

da in erster Linie um den Akkomodationsmechanismus (die Einstellungsrichtung des Auges für verschiedene Entfernungen), der bei ursprünglichen Dunkeltieren (Haien, Rochen und anderen) überflüssig und daher nicht entwickelt ist. Als ein weiteres Beispiel von Partialrudimentation seien noch die stark verkleinerten Augenmuskeln erwähnt, wie sie sich bei solchen Arten finden, deren sehr große Augen die ganze Augenhöhle erfüllen. Bemerkenswert ist, daß, während totalrudimentäre Vogelaugen nicht bekannt sind, gerade diese zwei Formen der teilweisen Rückbildung sich bei nächtlichen Vögeln (Eulen) finden.

Wenn schon bei der Partialrudimentation Mangel an Licht eine wichtige Rolle spielt, so noch mehr bei der Totalrudimentation, denn es handelt sich da um Tiere, die unterirdisch, in Höhlen, in der Tiefsee oder anderen lichtarmen Orten leben. Nur von den Zyklostomen kann man dies nicht behaupten, wenn sie auch am Grunde von Gewässern leben. Wie groß die Bedeutung des Funktionsmangels für die Rückbildung auch im individuellen Leben ist, beweisen die Versuche *Kammerers* mit den Olmaugen, die bei Einwirkung des Tageslichtes von der Geburt an zu relativ großen, gut entwickelten Augen werden können.

Dr. A. Pichler.

Bericht über die im Winter 1913/14 gehaltenen Museumsvorträge.

(Fortsetzung.)

Im Anschlusse an den bereits im letzten „Carinthia“-Hefte (1913, Seite 213 bis 223) begonnenen Vortragsbericht wird über die weiteren, vom naturhistorischen Landesmuseum im vergangenen Winter veranstalteten Vorträge referiert.

Am 9. Jänner 1914 schilderte Professor Dr. v. *Gottlieb-Tannenhain* seine

„Bergfahrten in den spanischen Pyrenäen“.

Der Vortragende reiste im August 1913 über Marseille nach Barcelona, von dort 132 km weit mit Kraftwagen nach Cabdella in den Pyrenäen (zirka 2200 m über dem Meere), wo er als Gast des Schweizer Ingenieurs Hitz verweilte. Er wanderte dann allein über die „Sierra de los Encantados“ („die Berge der Verzauberten“) nach Frankreich, bestieg von Luzon aus die Maladetta (3404 m), durchwanderte das farbenprächtige Tal von Araras und kehrte von Gavarnie über Toulouse, Marseille und Genua heim.

Der Vortragende verstand vor allem, seine subjektiven Reiseeindrücke lebendig und mit stillem Humor zu schildern und dadurch ein anschauliches Bild der durchzogenen Gebiete zu geben.

Am 16. Jänner sprach Universitätsprofessor Dr. Bauer über die
„Entzifferung der Hieroglyphen“.

Eine Wiedergabe des fesselnden Vortrages darf an dieser, der Naturhistorik vorbehaltenen Stelle entfallen.

Der Vortrag des Professors Dr. F. Lex am 23. Jänner behandelte die
„Vorstellungen von der Erde im Laufe der Zeiten“.

Der Vortragende besprach das Weltbild der alten Babylonier, Ägypter und der Griechen in vorhistorischer Zeit und fand überall ziemlich ähnliche Vorstellungen: über der scheibenförmigen Erde wölbt sich der Himmel, unter dem die Gestirne ihre Bahnen ziehen. Ziemlich naheliegend ist aber die Vermutung, daß die Babylonier und vielleicht auch die Ägypter in späterer Zeit wegen ihrer bedeutenden astronomischen Kenntnisse namentlich in bezug auf das Zustandekommen der Mondes- und Sonnenfinsternisse die Vorstellung von einer kugelförmigen Erde gehabt haben dürften; ja, ein griechischer Schriftsteller, Achilles Tatios (5. Jahrhundert n. Chr.), berichtet, daß die Chaldäer bereits eine Art Gradmessung vorgenommen hätten.

Von den jonischen Naturphilosophen lehrten Thales und Anaximander bereits ein kugelförmiges Himmelsgewölbe und Pythagoras hat als erster — soviel wir wissen — die Lehre von der Kugelgestalt der Erde vertreten. Die meisten Philosophen der Folgezeit nehmen den Standpunkt des Pythagoras ein, so namentlich Plato und Aristoteles, welche letzterer auch eine Reihe von Beweisen für die Kugelgestalt der Erde bringt. Frühzeitig finden wir eine Einteilung der Erdoberfläche in Zonen; die älteste stammt von Xenophanes, der fünf Zonen, ähnlich unseren heutigen Klimazonen, unterscheidet.

Die Vorstellung, daß der jedem Punkte der Erdoberfläche auf dem Himmelsgewölbe entsprechende im Zenit des ersteren liegen müsse, wurde zur Bestimmung der Größe der Erde herangezogen. Die erste Lösung dieser Frage soll nach einzelnen Berichten von Archytas von Tarent, nach anderen von Dikäarch, einem Schüler des Aristoteles, ausgeführt worden sein. Weil die Köpfe der Sternbilder des Drachen, beziehungsweise des Krebses, im Zenit der Städte Lysimachia, respektive Syene, liegen und die Entfernungen dieser beiden Punkte den 15. Teil eines Himmelskreises ausmacht, muß auch das dazugehörige Bogenstück auf der Erde, das mit 20.000 Stadien geschätzt wurde, den 15. Teil des Erdumfanges ausmachen. Mithin erhielt man für den Umfang der Erde 300.000 Stadien = 55.500 km.

Bezüglich der Stellung der Erde im Weltenraume wurde von Pythagoras, Philolaos und Aristoteles der geozentrische Standpunkt vertreten, wenn auch manche Gelehrte, so vor allem Aristarch von Samos, die Lehre vom heliozentrischen Sonnensystem als richtiger angenommen hatten.

Die erste genauere Erdmessung nahm Eratosthenes aus Alexandrien vor, der die Tatsache, daß die Sonne am 21. Juni im Zenit von Syene steht, in Alexandrien aber einen Schatten wirft, der einem Winkel von 7° 12' entspricht, in Verbindung mit der Entfernung von Alexandrien nach Syene =

5000 Stadien zur Bestimmung der Größe des Erdumfanges benützte. Das Resultat betrug 250.000 Stadien = 46.250 *km*. Von ähnlichen Grundsätzen ausgehend, fand Posidonius von Apamea für den Erdumfang 240.000, beziehungsweise 180.000 Stadien, welche letztere Zahl, obwohl viel zu klein, bis in die neueste Zeit den astronomischen Berechnungen zugrunde gelegt wurde.

Auf die Gestalt, Lage und Größe der bewohnten Erde oder die Oikumene übergehend, erwähnte der Vortragende die Erdkarten des Anaximander und Eratosthenes und zeigte auch an einigen Beispielen, daß die griechischen Gelehrten auch schon manche Fragen der physikalischen Geographie zu beantworten trachteten.

Die ersten Jahrhunderte des Mittelalters bedeuteten einen Stillstand, ja sogar einen Rückschritt in bezug auf astronomisch-geographische Studien; das zeigen die mittelalterlichen Radkarten und das Weltbild des Kosmas (6. Jahrhundert), das an der Hand von Skizzen besprochen wurde.

Eine neue Förderung fanden diese Wissenschaften durch die arabischen Kalifen Harun al Raschid und dessen Sohn Al Manum, der im Jahre 827 sogar eine Gradmessung vornehmen ließ, deren Ergebnis — eine arabische Meile zu 2160 *m* angenommen — für den Erdumfang 44.064 *km* waren.

In Europa gewann die Lehre von der Kugelgestalt der Erde etwa im 13. Jahrhundert durch Albertus Magnus, Roger Bacon, Dante u. a. m. immer mehr an Boden. Von großer Bedeutung für die Frage nach der Gestalt der Erde war das Zeitalter der Entdeckungen; haben doch aller Wahrscheinlichkeit nach die viel zu kleinen Entfernungen auf der Toscanellischen Erdkarte für die Länge des Weltmeeres zwischen Europa und Indien allein Kolumbus veranlaßt, die Fahrt ins unbekannte Weltmeer zu wagen. Eine weitere Folge war der Wunsch, immer weiter nach Westen fahrend, wieder nach Europa zu gelangen, was zum erstenmal Ferd. Magelhaens und sein Steuermann Sebastian del Cano durchführten (1519—22). Durch diese Fahrt wurde der Glaube an eine scheibenförmige Erde endgiltig beseitigt.

Das Mittelalter hielt stets am geozentrischen Sonnensystem fest, bis endlich Nik. Kopernikus, ähnlich wie 1800 Jahre früher schon Aristarch von Samos, die Lehre vom heliozentrischen Sonnensystem begründete.

Genauere Erdmessungen wurden im 17. Jahrhundert in Frankreich vorgenommen (Picard 1669/70), und Pendelbeobachtungen im Vereine mit Erdmessungen an verschiedenen Punkten der Erde führten zur Erkenntnis, daß die Erde ein Rotationsellipsoid sei, dessen Größenverhältnisse an der Hand einiger Besselschen Zahlen gezeigt wurden. (L ex.)

Ebenfalls ein Thema aus der Geschichte der Naturwissenschaften behandelte am 30. Jänner Direktor Norbert Lang in seinem Vortrage über

„Naturerkennen in altd deutscher Zeit“.

„Die Beschäftigung mit der Natur ist der ewige Jungbrunnen der Menschheit. Das 19. Jahrhundert hat nie geahnte Fortschritte in den Natur-

wissenschaften gemacht. Nun ist es vielleicht am Platze, einmal Rückschau zu halten, was denn unsere Vorfahren, die alten Deutschen, in dieser Hinsicht wußten, richtiger, was uns aufgezeichnet und erhalten geblieben ist. Da sieht es allerdings trostlos aus! Die reichen Erkenntnisse, namentlich der Griechen und besonders des Aristoteles, des Lehrers Alexanders des Großen, wie auch die des älteren Plinius, der in seinem Forschungseifer ein Opfer des Vesuvausbruches im Jahre 79 n. Chr. wurde, hat die Völkerwanderung vernichtet, beziehungsweise alle Erinnerung daran ging verloren. Was etwa die alten Deutschen wußten, wurde nicht aufgezeichnet, da die der Schrift kundigen Glaubensboten der Lehre Christi nur der Ausbreitung der neuen Lehre dienten. Die zwei ältesten Denkmäler in althochdeutscher Sprache, die naturwissenschaftlichen Inhaltes sind, wenn man es noch so nennen darf, stehen im Dienste der christlichen Lehre. Es ist dies der ältere „Physiologus“, unvollständig, in altsächsischer Sprache, aus dem Ende des 11. Jahrhunderts, und der jüngere „Physiologus“, in bayrisch-österreichischem Deutsch, aus dem Anfange des 12. Jahrhunderts, bedeutend umfangreicher. Der erstere enthält nur zwölf Tiere, der zweite achtundzwanzig. Wenn es heißt: „Der Löwe bezeichnet unseren Herrn infolge seiner Stärke“, oder: „Er hat drei Dinge an ihm, die unseren Herrn bezeichnen“, oder: „In dem 103. Psalme steht, daß des Mannes Jugend erneut wird, wie die des Adlers“, oder: „Der Mensch, welcher alte Sünden hat, soll so tun wie die alte Eidechse, die die Sonne anschaut, bis ihre erblindeten Augen wieder sehend werden, nämlich sich zu Christus bekehren, der die Sonne und das Licht der Dinge ist“, so sieht man, daß wohl von Naturerkennen wenig darin enthalten ist.

Einen ganz bedeutend höheren Wert hat das Werk des Regensburger Domherrn Konrad von Meigenberg, der mit seinem „Buche der Natur“ im Jahre 1349 dem deutschen Volke zum erstenmal ein reichhaltiges und anziehend geschriebenes Buch der Naturwissenschaften gegeben hat. Über sein Leben kann man aus seinem Werke manches entnehmen. Er wurde 1309 wahrscheinlich im fränkischen Marktleecken Meinberg in der Nähe von Schweinfurt von begüterten Eltern geboren, studierte in Erfurt und Paris, wo er 1337 den Doktorgrad erwarb, leitete dann einige Jahre die Schule zu St. Stephan in Wien und kam am 16. März 1342 nach Regensburg, wo er Domherr wurde und sich um die Stadt mancherlei Verdienste erwarb, so daß er sogar bei einem Streite nach Avignon zum Papste als Vermittler gesandt wurde. Er starb am 14. April 1374 im 65. Lebensjahre, was sich aus einer Stiftung zu seinem Gedächtnisse ergibt.

Neben zahlreichen lateinischen Schriften hat er auch zwei deutsche geschrieben, die „Deutsche Spära“, das erste deutsche Handbüchlein der Physik und Astronomie (vielleicht nur handschriftlich erhalten), und das oben genannte „Buch der Natur“, das schon 1475, also in der ersten Zeit der Buchdruckerkunst, gedruckt und dann noch öfter neu aufgelegt wurde. Alles, was bis in das 16. Jahrhundert über dieses Thema geschrieben wurde, geht auf

Konrads „Buch der Natur“ zurück und viele „Kräuterbücher“, selbst der neueren Zeit, schöpfen aus ihm.

Er ist kein sklavischer Übersetzer seiner lateinischen Vorlage, des „liber de rerum natura“ des Thomas Cantimpratensis aus dem 13. Jahrhundert, sondern er bringt eigene Beobachtungen und volkstümliche Ansichten, ist für die damalige Zeit gebildet und aufgeklärt — „wenn die Leute sagen, es sitze ein Mann im Monde mit einer Reisigbürde, so ist das nicht wahr“; er erklärt es für unwahr, daß der Donner ein Stein sei, der vom Himmel falle; er spottet über die Bewohner von Kehlheim an der Donau, die über einem rotgefärbten Wasserlaufe eine Kapelle bauten in der Meinung, es seien dort Reliquien vergraben.

Sein Werk ist in acht Teile eingeteilt: 1. Von den Menschen; 2. von den Himmeln und seinen Planeten; 3. von den Tieren: a) von denen, die auf Erden gehen, 69, b) von dem Geflügel, 72, c) von den Meerwundern, 20, d) von den Fischen, 29, e) von den Schlangen, 37, f) von den Würmern, 31; 4. a) von den Bäumen im allgemeinen, 55, b) von den wohlriechenden Bäumen, 29; 5. von den Kräutern, 89; 6. von den edlen Steinen, 86; 7. von dem Geschmeide, 10; 8. von den wunderlichen Brunnen und von den Wundermenschen.

In den einzelnen Büchern folgt die Anordnung nach dem Alphabet der lateinischen Namen; natürlich sind mancherlei fabelhafte Wesen eingeordnet, namentlich bei den Schlangen, von denen viel Fabelhaftes erzählt wird; ebenso ist es mit den Steinen. Unter dem Geschmeide finden wir auch Eisen, Zinn, Schwefel, Quecksilber.

Es wurden einzelne Proben gegeben; manche Bemerkungen, die kulturgeschichtlich bedeutsam sind, namentlich Ausfälle gegen die hohe Geistlichkeit aus dem Munde eines Domherrn, der äußerst fromm war, konnten nicht öffentlich erwähnt werden. Sie muten wie ein Wetterleuchten der Reformation an.“

N. Lang.

Am 6. und 7. Februar 1914 sprach Dr. August Ginzberger, Adjunkt am botanischen Garten und Institute der Universität Wien, über zwei botanische Themen, welche nachstehend nach dem Referate des Herrn Vortragenden ausführlich wiedergegeben werden.

„Vegetationsbilder aus allen Zonen“

war der Gegenstand des ersten (durch 93 Lichtbilder veranschaulichten) Vortrages.

„In allen Teilen der Erdoberfläche ist die Pflanzenwelt ein getreuer Spiegel der klimatischen Verhältnisse. So kommt es, daß die **Vegetationszonen** mit den Klimazonen übereinstimmen und — wie diese — im großen und ganzen eine gürtelförmige Anordnung aufweisen. Im einzelnen wird diese jedoch (wie bei den Klimazonen) durch Verteilung von Meer und Land, Richtung der Gebirge etc. stark verändert und gestört.

Im hohen Norden, dem **arktischen Gebiete** (südwärts bis zur polaren Grenze des Baumwuchses), herrscht eine Pflanzenwelt, in der Bäume und

höhere Sträucher fehlen, in der, wie zwei Bilder aus Nord-Island und vier aus dem nördlichen Skandinavien zeigten, Zwergsträucher (Weiden, Birken, Erikazeen), ferner Moose und Flechten weite Flächen („Tundren“) bedecken, hier und da durchwirkt von schönblühenden Pflanzen, die zum Teile mit alpinen Pflanzen identisch sind. Das arktische Gebiet umfaßt den hohen Norden der Erdteile Europa, Asien und Amerika.

Daran schließt sich nach Süden ein ungeheures, ganz West- und Mitteleuropa nebst den angrenzenden Teilen Nordeuropas, ferner Mittel- und Südsibirien bis Nordjapan, endlich den mittleren und östlichen Teil von Nordamerika umfassendes Gebiet an, dessen ursprüngliche Pflanzendecke größtenteils Wald, und zwar in den wärmeren Teilen Laub-, in den kälteren und an den Gebirgslängen Nadelwald war und das daher das **Waldgebiet der nördlichen Halbkugel** genannt wird. Auch die (zum Teile allerdings künstlichen) Wiesen sind eine bezeichnende Pflanzenformation dieses Gebietes. Eine andere, den Gegenden mit ozeanischem Klima, z. B. Nordwestdeutschland, eigentümliche Formation ist die Heide, der das im Spätsommer blühende Heidekraut (*Calluna vulgaris*) den Stempel aufdrückt und in welcher der Wacholder zu prächtigen, zypressenähnlichen Bäumen heranwächst, wie zwei Bilder aus der Lüneburger Heide zeigten. In den Niederungen des Waldgebietes und auf den Rücken der Gebirge desselben bilden sich in Mulden oft Moore, unter denen die an nährstoffarmes Wasser gebundenen „Hochmoore“ eine besonders charakteristische Flora beherbergen. Vier Bilder aus dem Erzgebirge, dem Böhmerwalde und aus Lappland brachten einige Charakterpflanzen, wie Zwergbirke, Krummholz, Moorföhre, zur Darstellung und zeigten die „Verlandung“ durch die mächtigen „Bulten“ des scheidigen Wollgrases (*Eriophorum vaginatum*), während ein Bild vom Berninapasse in der Schweiz das verwandte *Eriophorum Scheuchzeri* als verlandende Pflanze darstellte. Zum Unterschiede von den Mooren enthalten die Sümpfe nährstoffreiches Wasser; ihre im Hochsommer am schönsten entwickelte Pflanzenwelt wurde in sieben Bildern aus Südtirol und aus den Marchauen vorgeführt. Die runden Schwimmblätter der Seerose, die an Gestalt fast gleichen, aber kleineren der zur Enzian-Familie gehörigen gelbblühenden Sumpflume (*Nymphaeoides peltata*), Wasserschere (*Stratiotes aloides*), Wasserviole (*Butomus umbellatus*), Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*), Igelkolben (*Sparganium*), Schilf, Binsen und Seggen erfüllen stehende Wasser oft so dicht, daß auch ihre absterbenden und „Faulschlamm“ bildenden Reste zur Verlandung solcher Becken führen können.

Vier Bilder aus Nordjapan (Insel Sachalin), dem Tian-Schan und dem Himalaja zeigten, daß in den kühleren Teilen Ostasiens, sowie in den höheren Regionen der mittel- und südasiatischen Gebirge die Pflanzenwelt viele Anklänge an entsprechende Gegenden unserer Heimat zeigt: Tannen und Fichten (andere Arten als bei uns) bilden Wälder, Ostasiens hochwüchsige Doldenpflanzen sind zum Teile unseren Engelwurz- und Bärenklau- (*Angelica-*

und *Heracleum*-) Arten nahe verwandt; ein Enzian und ein Edelweiß vereinigten sich zu einer ganz heimisch-alpin anmutenden Gruppe in einer Höhe von 5000 m im Sikkim-Himalaja.

An das große Waldgebiet grenzt im Süden der **Steppen- und Wüstengürtel der nördlichen Halbkugel**, der, durch lange Trockenzeiten (dabei aber doch regelmäßig fallende Niederschläge — *Steppen*) oder durch unregelmäßigen, oft jahrelang ausbleibenden Regenfall (*Wüsten*) ausgezeichnet, in der alten Welt von der Nordwestküste Afrikas durch die Sahara sich über Arabien, Syrien, Persien einerseits, Südrußland, Westturkestan andererseits bis zur Gobi erstreckt; Baumfeindlichkeit, nicht geschlossene Vegetationsdecke, in den Wüsten bis zum Vegetationsmangel auf weiten Strecken gesteigert, Beschränkung des aktiven Pflanzenlebens auf kurze Zeitspannen nach den belebenden Regen: das sind seine wichtigsten pflanzengeographischen Eigentümlichkeiten.

Zwischen ihn und das Waldgebiet Mitteleuropas schiebt sich aber ein durch Winterregen und Sommerdürre ausgezeichnetes und (als auffallendste Pflanzenformen) immergrüne „*Hartlaubgehölze*“ beherbergendes Gebiet ein, das **mediterrane** oder **mittelländische**, das fast alle Küstengebiete des Mittelmeeres umsäumt. Die drei vorgezeigten Bilder aus Süditalien führten in das Innere seiner bezeichnendsten Pflanzenformation, des immergrünen Niederwaldes, der *Macchia*, der u. a. Lorbeer, Myrte, Erdbeerbaum angehören. — Auch die Randlandschaften Algeriens im Bereiche der Atlasketten gehören dem Mediterrangebiete an. Dort kommt die Kork-eiche (*Quercus Suber*) und die „stammlose“ Zwergpalme (*Chamaerops humilis*) vor, auf den Atlas-Höhen bildet die Atlas-Zeder (*Cedrus atlantica*) Wälder (fünf Bilder). Die südlich vom Atlas liegenden, zur Sahara gehörigen Wüsten Algeriens sind teils Fels-, teils Sand (Dünen)wüsten: steife Gräser, harte, zum Teile dornige, blattarme Sträucher, oft schönblühende einjährige Kräuter, hie und da auch seltsam geformte Polsterpflanzen (z. B. *Anabasis arctioides*), sind Bestandteile der Wüstenvegetation (drei Bilder). Drei Bilder aus den Wüsten der Sinai-Halbinsel zeigten, wie sich in den Wadis, den meist wasserleeren, aber durch oberflächennähere Grundfeuchtigkeit bevorzugten Wüstentälern, eine üppigere Vegetation ansiedelt, wie hier auch Tamarisken und die wichtigste Kulturpflanze der afrikanischen und vorderasiatischen Wüsten, die Dattelpalme, gedeihen.

Auch Nordamerika hat ein ausgedehntes *Steppen-* (*Prärien-*) und *Wüstengebiet*, das aber nicht südlich, sondern westlich an das Waldgebiet anschließt und außerdem den Norden Mexikos einnimmt. Acht Bilder illustrierten die Landschaft und die eigenartigen, auf die Neue Welt beschränkten Pflanzenformen der *Yucca*-Arten, *Agaven* (oft fälschlich *Aloë* genannt) und der *Kakteen*. Alle sind ausgesprochene Trockenheitspflanzen („*Xerophyten*“), deren Oberfläche durch eine dicke, entsprechend gebaute Oberhaut vor zu starker Verdunstung bewahrt wird und von denen viele außerdem in ihren dicken („*fleischigen*“) Blättern oder

Stämmen wahre Wasserbehälter für die regenlose Zeit ausbilden. Man nennt sie daher *sukkulente* (d. h. saftreiche) Pflanzen und unterscheidet Blatt- und Stamm-Sukkulente (z. B. Agaven — Kakteen). Von Kakteen wurden die zum Teile einfach säulenförmigen, zum Teile aber aus vielen, an mächtigem Stamme sitzenden, stangenförmigen Zweigen aufgebauten Säulenkakteen, ferner die bis fast meterdicke Stachelkugeln bildenden Kugelkakteen vorgeführt. Wie auch in anderen Xerophytengebieten, steigen einzelne Arten dieser wetterfesten Pflanzen bis hinauf in die trockenkalte Hochregion der Anden (4000 Meter). — Auch in den Wüsten der Neuen Welt zaubert ständige Grundfeuchtigkeit Palmenhaine (z. B. in Kalifornien die in Südeuropa viel kultivierte *Neowashingtonia filifera*), ja ganze „Galeriewälder“ längs der Flußbetten hervor (zusammen drei Bilder).

Auch die Trockengebiete der Alten Welt beherbergen Sukkulente, die denen Amerikas im Gesamtaussehen (Habitus) zum Teile sehr ähnlich und mit jenen auch oft verwechselt werden. „Konvergenz“ nennen wir diese bei geringer näherer Verwandtschaft unter gleichen klimatischen Bedingungen auftretende, oft sehr große äußere Ähnlichkeit. Den Kakteen entsprechen die systematisch (namentlich durch ihre Blüten) ganz verschiedenen kaktusähnlichen Wolfsmilch- (*Euphorbia*-) Arten, deren Aussehen durch vier Bilder von den Kanaren und aus Abessinien und Erythraä veranschaulicht wurde.

An den Steppen- und Wüstengürtel der nördlichen Halbkugel grenzt der **Tropengürtel**. Vor ihm soll jedoch der südlich an ihn anschließende **Steppen- und Wüstengürtel der südlichen Halbkugel** besprochen werden, der das südlichste Südamerika (Pampas, Patagonien), große Teile Südafrikas (Kalahari, Karroo), sowie einen großen Teil West- und Inneraustraliens einnimmt. Sieben Bilder aus der kapländischen Karroo und ebenso viele aus der Kalahari illustrierten die Landschaft und die sonderbaren Pflanzenformen des südafrikanischen Anteiles dieses Gürtels. Die Karroo beherbergt (wie andere Trockengebiete Afrikas) zahlreiche Aloë- und sukkulente *Euphorbia*-Arten, dann aber auch zu anderen Familien (namentlich den Fettpflanzen oder Krassulazeen) gehörige Blatt-Sukkulente, die bisweilen in Form und Farbe so steinähnlich sind, daß die vorgewiesenen Bilder wie Vexierbilder wirkten; diese Steinähnlichkeit schützt vielleicht vor Tierfraß. — Die Kalahari ist größtenteils ein mit Gebüsch und Bäumen bestandenes und dadurch landschaftlich an die tropischen „Savannen“ erinnerndes Gebiet, das streckenweise auch wüstenhaften Charakter annimmt. Im Dünengebiet wachsen hier mehrere Wassermelonen- (*Citrullus*-) Arten, in dem als „Namib“ bezeichneten Küstenstriche die seltsamste jetzt lebende Blütenpflanze, die nach ihrem Entdecker, dem Kärntner Martin Josef Welwitsch (geboren 1806 in Maria Saal bei Klagenfurt, gestorben 1872 in London),¹⁾

¹⁾ Über Welwitsch findet sich in der „Carinthia“, 1882, S. 219 ff., eine ausführliche Biographie von G. A. Zwanziger. Vergleiche auch die biographische Notiz in H. Sapidus „Briefe von Botanikern“, „Car. II“, 1907,

benannte *Welwitschia mirabilis* (*Tumboa Bainsii*), deren zweihäusige, in zapfenähnlichen Blütenständen stehende Blüten der sonst von allem Gewohnten abweichenden Pflanze ihren Platz unter den (bei uns durch die Nadelhölzer vertretenen) nacktsamigen Blütenpflanzen (Gymnospermen) anweisen.

Zwischen den beiden Steppen- und Wüstengürteln breitet sich der **Tropengürtel** aus, klimatisch ausgezeichnet durch hohe Wärme, pflanzengeographisch durch Ausbildung höchster Pflanzenfülle. Ein Teil der Tropen hat Regen zu allen Jahreszeiten, und hier entfaltet der tropische Regenwald, die höchste Stufe der Vegetationsentwicklung auf Erden, seine Wunder. Fünf Bilder aus Südbrasilien zeigten den Formenreichtum des Waldrandes und der Waldlichtungen, die interessanten Pflanzenformen der Kletterpflanzen (Lianen), der Epiphyten („Überpflanzen“), die, ohne zu schmarotzen, auf Baumstämmen und Zweigen sich ansiedeln, teils gänzlich unabhängig vom Boden nur aus dem, was Wind und Regen an ihrem Standorte zusammentragen, sich nährend, teils durch nach der Ansiedlung gebildete Nährwurzeln den Zusammenhang mit der Erde aufrecht erhaltend. Beiderlei Pflanzenformen treibt zu ihrem seltsamen Wachstum die einzige Not, die es im feuchtwarmen Tropenwalde gibt — der Mangel an Licht.

An den Hängen der tropischen Gebirge (von denen neun Bilder handelten) geht der Wald hoch hinauf, oft bis über 3000 *m*. Natürlich ist er dann aus anderen Holzarten gebildet, so im Ruwenzorigebirge in Zentralafrika vorherrschend von baumförmigen Erikazeen, an den Vulkanen Westjavas u. a. von Aralazeen; die ewige Feuchtigkeit dieses „Nebelwaldes“ schafft namentlich den Moosen höchst günstige Existenzbedingungen, so daß sie mit dicken Polstern die Äste der Bäume verhüllen. In den Lichtungen des Erikazeenwaldes des Ruwenzori und darüber bis weit über 4000 *m* wachsen holzige Arten aus Gattungen, die in gemäßigten Klimaten nur bescheidene Kräuter und Stauden enthalten: die baumförmigen Lobelien und *Senecio*- (Kreuzkraut-) Arten.

Von den höchsten Höhen der Tropen zum flachen, schlammigen Meerstrande hinabsteigend, finden wir eine vornehmlich aus Holzgewächsen zusammengesetzte Formation, die *Mangrove* (vier Bilder). Mehrere Arten der Mangrovebäume haben weit ausgreifende Stelzwurzelgerüste, mit denen sie in dem lockeren, den Gezeiten ausgesetzten Schlammboden Halt finden. Andere treibt die Sauerstoffarmut des Bodens zur Ausbildung zahlreicher, ganz gegen sonstige Wurzelgewohnheit vertikal nach oben wachsender Seitenwurzeln (der „Atemwurzeln“), die bei Ebbe trocken liegen. Derlei Atemwurzeln bildet auch ein außerhalb der Tropenzone in den Sümpfen des südöstlichen Nordamerika wachsender Nadelbaum, die virginische Sumpfyzypresse

S. 187, und die Notiz desselben Autors über die „*Welwitschia mirabilis*“, „Car. II“, 1901, S. 28.

(*Tarodium distichum*), die, früher viel weiter verbreitet, zur Bildung der Braunkohlenlager wesentlich beigetragen hat (ein Bild).

Die nicht immerfeuchten Gebiete der Tropen, in denen eine mehrmonatige Trockenzeit herrscht, beherbergen teils minder üppige, ziemlich lichte, in der Trockenzeit das Laub abwerfende Wälder (Trockenwälder), teils steppenartige Pflanzengesellschaften mit einzeln oder in Gruppen eingestreuten Bäumen und Sträuchern; man nennt sie Savannen; in unserer Vorführung waren sie nicht vertreten.

Die Gebiete der südlichen Halbkugel sind, soweit sie nicht tropisch oder Steppen und Wüsten sind, von Wald- und Gebüschformationen bedeckt, die, wenn es sich um immer- oder sommerfeuchte Gebiete handelt, in abgeschwächter Form und natürlich aus anderen Pflanzen zusammengesetzt, an die tropischen Regenwälder erinnern: „temperierte Regenwälder“¹⁾ Südostaustraliens, Neuseelands, Südehiles. Aus letzterem Lande wurden vier Bilder gezeigt, von denen zwei den zum Teile aus immer-, zum Teile aus sommergrünen Südbüchen (*Nothofagus*-Arten) zusammengesetzten feuerländischen Wald zeigten, der infolge ausgeprägter Winterruhe in seiner Lebensweise unseren Wäldern ähnelt. Ein Bild zeigte eine üppige, Flußufer bewohnende Pflanze Südehiles (*Gunnera chilensis*), eines den Bergwald der chilenischen Anden (aus *Araucaria imbricata* gebildet).

Die winterfeuchten Gebiete der Süd-Halbkugel sind — wie das klimatisch verwandte Mittelmeergebiet (und das kalifornische Küstengebiet) — von Beständen von Hartlaubgehölzen bedeckt; hierher gehören Mittelchile, das südwestliche Kapland und Südwestaustralien; aus letzterem Gebiete stammten drei Bilder, die den lichten australischen Fieberbaum- (*Eucalyptus*-)Wald mit den merkwürdigen Kasuarinen, Proteaceen und „Grasbäumen“ (*Xanthorrhoea*) zeigten. —

Können auch 93 Lichtbilder, in kurzer Zeit vorgezeigt, kein auch nur annähernd vollständiges Bild der Mannigfaltigkeit der Pflanzendecke der Erde geben, so lassen sie doch die Vielgestaltigkeit derselben ahnen und beweisen auf das einleuchtendste, daß die Pflanzen durch die Bildsamkeit und Anpassungsfähigkeit ihres Körpers imstande sind, unter den verschiedensten, auch unter recht ungünstigen Verhältnissen ihr Leben zu fristen.“

Der zweite Vortrag Dr. Ginzbergers (mit zirka 50 Lichtbildern und Demonstration von Herbarpflanzen) behandelte:

„Die Pflanzenwelt der höheren Gebirge Europas.“²⁾

I. Grenzen der „Hochgebirgsstufe“.

Wenn man irgendwo auf der Erde ein genügend hohes Gebirge ersteigt, so kommt man schließlich in ein Gebiet, in welchem der Baumwuchs auf-

1) Auf der Nord-Halbkugel auch in SüdJapan.

2) Vorliegende Darstellung, die mit einer Anzahl Änderungen einem Programme der Wiener „Volkstümlichen Universitätskurse“ (1911/12,

hört. Oberhalb dieser „Baumgrenze“ gibt es nur mehr Sträucher, weiterhin nur mehr krautige Gewächse. Die oberhalb der Baumgrenze liegende „Stufe“ der Gebirge heißt Hochgebirgsstufe.

Die Hochgebirgsstufe ist auf sehr vielen Gebirgen Europas ausgebildet. Ihre untere Grenze (die Baumgrenze) liegt natürlich nicht überall gleich hoch; die Seehöhe derselben hängt von verschiedenen Verhältnissen ab. Diese sind teils natürliche, teils künstliche. Die natürlichen sind: a) Klimatische; diese sind namentlich bedingt durch geographische Breite, Exposition und Massenerhebung, durch den Unterschied zwischen Tälern und freien Hängen, ferner abhängig von der Menge der Niederschläge und davon, in welcher Jahreszeit die meisten Niederschläge fallen; lokal kann sie auch durch Winde beeinflusst werden; b) orographische, z. B. Felswände, Schutthalde etc. — Künstlich wurde die Baumgrenze durch den Einfluß des Menschen (Bedürfnis nach Weideland) herabgedrückt. — Die Baumgrenze ist keine Linie, sondern ein Streifen („Kampfregion“ des Baumwuchses), der alle Übergänge vom geschlossenen Walde zum Krüppelbaumwuchse zeigen kann (Wald-, Horst-, Hochstamm-, Krüppelgrenze). — Eine obere Grenze der Hochgebirgsstufe wird in den Gebirgen Europas nicht erreicht. Acht Arten Blütenpflanzen sind in den Schweizer Alpen über 4000 m gefunden worden.

II. Lebensweise und ökologische Einrichtungen der Hochgebirgspflanzen.

Es sollen nunmehr zunächst die Lebensweise und die ökologischen Einrichtungen der Hochgebirgspflanzen besprochen werden, und zwar mit vorzugsweiser Berücksichtigung des nächstliegenden Beispiels, nämlich der Pflanzenwelt unserer Alpen.

A. Natürliche Bedingungen („Faktoren“).

a) Klima. Abnahme des Luftdruckes und der Lufttemperatur (späte Schneeschmelze und frühes Einschneien; Kürze der Vegetationsperiode). — Zunahme der Sonnenstrahlung, sowie der nächtlichen Abkühlung (großer Unterschied zwischen der Temperatur in der Sonne und im Schatten, zwischen Tag und Nacht, zwischen Boden und Luft; Einfluß der Exposition). — Beschaffenheit des Lichtes. — Die Niederschläge sind einen großen Teil des Jahres hindurch Schnee (40 bis 70 Prozent des ganzen) und von einer gewissen Höhe an nur Schnee, der bis zur „Schneegrenze“ herab überhaupt nicht schmilzt, aber auch unterhalb derselben an geeigneten Stellen liegen bleibt; hohe Temperaturen und lange Sonnenscheindauer zur Zeit der Schneeschmelze; Bedeutung der tiefen, lang liegenden Schneedecke; Schneefälle im Sommer. — Luftfeuchtigkeit (rascher Wechsel derselben). — Winde (mechanische und austrocknende Wirkung, Samentransport).

Serie III, Vortragszyklus von Dr. A. Ginzberger) entnommen ist, geht mehrfach über das bei dem Klagenfurter Vortrage Gesagte hinaus.

Klimatische Unterschiede anderer Gebirge. Die Schneegrenze liegt (so wie die Baumgrenze) in verschiedenen Gebirgen Europas verschieden hoch. Die südeuropäischen Gebirge teilen (je südlicher, desto ausgesprochenener) die Sommerdürre der sie umgebenden Niederungen, wenn auch in abgeschwächtem Maße, da es auch im Sommer Gewitter gibt.

b) Bodenbeschaffenheit. Sehr viel bloßliegendes, nicht von Dammerde bedecktes Gestein (Fels, Schutt). Humusboden. — Chemische Beschaffenheit: kalkarmer und kalkreicher Boden. — Wirkungen der Bodenbeschaffenheit auf die Verbreitung der Hochgebirgspflanzen.

In den südeuropäischen Gebirgen spielt (namentlich in Kalkgebirgen) das nackte Gestein, da die klimatischen Bedingungen für die chemische Verwitterung und Bodenbildung weniger günstig sind, eine noch größere Rolle, so daß es meist nicht zur Bildung geschlossener Formationen kommt und die Gebirge häufig nicht nur in den unteren Teilen (infolge der Entwaldung), sondern auch in den aus natürlichen Ursachen waldlosen Teilen einen wüstenhaften Anblick gewähren.

c) Einfluß der Tiere und des Menschen. Samentransport durch Tiere; Blumen und Insekten in der Hochgebirgstufe. — Verschiebung der Baumgrenze, Verwandlung von Strauchbeständen in Weideland (beabsichtigte Wirkungen); Einwirkung der weidenden Tiere durch Fraß und Düngung, Ruderalflora (unbeabsichtigte Wirkungen).

B. Anpassung an die natürlichen Bedingungen.

a) Die wichtigsten Vegetationsformen.

Bäume fehlen. Sträucher meist zwerghaft, oft an den Boden angedrückt (Spaliersträucher), häufig immergrün. Halbsträucher nicht selten (in Südeuropa viele dornig). Lianen sehr selten. Stauden (mehrjährig), meist Rosetten-, seltener Hochstauden—einige mit fleischigen Blättern, viele Polsterstauden. Kräuter (einjährig) sehr spärlich (in den Alpen 4 bis 6 Prozent der Blütenpflanzen). Grasartige, meist dichtrasig, zum Teile Polster bildend. Unter den Moosen sind die Polstermoose sehr häufig; die Flechten zeigen keine auffälligen Vegetationsformen. Algen und Pilze sind überhaupt spärlich vertreten.

b) Bau und Struktur im Zusammenhange mit den Lebensbedingungen. Ergebnisse von Kulturversuchen.

Einrichtungen,¹⁾ die im Zusammenhange stehen mit: der kurzen Vegetationsperiode: *Vorherrschenden der ausdauernden Pflanzen*

¹⁾ Diese Einrichtungen konnten teilweise als direkte Wirkungen der betreffenden Faktoren erwiesen werden (gesperrt), bei anderen ist der Nutzen für die Pflanze zu erkennen (*Kursivdruck*), bei einigen beides (**Fettdruck**).

zen; rasche Entwicklung und frühes Blühen; immergrüne Blätter; enge Jahresringe der Holzgewächse;

der starken Beleuchtung: **Anatomischer Bau der Blätter**; niedriger Wuchs; **reichliche Entwicklung von Anthokyan in Blättern und Blüten**;

der starken Erwärmung durch die Sonne: *Anschmiegen an den warmen Boden*; **starke unterirdische Entwicklung**; rasche Entwicklung und frühes Blühen;

der niedrigen Lufttemperatur (spezielle, direkte Schutzmittel gegen Kälte gibt es kaum): Der **niedrige, oft gedrückte** (Wärmespeicherung) Wuchs, der vollständige Schneebedeckung zur Folge hat, ist ein indirektes Kälteschutzmittel;

der großen Trockenheit der Luft und besonders der Winde, ferner der Trockenheit oder Kälte des Bodens (letztere setzt die Tätigkeit der Wurzeln herab). In allen Fällen handelt es sich um die Gefahr einer im Verhältnisse zur Wasseraufnahme zu starken Verdunstung. Dieser kann begegnet werden durch: 1. Einrichtungen zur Herabsetzung der Verdunstung: Dauernde oder periodische Verminderung der oberirdischen Oberfläche, bewirkt durch: *den niedrigen Wuchs, das Anschmiegen an die Erde, das Zusammendrängen aller Teile* (Polsterpflanzen), *Laubfall bei einem Teile der Holzgewächse, kleinere, dickere, manchmal eingerollte oder nadelförmige Blätter; dichte Behaarung, Bedeckung durch abgestorbene Blätter oder Blatteile; dicke Cuticula der Blätter, Kalkschüppchen über Wasserspalten*. 2. Einrichtungen zur erleichterten Aufnahme und Speicherung des Wassers: *Tiefgehende Wurzeln* (namentlich der Spaltenpflanzen der Felsen), *Fähigkeit der Wasseraufnahme durch die ganze Oberfläche* (Moose, Flechten), *Wassergewebe*. Diesen „xerophytisch“ gebauten Alpenpflanzen steht eine nicht unbeträchtliche Anzahl „mesophytischer“ gegenüber, die derartige Einrichtungen in ausgesprochenem Grade nicht besitzen.

Die mit Schneedecke und Winden zusammenhängenden Einrichtungen wurden schon oben besprochen.

Die Hochgebirgspflanzen der übrigen Gebirge Europas stimmen mit denjenigen der Alpen in bezug auf Vegetationsform und ökologische Einrichtungen im wesentlichen überein.

III. Vegetationsformationen der Hochgebirgsstufe.

A. Strauchformationen. Gebildet aus: a) höheren Sträuchern, und zwar Nadelsträuchern (Krummholz); sommergrünen Laubsträuchern (Grünerle, strauchige Rotbuche etc.); Rutensträuchern (Ginsterarten); Dornsträuchern; b) Zwergsträuchern, und zwar Nadelsträuchern, zum Teile mit Schuppenblättern (Wacholderarten); immergrünen Laubsträuchern (mit flachen Blättern: Alpenrosen, Preiselbeere, Bärentraube; mit nadel- oder schuppenförmigen Blättern: *Erica*-Arten); sommergrünen Laubsträuchern (Heidelbeere, Zwergweiden); c) Spalier-

sträuchern, die teils immergrün (Gemsheide), teils sommergrün (ein Teil der Spalierweiden) sind.

B. Gras- und Staudenformationen: a) xerophile: Matten, Gesteinsfluren, Schutt- und Felsformationen (gegen Norden und gegen oben zu einerseits, gegen Süden zu andererseits nehmen die drei letztgenannten Formationen auf Kosten der Matten zu; ihr Extrem sind Gebirgswüsten); b) mesophile: Milkrautweiden, Schneetüchelfluren.

C. Moos- und Flechtenformationen: Tundra, Felsenformationen.

D. Algenformationen: Felsüberzüge.

IV. Vegetation und Flora der einzelnen Gebirge.

a) Nordeuropäische Gebirge. Hierher gehören: das skandinavische Hochgebirge (2560 m),¹⁾ die Gebirge Großbritanniens (1343 m) und Irlands (1040 m), der nördliche und mittlere Teil des Ural (1683 m).

Allen gemeinsam ist die niedrige Lage der Baumgrenze und die große Ähnlichkeit der Flora oberhalb derselben mit der Flora der Nordpolarländer, der „arktischen“ Flora; es fehlen nämlich eine Menge verbreiteter Arten und Gattungen der mitteleuropäischen Gebirge, so Alpenglöckchen (*Soldanella*), Hauswurz (*Sempervivum*), das Edelweiß (*Leontopodium alpinum*), die Edelrauten (*Artemisia Mutellina* u. a.), der echte Speik (*Valeriana cellica*) und andere alpine *Valeriana*-Arten, die stengellosen Enziane (*Gentiana acaulis* und Verwandte), die meisten Läusekräuter (*Pedicularis*), die bergbewohnenden Eifengräser (*Sesleria*) u. a. m.

Skandinavisches Hochgebirge. Ausgedehnte Plateaus („Fjelde“). Baumgrenze für die nordische Birke (*Betula odorata*) im hohen Norden 400 m (Rotföhre und europäische Fichte zirka 300 m), im Süden bis 1000 m; darüber bis 1200—1300 m ein Strauchgürtel von niedrigen Weiden, Zwergbirke und Zwergwacholder, dazwischen arktische Zwergstrauchheiden und blumige „Oasen“; oberhalb 1300 m Strauchflechtentundra, der ein Gürtel von Steingeröll und dann der ewige Schnee folgt (Schneegrenze unter 67° n. Br. bei 1000 bis 1200 m). — Keine Endemismen.

Gebirge Großbritanniens (namentlich Schottlands und Irlands). Meist nur an den Hängen bewaldet. Baumgrenze (in Schottland) für die Birke 800—900 m. Darüber eine der skandinavischen sehr ähnliche Flora. Namentlich in Irland steigen nicht wenige arktische Pflanzen an geeigneten Stellen bis zum Meere hinab.

Ural (nördlicher und mittlerer Teil). Waldgrenze (von der sibirischen Tanne und Lärche, sowie der Zirbelkiefer — *Pinus Combra*, Birke und der europäischen und der sibirischen Fichte gebildet) unter 64° n. Br. bei 550 m, unter 68° n. Br. bei 200 m; darüber dieselbe Flora wie auf den skandinavischen Fjelden.

¹⁾ Die eingeklammerte Zahl nach dem Namen eines Gebirges bedeutet hier und im folgenden die Seehöhe seines höchsten Punktes.

b) Mitteleuropäische Gebirge. Hieher gehören: ein Teil der deutschen Mittelgebirge, nämlich Vogesen (1423 m), Schwarzwald (1493 m), Harz (1142 m), Böhmerwald (1457 m), Erzgebirge (1244 m), Sudeten (Riesengebirge 1603 m, Gesenke 1490 m); ein Teil der französischen Mittelgebirge, nämlich Jura (1723 m), Cevennen (1754 m), Berge der Auvergne (1886 m); die Alpen (4810 m); die Karpathen (2659 m); die Pyrenäen (3404 m); der Apennin (2921 m) bis inklusive der Abruzzen; die Gebirge der nördlichen Balkanhalbinsel, nämlich: die illyrischen Gebirge (2528 m), der Balkan (2385 m) und das Rhodopegebirge (2923 m).

Gemeinsam ist allen: die viel höhere Lage der Baumgrenze (von 1040 m im Harz bis 2400 m in den südwestlichen Schweizer Alpen und in den Pyrenäen). Der charakteristischste und häufigste Baum der Gebirgswälder ist die europäische Fichte (*Picea excelsa*), die nur der spanischen Seite und dem ganzen Westen der Pyrenäen, ferner dem ganzen Apennin, sowie einzelnen Gebirgen der nördlichen Balkanhalbinsel fehlt; dazu kommt die Tanne (*Abies alba*), die das ganze Gebiet bewohnt, ja außerdem in Nordostspanien, dem südlichen Apennin, Sizilien und Korsika vorkommt, ferner auf der Balkanhalbinsel etwas weiter südlich und westlich geht. Die Lärche (*Larix europaea*) findet sich nur in den Alpen, im Gesenke und einem Teile der Karpathen, ebenda (exklusive Gesenke) die Zirbelkiefer (*Pinus Cembra*), die vielfach die sonstige Baumgrenze überschreitet. Aufrechte Bergföhren (*Pinus montana*) bilden in den Pyrenäen (auch außerhalb des Gebietes in Nordostspanien), den Westalpen und darüber hinaus bis Westtirol Wälder. Der wichtigste Laubbaum ist die Buche (*Fagus silvatica*), die, im Süden und Westen die Tanne und Fichte stark zurückdrängend, das Gebiet im Süden vielfach überschreitet und noch das nördliche Drittel von Spanien, Korsika, den Süd-Apennin, Sizilien und Nordgriechenland bewohnt. Die Schwarzföhre (*Pinus nigra*) findet sich in Illyrien, den südöstlichen Alpen, im Banat und im östlichen Niederösterreich, die Panzerföhre (*Pinus leucodermis*) auf der westlichen Balkanhalbinsel zwischen 40° und 44° n. Br., die Mura- oder Molika-Föhre (*Pinus Peuce*) zwischen 40° und 43° n. Br., aber weit nach Osten reichend.

Über der Baumgrenze bildet in den ganzen Ostalpen bis über die Schweizergrenze, vereinzelt im Apennin bis zu den Abruzzen, den meisten Gebirgen der nördlichen Balkanhalbinsel, ferner in den Karpathen, Sudeten, dem Böhmerwalde und dem Jura die niederliegende Bergföhre (Legföhre) oft sehr ausgedehntes „Krummholz“. Andere charakteristische Arten von Sträuchern sind: die Grünerle (*Alnus viridis*), die dem Apennin und den meisten Gebirgen der Balkanhalbinsel fehlt; die Alpenrosen (*Rhododendron*-Arten), von denen zwei Arten (*Rh. hirsutum* und *ferrugineum*) die Alpen, sowie die nordwestlichsten Gebirge der Balkanhalbinsel, eine Art (*Rh. myrtifolium*) die Karpathen und die bulgarischen Gebirge bewohnt; der Zwergwacholder (*Juniperus nana*), der das Gebiet überall überschreitet; die Heidel-, Preisel- und Moor-Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus*, *Vitis idaea*, *uli-*

giasum), die alle auch den Apennin bewohnen und zum Teile weit nach Spanien reichen. Auch die Frühlingsheide (*Frica carnea*) und die auf die Südkarpaten und die östliche Balkanhalbinsel beschränkte *Bruckenthalia spiculifolia* reichen oft in die Hochgebirgsstufe hinauf. In den südlichen Alpen und auf den Gebirgen der Balkanhalbinsel erreicht die Buche oft die Baumgrenze und bildet dann „Krüppelbuchen“.

Die krautige Flora der Matten, des Schuttetes und der Felsen der mitteleuropäischen Gebirge bietet, obwohl eine ganze Reihe von Arten sehr weit verbreitet ist, im einzelnen große Verschiedenheiten und erlaubt die Einteilung in eine Anzahl wohlcharakterisierter Florenbezirke.

Die Alpen sind namentlich durch folgende — zum Teile auch in den anderen Gebirgen vorkommenden — Typen charakterisiert: Gräser aus den Gattungen *Sceleria*, *Oreochloa*, *Poa*, *Festuca*, *Avenastrum*, *Agrostis*; Seggen (*Carex*); Simsen (*Juncus*); Liliengewächse (*Poifieldia*, *Lloydia*); Orchideen (*Chamaecorchis*, *Nigritella*); Weiden (*Salix reticulata*, *retusa*, *herbacea*, *arbuscula*); Knöterichgewächse (*Oxyria*, *Polygonum viviparum*); Nelken- gewächse der Gattungen *Silene*, *Gypsophila*, *Dianthus*, *Saponaria*, *Cerastium*, *Alsine* (*Minuartia*) und Verwandte; Hahnenfußgewächse aus den Gattungen *Aconitum*, *Anemone*, *Ranunculus*; Mohn (*Papaver*); Kreuzblütler aus den Gattungen *Petrocallis*, *Thlaspi*, *Cardamine*, *Hutchinsia*, *Draba*, *Arabis*; Dickblattgewächse (*Sedum*, *Sempervivum*); Steinbreche (zahlreiche *Saxifraga*- Arten); Rosenblütler aus den Gattungen *Potentilla*, *Geum*, *Dryas*, *Achemilla*; Hülsenfrüchtler (verhältnismäßig spärlich) aus den Gattungen *Trifolium*, *Anthyllis*, *Astragalus*, *Oxytropis*, *Hedysarum*; Leingewächse (*Linum alpinum*); Rauschbeere (*Empetrum nigrum*); Cistrosengewächse (*Helianthemum*); Veilchen (*Viola*); Seidelbaste (*Daphne*); Doldenpflanzen (verhältnis- mäßig spärlich) aus den Gattungen *Buplecurum*, *Athamanta*, *Meum*, *Ligusticum*; Heidegewächse (außer den schon genannten: *Rhodothamnus Chamaceistus*, *Loiseleuria procumbens*); Schlüsselblumengewächse aus den Gat- tungen *Primula* (namentlich rot und violett blühende Arten), *Douglasia*, *Androsace*, *Cortusa*, *Soldanella*; Bleiwurzwächse (*Armeria alpina*); Enziane (zahlreiche *Gentiana*-Arten); Boretschgewächse (*Eritrichium* und *Myosotis*); Lippenblütler (verhältnismäßig spärlich) aus den Gattungen *Scutellaria*, *Stachys*, *Satureja*, *Thymus*; Braunwurzwächse aus den Gat- tungen *Linaria*, *Veronica*, *Wulfenia*, *Erinus*, *Tozzia*, *Euphrasia*, *Alcatorolo- phus*, *Bartschia*, *Pedicularis*; Wasserschlauchgewächse (*Pinguicula*); Kugel- blumen (*Globularia*); Wegeriche (*Plantago*); Krappgewächse (*Galium*); Geißblattgewächse (*Linnaea*); Baldriane (*Valeriana*); Glockenblumen- gewächse (*Campanula*, *Phyteuma*); Korbblütler aus den Gattungen *Aster*, *Erigeron*, *Leontopodium*, *Gnaphalium*, *Achillea*, *Chrysanthemum*, *Artemisia*, *Homogyne*, *Doronicum*, *Senecio*, *Saussurca*, *Cirsium*, *Centaurea*, *Leontodon*, *Crepis*, *Hieracium*.

Stufen in den Alpen. Die Baumgrenze und die übrigen Vege- tationslinien rücken im allgemeinen von Osten nach Westen, ferner auch von

Norden nach Süden und besonders auffällig gegen große Massenerhebungen (Tiroler Zentralalpen, Wallis, Engadin) aufwärts. (Mittlere Höhengrenze der Fichte in den nordöstlichen Kalkalpen 1615 m, in den Nordtiroler Kalkalpen 1750 m, in den Tiroler Zentralalpen 1965 m, im Wallis 2060 m.) — Am Nordfuße der Alpen reichen die Nadelwälder vielfach bis in die vorgelagerten Niederungen hinab, ebenso reichen sie in den Tälern bis zur Sohle. An der Ostseite dagegen sind den Nadelwäldern Laubwälder (Buchen und kahlblättrige Eichen) vorgelagert, im Südosten, Westen und der ganzen Innenseite des Alpenbogens erstrecken sich die der „insubrischen Subregion“ angehörigen Wälder von flaumblättrigen Eichen und Edelkastanien, über denen die Buche herrscht; erst dann folgen die Nadelhölzer. An der Riviera und am Südwestfuße der Alpen bilden die immergrünen Gehölze der Mediterranregion die unterste Stufe. So kann man hier fünf Stufen unterscheiden.

Die Karpathen verhalten sich in bezug auf die Anordnung der Stufen ähnlich wie die Alpen, nur haben sie niemals eine mediterrane Stufe. Die im geologischen Bau begründete Trennung in West- und Ostkarpathen kommt auch in der Flora zum Ausdrucke. Die Westkarpathen beherbergen noch viele alpine Hochgebirgspflanzen, wie auch anderseits viele westkarpathische Arten in den Alpen vorkommen. Die Ostkarpathen, namentlich Siebenbürgen, sind sehr reich an endemischen Arten, so namentlich aus der Gattung *Saxifraga* (Steinbrech) und den Gattungen *Silene* und *Dianthus* (Nelkengewächse).

Die deutschen Mittelgebirge beherbergen auf ihren Gipfeln nur eine relativ geringe Zahl von Hochgebirgspflanzen. Einige davon (im Riesengebirge und im Gesenke) entstammen dem arktischen Gebiete und kommen in den Alpen nicht vor, so die Moltebeere (*Rubus chamaemorus*), *Saxifraga nivalis*. — Auch auf den französischen Mittelgebirgen existiert nur eine artenarme Hochgebirgsflora. Im Jura kommt noch das Edelweiß vor.

Die Pyrenäen weisen dieselben fünf Stufen wie die Südalpen auf. Sie haben namentlich mit den Westalpen viele Hochgebirgsarten gemeinsam, viele andere sind ihnen eigentümlich, meist aus Gattungen, die auch in den Alpen vertreten sind. Endemische Gattungen sind z. B. die Doldenpflanzen *Endressia* und *Xatardia*. Ein interessanter Endemismus der Buchenstufe ist die Gesnerazee *Ramondia pyrenaica*.

Der Apennin schließt sich eng an die Südalpen an. Er hat auch dieselben Stufen, nur treten die Nadelholzwälder stark zurück. Die Zahl der alpinen Hochgebirgspflanzen nimmt im allgemeinen nach Süden ab, ist aber in den Abruzzen wieder ziemlich groß. Hier ist auch eine nennenswerte Zahl von Endemismen vorhanden, an denen der Apennin sonst arm ist. Eine ziemliche Anzahl der Apenninenpflanzen kommt auch auf den illyrischen Hochgebirgen vor, fehlt aber in den Alpen. Die Abruzzen haben bereits einige Eigentümlichkeiten der südeuropäischen Gebirge (Sommerdürre, wenig Matten, südeuropäische Hochgebirgspflanzen).

Die Gebirge der nördlichen Balkanhalbinsel besitzen meist nur vier Stufen (nicht selten bildet auch die Buche mit Fichte und Tanne Mischwälder, so daß nur drei Stufen bleiben); nur bei wenigen Gebirgen ist der Fuß von der Mediterranflora umgeben. Die Zahl der endemischen Hochgebirgspflanzen ist sehr groß; dieselben gehören zum Teile Gattungen an, die in der Hochgebirgsstufe der Alpen nicht vertreten sind. Hieher gehören Arten der Gattungen *Fritillaria* und *Tulipa* (Liliengewächse), *Iris* (Schwertlilie), *Amphoricarpus* (Korbblütler), *Hedracanthus* (besonders charakteristisch; Glockenblumengewächse), *Asperula* (Krappgewächse), *Banum* (Doldenpflanzen), *Malcolmia* und *Hesperis* (Kreuzblütler). In der Waldstufe der Gebirge Sudserbiens und dem Rhodopegebirge und Balkan finden sich die interessanten Gesnerazeen *Ramondia* und *Haberlea* (je zwei Arten). Von den südlicheren dieser Gebirge gilt bezüglich des Anschlusses an die südeuropäischen Gebirge dasselbe wie von den Abruzzen.

c) Südeuropäische Gebirge. Hieher gehören: die zahlreichen Gebirge („Sierra“) von Spanien und Portugal, die in eine nördliche (Kantabrisches Gebirge, 2678 m), mittlere (Kastilisches Scheidegebirge, 2661 m) und südliche (Sierra Nevada, 3481 m) Gruppe zerfallen; ferner die Gebirge von Korsika (2710 m) und Sardinien (1834 m), der südliche Apennin (2271 m), der Ätna (3274 m) und das nordsizilische Gebirge (1973 m); die Gebirge der südlichen Balkanhalbinsel, nämlich: die albanesischen (2700 m), die süd-makedonischen (2985 m), der Pindus (2320 m), die mittelgriechischen Gebirge (2512 m), die Gebirge des Peloponnes (2409 Meter) und der Insel Kreta (2457 m); endlich das Gebirge der Krim (1519 m).

Die Baumgrenze liegt ungefähr in derselben Höhe, ja zum Teile tiefer, wie in den mitteleuropäischen Gebirgen, was wohl u. a. auf die gewaltigen Schneemassen (das Maximum der Niederschläge fällt in den Winter) zurückzuführen ist, die einen großen Teil des Jahres erhalten bleiben (Sierra Nevada oft von Ende September bis Ende Juni), aber auch damit zusammenhängt, daß die hoch aufsteigenden Gebirgsbäume Mitteleuropas hier nicht vorkommen.

Stufen. Am Fuße der südeuropäischen Gebirge ist fast immer (bis auf das Kantabrische Gebirge und einige der Balkanhalbinsel) die mediterrane Flora entwickelt. Auf sie folgt eine Stufe, in welcher die Edelkastanie und sommergrüne, filzblättrige Eichen (in Spanien *Quercus Tozza*, sonst *Quercus lanuginosa*), oder Schwarzföhren (auf Sardinien sehr spärlich) Wälder bilden. In Spanien tritt als Gebirgsbaum die auf das südlichste Gebirge des Landes beschränkte andalusische Tanne (*Abies Pinsapo*) hinzu. Auch die Buche findet sich in dieser Stufe in mehreren südeuropäischen Gebirgen (siehe oben); die in fast ganz Europa verbreitete Rotföhre (*Pinus silvestris*) kommt bis nach Südspanien und auch in der Krim vor. Die herzblättrige Erle (*Alnus cordifolia*) bildet im südlichen Apennin Wälder. Hier findet sich auch die Panzerföhre (*Pinus leucodermis*). Die Verbreitung der

mitteleuropäischen Tanne (*Abies alba*) wurde bereits oben geschildert; auf den Gebirgen Griechenlands ist die griechische Tanne (*Abies cephalonica*) sehr verbreitet. — Alle diese Wälder von Laub- und Nadelbäumen sind nicht so klar übereinander angeordnet, wie dies auf den mitteleuropäischen Gebirgen meist der Fall ist; so grenzt z. B. die Stufe der griechischen Tanne oft direkt an die Mediterranflora oder es bevorzugt in derselben Höhe eine Baumart südliche, eine andere nördliche Hänge (Schwarzföhre und Buche auf Korsika).

Buschbestände über der Baumgrenze werden in den süd-europäischen Gebirgen niemals von niederliegenden Föhren, selten von blattwechselnden Laubbälzern (*Abnus suavcolens* auf Korsika) gebildet. Auch die Erikazeen spielen hier keine Rolle (das südspanische *Rhododendron bacticum* ist ein Bewohner der Waldstufe). Der Zwergwacholder (*Juniperus nana*) dagegen ist auch hier allgemein verbreitet, auch andere mitteleuropäische Wacholder kommen vor. Sehr häufig sind (so besonders in Spanien) xerophytische Ginsterarten, in Griechenland bildet eine Seidelbastart (*Daphne oleoides*) ausgedehnte Gebüsch; eine Zwergweichselart (*Prunus prostrata*) findet sich in Spanien und Griechenland.

Die gehölzlose Stufe zeichnet sich auf fast allen südeuropäischen Gebirgen durch starkes Hervortreten des nackten Gesteines aus, so daß zusammenhängende Matten viel weniger verbreitet sind, als in den mitteleuropäischen Gebirgen; daher spielen die in der Landschaft allerdings viel weniger hervortretenden Felsen- und Schuttpflanzen eine sehr große Rolle. — Unter den Pflanzen der südeuropäischen Hochgebirgsstufe finden sich verhältnismäßig wenige alpine und arktische Arten. Zwergweiden, alpine (rot- oder violettblühende) Primeln, Alpenglöckchen (*Soldanella*), alpine Enziane fehlen oder sind sehr selten. Dafür gibt es eine Fülle in den verschiedenen Gebirgen endemischer Arten, an denen besonders die Sierra Nevada, Korsika, Kreta und die griechischen Gebirge reich sind. Sie entstammen zum Teile Gattungen, die in Mitteleuropa gar nicht vorkommen oder der Hochgebirgsstufe durchaus fremd sind, wie *Helichrysum* (Korbblütler), *Erodium* (Storchschnabelgewächse), *Euphorbia* (Wolfsmilch), dornige Arten von *Astragalus* (Hülsenfrüchtler), *Marrubium*, *Nepeta*, *Sideritis* (Lippenblütler), *Aubrietia* (Kreuzblütler).

V. Zusammensetzung und Geschichte der Hochgebirgsflora.

Wie die Flora jedes Gebietes, so ist auch die Flora jedes einzelnen Hochgebirges Europas nicht einheitlich, sondern die einzelnen Arten sind entweder auf das betreffende Gebirge oder Teile desselben beschränkt (Endemismen), oder sie kommen noch anderswo vor. Im letzteren Falle aber sind die Verbreitungsgebiete der einzelnen Arten durchaus nicht dieselben. So kann man verschiedene „Florenelemente“ unterscheiden. Jedes Florenelement umfaßt diejenigen Arten, die dasselbe oder ähnliche Verbreitungsgebiete haben, (geographische Florenelemente).

In der Flora der Alpen sind folgende Florenelemente vertreten:

1. Das baltische Element (Verbreitung: tiefere Lagen des mitteleuropäischen Waldgebietes, teilweise auch ganz Europas und Sibiriens); Beispiele: das Borstgras oder Hirschhaar (*Nardus stricta*), der Wiesenklee (*Trifolium pratense*), der Hornklee (*Lotus corniculatus*), die oben genannten *Vaccinium*-Arten (Heidelbeere etc.), das Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*), *Arnica montana*. — 2. Das subalpine Element (Verbreitung: oberste Waldstufe der Alpen). — 3. Das alpine Element (Verbreitung: Hochgebirgsstufe der Alpen, eventuell auch anderer mitteleuropäischer Hochgebirge). — (Zu 2 und 3 gehört die Hauptmasse der Hochgebirgspflanzen der Alpen. Unterschied zwischen Hochgebirgs- und alpinen Pflanzen. Ersteres ist ein ökologischer, letzteres ein floristischer Begriff. Auf allen genügend hohen Gebirgen der Erde gibt es Hochgebirgs-, aber nur auf einem Teile derselben alpine Pflanzen.) — 4. Das arktische Element (Verbreitung: auch in den Polarländern, zum Teile außerdem in den südsibirischen Gebirgen); Beispiele: Zwergwacholder (*Juniperus nana*), Alpen-Rispengras (*Poa alpina*), die meisten *Salix*- (Weiden-) Arten, die Otterwurz (*Polygonum viviparum*), das stengellose Leinkraut (*Silene acaulis*), die Alpenküchenschelle (*Ancone alpina*), der Gletscherhahnenfuß (*Ranunculus glacialis*), der Alpenmohn (*Papaver alpinum*), die Steinbrecharten *Saxifraga oppositifolia*, *aizoon*, *aizoides* und *stellaris*, die Silberwurz (*Dryas octopetala*), ein Teil der oben genannten Hülsenfrüchtler, *Viola biflora*, die Gamsheide (*Loiseleuria procumbens*), beide *Arctostaphylos*- (Bärentrauben-) Arten, die Mehlprimel (*Primula farinosa*), der Schnee-Enzian (*Gentiana nivalis*), der Himmelserold (*Eritrichium nanum*), *Bartschia alpina*, *Aster alpinus*. — 5. Das altaische Element (Verbreitung: auch in den südsibirischen Gebirgen, aber nicht in den Polarländern); Beispiel: Edelweiß (*Leontopodium alpinum*).

Statistisches. Von 420 in der Hochgebirgsstufe der Schweizer Alpen vorkommenden Pflanzen gehören: zu 1: 31 (7½%), zu 2 und 3: 240 (57%), zu 4: 128 (31%) und zu 5: 20 (4½%).

Die Pyrenäen, Karpathen und die Gebirge der Balkanhalbinsel haben jedes sein eigenes, zum Teile sehr entwickeltes endemisches Element, ebenso die einzelnen Gebirge Südeuropas. — Die Hochgebirgsflora der deutschen und französischen Mittelgebirge ist verarmt arktisch-alpin; die der nordeuropäischen Gebirge hauptsächlich arktisch. —

In der Verbreitung der Hochgebirgspflanzen Europas fällt die Tatsache auf, daß die Verbreitungsgebiete der meisten Arten zerstückelt sind: 1. Ein großer Teil der Hochgebirgsarten kommt auch im arktischen Gebiete vor, fehlt aber den dazwischen liegenden Teilen Europas; 2. die Hochgebirgspflanzen besiedeln nur die Höhen von einer gewissen Grenze an und fehlen in den zwischen den Kämmen

und Gipfeln liegenden Tiefen; 3. nicht wenige Hochgebirgspflanzen haben vorgeschobene, vom übrigen Verbreitungsgebiete weit entfernte Standorte oder abgetrennte Talstandorte; 4. in höheren Lagen südeuropäischer Gebirge finden sich Arten, die in Mitteleuropa in den Niederungen verbreitet sind, in den südeuropäischen Niederungen aber fehlen; 5. südliche Arten haben in den Alpen etc. vereinzelte abgetrennte Standorte.

Einige dieser Tatsachen lassen sich mit den heute noch wirk-samen Faktoren erklären: Herabschwemmung von Alpenpflanzen in den Kies von Bächen, Flüssen; andere durch Windverbreitung (mehr als die Hälfte der alpinen Hochgebirgspflanzen der Schweiz zeigt an Früchten und Samen Einrichtungen zur Windverbreitung); aber die meisten finden erst eine Erklärung in der Geschichte der arktischen und Gebirgsflora Europas.

In der älteren Tertiärzeit, zu der übrigens die Verteilung von Wasser und Land von der gegenwärtigen erheblich abwich, besiedelte eine subtropische Flora die niedrigeren Gebiete Europas; ihre Reste sind fossil an mehreren Punkten Mittel- und Nordeuropas gefunden worden; ihre letzten in Europa noch lebenden Vertreter, welche die Verschlechterung des Klimas (Abkühlung und Ausbildung einer Trockenperiode) überdauerten, sind die Hartlaubgewächse des Mediterrangebietes. Natürlich gab es auch damals schon an den Hochgebirgen übereinander liegende Vegetationsstufen; die damalige Bergflora, welche viel weiter nach Norden und ins Innere der Täler reichte als heute, entspricht etwa der durch die Edelkastanie und die sommergrünen Eichen charakterisierten Vegetation. Ebenso gab es damals auf den verschiedenen Gebirgen Hochgebirgsflora, welche sich aus den Floren der tieferen Lagen entwickelt hatten; so entstanden die trotz des späteren Austausches zwischen den Gebirgen noch heute zu erkennenden Hochgebirgselemente, die in die zwei Hauptgruppen des mitteleuropäischen und des mediterranen zerfallen. Selbstverständlich fanden auch damals schon Wanderungen auf dem gewaltigen Gebirgszuge statt, der von den Pyrenäen bis zum Himalaja reichte und von dem heute einzelne Stücke (so zwischen Italien und der Balkanhalbinsel, zwischen dieser und Kleinasien) verschwunden sind; die Arten, die in ein neues Gebiet kamen, veränderten sich und so entstanden neue Arten, wie es noch heute geschieht.

Die größten Veränderungen in der Verteilung der Pflanzen Europas und besonders der arktischen und Hochgebirgsflora brachte die Eis- oder Glazialzeit. Inlandeis schob sich von Schweden und Finnland über die zwischenliegenden Meeresbecken bis gegen das südlichste Irland und Großbritannien, bis zum Harz, den Sudeten und Nordkarpathen, bis ins mittlere Rußland. Island, die Faröer waren ganz vereist, die Gletscher der Alpen schoben sich weit in die Niederungen vor; die Pyrenäen waren stark vergletschert, weniger die höchsten Teile der Karpathen und der deutschen und französischen Mittelgebirge, sowie die höchsten Erhebungen Korsikas und der drei südeuropäischen Halbinseln.

Vor den von den Gebirgen herabdringenden Eismassen und vor dem

Inlandeise „flüchteten“ die Pflanzen (selbstverständlich nur so, daß ihre Samen an günstigen Stellen vor dem Eise aufgingen); manche Art mag auch damals zugrunde gegangen sein. Da nun — was ja die Ursache der Eiszeit war — das Klima damals in ganz Europa kühler und feuchter war, so waren für die Hochgebirgs- und arktischen Pflanzen die Niederungen jetzt gerade geeignet. Insbesondere aber fand damals in dem eisfreien Raume zwischen dem nördlichen und dem Alpenise die Vermischung der arktischen Pflanzen mit den mitteleuropäischen Hochgebirgspflanzen statt; ferner konnten über die kühleren Niederungen Gebirgspflanzen von einem Gebirge zum anderen wandern. — Nach mehrmaligem (im Norden dreimal, in den Alpen viermal) Vorstoße und dazwischen jedesmaligem Rückzuge (Zwischeneiszeiten oder Interglazialzeiten) fand endlich der dauernde Rückzug der Eismassen statt und es traten die gegenwärtigen Verhältnisse ein, nachdem (und zwar wahrscheinlich nacheiszeitlich [postglazial]) noch eine trockene, warme („xerotherme“) Periode geherrscht hatte.

Die Hochgebirgs- und die arktischen Pflanzen besiedelten nunmehr, die einen durch Zuzug von den anderen verstärkt, wieder ihre früheren (oder neue) Gebiete. Aus diesem Vorgange erklärt sich auch, daß man z. B. von einer ihrer heutigen Verbreitung nach „arktisch-alpinen“ Pflanze nicht ohne weiteres (d. h. ohne ihre Verwandtschaft zu berücksichtigen) sagen kann, ob sie ihrer Herkunft nach arktisch oder alpin ist („genetisches“ Florenelement zum Unterschiede von dem oben erörterten „geographischen“).

Durch das eben Gesagte erklären sich die oben genannten Tatsachen 1 bis 4; die unter 5 beschriebene Erscheinung erklärt sich dadurch, daß Pflanzen, die entweder in der Tertiärzeit (also vor der Eiszeit, präglazial) weiter nördlich verbreitet waren, oder die in einer Zwischeneiszeit (interglazial) oder nach der Eiszeit (postglazial) weiter gegen Norden vordrangen, die folgende ungünstige Periode an besonders geeigneten Stellen überdauerten.

Es muß noch ausdrücklich bemerkt werden, daß die geschilderten geologischen Vorgänge nicht etwa behufs Erklärung der Tatsachen der Pflanzenverbreitung angenommen werden, sondern daß es sich dabei um gesicherte und höchstens in Einzelheiten strittige Ergebnisse der geologisch-geographischen Forschung handelt: bezüglich der Zeit der xerothermen Periode (interglazial oder postglazial?) bestehen noch Meinungsverschiedenheiten.“

(Dr. Ginzberger.)

Am 13. Februar sprach Dr. Artur Wagner, der Leiter der meteorologischen Station auf dem Hochober, unter dem Titel

„Ein Jahr auf Spitzbergen“

über die Ergebnisse der deutschen geophysikalischen Expedition nach Spitzbergen im Jahre 1912. Der Vortrag, welcher bereits in den Vortragsberichten

des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien (53. Jahrgang, Heft 5, 1913) veröffentlicht wurde, wird nachstehend auszugsweise wiedergegeben:

Aerologische Untersuchungen sind bisher jenseits des Polarkreises nur wenige ausgeführt worden; wohl wurden, insbesondere von Geheimrat H. Hergesell, wiederholt während der Sommermonate in den arktischen Gewässern Ballonaufstiege veranstaltet und auf diese Weise die herrschenden Temperatur-, Feuchtigkeits- und Windverhältnisse in der freien Atmosphäre bis zu großen Höhen festgestellt. Doch alle diese Aufstiege beziehen sich nur auf die kurze Sommerzeit; diese Verhältnisse auch während der übrigen zehn Monate des Jahres möglichst kontinuierlich zu studieren, war die Hauptaufgabe der deutschen geophysikalischen Expedition nach Spitzbergen, die ihr Zustandekommen dem Präsidenten der internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt, Geheimrat Hergesell, verdankt.

Gerade in Spitzbergen sind die Verhältnisse für eine Expedition, die nicht geographische Aufgaben bezweckt, sondern von einem festen Standorte aus mit einem komplizierten Apparate von Meßinstrumenten und anderen Hilfsmitteln Untersuchungen in der Arktis anstellen will, relativ günstig: Spitzbergen — wenigstens die Westküste — ist trotz seiner hohen nördlichen Breite alljährlich während einiger Monate im Sommer gefahrlos erreichbar; während der zwei Monate Juli und August verkehrt wohl jede Woche mindestens ein Schiff zwischen Norwegen und Spitzbergen, so daß die so kostspielige Ausrüstung eines eigenen Expeditionsschiffes entfällt. Und ferner befindet sich in der Adventbai, einer Seitenbucht des Eisfjordes, eine größere Ansiedlung einer amerikanischen Kohlengesellschaft, die auch während der acht Monate langen verkehrslosen Winterzeit eine Anzahl Arbeiter dort beläßt.

Wir, nämlich mein Kollege Dr. G. Rempp aus Straßburg und ich, waren ein ganzes Jahr — von Juli 1911 bis Juli 1912 — Gäste der Arctic coal company und hatten in der Ansiedlung, die sich stolz Longyear-City nennt, ein eigenes Wohnhaus, d. h. eine Arbeiterbaracke, zugewiesen erhalten, in der wir uns ganz wohnlich einrichten konnten. Dadurch war die Mitnahme eines eigenen Wohnhauses, Reserveproviantes u. dgl. erspart worden; auch für ärztliche Hilfe im Falle der Not war bereits von seiten der Bergwerksgesellschaft gesorgt.

Am 23. Juli 1911 waren wir nach einer glatten Fahrt auf einem leeren Kohlenschiffe in der Adventbai angekommen. Nach einigen orientierenden Ausflügen war es unsere erste Aufgabe, die Vorbereitungen für die Drachen- und Fesselballonaufstiege zu treffen; nach mehrfacher Verzögerung stand endlich unsere „Ballónhalle“ in Adventpoint fertig da, ein würfelförmiger Holzschuppen von 4 m Seitenlänge, dessen Vorderwand sich vollständig öffnen ließ. Später kam noch ein Drachenschuppen zur Aufnahme mehrerer gebrauchsfertiger Drachen dazu, sowie ein angebauter kleiner Raum, in welchem

wir — besonders bei stürmischem Wetter — das Registrierinstrument instand setzen oder kleinere Reparaturen ausführen konnten.

Die Ballonwinde, die, nach Angaben Dr. Rempps konstruiert, sich bereits auf mehreren Expeditionen, wie auch daheim in Straßburg bewährt hatte, bestand aus einem hölzernen Gestelle mit einer leicht drehbaren Trommel, auf der einige tausend Meter nur 0.4 mm dicken Klaviersaitendrahtes aufgewickelt waren. Ein Gummiballon von 80 cm Durchmesser wurde mit Wasserstoff gefüllt, bis er einen Auftrieb von 5 bis 6 kg hatte; um den Gummi nicht allzusehr zu beanspruchen, wurde der Ballon in ein leichtes, weitmaschiges Netz gehüllt und daran mittels einer langen Schnur das Registrierinstrument aufgehängt, das selbsttätig Temperatur, relative Feuchtigkeit und den Luftdruck aufzeichnet. Der Ballon wurde dann am freien Ende des Drahtes befestigt und hochgelassen; er stieg so weit, bis sein Auftrieb durch das Gewicht des mitgehobenen Drahtes aufgebraucht war, wenn nicht schon vorher der Aufstieg wegen zu starken Windes in der Höhe abgebrochen werden mußte. Dann wurde der Draht wieder eingeholt, im Sommer durch Fußantrieb mit Hilfe einer angebrachten Fahrradübersetzung, im Winter mit der Hand. Nach Beendigung des Aufstieges wurde der Ballon in der Ballonhalle gebrauchsbereit aufbewahrt und konnte beim nächsten Aufstiege nach einer geringen Nachfüllung sogleich wieder benützt werden. Fast immer gingen diese Aufstiege glatt vonstatten, auch in der Dunkelheit bei tiefer Kälte (bei zwei Aufstiegen war die Temperatur an der Erdoberfläche tiefer als -40° C), und nur ein einzigesmal zerriß der allzu starke Wind in der Höhe den Draht und entführte den Ballon samt Instrument. Als Beleuchtung während der Dunkelheit dienten fast ausschließlich kleine elektrische Taschenlampen, deren Batterie unter den Oberkleidern getragen werden konnte, während Petroleumlampen bei Sturm oder tieferen Temperaturen ganz versagten; schon bei -30° wurde das Petroleum zu einem weißlichen Brei und bei tieferen Temperaturen erlosch die Flamme gänzlich.

Um zu zeigen, wie hervorragend sich die Gummiballons bewährten, sei ein Beispiel angeführt: Am 8. Dezember 1911 wurde ein Ballon gefüllt und stand — stets gefüllt — in Verwendung bis zum 9. Februar 1912, an welchem Tage er, nachdem er 25 Aufstiege ausgeschalten hatte, in der Luft platzte. Dieses Ergebnis ist ein unerwartet günstiges, da man vorher fast allgemein annahm, daß der Gummi bei diesen tiefen Temperaturen seine Elastizität so sehr einbüßen werde, daß Gummiballons im arktischen Winter überhaupt nicht verwendbar sein werden.

So befriedigend die Arbeiten mit Fesselballons waren, so wenig ermutigend waren die Versuche mit Drachenaufstiegen; der Grund hiefür lag einerseits in den herrschenden Windverhältnissen: bei starken, ja stürmischen Bodenwinden war oft schon in 500 m Höhe fast vollständige Windstille; anderseits wollte der Motor, der zum Einholen der Drachen bestimmt war, bei tieferen Temperaturen absolut nicht funktionieren und lediglich mit Handbetrieb war es ausgeschlossen, den Drachen durch rasches Einholen durch

eine windstille Luftschicht hochzutreiben. So wurde bei den 17 geglückten Drachenaufstiegen nur selten die Höhe von 1000 *m* oder mehr erreicht, während bei den 61 Fesselballonaufstiegen die mittlere Höhe etwa 1800 *m* und die Maximalhöhe wenig unter 3000 *m* betragen dürfte.

Pilotballons wurden im ganzen rund 160 hochgelassen; die größte Höhe, bis zu welcher die Ballons verfolgt werden konnten, betrug über 12 *km*, wobei der Ballon eine horizontale Entfernung von mehr als 50 *km* hatte. Während der Dunkelheit suchten wir die Pilotballons durch angehängte kleine Feuerwerkskörper sichtbar zu machen, der Erfolg war jedoch ein geringer; nur mit vieler Mühe gelang es mehrere Male, mit diesen Leuchtbällons eine Höhe von 1000 *m* zu erreichen.

Die Dämmerungserscheinungen im Herbst und Frühjahr möchte ich noch kurz erwähnen, die ich nirgends so prächtig wie in Spitzbergen gesehen habe und die wiederholt von meinem Kollegen Dr. R e m p p nach dem Verfahren von Professor M i e t h e mit einer Dreifarbenkamera aufgenommen wurden. Von der Messung der Höhe von Nordlichtern — während des Winters eine fast alltägliche Erscheinung —, die ursprünglich gemeinsam mit der drahtlosen Station in Greenharbour beabsichtigt war, mußte leider Abstand genommen werden, da die geplante Entsendung eines norwegischen Meteorologen an diese Station nicht zustande kam.

Zum Schlusse noch einiges über die äußeren Lebensbedingungen in Spitzbergen: Der Tourist, der im Sommer an Bord eines luxuriös ausgestatteten Riesendampfers sich die Schönheiten Spitzbergens ansieht, bekommt einen ganz einseitigen Begriff vom Leben in der Arktis. Im Juli und August ist der Unterschied im Klima etwa gegen Nordnorwegen nicht so gewaltig; nur ausnahmsweise sinkt die Temperatur unter Null. Die beständige Sonnenstrahlung zaubert eine ziemlich artenreiche Flora hervor und zahllose Vögel beleben das Wasser und die Felshänge. Aber nur kurz dauert diese Sommerpracht; Ende September schon hört jeglicher Schiffsverkehr mit Europa auf und durch volle acht Monate ist dann Spitzbergen von der Außenwelt ganz abgesperrt. Wenn auch in der Adventbai eine größere Menschenansiedlung besteht, so kann man doch nicht im gewöhnlichen Sinne sagen, daß Spitzbergen dauernd bewohnt wird, denn nur selten hält es ein Arbeiter länger als ein Jahr dort oben aus; meist werden dieselben mit beginnendem Sommer und dann wieder im Herbst durch neue abgelöst. Gegen die Winterkälte kann man sich schützen und man gewöhnt sich auch teilweise daran; aber die lange, eintönige Winternacht wirkt erschlaffend auf die Arbeitsfähigkeit und niederdrückend auf das Gemüt, und zwar umso mehr, je länger sie dauert.

Am 20. und 27. Februar sprach Professor Dr. F. V a p o t i t s c h unter Vorführung von Versuchen über das nachstehend eingehend wiedergegebene Thema:

„Einige Erscheinungen der Molekularphysik.“

„Unsere Sinne reichen bei weitem nicht hin, um alle Eigenschaften der uns umgebenden Körperwelt direkt wahrzunehmen, selbst wenn wir ihren

Bereich durch die verschiedensten Beobachtungshilfsmittel erweitern. Manche Eigenschaften der uns umgebenden Natur können wir nur mittelbar — durch Schlußfolgerungen, aufgebaut auf gewissen Erfahrungstatsachen — erkennen. Ein Beispiel für eine solche mittelbare Erkenntnis bietet uns die Frage: „Sind die Stoffe, aus denen die Körper bestehen, etwas allseits Zusammenhängendes — ein Kontinuum — oder sind sie aus räumlich getrennten, kleinsten Teilen gebildet?“ Jeder, dem keine diesbezüglichen besonderen Erfahrungen zur Verfügung stehen, würde unbedenklich, den Sinneswahrnehmungen vertrauend, antworten, daß z. B. ein Stück Eisen, eine Menge Wassers etwas allseits Zusammenhängendes sei. Wenn wir jedoch erfahren, daß alle Stoffe mit Änderungen ihres Wärmezustandes auch ihren Rauminhalt ändern, ohne daß die Menge des Stoffes eine andere wird; oder daß Flüssigkeiten andere Körper (festen, flüssigen oder gasförmigen Zustandes) in sich aufzunehmen vermögen, ohne daß eine entsprechende Volumensvergrößerung eintritt; oder wenn wir die Gesetze kennen lernen, nach denen zwei oder mehrere Stoffe sich zu ganz neuartigen Stoffen chemisch vereinigen — so werden wir, um diese Gesetzmäßigkeiten verstehen zu können, zur Meinung gedrängt, daß die Materie (die verschiedenen Stoffe) aus räumlich getrennten, kleinsten Teilen aufgebaut sei, obwohl unsere Sinne uns dafür keine direkte Bestätigung geben. Diese winzig kleinen Bausteine der Materie nennen wir Moleküle, beziehungsweise Atome. Da uns aber die alltägliche Erfahrung zeigt, daß die Körper eine gewisse Festigkeit und in ihren Teilen doch einen gewissen Zusammenhang besitzen, so müssen wir die Annahme machen, daß zwischen den Molekülen Kräfte wirken, welche diese räumlich getrennten Teile an der völligen Trennung hindern. Solche molekulare Anziehungskräfte werden auch Kohäsionskräfte genannt.

Ich will nun einige Erscheinungen zeigen, die uns zunächst einigermaßen verblüffen, da sie unseren sonstigen Erfahrungen zu widersprechen scheinen; sie werden uns aber durch die Annahme des molekularen Baues der Flüssigkeit verständlich. Bekanntlich ist Messing etwa achtmal so schwer als Wasser; deshalb sinkt ein Messingstück in Wasser rasch unter. Sie sehen nun aber, daß dieses Messingdrahtnetz, auf die Wasseroberfläche gelegt, oben bleibt und nicht untersinkt, obwohl die Wasseroberfläche unter dem Netze eingedrückt erscheint. Erst, wenn ich das Netz unter die Wasseroberfläche schiebe und dann loslasse, so fällt es auf den Boden des Gefäßes hinab.

Die Oberflächenschicht des Wassers scheint anders beschaffen zu sein, als die Innenschichten; sie zeigt ähnlliche Eigenschaften, wie eine zähe, elastische Haut. Daß auch die untere Grenzschicht einer Wassermenge die gleiche Beschaffenheit haben kann, wie die Oberflächenschicht, zeigt uns dieses schalenförmige Sieb aus Messingdraht, das vorher in flüssiges Paraffin getaucht worden ist, damit die Messingfäden etwas gefettet sind. Wir können in dieses Sieb eine beträchtliche Menge Wassers einfüllen, ohne daß ein Tropfen durch die Maschen, welche 1 mm im Geviert haben, durchfließt. Daß nur die Grenzschichten des Wassers diese hautartige, zähe Beschaffenheit haben, nicht

aber die Innenschichten, können wir durch diesen Schwimmer anschaulich machen. An einem steifen Drahtstücke, das unten einen Haken zum Aufhängen von Gewichten hat, ist ein Kork von solcher Größe befestigt, daß das Ganze im Wasser stabil schwimmt. An dem aus dem Wasser herausragenden Drahtstücke wird ein Stückchen eines Messingdrahtnetzes mit Siegellack so befestigt, daß das Netz wagrecht ist. Taucht man den Schwimmer nun tiefer unter, so daß auch das Netz unter die Oberfläche kommt, und läßt ihn dann los, so wird er durch den Auftrieb emporgetrieben. Diese Aufwärtsbewegung wird aber in dem Momente gehemmt, wo das Netz die Oberflächenschicht von unten her berührt. Erst wenn wir den Auftrieb durch unser Eingreifen unterstützen, durchbricht das Netz die Oberflächenhaut und dann steigt der Schwimmer ohne unsere Beihilfe bis zur Gleichgewichtslage weiter empor.

Die Vorstellung von dem molekularen Bau der Flüssigkeiten macht uns das abweichende Verhalten der Grenzschichten des Wassers verständlich. Jedes Flüssigkeitsmolekül zieht seine Nachbarmoleküle an, falls sie nicht zu weit von ihm entfernt sind. Dieser Anziehungsbereich eines Moleküls ist für unsere Größenvorstellungen sehr gering; ein winziger Bruchteil eines Millimeters, aber doch noch ziemlich groß im Verhältnisse zur Größe und gegenseitigen Entfernung der Moleküle. Ein im Inneren des Wassers befindliches Molekül ist nun rings in gleicher Weise von Nachbarmolekülen umgeben, die es ebenso anziehen, wie sie von ihm angezogen werden. Dieses Mittel-molekül wird nach allen Seiten hin gleichmäßig gezogen, so daß diese Züge sich gegenseitig aufheben und dem Mittel-molekül somit nach keiner Seite hin einen Bewegungsantrieb erteilen. Anders ist es bei den Molekülen der Oberflächenschichten. Diese erfahren durch die Anziehung von seiten der Nachbarmoleküle einen Bewegungsantrieb gegen das Innere der Flüssigkeit, da von der Außenseite her keine nennenswerte Molekülanziehung wirkt, wenn der angrenzende Körper keine merkliche Adhäsion zur Flüssigkeit hat. Daraus können wir ersehen, daß die Flüssigkeitsgrenzschicht eine andere Struktur haben muß, wie die Innenschichten. Diese Verschiedenheit der Struktur macht uns die gezeigten Erscheinungen verständlich. Die Grenz-haut der Flüssigkeit zeigt ähnliche Eigenschaften, wie eine gedehnte elastische Membran. Eine solche hat das Bestreben, sich so zusammenzuziehen, daß ihre Oberfläche möglichst klein wird; in der elastischen Membran herrscht ein Spannungszustand. Die Grenzschicht einer kleinen Flüssigkeitsmenge hat in gleicher Weise das Bestreben, sich auf eine möglichst kleine Fläche zusammenzuziehen. Bei gegebenem Volumen ist nun — wie mathematisch bewiesen wird — die Kugel die Körperform von kleinster Oberfläche; daher nehmen kleine Flüssigkeitsmengen die Kugelform an, wenn störende Einflüsse ausgeschaltet sind. Wirkt auf eine kleine Wassermenge z. B. die molekulare Anziehung einer Glasscheibe (Adhäsion) und die Schwerkraft, so wird der Tropfen, falls er auf der Oberseite der Glasscheibe liegt, eine abgeplattete Form annehmen, während er, frei in der Luft herabfallend, kugelförmig ist.

Einige Versuche sollen nun das Bestreben von Flüssigkeitshäuten

zeigen, sich auf eine Gestalt zusammenzuziehen, die bei den gegebenen Verhältnissen die kleinste mögliche Oberfläche hat. In einem Metallringe von mehreren Zentimetern Durchmesser erzeuge ich durch Eintauchen in eine Seifenlösung ein Seifenhäutchen, welches sich straff innerhalb des Ringes spannt. In dem Seifenhäutchen eingeschlossen ist ein Faden, der zwei gegenüberliegende Stellen des Ringes lose verbindet. Ich berühre das Häutchen unterhalb des Fadens mit einer glühenden Nadel. Der untere Teil des Häutchens wird zerstört; das obere Häutchen kann nun, der Spannung folgend, sich zusammenziehen, bis der früher lose Faden selbst gespannt ist und einer weiteren Verkleinerung der Fläche des Häutchens Widerstand leistet. Die Spannung des Häutchens ist so groß, daß sie, der Schwerkraft entgegen, Flüssigkeit und Faden emporzuziehen vermag. Noch eindrucksvoller wird der Versuch, wenn in ein solches kreisförmiges Seifenhäutchen eine lose Fadenschlinge hineingebracht und dann das Häutchen innerhalb der Schlinge zerstört wird. Der nicht zerstörte Randteil der Seifenhaut hat nun die Möglichkeit, der Spannung zu folgen, und zieht sich wieder auf eine möglichst kleine Fläche zusammen, so daß dann das innerhalb der Schlinge entstandene Loch eine möglichst große Fläche annimmt. Die Fadenschlinge nimmt unter dem Einflusse der allseits wirkenden Häutchenspannung die Kreisform an. Der Kreis ist jene Figur, die bei gegebenem Umfange (Länge des Fadens der Schlinge) den größten Flächeninhalt hat. Diese zwei Versuche wurden mit eben ausgespannten Häutchen gemacht. Bekommt nun ein solches Flüssigkeitshäutchen aus irgend einer Ursache eine gewölbte Form, so muß es infolge seiner Spannung das Bestreben zeigen, die ebene Form anzunehmen. Sobald also die die Wölbung erzeugende Kraft nachläßt, wird das Häutchen sofort die entsprechende geringere Krümmung annehmen, bis es beim Verschwinden des einseitigen Überdruckes eben wird. Diese Erscheinungen lassen sich leicht mit einem Trichterröhren, auf das ein Kautschukschlauch geschoben ist, zeigen. Das weite Ende des Trichters wird in Seifenlösung getaucht und das zunächst ebene Häutchen durch ruhiges Blasen am Schlauchende zur Kugelform gewölbt. Wird der Schlauch geklemmt, damit die in der Seifenblase enthaltene Luft nicht entweichen kann, bleibt die Kugel ungeändert; beim Öffnen des Schlauches zieht sich die kugelige Blase allmählich zusammen, die Luft beim Schlauche hinaustreibend, bis sie zu einem ebenen Häutchen geworden ist. Dieser Versuch zeigt uns, daß ein gewölbtes Flüssigkeitshäutchen infolge seiner Spannung als Ganzes einen Druck nach innen ausübt, also einer von innen her wirkenden Druckkraft Widerstand zu leisten, d. h. sie aufzuheben und an der weiteren Fortpflanzung zu hindern vermag, während ein ebenes Häutchen (oder ein doppelt gekrümmtes von der Gesamtkrümmung Null) zwar im Spannungszustande ist, aber als Ganzes nach keiner Seite hin einen Druck ausübt, daher auch keinem anderen einseitigen Drucke Widerstand zu leisten vermag. Dieses Ergebnis ist für das Verständnis der Kraftwirkungen bei gekrümmten Flüssigkeitsoberflächen von Wichtigkeit. Taucht man Drahtgestelle, die irgend welche regelmäßige geometrische Gestalt

haben (Würfel, Tetraeder, Oktaeder u. s. w.) ganz in Seifenlösung, so spannen sich beim Herausziehen zwischen den Drähten in herrlichen Farben glänzende Seifenhäutchen, die vollendet regelmäßige geometrische Gestaltungen aufweisen (Plateaus Figuren).

Die folgenden Versuche sollen zeigen, daß die Spannung einer Flüssigkeitshaut je nach der Art und Beschaffenheit der Flüssigkeit verschieden ist. Wir wiederholen den Versuch (2) mit dem Schwimmer in der Abänderung, daß wir über das Wasser in dem zylindrischen Gefäße ein bis zwei Finger Spiritus schichten. Lassen wir den Schwimmer aus derselben Tiefe los, wie bei Versuch 2, so zeigt sich, daß das Oberflächenhäutchen der Spiritusschicht das aufwärts bewegte Drahtnetz nicht zurückzuhalten vermag. Das Spiritushäutchen scheint also eine geringere Fähigkeit zu besitzen, als das Wasserhäutchen. Eine genauere Schätzung des Zähigkeitsunterschiedes bei Häutchen verschiedener Flüssigkeiten ermöglicht der nächste Versuch. Ein Glasröhrchen von etwa 1 cm lichter Weite ist am Boden in ein kurzes, aber feines Röhrchen ausgezogen. Der Querschnitt dieser Bodenöffnung ist geringer als 1 mm. Trotz der Bodenöffnung läßt sich das Röhrchen bis zu einer Höhe von mehreren Zentimetern mit Wasser füllen, ohne daß unten etwas ausfließt. Die Zähigkeit des die Bodenfläche überspannenden Wasserhäutchens vermag das Gewicht einer Wassersäule zu tragen, deren Höhe mit der Kleinheit der Öffnung zunimmt. Wird der gleiche Versuch mit möglichst wasserfreiem Alkohol wiederholt, so ergibt sich, daß das Röhrchen nur bis zu einer weit geringeren Höhe mit Alkohol gefüllt werden kann, trotzdem der Alkohol viel leichter ist als das Wasser. Lange, bevor der frühere Stand des Wassers erreicht ist, beginnt der Alkohol an der Bodenfläche auszufließen. Die Alkoholtropfen sind viel kleiner als die Wassertropfen, die bei einer Überschreitung der Wasserstandshöhe unten abfließen. Die Zähigkeit und anscheinend auch die Spannung des Alkoholhäutchens ist bedeutend geringer, als die des Wasserhäutchens. Daß tatsächlich auch die Spannung verschieden ist, beweist der nächste Versuch: In eine flache Schale mit ebenem Glasboden gießen wir so viel gefärbtes Wasser, daß eine dünne Schicht den ganzen Boden bedeckt. Träufeln wir nun auf die Mitte der Wasseroberfläche etwas ungefärbten, möglichst wasserfreien Alkohol, so sehen wir, wie das Wasser von der Mitte gegen den Rand der Schale zurückweicht und dort einen Wall bildet. Die Mitte des Schalenbodens ist nur von einer ganz dünnen Schicht des farblosen Alkohols bedeckt. Durch die Mischung des Wassers mit dem Alkohol wird die Oberflächenspannung des Wassers der des Alkohols angenähert, also erniedrigt. Am Rande ist das Wasser noch unvermischt, seine Spannung ist größer als die in der Mitte; daher zieht sich das Wasser gegen den Rand zu zurück, weil die geringere Spannung in der Mitte diesem Zuge nicht Widerstand leisten kann. Die Oberflächenspannung des Wassers wird auch durch Lösung anderer Stoffe verändert. Dies erklärt die merkwürdige Erscheinung, die man beobachtet, wenn ein Kampferstückchen von der Größe eines Grieskorns auf Wasser gelegt wird. Dieses Körnchen beginnt in ganz verrückter

Weise auf dem Wasser herumzusausen, bald wieder dreht es sich wie besessen an einer Stelle um sich herum. Je nach der Gestalt des Kampferstückes wird die Auflösung des Kampfers im Wasser manchmal an der, manchmal an jener Stelle seines Umfanges stärker erfolgen; dadurch wird die Spannung des Wassers in der Umgebung verschieden groß, wodurch der Kampfer einen Bewegungsantrieb nach einer begünstigten Richtung erleidet. Die Spannung fetthältigen Benzins ist größer, als die reinen oder fettärmeren Benzins; daher zieht sich beim Auftropfen von reinem Benzin auf einen Fettfleck das mit Fett angereicherte Benzin nach allen Seiten hin weg, wenn ein Tropfen reinen Benzins nachgegeben wird. Auch Temperaturerhöhung an einer Stelle einer Flüssigkeitsoberfläche bewirkt gewöhnlich eine Verringerung der Oberflächenspannung an dieser Stelle. Dies erklärt die Tatsache, daß man mit einer Nadel von der Temperatur des Seifenhäutchens das Häutchen durchstechen, aber nicht zerstören kann, während die Berührung mit einer glühenden Nadel das Häutchen sofort zum Platzen bringt.

Bei der anfangs gegebenen Erklärung für das Entstehen einer mit besonderen Eigenschaften ausgestatteten Oberflächenschicht einer Flüssigkeit wurde bereits angedeutet, daß für das Entstehen einer solchen Haut auch die Beschaffenheit des angrenzenden Körpers von Einfluß ist. Ist der angrenzende Körper so beschaffen, daß zwischen ihm und der Flüssigkeit gar keine oder nur eine verhältnismäßig geringe molekulare Anziehung besteht — daß die Flüssigkeit diesen Körper nicht benetzt, an ihm nicht haftet (adhäriert) —, so wird dadurch die Bildung einer Oberflächenhaut begünstigt. Ist jedoch die molekulare Anziehung zwischen dem angrenzenden Körper und der Flüssigkeit gleich groß, wie die gegenseitige Anziehung der Flüssigkeitsmoleküle, so kann es an der Grenzfläche der beiden Körper nicht zur Bildung einer Flüssigkeitshaut kommen; die Flüssigkeit wird in der Grenzschicht dieselbe Beschaffenheit aufweisen, wie im Inneren. Wenn hingegen der angrenzende Körper die Flüssigkeitsmoleküle stärker anzieht, als es letztere untereinander tun, muß sich wieder eine Flüssigkeitshaut bilden, die aber in mancher Hinsicht entgegengesetzte Eigenschaften aufweisen muß, wie die früher betrachtete. Während das Häutchen ersterer Art infolge seines Spannungszustandes die Gestalt der Flüssigkeit so zu verändern sucht, daß die Oberfläche der Flüssigkeit möglichst klein wird, wird das Häutchen zweiter Art die Flüssigkeitsgestaltung so verändern, daß die Oberfläche möglichst groß wird. Die Flüssigkeit wird sich in diesem Falle längs des angrenzenden Körpers in möglichst dünner Schicht, oft auch einer entgegenwirkenden Kraft (Schwerkraft) zum Trotz, ausbreiten. Diese Verschiedenheiten im gegenseitigen Verhalten zwischen Flüssigkeiten und festen Körpern werden durch die Worte „benetzende“ oder „nicht benetzende“ ausgedrückt; sind beide einander berührenden Körper Flüssigkeiten, so spricht man, den verschiedenen molekularen Anziehungsverhältnissen entsprechend, von „mischbaren“ und „nicht mischbaren“ Flüssigkeiten.

Diese eigenartigen Wechselbeziehungen zwischen Flüssigkeiten und

festen Körpern wollen wir nun durch einen Versuch veranschaulichen. Ein Glasplättchen ist um eine in seiner Ebene liegende, wagrechte Achse leicht drehbar aufgehängt. Die Achse geht etwas oberhalb des Schwerpunktes hin, so daß das Plättchen lotrecht hängt, die Drehwirkung seines Gewichtes bei Schrägstellung aber recht gering ist. Die eine Fläche des Plättchens hat einen feinen Überzug von reinem Paraffin erhalten, die andere Seite ist mit Kali- oder Natronlauge sorgfältig entfettet und gereinigt worden. Dieses Plättchen hängt lotrecht über einer Glaswanne, die teilweise mit Wasser gefüllt ist. Wir lassen nun vorsichtig Wasser in die Wanne fließen, bis schließlich der Rand des Plättchens ins Wasser eintaucht. Wir sehen, wie das Wasser sich an der entfetteten Seite des Glases hinaufzieht, während es an der paraffinierten möglichst weit vom Glase zurückweicht, so daß es an dieser Seite eine Wölbung nach aufwärts hat, während seine Oberfläche an der anderen Seite nach oben hin hohl (konkav) ist. Diese verschiedene Gestaltung der Wasseroberfläche zu beiden Seiten des Glasplättchens hat eine ungleiche Verteilung des Luftdruckes und des Wasserdruckes auf beiden Seiten des Glasplättchens zur Folge. Dort, wo auf der entfetteten Seite das Wasser mit mehr als Atmosphärenspannung auf das Plättchen drückt, grenzt auf der anderen Seite noch die Luft an, deren Druck geringer ist, als der von der anderen Seite wirkende Wasserdruck. Das Glasplättchen macht eine Drehung um seine Achse zu einer schrägen Lage, bei der die Drehwirkung des Plättengewichtes dem Wasserüberdrucke Gleichgewicht hält. Die Drehung erfolgt im Sinne des überwiegenden Wasserdruckes, d. h., die entfettete und daher benetzte Seite des Glases wendet sich mehr und mehr der Wasseroberfläche zu. Läßt man das Wasser im Troge noch höher steigen, so dreht sich das Plättchen im gleichen Sinne weiter, bis es schließlich bei einem gewissen Wasserstande mit der entfetteten Seite ganz flach am Wasser liegt. Beim allmählichen Ablassen des Wassers macht dann das Plättchen wieder die Drehung zur lotrechten Lage zurück. Würden beide Seiten des Plättchens sich dem Wasser gegenüber gleich verhalten, also entweder beide paraffiniert oder beide entfettet sein, so würde das Plättchen auch beim Eintauchen ins Wasser seine lotrechte Lage, die es infolge der Schwere hat, beibehalten, weil sein spezifisches Gewicht größer als das des Wassers ist.

Die Bewegung des Glasplättchens ist zwar durch Kräfte (Wasserdruck, Luftdruck) hervorgerufen worden, die wir gewöhnlich nicht zu den Molekularkräften zählen; daß aber diese Kräfte zu beiden Seiten des Plättchens in verschiedener Weise wirken mußten, wurde durch die ungleiche Oberflächen-gestalt der Flüssigkeit an beiden Seiten veranlaßt, eine Ungleichheit, die ihrerseits eine Wirkung der Molekularkräfte ist.

Eine Erscheinung ähnlicher Art, die man oft zu beobachten Gelegenheit hat, soll der folgende Versuch veranschaulichen.

Zwei hohle, gut gereinigte Glaskügelchen lege ich auf die ruhige Oberfläche des Wassers in dieser zylindrischen Glaswanne. Das Wasser reicht nicht bis zum oberen Rande der Wanne; es zieht sich infolge der molekularen

Anziehung an der Wand etwas hinauf; ebensowenig ist die Wasseroberfläche in der Nähe der Glaskügelchen eine horizontale Ebene, sondern sie hat eine konkav aufsteigende Gestalt. Sind die Glaskügelchen voneinander und vom Rande genügend weit (einige Zentimeter) entfernt, so werden sie ihre gegenseitige Lage unverändert beibehalten, wenn äußere Einflüsse, wie Luft- oder Wasserströmungen, abgehalten werden. Bringt man sie jedoch in geringere Entfernung, so sieht man, wie diese Kügelchen anscheinend von einer inneren Kraft getrieben, rasch aufeinander zueilen und dann fest aneinander haften bleiben. Kommen sie der Glaswand zu nahe, so werden sie zu ihr hingezogen und dort festgehalten. Wirft man so eine größere Zahl von Glaskügelchen auf ruhiges Wasser, so werden die Kügelchen in kurzer Zeit miteinander zu einer geschlossenen Gesellschaft vereint sein, eine Insel auf der Wasseroberfläche bildend, falls sie nicht der Gefäßwand zu nahe kommen. In letzterem Falle ordnen sie sich in einer Kette längs der Wand an. Füllt man in die Wanne vorsichtig Wasser nach, bis die Wasseroberfläche etwas höher steht, als der Gefäßrand, so bildet das Wasser am Rande dann eine Wölbung. In dem Augenblicke, in dem die Wasseroberfläche am Rande aus der konkaven in die konvexe (gewölbte) Form übergeht, fliehen alle Kügelchen vom Rande weg. Senkt man die Wasseroberfläche durch Absaugen bis unter den Gefäßrand, so eilen die Kügelchen wieder zur Wand hin.

Zur Erklärung diene folgendes: Durch das Aufsteigen des Wassers an dem Glase der Kügelchen wird die benachbarte Wasseroberfläche mitgehoben. An jenem Teile der Wasseroberfläche, der zwischen den Kügelchen liegt, wirkt die Hebung durch beide Kügelchen; dort wird daher das Wasser höher emporsteigen, als an den Außenseiten der Kügelchen. Die zwischen den Kügelchen befindliche Wasserschicht ist bei genügender Nähe der Kügelchen oben von einer allseits gekrümmten, nach oben hin konkaven Flüssigkeitshaut begrenzt. Diese übt — wie früher gezeigt wurde — infolge ihrer Spannung als Ganzes einen Druck nach der Seite ihres Krümmungsmittelpunktes, das ist hier nach oben hin, aus, hebt dadurch einen Teil des oben lastenden Luftdruckes auf, so daß dementsprechend die ganze unter ihr befindliche Wasserschicht etwas gehoben wird. In dieser zwischen den Kugeln befindlichen Wasserschicht ist der hydrostatische Wasserdruck überall um den Betrag des Häutchedruckes geringer als der Luftdruck, beziehungsweise der Wasserdruck, an den Außenseiten der Kügelchen. Das Überwiegen des von außen her wirkenden Luft- und Wasserdruckes über den in gleicher Höhe entgegenwirkenden Wasserdruck von innen her treibt die leichten Kügelchen gegeneinander. Je leichter die Kügelchen bei gleicher Größe sind, desto auffallender wird die Bewegung sein, die diese kleinen Druckunterschiede hervorrufen können. Daher sieht man die beim Einschenken von Wein sich bildenden Luftblasen, die sehr leichte Kügelchen mit benetzter Oberfläche sind, mit großer Geschwindigkeit von der Mitte gegen den Rand des Weinglases hineilen, wo sie sich zu einem Kranze sammeln.

Würde man zu dem geschilderten Versuche paraffinierte Kügelchen

nehmen, so würde man auch gegenseitige Anziehung beobachten. Am Gefäßrande jedoch verhalten sie sich gerade umgekehrt wie die entfetteten. Ein paraffiniertes und ein entfettetes Kügelchen, einander nahe gebracht, stoßen einander ab. An der reinen Kugel zieht sich das Wasser hinauf, an der paraffinierten haftet es nicht, wird daher durch seine überwiegende Kollision weggezogen, so daß die paraffinierte Kugel wie in einer Vertiefung des Wassers darin liegt. Sind beide Kugeln einander genügend nahe, so wird der entgegengesetzte Einfluß der Kugeln auf die Wasseroberfläche bewirken, daß das Wasser an der Innenseite der benetzten Kugel nicht so hoch steigt, als an der Außenseite, an der Innenseite der gefetteten Kugel dafür auch nicht so tief hinabgedrückt wird, als an der Außenseite. An der Innenseite der entfetteten Kugel drückt über dem Wasser die Luft; in gleicher Höhe an der Außenseite aber drückt das emporgehobene Wasser. Der Druck des gehobenen Wassers ist gleich dem Luftdrucke, vermindert um den seitlichen Gegendruck des konkaven Wasserhäutchens, also geringer, als der in gleicher Höhe von der Innenseite her wirkende Luftdruck. Dieses Kügelchen wird nach außen hin weggetrieben. An der Außenseite der paraffinierten Kugel wirkt über der Berührungslinie des Wassers der Luftdruck. An der Innenseite drückt aber in gleicher Höhe das Wasser, welches sich dort unter einem konvexen Häutchen befindet. Dieser Wasserdruck ist um den Druck des Oberflächenhäutchens größer als der Luftdruck, deshalb wird auch die gefettete Kugel nach außen weggetrieben.

Aus dem Zusammenwirken der molekularen Anziehung zwischen Flüssigkeit und fester Wand mit der Spannung der Oberflächenhäutchen erklären sich die Flüssigkeitsbewegungen in sehr engen Röhren (Haarröhren, Kapillarröhren). Sie sehen hier ein solches Glasröhrchen von kleinem lichten Durchmesser in lotrechter Lage befestigt; es berührt mit dem unteren Ende noch nicht den Spiegel des Wassers in der Glaswanne unterhalb. Wir lassen nun das Wasser in der Wanne allmählich steigen. Nun hat es den unteren Rand des Röhrchens erreicht. Da sehen wir etwas Merkwürdiges: Während das Wasser in der Wanne noch langsam weitersteigt, macht es innerhalb des Röhrchens gewissermaßen einen Sprung nach aufwärts; es eilt dem Wasser außerhalb weit voraus. Sperren wir den Zufluß, so bleibt doch der Höhenunterschied erhalten. Bei genauem Zusehen finden wir, daß die Wasseroberfläche im Röhrchen konkav ist. Der Wasserfaden im Röhrchen wird der Schwerkraft zum Trotz in der gehobenen Lage erhalten durch die Haftung des Wassers an der Glaswand und durch den nach oben wirkenden Druck des gekrümmten Oberflächenhäutchens, welcher einen Teil des Luftdruckes im Röhrchen aufhebt, so daß der außerhalb des Röhrchens wirkende unverminderte Luftdruck diesen Wasserfaden tragen kann. Senken wir jetzt den Wasserspiegel in der Wanne: auch im Röhrchen senkt er sich, doch der Höhenunterschied bleibt. Endlich steht das Wasser in der Wanne so tief, daß das Röhrchen ganz außer dem Wasser ist. Doch der Wasserfaden hängt mit unverminderter Länge im Röhrchen. Das untere Ende des Wasserfadens

ist sackartig, von konvexer Krümmung des Oberflächenhäutchens. Unten verstärkt der nach aufwärts wirkende Druck des konvexen Häutchens die Wirkung des Luftdruckes, während oben — wie erwähnt — das Gegenteil geschieht. Der Unterschied dieser Drucke, vereint mit der Haftung an der Röhrenwand, hebt die Wirkung der Schwerkraft auf.

Die molekulare Anziehung, die zwischen einer Flüssigkeit und einem festen Körper besteht, verursacht dann den Vorgang der Auflösung des festen Körpers in der Flüssigkeit, wenn sie stärker ist, als die Anziehung (Kohäsion), welche die Moleküle des festen Körpers aneinander bindet; überwiegt die Kohäsion des festen Körpers, so findet nur oberflächliche Benetzung statt. Auch eine Flüssigkeit kann sich unter den oben angegebenen Bedingungen in einer anderen gewissermaßen auflösen; man spricht dann von Flüssigkeitsmischung, die auch der Schwerkraft entgegen vor sich geht (Wasser, Alkohol). Diese Vorgänge der gegenseitigen Durchdringung werden in der Wissenschaft „Diffusion“ genannt. Dieses allmähliche gegenseitige Durchdringen zweier Stoffe soll uns der folgende Versuch zeigen: In eine Schale mit Spiegelglasboden haben wir möglichst gesättigtes Zuckerwasser gegossen. Wir lassen nun recht sacht einen Tropfen zuckerfreien, nur mit Tusche gefärbten Wassers auf die Oberfläche tropfen. Sie sehen, wie diese graue Stelle sich allmählich immer weiter ausbreitet. Bleibt die Schale gänzlich vor Erschütterungen bewahrt, so ist die Ausbreitungsfigur völlig kreisförmig, was beweist, daß die Geschwindigkeit der Diffusion nach allen Seiten hin gleich ist. Dies ist auch natürlich, da die Diffusion nur eine Folge der gegenseitigen molekularen Anziehung ist; diese muß nach allen Richtungen hin gleich sein, da nach allen Richtungen hin dieselben Verhältnisse herrschen. Setzen wir jedoch neben die erste Diffusionsstelle noch einen solchen gefärbten Wassertropfen, so wird nach dieser einen Richtung hin die Gleichmäßigkeit der Verhältnisse gestört. Es zeigt sich nach dieser Richtung hin eine Verringerung der Diffusionsgeschwindigkeit; die grauen Diffusionsfelder erfahren an der einander zugekehrten Seite eine Abplattung.

Um Ihnen den Unterschied zwischen mischbaren und nicht mischbaren Flüssigkeiten recht deutlich zu machen, will ich — in gleicher Weise wie beim vorhergehenden Versuche — auf die Oberfläche des reinen Wassers einen Tropfen rotgefärbten Korianderöles aufsetzen. Voraus schicken muß ich, daß zwischen Wasser und Korianderöl wohl molekulare Anziehung besteht, daß aber der Zusammenhang (die Kohäsion) des Korianderöles die Anziehung zum Wasser übertrifft. Sie sehen nun einen ganz anderen Vorgang wie vorhin: Das Korianderöl schießt rasch über die Wasseroberfläche dahin; es scheint, daß es das Wasser mit einer Haut überdecken will. Doch dazu reicht die geringe Menge des Öles nicht hin. Ein Vermischen mit dem Wasser ist nicht zu bemerken. Doch da sehen wir etwas Unerwartetes: In diese leblose Ölschicht kommt auf einmal Bewegung. Die Ölhaut zerreißt an vielen Stellen, so daß das Öl jetzt eine reich verzweigte Gestalt annimmt. Einzelne Zweiglein trennen sich ganz ab, nehmen eine wurmartige Gestalt an, krümmen sich hin

und her wie ein Wurm, schnürten sich in der Mitte ein; plötzlich sind aus dem einen Wurme zwei oder mehrere geworden. So geht es an allen Stellen. Lebhaftige Bewegung, fortwährende Weiterteilung der Ölschicht ohne Mischung mit dem Wasser, bis schließlich die ursprüngliche Ölhaut in lauter kleine Ölkügelchen zerteilt ist, die an der Oberfläche schwimmen. Wir sehen hier deutlich, wie die Kohäsionskraft des Öles den Sieg über die schwächere Adhäsion zwischen Wasser und Öl davonträgt.

Die Regelmäßigkeit ungestört verlaufender Diffusionsvorgänge läßt sich besonders dann gut verfolgen, wenn solche Stoffe zur gegenseitigen Durchdringung benützt werden, die chemisch aufeinander einwirken und färbige Niederschläge geben. Um zufällige Störungen möglichst unschädlich zu machen, verlangsamt man die Diffusionsgeschwindigkeit; denn bei langsam fortschreitender Diffusion kann eine vorübergehende Störung keine merkbare Wirkung geben. Man nimmt als Mittel, in dem diese Diffusionen erfolgen sollen, erstarrte, aber noch nicht getrocknete Gelatine, die in dünner Schicht auf Glasplatten aufgebracht ist. Die aufgetragene Gelatineschicht ist gewöhnlich mit irgend einer Salzlösung getränkt. Setzt man nun an passenden Stellen Tropfen eines Stoffes auf, der mit dem in der Gelatine gelösten Körper eine chemische Reaktion eingeht, so kann man an der Farbenänderung leicht den Fortschritt der Diffusion beobachten. Läßt man von verschiedenen Stellen gleichzeitig die Diffusion beginnen, verwendet man außerdem noch gleichzeitig mehrere Stoffe, die verschiedenfarbige Reaktionen ergeben, so kann man sehr schöne, geometrisch regelmäßige, farbige Bilder durch die Naturkräfte herstellen lassen. Wenn die Gelatineschicht mit ihren Einschlüssen getrocknet ist, hat auch die Diffusion ihr Ende erreicht. Das so erhaltene Bild kann aufbewahrt und wie ein anderes Glasbild projiziert werden. Mehrere solche zeige ich Ihnen.

Bei der langsamen Diffusion mancher Stoffe werden die chemischen Umsetzungsprodukte nicht im Zusammenhänge abgetrennt, sondern in regelmäßig aufeinander folgenden Schichten. Es bildet sich eine streifige Struktur aus. Man bezeichnet diesen Tatbestand auch mit dem Ausdrucke „periodische Ausfüllungen“. Je nach der Art und Konzentration der zusammenwirkenden Stoffe kann die Streifung von mikroskopischer Enge bis zu Millimeterweite gehen. Die Niederschlagsbilder haben große Ähnlichkeit mit den Figuren, welche die Stellen gleichen Potentials in der Umgebung eines elektrisch geladenen Körpers versinnlichen. Solche Diffusionserzeugnisse geben uns ein Beispiel dafür, wie in Organismen geschichtete Strukturen entstehen können.

Noch einen Diffusionsvorgang will ich Ihnen im Versuche vorführen. Er wird Osmose genannt und ist für den Stoffwechsel, die Ernährung der Tier- und Pflanzenwelt von größter Bedeutung. Man kann sagen, der ganze Stoffwechsel beruht auf Osmose. Was ist nun das? Nichts anderes, als Diffusion von Flüssigkeit und von Stoffen, die in einer Flüssigkeit gelöst sind, durch Membranen (häutige Scheidewände) hindurch. Sie sehen hier zwei Glasrichter, deren weite Öffnung mit einem Häutchen aus Schweinsblase

fest überspannt ist. In die engere Öffnung ist mittels eines gut sitzenden, durchbohrten Korkes ein längeres, nahezu rechtwinklig ungebogenes Glasröhrchen von geringem lichten Durchmesser eingefügt. Vor dem Einsetzen des Röhrchens wurde jeder Trichter bis zur kleinen Öffnung gefüllt, der eine mit reinem, hochgrädigem Alkohol, der andere mit gesättigter Lösung von Zucker in Wasser. Ich senke jetzt jeden Trichter in ein weites, mit reinem Wasser gefülltes Gefäß so tief ein, daß die Membrane etwas unter der Wasseroberfläche ist. Im Inneren jedes Trichters reicht die Flüssigkeit bis in den Anfang des oben eingesetzten Röhrchens, steht demnach höher als außen. Man könnte nun vermuten: entweder ist das Häutchen durchlässig, dann werden sich die Flüssigkeiten in ihrem Stande ausgleichen, bis innen und außen die Oberflächen gleich hoch liegen, oder das Häutchen ist nicht durchlässig, dann wird sich überhaupt nichts ändern können. Keine der beiden Vermutungen trifft zu! Sehen wir uns beide Apparate etwa eine halbe Stunde nach der Instandsetzung an, so bemerken wir, daß bei beiden Apparaten die Flüssigkeitsmenge im Trichter zugenommen hat, daß die Flüssigkeit anscheinend von selbst über den früheren Stand der Schwerkraft entgegen in die Höhe gestiegen ist und nun die Ansatzröhrchen schon fast ganz erfüllt. Warten wir noch kurze Zeit, so wird die Flüssigkeit am oberen Ende der Röhrchen herauszutropfen beginnen. Wie erklärt sich dieser unerwartete Vorgang? Zucker- und Wassermoleküle ziehen einander mit großer Kraft an, mit einer Kraft, welche den Zusammenhang (Kohäsion) zwischen den Teilchen des Zuckers zu zerreißen vermag — der Zucker löst sich im Wasser. Jede Anziehung ist aber eine gegenseitige. Jeder der beiden Teile wird der Anziehung folgend sich gegen den anderen hin bewegen, wenn er nicht durch einen Widerstand an der Ortsveränderung gehindert wird. Die Schweinsblase bei reitet dem Durchgange der Wassermoleküle kein Hindernis; sie nimmt eine große Menge Wassers in sich auf und läßt Wasser an der anderen Seite wieder austreten. Wäre bei unserem ersten Apparate innen und außen reines Wasser, so würde sich nach kurzer Zeit infolge der Einflüsse der Schwerkraft der Wasserstand ausgeglichen haben. Die Schweinsblase läßt jedoch die im Vergleich zu den Wassermolekülen sehr großen Zuckermoleküle nicht durch, sei es, daß sie wie ein zu engmaschiges Sieb wirkt, sei es, daß zwischen der Hautsubstanz und dem Zucker eine zu geringe molekulare Anziehung besteht. Die an der Innenseite der Membran befindlichen Zuckermoleküle ziehen Wassermoleküle aus der Haut und so mittelbar auch von der Außenseite der Membran an sich ins Innere hinein; die Zuckermoleküle können jedoch dem Bewegungsantriebe durch die Haut hindurch nicht folgen. So kommt immer mehr Wasser in den Trichter hinein, schreitet innen von Schicht zu Schicht fort, dem Bestreben der Konzentrationsausgleichung folgend. Hinaus kann gar kein Zucker; auch Wasser wird weniger hinaus- als hineindringen, solange die molekulare Anziehung zwischen Wasser und Zucker noch größer ist, als der hydrostatische Gegendruck der gehobenen Flüssigkeitssäule. Ähnlich erklärt sich auch die Osmose beim zweiten Apparate. Abweichend ist der

Umstand, daß die Schweinsblase für den Alkohol nicht undurchlässig ist, sondern seinem Durchgange nur einen größeren Widerstand entgegenstellt, als dem Wasser. Das Schlußergebnis ist aber in qualitativer Hinsicht dasselbe, wie im ersten Falle. Diese einfachen Versuche lehren uns wenigstens teilweise begreifen, auf welche Weise Nährstoffe von Zelle zu Zelle unabhängig von der Schwerkraft befördert werden können. Sie lehren uns verstehen, warum z. B. Kastanien, Bohnen, Linsen u. dgl. in ungesalzenem Wasser gekocht werden sollen, damit sie aufquellen und weich werden. Die in den Zellen enthaltenen Nährstoffe ziehen das Wasser, welches kein Salz gelöst enthält, in das Zelleninnere hinein, so daß schließlich die Zellwände platzen und die erweichten Nährstoffe zugänglich gemacht werden. Würden diese Früchte jedoch in stark gesalzenem Wasser gekocht, so würde die starke Anziehung der Salzmoleküle noch das in den Zellen enthaltene Wasser durch die Zellwände herausziehen; die Zellen würden einschrumpfen und die Frucht hart statt weich werden.

Die Reihe der Versuche werde ich durch einen Versuch abschließen, der mehrere der früher besprochenen Molekularerscheinungen in sich vereint und uns die wesentlichsten Vorgänge des natürlichen Wachsens in vergrößerter Weise — aber dadurch für uns leichter wahrnehmbar — an dem Zusammenwirken von sogenannten anorganischen Stoffen zeigt: In dieses flache Gefäß mit Spiegelglaswänden wurde eine Mischung von Wasserglas (Natriumsilikat) und Wasser eingegossen. Ich werfe in die Flüssigkeit einige Stückchen Ferrichlorid. Sie sinken zu Boden. Bald sehen wir, wie dieses Salz sich (im Wasser) löst. Wir sehen die gelöste Substanz in feinen Fäden von der Muttersubstanz weg aufsteigen. Da das spezifische Gewicht dieser Lösung geringer ist, als das der umgebenden Wasserglaslösung, so erhält das gelöste Eisenchlorid den Bewegungsantrieb nach aufwärts. Da sehen wir aber bereits etwas Neues: Die aufsteigenden Fäden bekommen überall, wo sie mit dem Wasserglas in Berührung sind, häutige Wände, so daß sie jetzt ein Röhrensystem darstellen, deren Inneres zunächst hauptsächlich gelöstes Eisenchlorid erfüllt. Die Wände sind als Ausfällungsergebnis anzusehen, entstanden durch die chemische Wechselwirkung zwischen Eisenchlorid und dem Natriumsilikat. Die so gebildeten Röhrenwände (Zellwände) lassen besonders Wasser durchtreten. Die Anziehung der innen befindlichen Eisenchloridmoleküle wird bewirken, daß mehr Wasser ein- als austritt. Die Lösung der Muttersubstanz geht auch weiter vor sich. Im Inneren dieser Röhren sammelt sich immer mehr Stoff an, der nach Ausbreitung drängt. Die Wände hemmen dieses Bestreben. Da plötzlich — ein Ruck geht durch dieses Röhren: An einer schwächeren Stelle ist die Haut geplatzt; die Flüssigkeit drängt von innen hinaus, ein oder mehrere Fäden steigen von der Stelle auf, sich alsbald wieder mit häutigen Wänden umgebend. So entwickelt sich deutlich vor unseren Augen ein Bild des Lebens und Wachsens. Bei genauerm Zusehen können wir in den weiteren Teilen der Röhren die Flüssigkeitsbewegung sehen. Nach kurzer Zeit haben wir ein ganzes Gewirre von Fäden, dicken und

feinen, in verschiedenen Verzweigungen, äußerlich das Bild von Wasserpflanzen gebend. Durch Auswahl in den verwendeten Flüssigkeiten, was Art und Sättigungsgrad anlangt, durch Wahl der eingeführten Stoffe kann man Gewächse der verschiedensten Formen und Farben erhalten. Einige solche schöne „chemische Gärten“ sehen Sie in diesen größeren Glaswannen. Herr Magister v. Bellschan war so liebenswürdig, sie für den Vortrag anzulegen. Ich bin ihm dafür zu großem Danke verpflichtet.

Es fällt mir natürlich gar nicht ein, zu behaupten, daß wir bei Kenntnis der vorgeführten Erscheinungen schon über alle Lebensvorgänge der Pflanzen- und Tierwelt unterrichtet seien. Viele, viele Fragen harren noch ihrer Lösung. Aber die eine Erkenntnis hat sich durch die mühsame Forschungsarbeit des letzten Jahrhunderts fast bis zur Gewißheit durchgerungen: daß auch die Lebensvorgänge den gleichen physikalischen und chemischen Gesetzen gehorchen, nach denen die Erscheinungen in der sogenannten leblosen Natur sich abspielen.“

(Dr. V a p o t i t s c h.)

Am 6. März sprach Sanitätsrat Dr. Otmär S c h i n d e l k a, Prosektor des Landes-Krankenhauses, über

„Bakterien und Sera“.

Der Vortragende besprach zunächst an der Hand von Lichtbildern und Präparaten die Morphologie der Spaltpilze, ihre Kugel-, Stäbchen- oder Schraubenformen (Kokken, Bazillen, Spirillen), ihre Färbbarkeit, die Eigenarten ihrer Lebensbedingungen und die dementsprechend eingerichtete Züchtung auf künstlichen Nährböden. Nach kurzer Besprechung der Rolle, welche Bakterien in der Natur (Fäulniserreger, Stickstoffbildner) und im menschlichen Haushalte (Erreger verschiedener Gärungen) spielen,¹⁾ ging der Vortragende auf die Form- und Lebensverhältnisse der wichtigsten pathogenen Bakterien, der Erreger der Tuberkulose, des Typhus, der Cholera, des Milzbrandes, der septischen Erkrankungen und anderer Infektionskrankheiten über. Den Schluß des Vortrages bildete die Erwähnung der Schutzvorrichtungen des Organismus, die Immunitätsvererbung und die Verwertung von in anderen Organismen vorgebildeten Schutzstoffen zur vorbeugenden oder heilenden Behandlung des Menschen in Form der Schutz-Sera (Impfung gegen Blattern und Tollwut, Serumbehandlung gegen Diphtherie, Typhus, Tuberkulose, Starrkrampf u. a.).

Den Abschluß der Wintervorträge bildete am 13. März 1914 der Vortrag von Dr. R. P u s c h n i g:

„Über neuere biologische Forschungsergebnisse.“

Der Vortragende besprach, einige Themen aus den am letzten Naturforschertage in Wien behandelten biologischen Forschungen herausgreifend,

¹⁾ Vergleiche hiezu den Vortrag von Dr. Fritz Kern über „Mikroorganismen in Küche und Haus“, „Carinthia II“, 1912, S. 91.

zunächst die Arbeiten der Münchener Forscher Frisch und v. Heß über den „Farbensinn niederer Tiere“. Es ist außerordentlich schwierig, in das Sinnesleben anderer Wesen wirklich Einblick zu gewinnen, weil wir immer wieder auf unser eigenes Empfinden zurückgreifen. Die Bildung der Sehorgane in verschiedenen Tiergruppen ist aber so verschieden von unserem komplizierten Sehapparate, daß unbedingt auch seine Leistungen andere und primitivere sein müssen. Die einzelligen Tiere besitzen bereits Lichtsinn, ebenso augenlose, aber mit unter der Haut liegenden Sehzellen ausgestattete niedere, mehrzellige Tiere, wie z. B. der Regenwurm. Dadurch, daß diese Sehzellen in Beetform, Napfform, als Augenbecher und als Augenblase zusammentreten, wobei die einzelnen empfindenden Elemente durch schwarzes Pigment voneinander optisch isoliert sind und nur Lichtstrahlen bestimmter Richtung Zutritt und Einwirkung gestatten, kommt es zum Richtungsehen und zum Bewegungsehen. Tritt vor den Sehzellen eine die Lichtstrahlen sammelnde und in bestimmter Weise brechende Linse — anfangs aus Sekret bestehend, dann aus Zellen aufgebaut — so ist die Grundlage einer Bildwirkung gegeben (Punktaugen, Ozellen der Insekten). Die weitere Ausgestaltung führt entweder durch Vereinigung zahlreicher solcher einfacher Ozellen zum zusammengesetzten Facettenauge der Insekten, mit dem ein mosaikähnliches, aus den Teilbildchen der Einzelaugen zusammengesetztes Bild wahrgenommen wird, oder aber zur Camera obscura der Tintenfische und der Wirbeltiere, bei der zahlreiche Sehzellen zur empfindenden Sehhaut vereinigt sind und auf diese durch einen komplizierten, einstellfähigen optischen Apparat ein scharfes (verkehrtes) Gegenstandsbild entworfen wird. Wie verhält es sich nun mit dem Farbsehen? Vielen Insekten, speziell den Bienen, wurde von jeher ein guter Farbensinn zugeschrieben, der sie bestimmt gefärbte und gezeichnete Blumen, aber auch die bemalten Fronttafeln ihrer Stöcke erkennen und wiederfinden läßt. Die Experimente von Lubbock, Forel und anderen schienen das zu bestätigen. Auch Frisch konnte Bienen auf bestimmte Farben „dressieren“, so daß die betreffenden Farbenträger, zum Beispiele gelbe oder blaue Papiere, unter zahlreichen andersfärbigen, aber zum Teile gleichhellen Papieren erkannt und aufgesucht wurden. Merkwürdigerweise mißlangen diese Versuche regelmäßig mit roten Farben und Frisch nimmt an, daß sich der Farbensinn der Biene ähnlich verhalte, wie der von rotgrünblind Menschen. Dagegen glaubte v. Heß, den Bienen wie allen Insekten, ja überhaupt allen wirbellosen Landtieren und allen Wassertieren, auf Grund seiner Versuche jeden Farbensinn absprechen zu müssen. Die sehr eingehenden und vorsichtigen Versuche von v. Heß,¹⁾ bei denen das Verhalten der Versuchstiere gegenüber den Spektralfarben geprüft wurde, ergaben mit großer Gleichmäßigkeit, daß sich nur die landbewohnenden Wirbeltiere in bezug auf die

¹⁾ Vergleiche hierzu das Referat von Dr. Alex Pichler über Heß, „Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes“ („Car.“, vorliegendes Heft. S. 92).

Helligkeitsempfindung so verhalten, wie der farbennormale Mensch, welcher die gelben Partien des Spektralbandes als die hellsten empfindet, während alle übrigen Tiere gleich dem total farbenblinden Menschen die größte Helligkeit im gelbgrünen und grünen Teile des Spektrums wahrnehmen. So auffällig die Regelmäßigkeit dieser Befunde ist, so dürfte der daraus gezogene Analogieschluß — gleicher Helligkeitssinn, also gleicher Farbensinn — doch vorläufig keine zwingende Beweiskraft haben.

Weiters besprach der Vortragende einige interessante Vererbungsfragen. In dem Vortrage über „Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen“ hat Fischer, vor allem auf Grund seiner Untersuchung der Buren-Hottentottenbastarde, darauf hingewiesen, daß solche Kreuzungen keineswegs eine einheitliche Mischform, einen neuen Rassentypus ergeben, sondern sich die einzelnen Rassenmerkmale dabei recht verschieden vererben. Ein Teil derselben folge unverkennbar den Mendelschen Vererbungsgesetzen. Diese Gesetze, welche der Brünner Augustinerabt Gregor Mendel auf Grund zahlloser, unermüdlischer Kulturversuche ermittelt und schon im Jahre 1865 veröffentlicht hat, blieben anfangs unbekannt und wurden, nachdem Mendel schon gestorben war (1884), erst nachträglich (1900) allgemeiner bekannt und ihrer Bedeutung nach eingeschätzt. Mendel fand, daß bei der Kreuzung von Pflanzen (und Tieren) einer Art, die sich durch bestimmte Merkmale unterscheiden (zum Beispiele rot- und weißblühende Erbsen), in der ersten Generation sich nicht etwa ein Mischmerkmal ergebe, sondern nur eines der beiden Merkmale (im angeführten Beispiele rot) wieder auftrate. Dieses Merkmal wird als das dominierende Merkmal oder die Dominante bezeichnet, das unterdrückte (weiß) als die Rezessive. Werden nun diese durch Kreuzung erhaltenen Rotblütler unter sich rein weitergezogen, so tritt in der zweiten Generation das rezessive Merkmal wieder in Gestalt weißblütiger Erbsen hervor, und zwar in ganz bestimmtem Zahlenverhältnisse: auf drei rote kommt eine weiße Blüte. Die weißblütigen bleiben, rein weitergezüchtet, in allen weiteren Generationen weiß, von den Rotblütigen erweist sich ein Drittel als „rein“, das heißt, auch in den weiteren Generationen rote Blüten ergebend, zwei Drittel aber als „unrein“, das heißt, in den weiteren Generationen sich, und zwar wieder nach denselben Zahlenverhältnissen, drei rot und eine weiß, in das Merkmalpaar aufspaltend. An der Hand des Decker'schen Farbgläserversuches zeigte der Vortragende, wie sich (bei großen Ziffern) gerade dieses eigentümliche Zahlenverhältnis ergibt. Die Mendelschen Regeln sind seither an einer großen Anzahl von Pflanzen (zum Beispiele Erbsen, Weizensorten, Mais, Brennnesseln) und Tieren (Meerschweinchen, Mäusen, Fühlern, Bänderschnecken u. a.) nachgeprüft und bestätigt worden. Beim Menschen kann sich diese Form der Vererbung natürlich im wesentlichen nur darin ausdrücken, daß von bestimmten Merkmalen eines regelmäßig in der Kindergeneration unterdrückt wird, in der Enkelgeneration aber wieder neben der Dominante zum Vorschein kommt. In diesem Sinne „mendeln“ nach Fischer die Haarbildungen

(krauses Haar dominiert gegen schlichtes), die Haarfarbe (rot dominiert gegen nicht rot), die Hautfarbe (dunkel unterdrückt weiß), die Augenfarbe (blau ist rezessiv), der Nasentypus (die schmale, hohe Nase dominiert über die breite, niedere), die Lidspaltenform (gerade über schief) und die Kopfform (Neigung zum Langkopfe über Kurzschädel). Manche sogenannte Rückschläge in der menschlichen Generationsfolge sind also nichts anderes, als das den Mendelschen Gesetzen folgende Wiederauftreten rezessiver Merkmale.

Zum Schlusse ging der Vortragende noch auf die merkwürdigen Ideen H. Swobodas von der „Bedeutung der siebenjährigen Periode für das Vererbungsproblem“ ein. Swoboda glaubt, auf Grund von Familien- und genealogischen Untersuchungen gefunden zu haben, daß „jeder Mensch die Ahnen fortsetzt, die ein Vielfaches von sieben Jahren vor ihm geboren sind“. Nach Swoboda sehen Kinder mit einem Altersunterschiede von sieben Jahren sich häufig auffallend ähnlich. Ähneln Kinder auffällig einem Elternteile, so sind sie in einem „Siebenjahre“ dieses Elternteiles, zum Beispiele dem 21. oder 35. oder 42. u. s. w., geboren. Als historische Beispiele solcher Art führte Swoboda Fichte, Herbart, Björnson, Siegfried Wagner an, die, ihren Vätern auffallend ähnlich, in einem „Siebenjahre“ derselben geboren wurden. Bei Bismarck sollen aber sogar urgroßväterliche Ähnlichkeiten auf solche Siebenjahre zurückführen! Auch die Vererbung von Krankheitsanlagen, wie Epilepsie, Nachtblindheit, Tuberkulose u. a., soll an solche Siebenjahre geknüpft sein, da sich nur in ihnen der Mensch wirklich fortsetze. Nach Ansicht des Vortragenden ist die absolute Verwerfung der sich zum Teile gewiß ins Obstruse versteigenden Idee nicht die richtige Form der Kritik, sondern vielmehr eine Nachprüfung auf Grund zahlreicher Familienforschungen gerechtfertigt. Möglicherweise stellt sich dabei ein bescheidener, aber immerhin bedeutsamer Kern als zutreffend heraus und fällt in das ja nicht abzuleugnende Gebiet des rhythmischen Ablaufes einer Reihe von Lebenserscheinungen. Es müssen dabei freilich nur Fälle sicherer, objektiver Ähnlichkeit geprüft und dabei auch die in bezug auf die Jahreszahlen negativen Fälle berücksichtigt werden; außerdem wird in vielen Fällen eine Korrektur des Geburtsjahres insofern erfolgen müssen, als ja nicht die Geburt, sondern die Konzeption in das Siebenjahr fallen muß und diese, neun Monate zurückdatiert, ins Vorjahr zurückfallen kann. Jedenfalls ist die Sache einer Nachprüfung zugänglich und wert.

(Puschnig.)

Vereinsbericht.

Ausschußsitzung am 17. April 1914. Nachdem die Direktion der kärntnerischen Sparkasse die bisherige Subvention von 3900 K für 1914 auf 1500 K erniedrigt hat, wird zur Klärung der durch diesen bedeutenden

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [104_24](#)

Autor(en)/Author(s): Puschnig Roman, Lex Franz, Ginzberger August

Artikel/Article: [Bericht über die im Winter 1913/14 gehaltenen Museumsvorträge 93-133](#)