensationskerne meistens in reichlicher und übergewöhnlicher Zahl vorhanden sind, ist die Zahl der Gefrierkerne pro Volumeneinheit grössenordnungsmässig viel kleiner; zudem tritt bei den meisten natürlichen Kernen die Keimfähigkeit erst bei Temperaturen unter -20° C in Erscheinung. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, dass das Auftreten des unterkühlten Zustandes in Wolken ein verhältnismässig häufiges Ereignis darstellt. Heute sind nur vereinzelte Stoffe bekannt, die in disperser Form schon bei Temperaturen wenig unter 0° Gefrierkeimfähigkeit zeigen und sich daher als Impfschubstoffe zur künstlichen Vereisung unterkühlter Wolken eignen. Als wichtige Substanz dieser Art hat sich bis jetzt das Mineral AgI erwiesen, das sich in relativ einfacher Art in die Atmosphäre zerstäuben lässt.

Die ausgesprochen starke Keimfähigkeit von AgI und das nachfolgende rasche Wachsen der gebildeten Eiskerne in einer unter-

kühlten Wolke lässt sich in der sogenannten kontinuierlichen Wolkenkammer in eindrücklicher Weise zeigen, was durch einen Film, der vor kurzem in einem Zürcher Industrielaboratorium (Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon) aufgenommen worden ist, veranschaulicht wird. Photographische Aufnahmen von Stratos- und Cumuluswolken, hergestellt von einer Forschergruppe des G. E. Research-Laboratory in Schenectady unter Leitung von VINCENT J. SCHAEFER, zeigen, wie sich durch Impfung unterkühlter Wolken der freien Atmosphäre Veränderungen in der Konstitution erzwingen lassen. Die Niederschläge, die auf diese Weise gelegentlich erzeugt worden sind, besitzen in wirtschaftlicher Hinsicht nur untergeordnete Bedeutung; dagegen ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass durch wohl-dosiertes Impfen der Atmosphäre während Wetterfrontdurchgängen unter Umständen eine Vermehrung der Niederschläge hervorgerufen werden könnte. Da leider ein direkter Nachweis des Impfergebnisses noch nicht möglich ist, verbleibt nur eine statistische Erfassung des Impfergebnisses, was aber eine merkliche Unsicherheit der Beurteilung mit sich bringt. Gelingt es, durch vorzeitiges Impfen eine vollständige Vereisung aller unterkühlten Wolkenpartien einer Gewitterzone schon bei relativ hoher Temperatur zu erzwingen, wäre damit ein Weg für eine mögliche Unterbindung der Hagelbildung gefunden. Regenvermehrungsversuche, hauptsächlich von amerikanischen Gruppen, wurden an Hand der gemachten Beobachtungsergebnisse diskutiert und die Ziele und bisherigen Forschungsarbeiten der Eidgenössischen Kommission zum Studium der Hagelbildung und -abwehr kurz diskutiert. (Autoreferat)

14. Dezember 1953: Prof. Dr. M. Amsler, Zürich:

Sehstörungen im Alter (mit Lichtbildern)

Einleitend wird auf die zunehmende Überalterung der Bevölkerung hingewiesen, wodurch die Ophthalmologen immer mehr in die Lage kommen, sich mit Altersveränderungen des Auges auseinandersetzen zu müssen.

Das Auge, als hochdifferenzierter, feinstrukturierter und zudem noch durchsich-

tiger Organismus bietet sich dem Beobachter nicht nur gleichsam als «Schaufenster» dar, sondern es ist zugleich ein Organ, dessen feinste und kleinste Funktionsstörung auch subjektiv ausserordentlich gut bemerkt und kontrolliert werden kann.

Es werden nun die verschiedenen organi-

schen und funktionellen Altersveränderungen am Auge kurz erwähnt. Viele davon sind glücklicherweise für die Sehfunktion ungefährlich, während andere, wenn sie sich entwickeln, zu schwersten Sehstörungen Anlass geben können.

Eine solche schwere Erkrankung des alternden Auges — und damit kommen wir zum eigentlichen Thema des Abends — ist die durch senile Kreislaufstörungen bedingte Entartung der Netzhautmitte, die sogenannte *Maculopathia senilis*.

Es handelt sich dabei um eine eigentlich «zürcherische Krankheit», wurde sie doch erstmals in Zürich beschrieben, und zwar im Jahre 1885 von dem damals 35jährigen OTTO HAAB, dem späteren Erbauer der ersten Zürcher Augenklinik. HAAB schrieb damals über «eine Erkrankung in der Makulagegend alter Leute». Es war ihm aufgefallen, dass die Veränderungen am Augenhintergrund dabei oft nur ganz geringfügig seien, die Schädigung des Sehvermögens aber stark sein könne. «Die Prognose ist ganz schlecht», lesen wir in seinen weiteren Ausführungen.

Ein zweiter Zürcher Ophthalmologe, der sich ebenfalls sehr verdienstvoll mit Erkrankungen der Makula befasst hat, ist ALFRED VOGT. Ihm gelang es 1913 ein rotfreies Ophthalmoskopierlicht herzustellen, womit ganz besonders auch die Makula sehr gut betrachtet werden kann. Mit diesem rotfreien Lichte gelang es auch zum ersten Male, die «macula lutea», den «gelben Fleck» im lebenden Auge als gelb zu erkennen. An Hand schöner Bilder werden nun sowohl normale Makulaverhältnisse im gewöhnlichen und im rotfreien Licht gezeigt, als auch eine ganze Reihe schwerer, altersbedingter Veränderungen des hinteren Augenpols erläutert.

Wie HAAB schon in seiner ersten Beschreibung der senilen Makulaerkrankungen bemerkte, besteht oft eine Diskrepanz zwischen den objektiv sichtbaren Veränderungen am Augenhintergrund und der subjektiv starken Schädigung des Sehvermögens. Diese Diskrepanz kann so weit gehen, dass mit dem Augenspiegel überhaupt kein pathologischer Befund als Erklärung für die ersten Sehstörungen eines Patienten gefunden werden kann. Aber gerade diese allerersten Sta-

dien der senilen Makulopathie sind für den Augenarzt interessant, — interessanter jedenfalls als die hoffnungslosen Endformen.

Es werden nun die ersten funktionellen Auswirkungen einer beginnenden Makulaerkrankung beschrieben: die Metamorphopsie und das zentrale transluzide Skotom. Wichtig ist es nun, diese ersten, rein subjektiven Störungen erfassen und festhalten zu können. Dies geschieht mit einer Netzfigur — weiss auf schwarzem Grunde — die dem Patienten in Lesedistanz vorgehalten wird, und worauf er seine Sehstörungen, Metamorphome und Skotome im Bereich der Makula und ihrer näheren Umgebung, einzeichnen kann.

Auf die Frage nach dem anatomischen Substrat der Metamorphopsie und des zentralen Skotoms gibt die Kenntnis des Aufbaues der Makula Aufschluss: Eine Läsion in den hinteren Schichten der Netzhaut, eine Unregelmässigkeit der Photorezeptoren, die einen eigentlichen Fovea-Raster bilden, führt zu Verzerrungen der Netzhautbilder, zur Metamorphopsie. Veränderungen in den vordern Netzhautschichten der Makula, in der sogenannten HENLESCHEN Faserschicht, führen zu transluziden Skotomen. Als Ursache solcher pathologischer Veränderungen im Sinnesepithel und der davor liegenden Faserschicht, wird eine gestörte Kapillarpermeabilität angenommen. Die senile Makulopathie lässt sich also in den grossen Formenkreis der Kapillarpathologie im Senium einreihen. Daraus ergeben sich auch die verschiedenen Therapiemöglichkeiten, so dass die «ganz schlechte Prognose» von der HAAB 1885 sprach, heute doch etwas besser geworden ist, indem der Entartungsprozess in vielen Fällen aufgehalten werden kann, oder doch zu einem weniger verheerenden Endstadium führt.

Nachdem die morphologischen Aspekte der senilen Makulopathie ausgiebig studiert worden sind, kommt nun durch die Erfassung ihrer ersten funktionellen Störungen ein neuer Aspekt hinzu, so dass die altersbedingte Erkrankung der Netzhautmitte immer noch eine zürcherische Erkrankung bleibt.

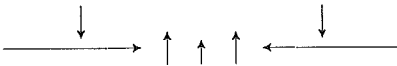
(Autoreferat)

21. Dezember 1953: Prof. Dr. Arnold Heim, Zürich:

Naturbeobachtungen in Peru (mit farbigen Lichtbildern)

In den Jahren 1939/40 und 1943—1947 hat der Vortragende ausgedehnte geologische Forschungen in Südamerika von der Südspitze des Kontinentes bis ins Äquatorgebiet durchgeführt. Die meisten wissenschaftlichen Ergebnisse wurden in spanischer Sprache in Fachzeitschriften oder staatlichen Organen veröffentlicht. In einigen geologischen Gesellschaften und am Internationalen Geologenkongress in London 1948 wurde darüber referiert. An dieser Stelle wurde ein allgemein verständlicher Einblick in die Naturbeobachtungen versucht, die sich auf Peru beschränken, in ähnlicher Weise, wie sie im Buche des Referenten «Wunderland Peru» 1948 dargestellt sind.

Zunächst wurde die allgemeine Lage des Tropenlandes erläutert, dessen Querprofil gewaltige Höhenunterschiede aufweist. Vom randlichen Ozeangraben, der 6000 bis 7000 m Tiefe aufweist, entsteigt die Westkordillere auf fast 7000 m über Meer. Auch die vergletscherten Gipfel der Ostkordillere reichen bis über 6000 m. Dort sammeln sich die zahlreichen Zuflüsse zum Amazonasbecken, das schon in Peru sich bis auf 100 m über Meer senkt. Berücksichtigen wir noch, dass das gefaltete Tertiär am Ostrande des Gebirges schätzungsweise 6 km Mächtigkeit der Schichten übersteigt, so ergibt die Rekonstruktion eine einstige ebenso tiefe Versenkung wie der ozeanische Tiefseegraben auf der Westseite. Dieses grossartige Relief ist in geologisch jüngster Zeit durch tektonische Bewegungen entstanden nach dem Schema



Wie die Küstenformen und die Erdbeben beweisen, dauern diese vertikalen Rindenebewegungen der Erde heute noch fort. Im Gegensatz zu den Alpen, den Karpathen und dem Himalaya, deren tektonischer Bau durch riesige Schubdecken ausgezeichnet ist, fand der Referent im Andengebirge nicht minder schwer zu entziffernde autochthone Komplikationen des Gebirgsbaues, entstanden durch wiederholte Phasen der Gebirgsbildung durch Zusammenschub, die

sich in Diskordanzen der Schichtfolgen veraten, und durch die magmatischen Intrusionen, die sich seit den ältesten Zeiten der Erdgeschichte wiederholten und sich heute noch im Vulkanismus äussern.

Das Klima von Peru ist im Westen beeinflusst durch den Humboldtstrom, der kaltes Ozeanwasser aus südlicher Tiefe bringt. Er bedingt, dass die Küstentemperaturen tiefer liegen, als in allen übrigen Tropengebieten der Erde (mittlere Jahrestemperatur in Lima 19° C). Eine weitere Folge ist das Wüstenklima der Küstenzone mit Winternebeln (Juni–Oktober).

Zu den Naturbeobachtungen wurden auch solche über die Urbewölkerung gerechnet und über die Indianer, die heute noch so leben wie vor Columbus. Die ältesten, vorkeramischen Kulturstätten wurden an der Küste nördlich Trujillo entdeckt. Eine grossartige Kunst entwickelten die Mochica vor mehr als tausend Jahren. Das wunderbare Museum in Chiclín zeigt hunderte individueller Porträtskulpturen. Die Stadt Chanchán der nachfolgenden Chimú erreichte eine Grösse von 28 km². Im Gebirge entfaltete sich das grossartige, militärisch organisierte Agrarreich der Inka (1100 bis 1529), das durch die Spanier vernichtet wurde.

Die Reihe der Lichtbilder veranschaulichte zunächst das Tierleben der Küsteninseln mit ihren Millionen von Guanovögeln, meist Kormoranen und Pelikanen, sowie der durch Abschachten dezimierten Kolonien von Seelöwen. Auch Pinguine sind in der kalten Strömung bis in die Tropenzone eingewandert. Einzigartig ist der Naturschutz der Seevögel durch Industrie und Finanz wegen ihrer Guano-Produktion.

Die folgende Bilderreihe, auf besonderen Flügen aufgenommen, gab eine Vorstellung von der «Schönheit der Wüste» — den Barchanen im Wüstensand und deren mannigfaltigen und wunderbaren Kombinationen und des Vulkanes Misti, 5842 m, mit seinen Lavaströmen.

Dann stieg man über das Gebirge, wo die Kamelschafe (Llamas und Alpacas) wei-

den, nach dem Titicaca-See mit seinem tiefblauen, reinen Wasser. Er liegt in 3800 m Höhe, ist 17mal grösser als der Bodensee und füllt ein Becken in der grossen Hochebene (Altiplano oder Puna) zwischen den Kordilleren. Sie wurde aus dem Meer-niveau gehoben, wie Reste von Meertieren, darunter das Seepferdchen (*Hipocampus*) bestätigen. Am Titicaca treffen wir die originellen Nachkommen der Inka, die Aimará und Quechua (sprich Ketschua) mit ihren konischen Lehmhütten.

Der schönste Berg, vielleicht der form-schönste Riese Südamerikas, wurde vom Referenten das peruanische Matterhorn genannt. Es ist der in Peru noch kaum bekannt gewesene Yerupajá, 6634 m, in der Westkordillere nördlich Lima. Mehrmalige Privatflüge mit einmotorigen Maschinen ermöglichten die Aufnahme verblüffender Bilder, die an den Himalaya erinnern.

Der höchste Berg Perus und der Tropenzone der Erde überhaupt ist der nördlichere Huascarán, 6768 m. Zum Unterschiede des Yerupajá, der gefalteten mesozoischen Kalkstein (Hochgebirgskalk) verriet, bestehen der Huascarán und die übrigen Gipfel der Cordillera Blanca aus Granit, der die mesozoischen Schichten durchbrochen und stark metamorphosiert hat.

Ein Hauptzweck der Hochgebirgsflüge, z. T. mit einmotorigen Jagdbombern ausgeführt, bestand im Aufsuchen von gefahrbringenden Gletscherseen, war doch im Dezember 1941 ein Drittel der Stadt Huaras durch einen Ausbruch weggerissen worden. Das Ergebnis war die Entdeckung von mehreren Lagunen, die infolge des Rückzuges der Gletscherzungen auszubrechen drohten.

Der offizielle Warnruf des Referenten (vgl. auch «Wunderland Peru», S. 172—175) wurde missachtet. Ein neuer Ausbruch erfolgte Ende Oktober 1950, der das staatliche Santa-werk samt Brücken zerstörte.

Die romantischste und historisch grossartigste Gegend ist die Umgebung von Cuzco (Kusko), der ehemaligen Hauptstadt der Inkas mit ihrem goldreichen Sonnentempel, der durch die spanischen Eroberer zerstört wurde. Auch von vorinkaischen Ruinen, der Festung Sacahuaman und der Ruinenstadt Machu Picchu wurden Bilder erläutert, dann aber auch die noch am ursprünglichsten gebliebenen Nachkommen der Inka vorgestellt.

Schliesslich folgte die Reise ihrem heiligen Fluss, dem Urubamba, wo bei den Stromschnellen noch originelle Machigenga-Indianer angetroffen wurden. Dann ging es durch das Felsentor (Pongo de Maynique) hinaus in die bewaldete Tiefebene nach der Stadt Iquitos am Amazonas. Von dort aus wurden noch letzte Reste der friedlichen Yaguas aufgefunden, die ausser dem Blasrohr keine Waffen kennen.

Die vierzehntägige Dampferfahrt auf dem Amazonas war eintönig und enttäuschend, denn das ursprüngliche Leben im Wasser und Wald war durch den zivilisierten Menschen zerstört. In unzähligen Armen zerteilt sich der viele Kilometer breite grösste Strom der Erde, wo er von der Gezeitenbewegung berührt wird, um dann im Atlantik seine enormen Massen von feinem Schlamm abzusetzen. Dort verdunstet das Wasser und kehrt in Wolken den 3000 km weiten Weg in die Kordilleren zurück, von denen es sich gesammelt hat.

(Autoreferat)

11. Januar 1954: P.-D. Dr. K. Bleuler, Zürich:

Der Bau der Atomkerne

In den letzten Jahren hat man experimentelle sowie auch theoretische Fortschritte in der Kenntnis der Struktur der Atomkerne erzielt; es ist deshalb heute am Platze, eine kleine Übersicht zu geben. Der Referent hat auch über eigene theoretische Versuche zu berichten.

Zunächst wird hervorgehoben, dass für die Nukleonen (d. h. Protonen und Neutronen), welche den Kern aufbauen, dieselben wellenmechanischen Gesetze zu verwenden

sind, die für die Elektronen der Atomhülle oder für die Gesamtkerne der Molekülstruktur anzuwenden sind. Dagegen hat man im Falle der Kerne mit einem ganz neuen Krafttypus (Kernkräfte) zu tun. Die Wellenmechanik ergibt nun in bekannter Weise die Deutung der Atom- und Molekülspektren; umgekehrt erhält man durch Vermessen und Analysieren dieser Spektren einen tiefen Einblick in die atomistische Welt.

Im Falle der Kerne ist es nun in letzter

Zeit gelungen, einige Spektren sowie die dazu gehörigen Kernschematas experimentell zu bestimmen (dies wurde an Hand einiger Lichtbilder näher erläutert). Die Analyse wird nach dem Vorschlag des Referenten zuerst an den einfachsten Fällen, d. h. denjenigen Kernen, die den Alkalien im Falle der Atomhülle entsprechen, durchgeführt. (O^{17} , F^{17} , C^{13} , N^{13} , Pb^{207} ; einen Fall, der dem noch einfacheren Wasserstoff entsprechen würde, gibt es leider nicht; das Deuteron, welches hier zunächst in Frage käme, besitzt nur einen einzigen gebundenen Zustand und liefert deshalb zuwenig Anhaltspunkte, um genügende Rückschlüsse auf die Kernkräfte ziehen zu können.) Diese Analyse ergibt nun eine ganz besondere, theoretisch leider nicht vorausgesagte, Eigenschaft der Kernkräfte: Eine verhältnismässig sehr grosse «Spin-Bahn-Kopplung» (auch dieser Begriff wurde an Hand einer Zeichnung näher erläutert). Ebenso ergibt sich die Symmetrie der Kernkräfte in bezug auf Proton und Neutron und gleichzeitig auch die Wirksamkeit des COULOMBSCHEN Gesetzes in Kerndimensionen. Diese Tatsachen bilden nun die Grundlage für die Aufstellung des Themschemas für die einzelnen Nukleonen in jedem Kernverband. (MARIA-GÖPPERT-MAYER; HAXEL, JENSEN und SÜSS.) Dieses Schema unterscheidet sich von demjenigen der Atomhüllen nur durch die Spin-Bahn-Kopplung und ergibt deshalb die Schalenabschlüsse bei anderen Besetzungszahlen (2, 8, 28, 50, 82, 126; sogenannte magische Zahlen). Es gibt eine grosse Anzahl von Eigenschaften der Atomkerne, die gewissermassen ein periodisches Verhalten

beim Durchlaufen dieser «Kernschalen» zeigen (natürliche Häufigkeiten der Isotope, «Quadrupolmomente», Thermabstände bei geraden Kernen, gewisse Wirkungsquerschnitte u. a. m.).

Der Referent machte noch zwei eigene Vorschläge zu einer Verfeinerung dieses Kernmodells:

A. Das mittlere Kernpotential soll bei den schwereren Kernen nicht die Form des üblichen Topfes besitzen, sondern dieses Potential soll im Zentrum noch vertieft sein. (Eine solche Form stellt in gewissem Sinn einen mittleren Verlauf zwischen Potentialtopf und Coulombpotential der Atomhülle dar.) Dafür sprechen die folgenden Gründe: Bestimmung des Potentials mit Hilfe der Methode des «Selfconsistent field»; Absorptionsquerschnitte für langsame π -Mesonen; Verteilung der gesamten Bindungsenergie des Kernes auf die einzelnen Nukleonen; verhältnismässig grosse Werte der «Hyperfeinstrukturanomalie» usw. Experimente über die Ladungsverteilung im Innern der Kerne, die kürzlich ausgeführt worden sind, scheinen tatsächlich in diese Richtung zu weisen.

B. Für leichte Kerne ist eine Überlagerung zwischen Schalenstruktur und Alpha-Teilchenstruktur (allgemein Komplex- oder Molekülstruktur) anzunehmen. Deutliche Gründe hierfür liefern das Verhalten der Bindungsenergie, das Themschema von O^{16} und schliesslich die Themschemata der erwähnten «Kernalkalien» (O^{17} , F^{17} usw.), wenn der Austausch effekt zwischen «Leuchtnukleon» und Nukleon im Innern des Rumpfes mathematisch vollständig behandelt wird.

(Autoreferat)

25. Januar 1954: Prof. Dr. J. Ackeret, Zürich:

Überschallflug

Vor kurzem haben wir nun auch in der Schweiz die Knalle gehört, die für den Überschallflug charakteristisch sind. Überschallgeschwindigkeit von kleinen Körpern (Geschossen usw.) ist nicht neu. Seit mehr als 200 Jahren kennt man sie in der Ballistik. Auch hat man schon gewusst, dass in der Nähe der Schallgeschwindigkeit der Widerstand der Luft gewaltig ansteigt. Die eigentliche wissenschaftliche Behandlung rasch bewegter Körper ist begonnen worden von

ERNST MACH und seinem Sohne LUDWIG MACH, die zwei optische Beobachtungsmethoden anwandten: das Schlierenverfahren (TÖPLER) und das Interferenzverfahren. Das erste liefert ausser einem plastischen Bild der Vorgänge die Dichtegradienten, das zweite die Dichten direkt, dafür aber ein weniger detailreiches Bild.

Man kann schon mit rein kinematischen Betrachtungen einige wesentliche Züge der schnellen Strömungen finden. Die Knalle er-

klären sich sehr einfach, ebenso der MACHsche Winkel (eigentlich Doppler-Winkel) und sein Zusammenhang mit der MACHschen Zahl M (= Flugzeuggeschwindigkeit / Schallgeschwindigkeit). Die Widerstandserhöhung ist auch bei guten Flugzeugen beträchtlich, so dass diese gewissermassen sehr alten Flugzeugformen (bei kleineren Geschwindigkeiten natürlich) äquivalent werden.

Die Schlierenbeobachtung zeigt sehr deutlich das Auftreten von unstetigen Verdichtungen (Stosswellen). Die irreversiblen Vorgänge darin geben Anlass zu Widerständen; gleichzeitig ergibt sich eine einfache Möglichkeit zur Verbesserung — nämlich durch Pfeilung.

Im Transschallgebiet ($M \sim 1$) zeigen sich zwar komplizierte Verhältnisse, aber es gilt dort die einfache Regel, dass die Kompressibilitätswiderstände mit der $5/3$ -Potenz der Dicke der Flügel gehen, so dass also Verdünnung der Flügel eine zweite Verbesserungsmöglichkeit ergibt.

Im Überschallgebiet ($M > 1$) zeigen sich näherungsweise sehr einfache Gesetze. Auch sind einige exakte Lösungen bekannt. Hier geht der Widerstand mit dem Quadrat der Dicke und die Pfeilung nützt nur unterhalb einer durch den Pfeilwinkel

gegebenen MACHzahl. Darüber ist der gerade Flügel überlegen. — Vielerlei Grundrissformen sind untersucht worden, insbesondere auch auf das Verhalten bei niedrigen Geschwindigkeiten und auf die Steuerbarkeit.

Die Widerstände hängen von der Luftdichte ab; in grösseren Höhen wird die Schallmauer niedriger. Es ist deshalb möglich mit den heutigen Flugzeugen sie zu durchstossen, wenn in grosser Höhe ein nahezu vertikaler Sturzflug angesetzt wird. In den dichteren Schichten erfolgt dann zwangsläufig Abbremsung auf Unterschall. Die meisten Antriebsarten geben oben auch weniger Schub. Die Ausnahme bildet die Rakete, die auch im Vakuum den vollen Schub gibt. Sie hat es ermöglicht, in grosser Höhe mit bemanntem Flugzeug im Horizontalflug auf Überschallgeschwindigkeit (bis $M = 2,5$) zu kommen.

Das Prinzip der Strahlantriebe wird erläutert (Ram-Jet, Turbo-Jet, Rakete). Sodann werden neue Schwierigkeiten erwähnt (Erwärmung der Oberflächen), die neue Materialien erfordern (Titan). Grosse freie Weglängen in extremen Höhen lassen die Tragflügelwirkung verschwinden; wir treten damit in das grosse neue Gebiet der Raumfahrt. (Autoreferat)

8. Februar 1954: Prof. Dr. B. L. van der Waerden, Zürich:

Angewandte Mathematik im Altertum (mit Lichtbildern)

Es muss schon zur Zeit des Pythagoras eine angewandte Mathematik gegeben haben, die von den Technikern benutzt wurde, denn um 530 baute Eupalinos aus Megara im Auftrag des Tyrannen Polykrates einen Tunnel quer durch den Berg Kastro auf Samos. Er war 1 km lang, schnurgerade, und ist von beiden Seiten aus gegraben. In der Mitte haben die Arbeiter sich getroffen, mit einem Fehler von nicht ganz 10 m horizontal und nur 3 m vertikal. Das war nur möglich, wenn man eine mathematische Methode gehabt hat. Für nähere Einzelheiten siehe mein demnächst in deutscher Übersetzung erscheinendes Buch: «Erwachende Wissenschaft».

Als um 450 die Tragödien des Aischylos aufgeführt wurden, malte Agatharchos perspektivische Kulissen. Demokritos und Anaxagoras haben Abhandlungen darüber geschrieben, in denen die praktischen Regeln der Bühnenmalerei räumlich-geometrisch begründet wurden. Es gibt Wandmalereien in Pompeji, die korrekt perspektivisch konstruiert sind.

Verwandt mit der Perspektive ist die stereographische Projektion, eine ebene Abbildung der Kugelfläche, bei der Kreise durch Kreise abgebildet werden. Auf dieser Projektion beruht das Astrolab, ein antikes astronomisches Instrument, das im Mittelalter und noch lange nachher weit verbreitet war. Auf demselben Prinzip beruht auch eine Wasseruhr, die Vitruvius beschreibt. Ein Fragment einer solchen Uhr ist in Salzburg gefunden worden. (Autoreferat)