

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Geologischer Bau und Landschaftsbild

Sapper, Karl

Braunschweig, 1922

II. Besonderer Teil

[urn:nbn:at:at-ubi:2-7279](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:at:at-ubi:2-7279)

Die verhältnismäßig hohe Dichte der unteren Luftschichten gestattet den emporgetragenen Trübungen ein verhältnismäßig langes Verweilen in größeren Höhen und damit einen längeren Einfluß auf die optischen Bedingungen derselben; andererseits ist sie aber doch gering genug, um aufsteigenden Gas- oder Trübungsmassen, wie Rauch und Staub unserer Kulturgegenden, oder den Fumarolen vulkanischer Gebiete, den Dämpfen heißer Quellen keinen großen Widerstand entgegenzustellen, geschweige denn die Entwicklung des imponierenden Schauspiels springender Geyser oder gewaltiger explosiver Vulkanausbrüche zu verhindern oder ihre Großartigkeit zu beeinträchtigen. Wir sehen damit, daß die Lufthülle der Ort der allergroßartigsten Naturschauspiele werden kann, die dem menschlichen Auge überhaupt zu sehen beschieden sind, des Größten des Großen, und müssen erkennen, daß sie zu den allerbedeutsamsten Elementen der irdischen Landschaft gehört.

II. Besonderer Teil.

Einleitung.

Unendlich mannigfaltig ist unsere Erde an landschaftlichen Bildern verschiedenster Art, und jeder Versuch, dieser Mannigfaltigkeit in Beschreibung und Würdigung voll gerecht werden zu wollen, wäre von vornherein dazu verurteilt, ungenügend zu sein; aber wohl ist es möglich, bestimmte extreme Typen auszuscheiden und diese zu charakterisieren. Auch kann man vielleicht den Versuch wagen, sie ästhetisch zu bewerten, insofern man das besondere Schöne derselben hervorhebt. Aber es ist meines Erachtens aussichtslos, sie miteinander nach dem höheren oder geringeren Grade der Schönheit in allgemein gültiger Weise in eine Stufenleiter einordnen zu wollen. Denn, wenngleich allenthalben Schönes sich findet, so ist doch der Mensch in seinen Ansprüchen an das, was er als schön anerkennen will, so verschieden, ja in verschiedenen Zeiten so wandelbar, daß kein Urteil, mag es auch noch so bestimmt aufgestellt und noch so fest mit wissenschaftlich abgewogenen Gründen gestützt sein, jemals Aussicht auf allgemeine Anerkennung haben wird. Der Bewohner der

Ebene fühlt sich, plötzlich in die Hochgebirgswelt versetzt, eingeengt, sein an weite Horizonte und an den ständigen Anblick eines zur vollen Halbkugel ausgeweiteten Himmelsgewölbes gewohnter Blick fühlt sich oft unbefriedigt, und alle Mannigfaltigkeit der Formen und Farben ersetzt ihm meist anfangs nicht, was ihm fehlt: erst allmählich lernt er die neuen Schönheiten würdigen, indem er sich in die anders geartete Natur einzufühlen beginnt. Der Gebirgsbewohner, plötzlich in die Ebene versetzt, findet dieselbe anfänglich meist sehr langweilig, denn das negative Merkmal des Mangels an Bodenerhebungen fällt ihm höchst unvorteilhaft auf; die gleichbleibende Horizontale ermüdet ihn, die unauffälligen intimen Schönheiten ebener Landschaft entgehen seinem Auge allzu leicht, der große Reiz des weiten Horizonts bleibt ihm zunächst noch verborgen. Höchstens die Schönheit des Sonnenunterganges im ebenen Gelände schätzt der Talbewohner, der sie nun erstmals sieht, gleich in ihrer vollen Bedeutung ein; aber das genügt noch nicht, um ihn mit den vermeintlichen Nachteilen dieser Landschaft auszusöhnen. Der Hochgebirgsbewohner vermißt im Mittelgebirge die gewohnte Größe der Verhältnisse, der Mittelgebirgsbewohner im Hochgebirge leicht den weichen Fluß der ihm vertrauten Bergkonturen. Der Bewohner feuchter Tropen findet Wüsten, Hochgebirge oder polare Gegenden vielfach wegen ihrer Pflanzenarmut geradezu abstoßend, dem Einwohner pflanzenarmer Landschaft aber kann andererseits das Wirrnis eines tropischen Urwaldes unschön, ja häßlich erscheinen. Der Küstenbewohner vermißt im Binnenlande sehr das belebende Element des Wassers mit seinen Formen- und Farbengegensätzen, der Binnenländer fühlt sich auf dem weiten Weltmeere leicht einsam, der Langweile hingegeben, weil die besonderen Reize des Meeres mit seinen vielfältig abgestuften Erregungs- und Ruhezuständen ihm anfänglich oft noch nicht jene eigenartige Stimmung einhauchen, die den Seemann sein Element und dessen besondere Landschaft so sehr lieben läßt.

Von dem großen Heer unserer alljährlich im Naturgenuß Erholung suchenden Landsleute wenden sich viele regelmäßig der See, andere dem Gebirge zu, und keine Gründe werden den ausgesprochenen Parteimann davon überzeugen lassen, daß der Gegenpol seiner Anschauungen ebenso berechtigt wäre und als nicht minder schön zu gelten haben könnte.

Aber nicht nur mit dem Ort, sondern auch mit der Zeit ändert sich das Schönheitsideal beim einzelnen Menschen, wie bei ganzen Völkern. Das zeigen die Wandlungen des Kunstgeschmacks verschiedener Zeiten, das zeigt aber oft auch der Wandel der Anschauungen des einzelnen. So ist mir noch sehr wohl in Erinnerung, wie mir in meiner Jugend die wilden Formen des Hochgebirges und, bei dessen Aussichten, der reizvolle Wechsel von Schnee und Fels, Matten und Wald, von Bergen und Tälern mit Seen, Dörfern und Feldern als der Inbegriff alles landschaftlich Schönen erschienen war. Als ich aber nach langjährigem Tropenaufenthalt wieder in die Alpen kam, da kamen sie mir kalt und abweisend vor. Ich vermochte nun den mir früher völlig unverständlichen Abscheu der alten Römer vor dem Hochgebirge der Alpen einigermaßen zu begreifen. Erst nach Jahren begannen sie wieder den alten Reiz auf mich auszuüben, und dann erst konnte ich es wagen, auch die herbe Schönheit nordischer Länder auf mich wirken zu lassen, die mir unmittelbar nach Verlassen der Tropen sicherlich völlig unverständlich geblieben wäre. Es braucht eben das Auge eine gewisse Zeit, um den neuen Verhältnissen gerecht zu werden, um sich einzufühlen und die besonderen Schönheiten einer neuen Umgebung zu erkennen und zu schätzen. Auf Grund solcher Überlegungen verstehen wir es, daß das Gewohnte uns leicht schön, das Ungewohnte aber minder schön, ja selbst häßlich erscheinen kann, wie z. B. Volz die Kiefern in Sumatra als schön, M. Haushofer aber die ihm fremdartigen Gebilde der Vulkane als unschön empfand.

Bei den großen Gegensätzen, welche die einzelnen Landschaftstypen bieten, scheint es mir ausgeschlossen, daß irgend jemand hinreichend Zeit gefunden hätte, sich in jeden derselben so einzufühlen, daß er ein gerecht abgewogenes Urteil über sie alle fällen könnte. Ich jedenfalls bin weit davon entfernt und werde mich daher damit begnügen, mit einigen Worten besonders charakteristische Eigentümlichkeiten, eventuell auch Schönheiten und Stimmungsreize, hervorzuheben.

Der geologische Bau als solcher hat bei den Strukturformen und bei gewissen Abtragungsformen noch einen unmittelbaren Einfluß auf die Eigenart und ästhetische Gestaltung des Bildes, häufiger aber wirkt er nur mittelbar mit, insofern als er durch seinen Einfluß das betreffende Stück Erdoberfläche in verschiedene

Höhenlagen, bald unter, bald über den Wasserspiegel lagert, bald selbst in Höhen hinaufhebt, wo die Niederschläge vorwiegend in fester Form fallen und ständig liegen bleiben. Im übrigen aber tritt der geologische Bau landschaftlich zurück, und das Klima mit seinen Einflüssen, besonders auf die Vegetation und die Niederschläge, aber auch auf die Tierwelt und den Menschen, wird zum vorwiegend bestimmenden Faktor.

Wo immer der geologische Bau noch auffällig als solcher das Landschaftsbild beeinflußt und nicht etwa erst bei eingehendem Studium sich gewisse Einflüsse nachweisen lassen, da gibt er der Landschaft einen besonderen großen Zug. Ein solches Bild gewährt dem aufmerksamen Beobachter einen ungemein lehrreichen Einblick in das Walten der Natur, und dieses Verstehen der Formen hebt für den Kenner den Reiz der Landschaft ganz wesentlich, obgleich der künstlerische Eindruck dadurch in keiner Weise berührt wird. In dieser Hinsicht übertrifft der Anblick einer teilweise abgetragenen Landschaft sogar unter Umständen den ganz junger Strukturformen, wie wir ihnen in Vulkanen häufig begegnen, obgleich deren Konturlinien durch ihre viel größere Regelmäßigkeit und absolute Schönheit denen der Abtragungsgebilde überlegen zu sein pflegen: ihre Formen verstehen wir erst, wenn wir teilweise abgetragene oder experimentell aufgebaute Gebilde dieser Art damit verglichen haben; dort aber tritt der Aufbau dem unbefangenen Beobachter unmittelbar entgegen.

Die Strukturformen sind, wie schon früher hervorgehoben wurde, auch allenthalben auf der Erde gleichartig. Die Abtragungsformen dagegen haben in den verschiedensten Klimagebieten je ihren besonderen Stil, ihre besondere Gestaltung, und je weiter die Abtragung vorgeschritten ist, desto weniger tritt im allgemeinen der Einfluß des inneren Baues noch landschaftlich durchgreifend hervor. Oft steht sogar die wirkliche Oberflächengestaltung in mehr oder weniger ausgesprochenem Gegensatz zu dem inneren geologischen Bau. Das trifft besonders häufig bei Faltungs- und Verbiegungslandschaften, sowie bei stark gestörten Schollengebirgen und Eruptivbauten ein, während Gegenden mit vorwiegend unverbogenen Schichten sich viel häufiger auf größere oder kleinere Strecken, auch in der Oberflächengestaltung, zum Ausdruck bringen. Das gilt namentlich von fast horizontaler Schichtenstellung, so daß also Tafelgebirge oder sonstige Gebiete ähnlichen inneren Auf-

baues (einschließlich der Schichtebenen) in einem gewissen Gegensatz zu anderen Gebirgsgegenden mit steil aufgerichteten, mit verbogenen oder gefalteten Schichten oder zu solchen mit massigen Gesteinen stehen und daher jeweils einer besonderen Behandlung würdig wären. So hätten wir also drei besondere landschaftliche Hauptformtypen: solche der Flachsichtung, solche des Falten-, Verbiegungs- und Schollenlandes mit steil aufgerichteten Schichten und schließlich die Eruptivgebilde; doch ist freilich zu bemerken, daß zahlreiche Übergänge und Unterabteilungen hierbei auftreten, auf die einzugehen uns zu weit führen würde.

Da die Strukturformen an sich überall gleichartig sind, die Abtragungs- und Aufschüttungsformen aber jeweils nach Klima und Vegetationsdecke bzw. Art der Verwitterung und der Abtragung andere werden, so müssen wir uns wohl beim Versuch einer Einteilung der Landschaften der Erde in bestimmte Typen nach jenen Unterschieden richten. Wohl könnte man Pencks auf die Niederschlagsverhältnisse gegründete klimatische Einteilung in humide, aride und nivale Gebiete mit ihren Zwischenstufen unmittelbar übernehmen, um so mehr, als sie sich auch im Charakter der Pflanzenwelt deutlich ausprägen. Doch scheint es mir angebracht, eine wichtige Temperaturgrenze, die Frostgrenze, noch mit zur Einteilung heranzuziehen, weil der Frost, als ein besonders wirksamer Faktor bei der Abtragung und bei der Verwitterung, morphologisch nicht unwesentliche Unterschiede in der Landschaft bedingt. Freilich gibt es scharfe Grenzen in der Natur nur selten, und auch die hier unterschiedenen Gebiete gehen vielfach ineinander über; namentlich aber schafft die Frostgrenze keine scharfen Scheidelinien, da sie sich mit dem Wechsel der Jahre manchmal nicht unwesentlich verschiebt. Aber wenn auch dann und wann ein besonders kalter Winter gelegentlich Frost in sonst frostfreien Gegenden auftreten läßt, oder wenn er in den Tropen zuweilen während der kälteren Jahreszeit einmal wesentlich tiefer herabsteigt als gewöhnlich, so verursacht dies naturgemäß in der morphologischen Ausgestaltung der Landschaft noch keine größeren Unterschiede, und erst da, wo Frost regelmäßig häufig und intensiv auftritt, summieren sich seine Wirkungen so, daß sie landschaftlich wirksam werden. Infolgedessen müssen wir zu den ständig frostfreien Gebieten auch jene Gegenden gesellen, wo Frost nur selten auftritt, und beide zusammen in Gegensatz zu den

regelmäßig und häufig vom Frost heimgesuchten Landschaften stellen.

Da mit Rücksicht auf den verfügbaren Raum keine eingehende Schilderung aller etwa deutlich unterscheidbaren Landschaftstypen möglich ist, auch ein Eingehen auf die Zwischentypen aus demselben Grunde sich verbietet, so möge im folgenden eine skizzenhafte Einführung in das Wirken der Natur in etlichen extremen Landschaftstypen und deren Einfluß auf das Landschaftsbild versucht werden.

Es seien zunächst frostfreie oder frostarme Landschaften besprochen, und zwar solche des regenfeuchten Tropenwaldes (d. i. Gegenden, wo ein Optimum des Regenfalles sich mit ständig hoher Temperatur verbindet: „pluviale“ Gebiete im Sinne von J. Walther), der periodisch feuchten, offenen Tropenlandschaft (d. i. Gegenden, wo hohe Temperaturen vorherrschen, aber nur einen Teil des Jahres über starke Niederschläge fallen) und der tropischen und subtropischen Wüsten (d. i. Gegenden mit vorwiegend hoher Temperatur, aber nur seltenen, unregelmäßigen Regen).

Von Landschaften, die regelmäßig in stärkerem Maße vom Frost heimgesucht werden, mögen kurz behandelt werden die immerfeuchte Landschaft der gemäßigten Zone (ausgezeichnet durch ansehnliche Niederschläge das ganze Jahr über und ausgesprochenen Gegensatz von Sommer und Winter), die semiaride bis aride Landschaft der gemäßigten Zone (Gebiete mit kontinentalem Klima und spärlichen Niederschlägen), das Hochgebirge der mittleren und niederen Breiten (Gebiete mit starker Frostwirkung, geringer Luftfeuchtigkeit, häufigem Auftreten von Schnee und Eis) und die subpolare und polare Landschaft (Gebiete mit langen, strengen Wintern und bedeutender Entwicklung des Gletscherphänomens).

Außerdem mag die Küstenlandschaft noch gesondert behandelt werden, da sie durch die Einwirkungen des Meeres und Meerwassers vielfach eine Sonderstellung erhält, die trotz aller Einflüsse des Klimas und der Pflanzenwelt sich doch durchsetzt. Freilich wird auf solche Weise ein Landschaftstypus aufgestellt, der durch verschiedene Zonen und natürliche Gebiete hindurchreicht. Eine solche freie Behandlung mag aber mit Rücksicht auf den landschaftlich überragenden Einfluß des Meeres

gestattet sein. Es wird übrigens auch im Laufe der Charakterisierung der sonstigen Einzeltypen gelegentlich über deren Grenzen hinausgegangen werden, um der Natur nicht Gewalt anzutun, da in ihr ja tatsächlich gemischte Landschaftsbilder, d. h. Landschaftsbilder mit Elementen aus verschiedenen Typen, häufig auftreten; dieselben sind dadurch sogar vielfach — infolge der gesteigerten Mannigfaltigkeit und der zahlreichen Gegensätze — künstlerisch besonders begünstigt.

1. Regenfeuchte Tropenlandschaft.

Wenn wir uns zu Schiff einer gebirgigen, regenfeuchten Tropenlandschaft nahen, so sehen wir die ganze Gegend mit scheinbar lückenlosem, dichtem Laubwald bedeckt, der in größerer Nähe wohl noch die Rundung der einzelnen Bäume, vereinzelte Palmen und sonstige auffällige Gewächse erkennen läßt, in größerer Entfernung aber zu einer einheitlichen grünen bis blauen Mauer verwächst. Hinter einer schmalen Küstenebene erhebt sich eine Reihe paralleler Vorketten vor einem hohen Gebirgsrücken, den ein mächtiger kühngestalteter Vulkan überragt. In diesem ganzen Bild spricht zu uns unmittelbar zunächst nur die letztere Berggestalt, indem ihre prachtvolle Kegelform mit den einfachen, oben steil anhebenden, nach unten sanft auslaufenden Konturlinien uns mit Sicherheit sagt, daß wir es mit einem noch wenig angegriffenen vulkanischen Aufschüttungsgebilde zu tun haben. Die scheinbar wenig modellierten Gebirgszüge samt dem überragenden Gebirgsrücken mit ihren sanft auf- und absteigenden Kammlinien lassen uns zunächst über ihren Bau völlig im unklaren. Es bleibt für uns noch ganz unsicher, ob wir es mit Eruptivrücken oder etwa Faltungsgebirgen zu tun haben, und erst wenn mit allmählich wechselnder Beleuchtung da und dort vielleicht einige mächtige plumpe Klötze und spitzere Zacken aus dem anfänglich herrschenden Dunst sich scharf herausheben, erkennen wir, daß erstere wohl Kalksteinberge, letztere vielleicht Quarzite, vielleicht auch schwer verwitterbare Eruptivgebilde sind. Die meisten der übrigen Erhebungen aber erscheinen nur als recht wenig gegliederte, unter sich gleichartige Gebilde. Erst wenn nach vorübergehenden Strichregen aus jedem Tal und jeder Geländefalte reichliche Nebel aufsteigen, sehen wir, daß die Gliederung der Massen doch reicher

ist, als es anfänglich gescheien hatte, und daß manches Tal, manche Einzelerhebung, mancher Bergkamm nun deutlich heraustritt, der uns vorher völlig entgangen war. Aber was wir von Formen erkennen können, scheint uns recht gleichartig zu sein, so daß wir entweder eine sehr einförmige geologische Zusammensetzung des Gebirges oder ein sehr gleichförmiges morphologisches Verhalten verschiedener Gesteine annehmen müßten, von welchem letzterem freilich einzelne Ausnahmen vorhanden wären. Wir müssen also vermuten, daß die physiognomische Erscheinung der Geländeformen uns in dieser Landschaft nur selten einen sicheren Schluß auf die Gesteinsbeschaffenheit gestatte, daß also der geologische Bau hier verhältnismäßig wenig im Landschaftsbild hervortrete, soweit die Verschiedenheit der Gesteinsarten in Frage kommt. Aber während dieser Überlegungen hat die scheidende Sonne allmählich ein helles Licht über die Gebirgsgegend verbreitet. Sie zeigt uns in dem dunklen Waldbild nun doch mancherlei Lücken, die durch kurz vorher erfolgte Rutschungen entstanden sein mußten, und ihre verhältnismäßig hohe Zahl beweist uns, daß Rutschungen in diesem Gebiete eine wichtige Rolle in der Abtragung spielen. Indem wir ferner an den groben Bergklötzen kahle, hellgraue Steilwände aus dem allgemeinen Grün herausleuchten sehen, verstärkt sich uns die Vermutung, daß wir es hier mit Kalksteinen zu tun haben, und wir schließen weiter, daß sedimentäre Formationen wohl auch sonst am Aufbau des Gebirges beteiligt sein dürften. Immerhin wird uns aber klar, daß nur eine genauere Untersuchung an Ort und Stelle uns einen sicheren Einblick in den geologischen Bau des Ganzen geben könnte, und daß schon die bedeutende Höhe der Waldbäume uns manche Einzelheiten des geologischen Gefüges oder besonderer Kleinformen der Gesteinsoberflächen verbergen müßten.

Wenn wir nun vom Strand oder von einem Flusse aus den Saum des Waldes betrachten, so bemerken wir, daß derselbe überall wie mit einer grünen Blattmauer abgeschlossen ist. Die zwischen dem Unterholz, den halbhohen Palmen und Laubbaumkronen und dem hochgelegenen Astwerk der Urwaldriesen vorhandenen Lücken sind durch schlingende Kräuter, Lianen und sonstiges Pflanzenwerk ausgefüllt und verwehren so dem menschlichen Blick wie aber auch — was für morphologisch wichtige Vorgänge von Bedeutung ist — dem Winde den Eintritt in das Innere.

Suchen wir auf einem der Flüsse mit dem Ruderboot tiefer in das Urwaldgebiet einzudringen — und Flüsse sind in diesen Gegenden die besten und meist benutzten Verkehrswege —, so bemerken wir, daß der erwähnte seitliche Abschluß des Urwaldes uns überall begleitet, und daß an vielen Stellen die Waldbaumkronen mit ihrem Schlingwerk bis unmittelbar zum Wasserspiegel herabreichen. Die Ufer sind anfangs ganz flach, werden aber allmählich höher. Sie sind aus alluvialen Tönen gebildet, an denen einzelne Steilwände uns von jungen Abbrüchen erzählen; nicht selten können wir eine Mächtigkeit von etlichen Metern feststellen. Zuweilen steigen über den Wasserspiegel Kiesbänke auf, deren Gerölle uns einen rudimentären Begriff von der Zusammensetzung des Hinterlandes gewährt. An kleinen Stromschnellen sehen wir auch wohl anstehendes Gestein: meist harte Bänke sedimentärer Felsarten oder quer durchziehende Eruptivgänge, die einen größeren Widerstand gegen Verwitterung und Abtragung geboten haben. Wir tun gut, dies Anstehende wie auch die Geröllbänke genau zu untersuchen, denn hier haben wir wenigstens frisches Gestein, das sichere Bestimmung zuläßt.

So viele landschaftliche Kleinbilder von großem Reiz die Flußfahrt uns auch bieten mag, so fehlt es doch meist völlig an weiten Blicken. Stunden-, ja tagelang kann man Windung um Windung des Flusses hinauffahren, ohne auch nur ein einziges Mal wieder die Gebirgslandschaft im Hintergrund zu Gesicht bekommen zu haben. Man könnte wohl glauben, in einer ausgedehnten Ebene zu fahren, wenn nicht bei einzelnen Strecken und Biegungen sich einmal ein schmaler Streifen, ein Ausschnitt aus dem Gebirgspanorama zeigte, groß genug, um einen allgemeinen Begriff von dem Vorhandensein bedeutender Erhebungen in geringer Entfernung zu geben, aber zu schmal, um irgend einen Überblick zu gestatten.

Menschliche Siedlungen treffen wir nur ganz vereinzelt an, wie denn überhaupt die tropischen Waldlandschaften sehr dünn bevölkert zu sein pflegen, und wo sie auftreten, da sind es meist armselige Dörfchen oder aber Einzelsiedlungen (Holzfällereien, Fischereistationen, auch wohl Hütten von Eingeborenen). Von solchen Stellen oder von den dazwischen gelegenen Rastorten der Bootsleute müssen wir ausgehen, wenn wir ins Innere des Urwaldes eindringen wollen, denn nur von ihnen aus gehen Fußpfade

in den Wald hinein, der sonst nur mit Hilfe des Buschmessers mühsam gangbar gemacht werden kann. Im Wald nun bemerken wir meist, wenn auch nicht immer, ein dichtes Unterholz von Büschen, Pälmdchen und hochwüchsigen Kräutern, darüber zahllose Kronen von kleinwüchsigen Bäumen und mäßig hohen Palmen oder Farnen und über ihnen die gewaltigen Kronen der Riesebäume, auf deren Ästen sich epiphytische Gewächse in großer Zahl angesetzt haben, während Lianen und Luftwurzeln den Luftraum zwischen den einzelnen Elementen des Waldes durchziehen und kletternde Gewächse in dichter Drängung die hochragenden Stämme bedecken. Die Mannigfaltigkeit der Pflanzen und ihrer oft sehr schön geformten und großen Blattorgane ergibt auf Schritt und Tritt neue Gruppierungen, die einen hohen Reiz durch ihren Formenreichtum und ihre Zusammenstellung ausüben. Obgleich die Farben meist in dunklen Tönen von Grün und Braun schwanken, also intensiverer Abwechslung entbehren, sind die pflanzlichen Kleinbilder doch oft von entzückender Schönheit, die zuweilen durch farbenprächtige und eigenartige Tiere: Schmetterlinge, Kolibris, wandelnde Blätter und andere Insekten, Schlangen usw. noch gehoben werden. (Ich muß hier der Schlangen noch besonders gedenken, weil man ihrer Schönheit hinsichtlich der Zeichnung und Farbe ihrer Haut, wie auch hinsichtlich der Bewegung, namentlich beim Erklettern von Bäumen, gewöhnlich in Erinnerung an ihre Gefährlichkeit nicht gerecht wird!) Meist herrscht im Urwald tiefste Stille; nur selten unterbricht sie der herrliche Gesang unsichtbarer gefiederter Sänger oder aber das gewaltige Brüllen des possierlichen Brüllaffen oder der scharfe Ruf eines fernen Raubtieres, das Krachen und Fallen eines abbrechenden Astes. Erst gegen Abend erwacht ein lauterer Treiben, die Zykaden zirpen und Tierrufe aller Art füllen dann wohl dazwischen die Luft, bis die sinkende Nacht wieder Ruhe über den Wald breitet; das leise Rauschen des Windes in den Kronen der Bäume, das Plaudern des nahen Baches, das Knistern des Lagerfeuers ist dann schließlich das einzige, was unser Ohr noch vernimmt, bis mit dem Erwachen des Tages aufs neue Leben in die Natur kommt, das aber mit steigender Sonne wieder verstummt.

So schön nun die einzelnen Kleinbilder im Urwald sein können, so mangelt dem menschlichen Auge doch je länger je mehr der weitere Ausblick; die Enge des Gesichtsfeldes drückt

allmählich auf das Gemüt. Dazu kommt, daß neben den immer neuen, schönen Gruppierungen pflanzlicher Kleinbilder und neben dem köstlichen Orchideenduft doch auch zuweilen häßliche Pflanzenwirrnisse, kahle, von den Bäumen abgerutschte Lianenstengel und dergleichen mehr bei dumpfem Modergeruch auftreten.

Wenn wir unseren Marsch fortsetzen und am Rande des Gebirges dahinziehen, so fällt uns wohl auf, wie groß die Zahl der zu überschreitenden Bäche und Flüsse ist, und wir schließen daraus, daß die tatsächliche Gliederung des Gebirges weit größer sein muß, als uns der Augenschein verraten hatte.

Anstehendes Gestein bemerken wir in der Ebene, auf den Vorhöhen und am Gebirgsabfall auf unserem ganzen Marsche nicht, und die einzigen Proben frischen Gesteins, die wir zu Gesicht bekommen, sind in den Geröllen der Flüsse zu finden, bis wir plötzlich in ein Kalkgebiet kommen, wo zerfressene, oft hohe Kalksteinblöcke und Felsen sich geradezu drängen, so daß für den Fußpfad kaum noch genügend Raum bleibt. Wir müssen daraus schließen, daß diese klüftigen, der komplizierten chemischen Verwitterung nicht zugänglichen Gesteine hier der Abtragung entschieden stärkeren Widerstand entgegensetzen als andere Felsarten. Indem wir in den Bächen Gerölle recht verschiedener Gesteine vorfinden, also eine ziemliche Mannigfaltigkeit auf petrographischem Gebiet annehmen müssen, während doch die Formen, soweit erkennbar, außerhalb des Kalkgebietes überall gleichartig sind, kommen wir zur Überzeugung, daß in den feuchten Tropen recht verschiedenartige Gesteine sich morphologisch ähnlich verhalten können. Indem wir weiterwandern und dabei Gelegenheit finden, eine der oben erwähnten Rutschungen in der Nähe zu studieren, kommen wir dem Rätsel näher: wir bemerken nämlich, daß die Rutschung, trotz ihrer großen Breiten- und Höhenausdehnung und ansehnlichen Mächtigkeit, kein anstehendes Gestein aufgeschlossen und in Mitleidenschaft gezogen hat. Wir ersehen daraus, daß die Verwitterung das ihr zugängliche Gestein bis in große Tiefen hinab zersetzt hat, daß also das Anstehende selbst an Berghängen von einem mächtigen Verwitterungsmantel bedeckt ist, in dem sich der wichtige Abtragungsvorgang der Rutschung fast ausschließlich abspielt: das Anstehende selbst hat infolgedessen an der morphologischen Ausgestaltung der Hänge keinen unmittelbaren Anteil mehr. Das Material der Rutschungen, auf denen Vegetationsinseln

vielfach herabgeschwommen sind, ist stets stark aufgeweicht, und wo man frisches Gestein darin findet, da sind es gewöhnlich nur die von der Verwitterung noch nicht erreichten innersten Kerne ehemaliger Gesteinsblöcke; dieselben verlieren durch oberflächliche Abnutzung in den Bächen und Flüssen meist noch ihre angewitterten Außenränder und liegen dann als frische Gerölle in den Kiesbänken.

Daß die chemische Verwitterung in diesen Urwäldern einen außerordentlich hohen Betrag erreichen kann, wird uns bei der Wanderung unmittelbar klar, wenn wir die schwüle Treibhausatmosphäre im Innern des Waldes bedenken und bemerken, wie sich hier hohe Wärme mit starker Luftfeuchtigkeit vereinigt. Die Luftfeuchtigkeit ist selbst nach einer Reihe regenloser, sonniger Tage noch immer sehr hoch, der Boden des Waldes ständig feucht, weil der Wald durch seine mächtigen Kronen und seinen seitlichen Abschluß jeden Wind fernhält. Wohl werden die Bäume bei starkem Winde oft kräftig geschüttelt, bei Sturm oft sogar entwurzelt, aber nur selten bricht der Wind zwischen den Kronen der Baumriesen in das Innere des Waldes durch und schüttelt die kleineren Bäume und Büsche. Für die Austrocknung des Innenraumes bleibt er aber meist wirkungslos, da in den Nischen und Zisternen zahlreicher Epiphyten und in sonstigen Hohlräumen an Pflanzenteilen oder am Boden von früherem Regen her meist noch Wasseransammlungen vorhanden sind, deren durch den Zutritt trockenerer Luft angeregte Verdunstung rasch wieder die Luftfeuchtigkeit im Innern des Waldes in die Nähe des Sättigungspunktes bringt. Immerhin trocknet eine längere Reihe regenloser, sonniger Tage wenigstens die oberflächlichsten Teile des Bodens einigermaßen aus, so daß sich die äußersten Krumen ablösen. Das Innere des Bodens bleibt aber jahraus jahrein feucht, ist oft sogar in höchstem Maße wasserdurchtränkt, zuweilen selbst fließfähig, und es mag wohl auch einmal vorkommen, daß wir unseren Pfad durch eine breiartig weiche Masse von Erde gesperrt finden. Ein näheres Nachgehen zeigt, daß diese Fließerde durch irgend eine Verletzung des Vegetationsfilzes herausgebrochen und abwärts geflossen ist.

Wo wir bei einem künstlichen Einschnitt, wie sie z. B. Eisenbahnen vielfach verursachen, im feuchten Tropenwalde an einzelnen Stellen solche Fließerde beobachten können, da sehen wir sie ganz langsam, aber stetig unter der Vegetationsdecke als sub-

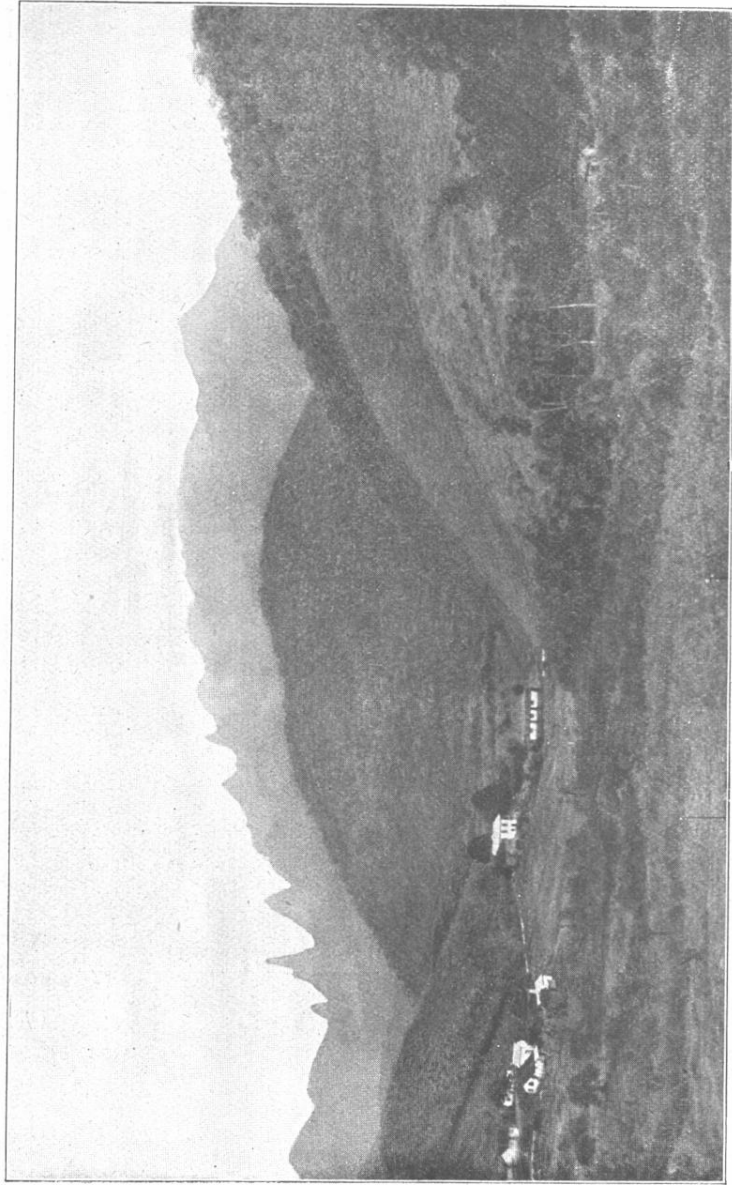
silvinen Schlammstrom hervorkommen und oberflächlich weiterfließen, während der Vegetationswurzelfilz trotz seiner durch die holzigen Wurzeln der Waldbäume bedingten ansehnlichen Starrheit in den durch den Abfluß der Erdmassen entstandenen Hohlraum sich hinabsenkt, sich also der neuen Unterlage anpaßt. Angesichts solcher Beobachtungen liegt die Vermutung nahe, daß in den feuchten Tropen streifenweise ein langsames Abwärtsfließen des Bodens unter der Wurzelschicht trotz des von diesem ausgeübten, stark bremsenden Druckes stattfindet. Dies Abwärtsfließen wird durch starken Wind voraussichtlich befördert, indem die durch das Schütteln der Bäume bewirkte Bewegung der Wurzelscheiben ein Abwärtsdrängen, ja Abwärtspumpen der durchtränkten Massen erzeugen muß.

Wenn wir den Gebirgshang aufwärts steigen, so bemerken wir, daß unser Pfad im Kalkgebirge meist steil am Hange selbst emporführt, während in den von einem Verwitterungsmantel umgebenen Formationen die Pfade gewöhnlich auf Graten und Kämmen hinziehen, denn dort wäre an den Hängen die Gefahr der Unterbrechung durch Rutschungen zu groß. An Kalksteinhängen kommen aber größere Rutschungen, soweit ich sehen kann, nicht vor, höchstens kleinere Vorgänge dieser Art oder auch Erdausflüsse, wie sie oben angeführt worden sind.

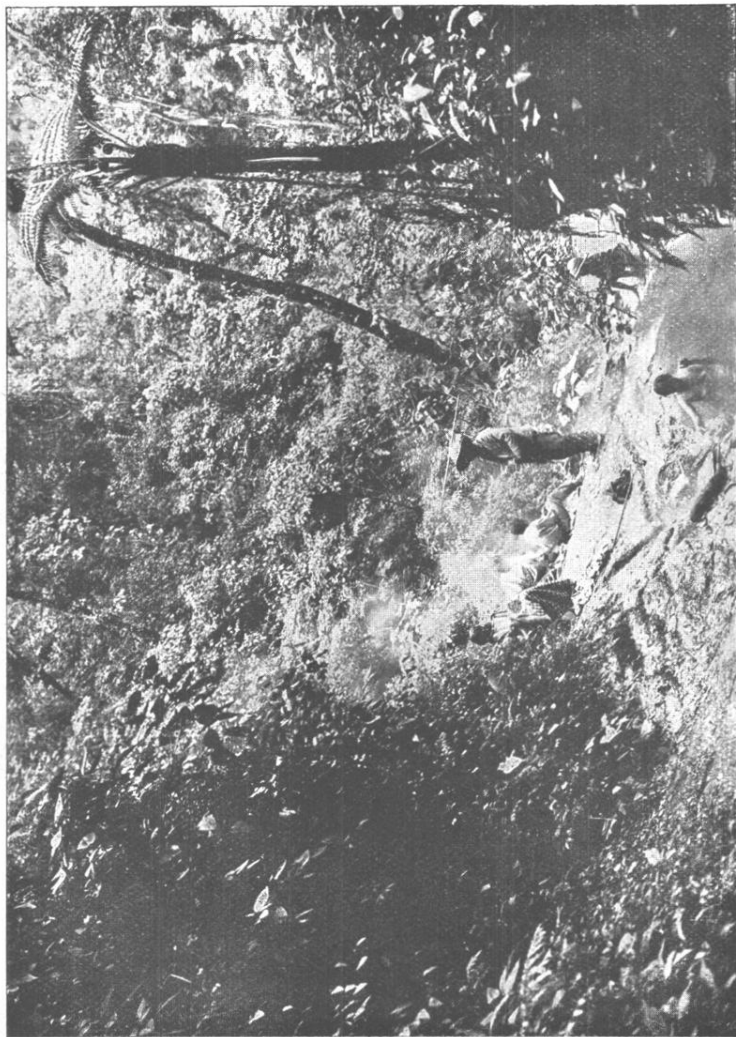
Während wir unseren Kalkberghang hinaufsteigen, wird es in dem an sich düsteren Walde dunkler und dunkler, und bald verkünden einzelne Windstöße und ferner Donner das Nahen eines Gewitters. Nicht lange, so vernehmen wir auch schon ein fernes Rauschen wie von einem Wasserfall, das rasch wachsend sich uns nähert, bis plötzlich der Regen machtvoll auf die gewaltigen Baumkronen über uns niederrauscht. Einige Augenblicke noch schützt uns das Blätterdach, dann aber werden wir mit unserer ganzen Umgebung schnell durch zahlreich niederstürzende Wassertropfen durchnäßt, deren Aufprall auf dem Boden trotz der verhältnismäßig geringen Fallhöhe die losen Bodenkrumen alsbald zum Tanzen bringt. Aber die große lebendige Kraft des frei niederfallenden Regens ist durch das Blätterdach stark abgeschwächt worden; bei einem nicht ganz unbedeutenden Teil des Regenwassers ist auch die fallende Bewegung in eine fließende umgewandelt, indem es längs Lianen, Luftwurzeln, Stämmen niederrinnt. Zahllose Einzeltropfen hüpfen auch an den mit Klettergewächsen über-

deckten Stämmen von Blatt zu Blatt wie auf einer Treppe, so daß sie ohne nennenswerte lebendige Kraft den Boden erreichen. Ein weiterer Teil des gefallenen Regens füllt die Blattrosetten epiphytischer und kletternder Gewächse und sonstige Hohlräume auf. All dies setzt die spülende Wirkung des Regenwassers herab, und in gleicher Richtung wirken die zahlreichen Gewächse des Bodens, indem sie das ab rinnende Regenwasser immer wieder aufhalten und mit seiner Geschwindigkeit auch seine Spülkraft herabsetzen; gleichzeitig begünstigen sie aber das Einsickern des Wassers in den Untergrund. Trotz alledem ist bei einem tropischen Regenguß das oberflächlich abfließende Regenwasser alsbald trübe, mit Sinkstoffen beladen, und wenn auch das Maximum der Spülwirkung unmittelbar nach Trockenperioden sich einzustellen pflegt, so fehlt es doch auch in der Regenzeit, wenn der tonige Oberflächenboden durch die Feuchtigkeit besonders gut gebunden ist, bei starkem Regen nie an Trübung. Unser Pfad ist in kürzester Frist zu einem kleinen Wildbache geworden, in dem die braunen Wassermassen wie in einem Bachbett niederstürzen und erodierend den Pfad immer tiefer legen, soweit nicht der feste Fels dem ein Hindernis bietet. Die Menge des oberflächlich abgespülten Erdreiches muß sehr beträchtlich sein; das sieht man deutlich an den zahlreichen bloßgelegten Wurzeln, das sieht man aber auch an dem Sinkstoffreichtum der rasch anschwellenden Bäche und Flüsse, der offenbar zum allergrößten Teil auf Spülwirkung, zum kleineren Teil auf Erosion und Einsturz von Uferwänden zurückzuführen ist. Besonders anschaulich hat Guppy den hohen Betrag der Abspülung zu machen gewußt, indem er erzählt, daß das Meer in den Salomonen nach einem Platzregen in einer Breite von einer halben Meile um die Inseln her trüb wäre.

Da grober Schutt an der Oberfläche fehlt, so mangelt es in tropischen Waldgebieten auch an Schutthalden am Fuß der Hänge; vielmehr steigen diese oft ganz unvermittelt aus der Ebene auf oder zeigen nur eine geringe Abflachung am untersten Ende. Die Hänge selbst zeigen oft in unerwartet großer Ausdehnung ganz gleichmäßige Böschungswinkel, was wohl in der Hauptsache auf die zahlreichen Rutschungen zurückzuführen ist: diese bewirken eine Ausgleichung der gesamten Böschung und kommen oft erst am Fuße des Hanges zur Ruhe, soweit nicht hier ein Fluß die Rutschmassen sofort entführt.



Blick auf das Orgelgebirge in Brasilien in südöstlicher Richtung, aufgenommen in etwa 1000 m Höhe oberhalb Therezopolis, Feuchte Tropen. Die steilen Bergformen der alten kristallinen Landschaft im Hintergrund erklären sich aus der überaus raschen Abtragung. Das Gebirge erreicht Höhen von 2200 m, die zweite Zacke links im Bild ist der „Dedo de Deus“ (= Gottesfinger). Aufnahme von Prof. Dr. E. Bresslau.



Urwald in der Tierra Templada von Guatemala (bei Agua Amarga zwischen Santa Maria und Zúñil). Aufnahme von G. Hurter.
Vom Anstehenden ist trotz steller Hänge gar nichts zu sehen. Der Farnbaum rechts spricht für ständig feuchtes kühles Klima.

Rutschungen bemerkt man sehr oft auch in den höchsten Erhebungen, und nicht selten kann man sehen, daß sie sogar bis zum Bergrücken oder Kamm hinaufreichen. Wo nun auf der Gegenseite ebenfalls eine Rutschung stattfand und beide sich schneiden, da wird naturgemäß der breite Rücken in einen mehr oder weniger scharfen Grat oder Kamm umgewandelt, und es ist sehr wohl möglich, daß wir auf unserer Wanderung längere Zeit auf einem breiten Bergrücken dahingehen, der dann plötzlich — meist unter Erniedrigung der Höhenlage — in einen scharfen Grat übergeht, um nach längerer oder kürzerer Strecke wieder einem Rücken Platz zu machen. Da uns im Urwalde natürlich jeder Ausblick fehlt, so können wir nur in seltenen Fällen mit Sicherheit feststellen, daß der Wandel der oberen Endform der Längserhebung mit der jeweiligen Entfernung der parallel an jedem Fuß hinfließenden Gewässer zusammenhängt: wo sie sich nähern, schneiden sich leicht die beiderseitigen Rutschungen und wandeln damit die Rückenform in eine Gratform um. Wir verstehen nun aber sehr gut, daß in manchen feuchten Tropengegenden die sonst so häufigen Rückenformen gänzlich fehlen und dafür lauter scharfe Grate auftreten. Es muß das der Fall sein, wo zahlreiche, ungefähr parallele Flüsse eine sehr rasche Tiefenerosion entwickeln und damit das Phänomen der Rutschungen begünstigen, wie das offenbar im Finisterregebirge und anderen Teilen Neuguineas, aber auch vielfach anderwärts der Fall ist. Naturgemäß neigen vor allem die Formationen zur Herausbildung von Gratformen, die chemischer Zersetzung oder, wie Tone und Tonschiefer, der Aufweichung oder mechanischen Umlagerung unterworfen sind, während das Kalkgebirge sich abweichend verhält.

Daß Kämme und Bergrücken in den Tropen so oft auf weite Strecken unterhalb der Baumgrenze kräftiger Paßseinsenkungen und wohlindividualisierter Gipfel entbehren, ist zum Teil zweifellos auf den formenschützenden Einfluß der üppigen Vegetation, zum Teil aber auch auf die gleichmäßigere, im Verwitterungsmantel selbst vor sich gehende Abtragung zurückzuführen. Doch ist der Vorgang im einzelnen bisher ebensowenig aufgeklärt, wie der der Herausbildung der Bergrückenformen. Die Häufigkeit der Rückenform ist jedenfalls vielen feuchten Tropengebieten charakteristisch; in manchen anderen, wo die Gratform vorwiegt, wird aber die Rückenform nicht selten durch die Vegetation vor-

getäuscht, indem die breit ausladenden Baumkronen leicht auf größere Entfernung den Eindruck einer darunter befindlichen breiteren Oberflächenform erwecken.

Die Vegetation ist auch in erster Linie daran schuld, daß man die kleineren Geländefalten im Landschaftsbilde nicht erkennen kann. Das wird uns besonders klar, wenn wir auf unserer Wanderung den von weitem so jugendlich frisch erscheinenden Vulkankegel erreichen und bemerken, daß derselbe von zahlreichen, zum Teil recht tief einschneidenden Radialschluchten zerschnitten ist und nur in den Kammlinien der Radialrippen noch die ursprüngliche Strukturform deutlich erkennen läßt. Desgleichen können wir im Kalkgebirge zahllose mächtige Dolinen, Schlotte und sonstige Karstgebilde feststellen, während das Waldkleid im Fernbilde keine Andeutung dieser Oberflächenformen erkennen läßt. Nur wirkliche Großformen des Geländes setzen sich im Landschaftsbilde noch deutlich durch, und da klüftige Kalksteine oder unlösliche und zugleich sehr harte Quarzite weit weniger schnell abgetragen werden als ihre starker chemischer Zersetzung unterliegende Umgebung, so werden sie aus dieser oft mit sehr schroffen Wänden gewissermaßen herauspräpariert und deuten dann schon durch ihre Form die Gesteinsart selbst im Tropenwalde an. An ihnen läßt sich auch nicht selten der morphologische Einfluß großer Verwerfungen deutlich erkennen. Außerdem ist nicht selten auch die Kammlinie sehr tief eingeschartet oder, wie bei den Cockscomb Mountains in Britisch-Honduras, sogar wild zersägt, während sonst in den feuchten Tropen erst hoch oberhalb der üppigen Vegetation gelegene, den Einwirkungen intensiven Spaltenfrosts ausgesetzte Kämme wieder ähnliche Formen auch im Gebiete chemisch zersetzbarer Formationen aufzuweisen pflegen.

Indem wir höher und höher im Gebirge aufsteigen, ändert sich auch der Charakter der Pflanzenwelt; vertraute Baum-, Unterholz- und Lianenformen treten zurück und andere an ihre Stelle. Allmählich stellen sich Moose und Flechten in immer wachsender Zahl ein; sie umziehen in dichten Lagen den Boden, die Stämme und Äste, jede Abschwemmung des Erdreiches verhindernd, und zeigen uns trotz des zufällig draußen herrschenden strahlenden Sonnenscheins an, daß wir uns in einem „Nebelwald“ befinden, d. h. in einem Walde, wo Nebel und leichter Sprühregen außerordentlich häufig auftreten, zuweilen sogar so dicht, daß

selbst um die Mittagszeit das Licht des Tages zu tiefer Dämmerung herabgemindert werden kann!

Wenn wir auf eine der vegetationslosen Bergspitzen hinaustreten und das Wetterglück uns so wohl will, daß nicht, wie gewöhnlich, Nebel uns einschließt oder allenthalben graue Wolkenfetzen aus den Tälern und Wäldern emporsteigen, indes geradlinig abschneidende Schichtwolken die großen Erhebungen verhüllen, sondern klarer Sonnenschein über dem Ganzen ruht und deutlich alle Teile des Bildes hervortreten läßt, so sehen wir von unserer hohen Warte aus ein wahres Waldmeer: überall, wohin auch das Auge blickt, dunkler Laubwald, dem höchstens in den Hochregionen auch Nadelhölzer beigemischt sind. Wald deckt die Berge und Täler und die weite, weite Ebene bis hinaus an den blinkenden Ozean. Wieder bemerken wir gar manche Kette, gar manchen Bergklotz erst nach langem scharfen Hinsehen an leichtem Schatten, der sie gegenüber der dunklen Umgebung noch heraushebt, oder an Nebelschwaden, die hinter ihnen aufsteigen. Wieder fällt uns auf, wie wenig doch eigentlich, abgesehen von den Kalk- und Quarzitbergen, oder von dem prachtvollen Vulkankegel, der unser Auge immer wieder auf sich lenkt, in diesem Bilde der geologische Bau unmittelbar hervortritt. Gewiß hat er auch hier die Grundlinien des Bildes gezeichnet, und nach unserer Wanderung wissen wir nun auch, daß sedimentäre und eruptive Gesteine in gleicher Weise am Aufbau der großen Höhenzüge beteiligt sind. Die Mehrzahl dieser Züge dürfen wir als Teile eines Faltengebirges bezeichnen; aber wir müssen zugeben, daß der Formenschatz desselben wenig von dem komplizierten Bau ahnen läßt, der dem allen zugrunde liegt. Nur an wenigen Stellen, so an Kalksteilwänden, an Flußdurchbrüchen und an Aufschlüssen, welche die rasch fortschreitende Tiefenerosion der Flüsse schafft, ist ein unmittelbarer Einblick in den Bau selbst möglich und auch hier meist nur aus der Nähe. Stundenlang können wir auf manchen Strecken wandern, ohne auch nur ein einziges Mal anstehendes Gestein in frischem Zustande zu sehen, so daß wir suchen müssen, eine rudimentäre Kenntnis des Aufbaues dieser Gebiete aus den Rollstücken der Bäche zu gewinnen. Da wir bei unserem Marsche immer wieder Einzelkämme in etwa gleicher Höhe überschreiten, schöpfen wir daraus die Vermutung, daß es sich hier möglicherweise um eine stark zerschnittene ehemalige Rumpffläche handeln

dürfte; aber wenn wir nun von oben her die Ausdehnung der vermuteten Peneplain festzustellen versuchen, so mißlingt der Versuch gewöhnlich, weil alle tief- und fernegelegenen Erhebungen zu wenig scharf hervortreten, um weitere Spekulationen über ihre Höhenlage, genauere Gestalt und Entstehungsweise zu erlauben.

Das Landschaftsbild des regenfeuchten Tropenwaldes bietet dem forschenden Auge überhaupt ein Minimum von fest umschriebenen Großformen und verhüllt uns den ganzen Schatz der Kleinformen, die doch oft geeignet wären, einen Aufschluß über den geologischen Bau zu gestatten. Die Verlegung des Abtragungsvorganges in den Verwitterungsmantel verleiht vielen Formationen weitgehende morphologische Gleichartigkeit, so daß wir unter allen nicht von geologischen oder hydrologischen Deckgebilden überdeckten Landschaften im tropischen Urwalde am allerwenigsten den unmittelbaren Einfluß des geologischen Baues auf das Landschaftsbild nachwirken sehen. Es spielt eben hier die üppige, schon in ihrem geologischen Verhalten formenvereinfachende und formenerhaltende Vegetation etwa dieselbe Rolle wie ein Deckgebilde: ein vegetatives Deckgebilde, das viele Geländeformen unmittelbar verhüllt oder mittelbar verschleiert, das in seinem gleichförmigen Grün selbst die spärlichen Lichtungen kaum erkennen läßt, die einsame Siedler in diesem Blättermeere geschaffen haben. Von den zahlreichen Flüssen und Seen des Tieflandes blitzt nur da und dort ein schmaler Wasserfaden oder eine etwas größere Wasserfläche auf und das sogar in Zeiten, wo nach schweren Regengüssen die gewaltig gestiegenen Flußwasser weit über das Bett hinausgedrungen sind und ein sehr großer Teil der Ebene eigentlich ein trüber Überschwemmungssee ist, dessen Absätze die Ebene um ein Geringes höher legen werden! Wie einförmig und einfärbig ist doch im Grunde genommen ein solches Bild, soweit nicht energisch gezeichnete Erhebungen ihm Abwechslung verleihen! Und doch übt es auf den Kenner des Landschaftscharakters meist einen unbeschreiblichen Zauber aus, sei es, daß der Wald allenthalben dampft und Nebelfetzen an den Bergen hängen, oder daß die Sonne vom klaren Himmel auf das dunkle Bild niederschaut und die Schatten etlicher Haufenwolken langsam über die Waldflächen hinziehen! Tiefe Stille rings umher! Selbst das Rauschen des Windes dringt von den tief unter uns liegenden Wäldern nicht mehr zu uns herauf. Es ruht etwas Geheimnisvolles über dem Ganzen; wir wissen, daß

diese Blätterhallen gar manche Hütte, manche Siedlung beherbergen, daß Eingeborene hier mit primitiven Waffen der Jagd obliegen, daß vielleicht alte Städte aus der Zeit einer höheren Kultur dieser Stämme grün umspinnen im Urwalde träumen; wir wissen, daß das Blättermeer eine unendliche Fülle der entzückendsten Kleinbilder bedeckt, daß dort die Bäche rauschen, die Vögel singen, das Großwild durch die Büsche bricht. Langsam verschiebt sich der riesige Schattenkegel, den der Vulkan mit sinkender Sonne über den Wald breitet, Stunde um Stunde verrinnt, und schwer nur trennen wir uns von dem geheimnisvollen Bilde mit seiner erhabenen Größe, seinem Ernst und seiner Weite, die durch die Gleichförmigkeit des Waldkleides geradezu noch gesteigert zu sein scheint, von dem bestrickenden Bann der Einsamkeit, der unser ganzes Gemüt in dieser Umgebung erfüllt!

2. Die offene Tropenlandschaft.

Wo in den Tropen der Regenfall nicht übers ganze Jahr verteilt ist, sondern sich eine langdauernde Trockenzeit einschaltet, da gedeihen immerfeuchte Tropenwälder nicht mehr, es sei denn in der Nähe von Flüssen oder sonstigen Wasseransammlungen, soweit das Grundwasser den Baumwurzeln stets die nötige Feuchtigkeit bieten kann. Wo das aber nicht mehr der Fall ist, da muß die Vegetation ihren Charakter ändern, um den veränderten Bedingungen zu genügen: die Pflanzenindividuen werden mit wenigen Ausnahmen kleiner, ihre Einrichtungen sind auf das Überstehen einer längeren Trockenzeit eingestellt (z. B. periodischer Blattfall, Reduktion der Blattflächen oder Herabsetzung der Verdunstung an den Blättern usw.). Wo noch typische Wälder auftreten, stehen die größeren Bäume in weiterem Abstände voneinander, trockenheitliebende Gewächse stellen sich in wachsender Zahl ein, Epiphyten und Lianen treten mehr zurück. Stellenweise breitet sich dichter Buschwald aus oder niedrige Dornstrauchsteppe mit vereinzelt Sukkulenten. Auf weiten Flächen aber herrschen hochwüchsige oder selbst niederwüchsige Grasfluren, von denen manche durch eingestreute Einzelbäume (z. B. Palmen, Pandaneen, Kiefern) und Baumgruppen parkartig wirken.

Die Verschiedenheiten in der Bodenbeschaffenheit wie in der Dauer der Trockenzeit bringen in Verbindung mit floristischen

Unterschieden in den einzelnen Erdgebieten eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der landschaftlichen Erscheinung der periodisch feuchten Tropengebiete hervor. In einem sind sie aber alle gleich: sie alle besitzen ein Doppelgesicht, eine Zeit üppigen Wachstums und frohen Blühens und Gedeihens und eine Zeit der Herabsetzung aller Lebensfunktionen, die sich bis zum Verdorren und Absterben der äußeren pflanzlichen Organe steigern kann. Im ersten Falle ist der Schutz, den die Vegetation ihrer Unterlage gewährt, sehr kräftig und nähert sich dem der immerfeuchten Tropengebiete, wie denn auch in dieser Zeit für Verwitterung und Abtragung ähnliche Bedingungen und Erscheinungen bestehen wie dort. In der Trockenzeit verschwindet aber der Schutz der Vegetation gegen Austrocknung, Insolation und Wind mehr oder weniger, und es werden nun die Bedingungen für mechanische Verwitterung günstig, womit auch die Abtragungs- und Aufschüttungsformen ein anderes Gesicht gewinnen. Zugleich aber ändert sich natürlich auch die landschaftliche Erscheinung dieser Gebiete mit dem Wechsel der Regen- und Trockenzeit bedeutend ¹⁾.

¹⁾ Sehr schön hat Leo Waibel in seinem stimmungreichen Buche „Urwald, Veld, Wüste“ (Breslau 1921), S. 57 ff. diesen Gegensatz für die Savannenlandschaft Kameruns herausgearbeitet:

„In der winterlichen Trockenzeit sieht die Savanne öde und traurig aus. Der Himmel ist stets wolkenlos, aber voller Staub und Dunst. Der Blick ist eingengt, Nähe und Ferne, Flächen und Berge sind in einen undurchsichtigen Dunstschleier gehüllt; alles ist unklar und verschwommen. Des Morgens liegt viel Nebel in den feuchten Tälern, der erst zwischen 8 und 9 Uhr verschwindet. Dann nimmt die Erwärmung so rasch zu, daß die durchfeuchteten Gräser unter ihren austrocknenden Strahlen knistern, als wären sie vom Feuer angesengt. Des Mittags über ist es sehr heiß, die Temperatur steigt im Schatten gewöhnlich bis 35 und 40° C. Doch ist dabei die Luft trocken, man schwitzt nur wenig. Deutlich sieht man jetzt die erhitzte Luft in leise zitternder Bewegung in die Höhe steigen. Der schimmernde Boden, die schwankenden Bäume, die mattumrandeten Berge, der graue Himmel, alles geht ineinander über; nirgends lassen sich scharfe Linien oder Umrisse erkennen. Gelblich glüht die stauberfüllte Atmosphäre, und gelb sind die Grasmeere; die Bäume sind grau und kahl. Nur die Galeriewälder mit ihren sattgrünen Farben heben sich kontrastreich aus der flimmernden, gelblichen Gräsermasse ab.

Gegen 3 Uhr setzt regelmäßig ein stoßweiser, sehr heftiger Wind ein; er weht bis in die Nacht hinein und bringt oft starke Abkühlung. Es kommt hinzu, daß bei dem wolkenlosen Himmel die Luft unge-

Nähern wir uns einer Küste mit periodisch feuchten Wäldern in der Regenzeit, so ist aus der Ferne ihr Anblick nicht wesentlich verschieden von dem immerfeuchter Wälder. Auch wenn wir in ihrem Innern wandern, ist der Eindruck trotz recht verschiedener Zusammensetzung der floristischen Elemente, trotz starken Hervortretens von Sukkulenten und anderen Xerophyten, trotz reichlicher Überreste früheren Blattfalles nicht allzu andersartig, da der Abschluß gegen Licht und Wind und die Einengung des Gesichtsfeldes übereinstimmen. Aber wie so anders gestaltet sich's, wenn Trockenzeit herrscht, die Mehrzahl der Bäume sowie der Sträucher und Büsche des Unterholzes ihre Blätter verloren hat und Wind und Sonne bis zum Boden dringen können, soweit nicht die gefallen Blätter einen gewissen Schutz gewähren! Dann wird der Blick des Wanderers im Wald meist nur mehr durch kahle Äste und Zweige etwas gehemmt, zwischen denen hindurch sich die weitere Aussicht betrachten läßt, und von fern gesehen lassen die entlaubten Wälder bereits manche Einzelheiten der kleineren Geländeformen erkennen, wenngleich ein gewisses Maß von Verschleierung immerhin noch stattfindet.

hindert ausstrahlen kann; so sinkt die Temperatur des Nachts oft bis auf 3° herab. Frost kommt dagegen nur in großer Höhenlage vor. Immerhin sind auch in den tiefliegenden Flächen die Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht in der Trockenzeit sehr bedeutend.

Überall wird jetzt das hohe, dürre Gras von den Eingeborenen abgebrannt und angezündet. Allabendlich wälzen sich die Feuer in glutroter Linie auf der Ebene heran oder ziehen in Schlangenwindungen einen Berghang hinauf. Auf diese einfache Art wird das Land hier von den Eingeborenen gerodet, das hohe Gras wird zur düngenden Asche verbrannt, und Raum für frisches Gras und neue Felder wird gewonnen. Rasch verbrennt das dürre Gras, und rasch wandert die Feuerlinie weiter. Eidechsen, Schlangen und zahllose Heuschrecken werden von den Flammen aufgescheucht und fallen einem Heer von Raubvögeln zum Opfer, die sich bei jedem Grasbrande einfinden. Für den Menschen werden diese Brände selten gefährlich; er kann ihnen bei genügender Vorsicht immer ausweichen oder sich mit raschem Sprung zwischen den brennenden Grasspengeln in Sicherheit bringen. Anders ergeht es dem verängstigten Wild. Die Antilopen vor allem werden in kreisförmig angelegten Feuern eingeschlossen und dann oft massenhaft von den Eingeborenen niedergemetzelt. Auch der Baumwuchs leidet sehr durch diese Brände; im Nu sind Blätter und Knospen zerstört, die Zweige versengt und die Stämme angekohlt. Furchtbar öde sieht diese gebrannte Savanne aus mit den ärmlichen

Je kleiner aber die Holzgewächse werden, desto eher können wir schon aus der Entfernung die Geländeformen erkennen. Bei niedrigen Strauchsteppen tritt die ganze Geländegestaltung schon von weitem völlig plastisch hervor, während sie selbst dem darin befindlichen Wanderer den Gesichtskreis nicht einengen. Anders freilich ist es bei hochwüchsigen Buschwaldungen, die selbst bei Blattfall den Rundblick für den Wanderer erheblich erschweren, bei voller Belaubung ihn aber gänzlich unmöglich machen. Auch in den lichten Waldungen, die aus immergrünen Bäumen (z. B. in Zentralamerika oder Mexiko aus Eichen oder Kiefern) bestehen und meist nur wenig oder gar kein Unterholz enthalten, ist der Ausblick bei dichterem Zusammendrängung der Bäume zu jeder Jahreszeit dürftig, die Verschleierung des Geländes aus der Ferne noch bedeutend. Meist ist freilich die Bestockung solcher Wälder sehr dünn, so daß immer wieder größere oder kleinere Flächen sich einstellen, wo der Blick wenig behindert ist. Am offensten ist die Rundsicht dagegen in niederwüchsiger Grasflur, denn hier hindert nichts mehr die Umschau. Auch von weitem gesehen werden selbst in der Regenzeit alle irgend nennenswerten Falten

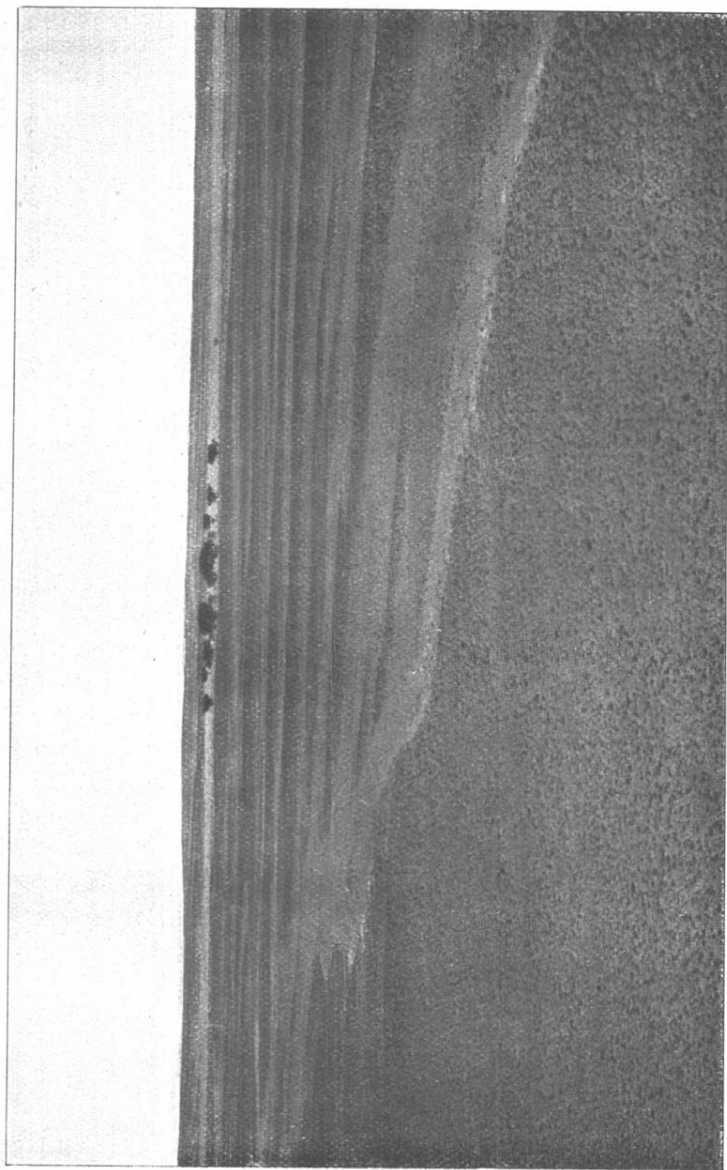
Baumgestalten über dem rußig-schwarzen oder aschgrauen Boden und den vereinzelt stehengebliebenen Grasstengeln.

Im März, April ändert sich das Landschaftsbild. Der Himmel hellt sich auf, der Dunst verschwindet, weiße Haufenwolken verteilen sich auf der tiefblauen Himmelsflur. Die Luft wird klar und rein, und weithin kann das Auge über ferne Flächen und isolierte Berge hinschweifen. Später verdichten sich die weißen Wolkenballen zu dunkeldrohenden Schichtwolken; wie eine schwarze Mauer wälzen sie sich heran, der erste Donner rollt von fernher über die schweigende furchtsame Landschaft. Vor der dunklen Wolkenwand treibt ein sturmartiger Wind graue oder rotbraune Staubwirbel einher und läßt sie wie Türme hoch zum Himmel steigen. Dazwischen wieder sieht man für einige Augenblicke in klare blaue Fernen. Dann kommt der Sturm näher, der Himmel schließt und verdunkelt sich, Blitz und Donner folgen in fürchterlichen Schlägen rasch aufeinander, und zuletzt prasselt ein heftiger Regen zur dürstenden Erde nieder. Der zerrissene, ausgetrocknete Boden ist in kurzer Zeit durchtränkt und aufgeweicht, in breiten Lachen fließt das lehmgelbe Wasser zwischen den Gräsern hindurch ab. Nach einer Stunde ist alles vorbei, der Himmel ist friedlich und tiefblau, die Sonne scheint lächelnd, und die Luft ist angenehm frisch.

Alle zwei bis drei Tage stellt sich nun ein solcher „Tornado“ ein; sie treten oft zu mehreren hintereinander des Nachmittags oder in der



Periodisch feuchte Tropenlandschaft. Blick auf die Fazenda Gorduras der S. João d'El Rey Mining Co. (Villa Nova da Lima) in der Serra do Curral, südlich Bello Horizonte (Minas Geraes). Das Haus der Fazenda in etwa 800 m Höhe gelegen. Das Gebirge erreicht etwa 1000 bis 1200 m, es besteht aus stark eisenhaltigen Schieferen und wird von einem Quarzitband (der zackige Grat) durchsetzt. Das Haus der Fazenda liegt in einer Rodung (Roca) auf einer kleinen Anhöhe. Typischer Galeriewald in allen Tälern des Gebirges, dessen Höhen unbewaldet und von Grasfluren bedeckt sind. Aufnahme aus etwa 950 m Höhe unmittelbar über der Waldgrenze. Aufnahme von Prof. Dr. E. Bresslau.



Sserir, Kieswüste zwischen Uadi Raján und Bahr el Uáh. Im Hintergrund sandüberwehte Wanne mit einzelnen Akazien.
Aufnahme von Prof. Dr. E. Stromer v. Reichenbach, Januar 1911.

und Erhebungen des Geländes klar erkennbar. Naturgemäß ist der Schutz des Untergrundes gegen Sonnenbestrahlung und Windwirkung wie auch gegen oberflächliche Abspülung in solchen Grasfluren in der Regenzeit nicht bedeutend, aber in der Trockenzeit vollends geringfügig. (Anders freilich gestalten sich landschaftlicher Eindruck und Vegetationsschutz in hochwüchsigen Grasfluren, wo mehrere Meter hohe Gräser über Roß und Reiter zusammenschlagen und natürlich Kleinformen des Geländes völlig verhüllen.)

Wenn wir von irgend einer beherrschenden Höhe bei klarer Luft einen Rundblick genießen, so fällt uns leicht trotz mannigfacher, zum Teil sogar sehr tiefgreifender Unterschiede eine gewisse Ähnlichkeit der landschaftlichen Erscheinung und der Formenausgestaltung mit unseren heimatlichen Gebieten auf. Das kann uns nicht so sehr verwundern, wenn wir bedenken, daß hier wie dort das Pflanzenleben während einer längeren Zeitdauer fast völliger Ruhe verfällt, daß also die Trockenzeit hinsichtlich des Verhaltens gegen Verwitterung und Abtragung bis zu einem gewissen Grade unserem Winter entspricht, soweit derselbe noch keine Schneedecke und allgemeine Froststarre aufweist.

Nacht auf, die Vormittagsstunden sind immer klar und sonnig. Die Temperatur zeigt nicht mehr die großen Schwankungen zwischen Tag und Nacht, sie bleibt sich mehr gleich. Besonders bei bedecktem Himmel ist es sehr schwül, und man schwitzt dann eigentlich dauernd. Doch jeder auch nur kurze Regenfall bringt sofort Abkühlung, und die ganze Natur atmet auf. Das junge Gras, das seltsam keck und munter auf hohen Erdbulnen steht, trieft und glänzt vor Feuchtigkeit; auf dem jungen, üppigen Laub der Bäume und Sträucher glitzern tausend Regentropfen, in flachen Vertiefungen haben sich kleine Seen gebildet. Die Bäche und Flüsse füllen sich mit neuem Wasser und rauschen schnell zu Tale. . . . Das Mannah des Himmels ist gefallen, und froh und eilig entwickelt sich alles Leben. Die Insekten treten plötzlich wie aus dem Nichts hervorgezaubert in großen Massen auf, zahlreiche Vögelchen fliegen munter umher und singen ihr einfaches, aber herzliches Lied. Die Büffel und Antilopen verbreiten sich paarweise über die weiten Flächen und äsen das grüne, frische Futter.

Das wiesenartige Aussehen der jungen Gräser, die verkümmerten Bäume, die sich im Winde schütteln, der Blick, der sich träumerisch in weite Fernen verliert, all das erinnert uns jetzt mit Macht an eine nordische, heimische Landschaft. Doch die Sonne, die senkrecht über unserem Haupte strahlt, der tiefrote Boden und die Hütten der Eingeborenen gemahnen uns daran, daß wir uns weit von der Heimat entfernt in Afrika und fast unter dem Äquator befinden.“

Verschwunden ist in der periodisch feuchten Tropenlandschaft die alles beherrschende Rolle der Vegetation, wie wir sie im feuchten Urwaldgebiet jahraus jahrein beobachten, verschwunden das stetige tiefe Grün; vielmehr herrscht hier bereits — abgesehen von den immergrünen Wäldern — ein starker Formen- und Farbenwechsel durch den Blattfall der Hoch- oder Niederwälder und das Grünen und Verdorren der Grasfluren. Auch insofern nähert sich in vielen Fällen die periodisch feuchte Tropenlandschaft der feuchten Landschaft der mittleren Breiten, als hier wie dort die menschliche Besiedlung und Kulturarbeit häufig einen wesentlich größeren Raum beansprucht als in den regenfeuchten Tropen, wo der Wald als ein schwer zu bezwingender Feind der menschlichen Kultur angesehen werden muß.

In der Tat, wenn wir von einem Aussichtspunkt aus die Landschaft betrachten, so fällt uns vielfach auf, wie zahlreiche menschliche Städte, Dörfer und Einzelsiedlungen in dieselbe eingestreut sind, wie allenthalben Wege sie durchziehen und Felder, Baumpflanzungen, Viehweiden an die Stelle der Flächen mit natürlicher Vegetation getreten sind. All das bietet eine Summe von Abwechslung, die bei geeigneter Gruppierung von vorteilhaftester Wirkung für das Landschaftsbild werden kann, wobei freilich von Erdteil zu Erdteil, von einem Kultur- und Völkergebiet zum andern sehr große Unterschiede sich einstellen. Gerade so wie in den einzelnen Erdgebieten oft schon aus pflanzengeographischen Gründen trotz eines gleichartigen Habitus der Pflanzenwelt mancherlei markante Unterschiede sich ins Landschaftsbild einschleichen können, so geschieht es auch nach der Art der angebauten Kulturpflanzen: ob Tee, Kaffee, Kautschukbäume oder Kokospalmen, ob Mais, Reis, Hirse oder Taro angepflanzt sind, bedeutet vermöge der landschaftlich recht verschiedenen Erscheinung der Pflanzungen immerhin nicht wenig für unser Bild, und ebenso ist es mit der Bauart der Wohnhäuser: ob dieselben rechteckigen, ovalen, runden Grundriß haben, ob Giebel- oder Walmdächer, Kegel- oder Bienenkorbdächer vorwiegen, ob ein flacher Abschluß gebräuchlich ist, ist für das Landschaftsbild von großer Bedeutung; nicht minder die Art der Siedlungen und der Kulturgebäude: wie sehr vermißt z. B. unser Auge in indischen oder javanischen Kulturlandschaften die uns so sehr gewohnten Kirchenbauten, die uns dagegen wieder in den Indianergebieten

Mittel- und Südamerikas so heimatlich-vertraut anmuten! Aber selbst in den Landschaften der periodisch feuchten Tropen, die einer nennenswerten Beteiligung des Kulturelementes entbehren, tritt uns, wie schon erwähnt, manche Ähnlichkeit in der Erscheinung der Oberflächenformen entgegen. Deutlich erkennen wir hier schon die Hauptzüge der morphologischen Gliederung der Erhebungen: die Kammlinien zeigen meist energisch auf- und absteigenden Verlauf, Querkämme, in weit vorgeschobenen Vorbergen endigend, zweigen von dem meist rückenförmigen Hauptkamm ab, und auch die Vorberge selbst sind durch Vorsprünge, Rippen, Seitenkämme kräftig gegliedert. Deutlich erkennen wir selbst auf große Entfernung hin die Gestalt und die Verzweigungen der Täler. Größere Tal- oder Küstenebenen schalten sich in das Bild ein und erhöhen durch ihre starke Betonung der Horizontalen den Reiz der Gebirgslandschaft ringsum. Ein genauere Blick auf den Formengehalt und die Taldichte der einzelnen Gebirgsabschnitte zeigt uns auch bald, daß hier, wo die mechanische Verwitterung wieder den Ausschlag gibt, eine weit größere Individualisierung nach der Art des Gesteins stattfindet als im immerfeuchten Nachbargebiet, daß die physiognomische Erscheinung je nach Gesteinsart rasch und deutlich wechselt und der geologische Bau, ähnlich wie bei uns, sich in der Landschaft zum Teil schon recht deutlich ausspricht. Wohl ist mit Ausnahme großer Durchbruchstäler und vereinzelter Kalk- oder Sandsteinfelswände Anstehendes unmittelbar meist nicht zu sehen; dazu sind der Betrag der Verwitterung und die Dichte des Pflanzenkleides doch zu groß. Aber es treten in vielen Fällen schon neben den gröberen, wenig gegliederten und wenig zertalten Kalkgebieten sehr deutlich die stärker gegliederten und reicher zertalten Strecken eruptiver Gesteine und die ein Maximum von Gliederung aufweisenden Schiefer-, Ton- und Mergelberge scharf heraus. Wir gewinnen zwar in den Schichtenbau noch keinen unmittelbaren Einblick; allein der Wechsel wenig geneigter harter und weicher Schichten macht sich in Form von deutlich ausgeprägten Landterrassen, Landstufen schon bemerkbar, und im Grasland sind Gänge härterer Eruptivgesteine oder größere Quarzadern und Quarzitbänder oft so herauspräpariert, daß man sie schon aus der Ferne erkennt (vgl. Bild bei S. 64), während z. B. der Serpentin sich manchmal schon von weitem an dem roten Farbton seiner

Verwitterungsrinde durch eine dürrtige, verdorrte Vegetationsdecke hindurch erkennen läßt.

Sehr auffällig ist in den periodisch feuchten Gebirgslandschaften die breite Rückenform vieler Hauptkämme, bei denen man manchmal im Zweifel sein kann, ob es nicht vielleicht Überreste einer älteren Einebnungsfläche sind, oder aber ob hier ein Einfluß des kräftigeren Höhenwaldes vorliegt, der sich entwickelt hat, weil die hochgelegenen Kämme von dem im Windschatten der Hauptgebirgsscheide fließenden Passatwinde noch ansehnliche Niederschläge beziehen. Letztere Deutung scheint die richtigere zu sein, da auch an Stellen, wo erstere sicher nicht zutrifft, die breite Rückenform ebenfalls auftreten kann. Aber daneben finden sich doch auch schon gratartige Hauptkämme mit kräftigerer Schartung und Gipfelindividualisierung. Und doch zeigt das Ganze selbst in Fällen, wo Höhen von 3000 m noch weit überschritten werden — die Waldgrenze reicht in den Tropen oft an 4000 m heran —, noch durchaus Mittelgebirgscharakter, wenngleich nicht mehr ganz in dem Maße wie regenfeuchte Tropengebirge ähnlicher Größenordnung, weil bei dem weiteren und klareren Blick, der im periodisch feuchten Gebiet gegeben ist, die wirklichen Größenverhältnisse viel mehr zur Geltung kommen als dort, wo das schätzende Auge meist vergeblich nach einem Vergleichsmaßstab sucht.

Die deutlichere Herausarbeitung der Formen im periodisch feuchten Tropengebiet bringt einen weit größeren Formenreiz in das Landschaftsbild, als es im Urwald der Fall ist, aber es erweckt auch, wenngleich oft mit Unrecht, den Eindruck einer viel stärkeren Abtragung, eines höheren Alters als in jenem Nachbargebiet, wo die tatsächliche oder aber auch nur die scheinbare Rundung der Formen bei bedeutenden Größenverhältnissen den Gedanken an eine schon weit vorgeschrittene Abtragung in vielen Fällen weniger leicht aufkommen läßt. Die Herausmodellierung der Formen weicht so sehr von der der Urwaldgebiete ab, daß es deutlich wird, daß hier andere Kräfte der Verwitterung und Abtragung am Werke sind als dort. Wohl herrscht auch hier während eines Teiles des Jahres chemische Verwitterung und starker Regenfall, aber die Produkte dieser Verwitterung krümeln ebenso wie die ausgetrockneten äußersten Partien erweichter Tone und Mergel bei Beginn der Trockenzeit und starker Insolation

leicht ab, soweit sie nicht von der Vegetation festgehalten sind. Sie werden daher da, wo der Wind in stärkerem Maße Zutritt gewinnt, wie in niederwüchsigen Grasfluren (namentlich solchen, die zwischen den einzelnen Grasbüscheln kleine Streifen kahlen Bodens lassen: Steppen), entweder zum Abrollen an den Hängen gebracht oder aber unmittelbar durch die Lüfte entführt. So kommt es, daß wir an Hängen mit dürrtlicher Vegetation meist eine sehr seichte Bodenkrume vorfinden, während in den Vertiefungen des Geländes oft mächtige Ansammlungen humosen schweren Tonbodens zu treffen sind. Diese weichen während der Regenzeit oft zu furchtbaren Sümpfen auf und weisen darum Standortbedingungen auf, die nur besonders konstruierten Gewächsen noch ein Gedeihen ermöglichen. Die Eigenart der Vegetation macht daher schon von weitem derartige periodische Sumpfflächen kenntlich, die in der Trockenzeit von tiefen Trockenrissen durchzogen sind, wie die Jicarales von Zentralamerika.

Die fortgesetzte intensive Besonnung in Verbindung mit den während der Trockenzeit recht bedeutenden Temperaturschwankungen bewirkt nun eine recht ansehnliche mechanische Verwitterung, so daß die Berghänge, welche aus leicht zerfallenden Formationen (wie Glimmerschiefer, Gneis, Granit u. dgl.) aufgebaut sind, oft von losen Fragmenten der betreffenden Gesteine ganz bedeckt sind.

Nicht selten kann man beobachten, daß an steilen Bergen der Wind diese Fragmente der Schwerkraft überliefert, so daß sie — freilich meist nur Schritt für Schritt und Stufe um Stufe — den Hang hinabrieseln, hinabrollen und sich in etwas größerer Zahl am Fuße desselben anhäufen. Die Hauptarbeit der Abtragung kommt aber dem spülenden Regenwasser zu, das im Beginn der Regenzeit verhältnismäßig sehr große Mengen losgelösten Gesteinsmaterials vorfindet und dank den starken Regenmengen der ersten Platzregen gleich in großen Massen talabwärts spülen und den Bächen und Flüssen zu weiterer Verfrachtung zuführen kann. Infolgedessen sind auch die Flüsse dieser Gebiete bei Beginn der Regenzeit geradezu überlastet nicht nur mit feinen Sinkstoffen und Sanden (vorwiegend Rückständen chemischer Verwitterung), sondern auch mit groben Produkten mechanischer Verwitterung, die als Kiesbänke langsam abwärts wandern und bei Niedrigwasser riesige Strecken an den Säumen der

nun klein gewordenen Wasserrinnen bedecken können. Bei reinen Urwaldflüssen ist dagegen die Geröllführung recht mäßig, die Sand-, Schlamm- und Schlickführung aber sehr bedeutend. Ob in den immerfeuchten oder den periodisch feuchten Tropen das Maß der Abtragung absolut oder wenigstens mit Rücksicht auf die fallende Regenmenge größer ist, das ist eine Frage, die zurzeit noch nicht gelöst werden kann, da Messungen der Geröll- und Sinkstoffführung an einwandfrei geeigneten Tropenflüssen bisher nicht in genügender Menge vorliegen. Für das Auge scheint jedenfalls die Abtragung in den periodisch feuchten Gebieten noch stärker zu sein, da die kräftige Einzelausmodellierung des Geländes die morphologischen Wirkungen der Abtragung auffälliger heraushebt und die dürtigere Vegetation deren wirklichen Betrag weniger verhüllt als im feuchten Waldgebiet. Das fällt uns am meisten auf, wenn wir in der offenen Tropenlandschaft einen Vulkan genauer betrachten und erkennen, daß seine Konturlinien noch unverfälscht die ursprüngliche Strukturform vor Augen führen, während die bei der dürtigen Pflanzendecke weithin leicht sichtbaren tiefen Radialfurchen uns den doch schon recht weit vorgeschrittenen Abtragungsprozeß sehr auffällig machen. Und wenn wir genauer hinsehen, so erkennen wir an dem Vulkan auch wohl noch deutlich einzelne Lavaströme, manche herausgewitterte Lavabänke und -gänge und gewinnen in dem durch einen Barranco (Schlucht) weit geöffneten Krater einen guten Einblick in den Aufbau der Gipfelregion des Berges. Es wird uns also auch an diesem jugendlichen Objekt schon der unmittelbare Einfluß des Baues auf die Erscheinung und Oberflächengestaltung dank der spärlichen Vegetation deutlich, während ein gleich stark abgetragener und gleichartig gebauter Vulkan uns in feuchter Urwaldbedeckung nicht viel mehr als die Tatsache einer Öffnung des Kraters von weitem erkennen ließe.

Scharfe Zacken und Spitzen, jähe Felstürme und Basteien suchen wir aber in den Gipfelregionen unseres Vulkans meist ebenso vergeblich, wie in den benachbarten Faltengebirgen, obgleich ziemlich scharfe Grate in beiden Arten der Erhebungen vorkommen. So sehr wir uns durch den offeneren Landschaftscharakter und den besseren Einblick in den geologischen Bau, durch die schärfere Ausmodellierung und den größeren Formenreichtum des Geländes trotz stärkster Verschiedenheit der gesamten

Lebewelt in den periodisch feuchten Tropen an die humiden Landschaften der mittleren Breiten erinnert fühlen, so fällt uns doch auf, daß trotz der sehr bedeutenden Höhen unserer Landschaft die jähren Formen unseres Hochgebirges fehlen. Wir dürfen annehmen, daß daran vor allem der viel höhere Verlauf der Vegetationsgrenze, sowie das Fehlen intensiver Frostverwitterung schuld seien.

In manchen Gegenden Afrikas, Indiens, Australiens, Südamerikas bemerken wir unvermittelt aus der Ebene aufsteigende sehr steile Felsberge, die man wegen ihres isolierten Vorkommens und ihrer eigenartigen Gestaltung als Inselberge bezeichnet hat. Das sind nun wahre Fremdlinge in dieser Landschaft, und es ist oft schwer, ihre Entstehung einwandfrei zu deuten. Es ist wohl möglich, daß Passarge recht hat, wenn er viele derselben als Zeugen einer anderen klimatischen Gestaltung der Vorzeit, als Produkte eines Wüstenklimas auffaßt. —

Heiß brennt über uns die Sonne, deren Schatten scharf alle hoch aufragenden Gegenstände abzeichnen; trockene Luft umspült uns und ein leichter Wind läßt uns die große Hitze weniger empfinden. Ein prachtvolles weites Landschaftsbild mit regster Abwechslung der Formen, Farben und Eindrücke nimmt unser Auge wahr: wir sehen weite Ebenen mit reich bebauten Feldern und blühenden Siedlungen, mit großen Baumpflanzungen und weiß hinziehenden Wegen, ansehnliche blaue Seen mit vielgestaltigen Ufern, reich gegliederte Berg- und Stufenlandschaften, an deren Rand etliche von Radialfurchen durchzogene Vulkane sich erheben. Gelbliche Farbentöne herrschen in den Grasfluren und Strauchsteppen, graubraune in den blattlosen Trockenwäldern, grüne in den bewässerten Fluren zu unseren Füßen; weiße Wolkenballen ziehen am Himmel dahin: es ist ein großes und reiches Bild, in dem eigentlich nur manche Einzelheiten unserer unmittelbaren pflanzlichen Umgebung und die brütende Hitze, welche die Luft um uns her über der gelben Grasflur erzittern läßt, noch bedeutsamer aber der hohe Stand der Sonne uns daran erinnern, daß wir in den Tropen sind. Und wenn Ähnlichkeiten mit unseren Landschaften der gemäßigten Zone uns immer wieder auffallen, so ist die bedeutendste doch die allgemeine Übereinstimmung in der Herausbildung der Oberflächenformen neben verhältnismäßigem Zurücktreten der Vegetation. Die erstere Tatsache erklärt sich aus den ähnlichen morphologischen Einwirkungen oberflächlich fließenden Wassers bei mäßigem, zeit-

weise aussetzendem Vegetationsschutz. Das letztere Moment bedeutet gegenüber dem Landschaftsbild der immerfeuchten Tropen das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal. Es bedingt in letzter Linie den hohen Reichtum an Formen und Farben dieser Landschaft, der ihr wohl im allgemeinen ein absolutes Übergewicht über die tropische Urwaldgegend verleiht, ihr aber andererseits auch nicht so viel Eigenart und geheimnisvollen Reiz zugesteht als jener: es ist eben eine offene Landschaft, während jene eine durch den Schleier einer alles überdeckenden Vegetation verhüllte, verschlossene Landschaft darstellt.

3. Tropische und subtropische Wüsten- und Halbwüstenlandschaft.

Haben wir schon in der offenen Tropenlandschaft, d. h. Tropengebieten mit längerer scharf ausgeprägter Trockenzeit, eine wahre Stufenleiter nachlassender Vegetationsbedeckung und damit wachsender Bedeutung physikalischer Verwitterung von den regen-grünen und immergrünen Hochwäldern an bis zu den niederwüchsigen Strauchsteppen und Grasfluren kennen gelernt, so treffen wir über diese Grenzen hinausgehend in Gebieten mit sehr kurzen Regenzeiten oder aber mit nur unregelmäßig auftretenden, manchmal jahrelang ganz aussetzenden Niederschlägen einen noch viel bedeutenderen Nachlaß der Vegetationsbedeckung, womit eine gewaltige Änderung in den Verwitterungs- und Abtragungsverhältnissen, wie auch in der landschaftlichen Erscheinung bis zu den extremsten Wüstentypen hin sich einstellt.

Wenn wir in den Übergangsgebieten, den Halbwüsten, meist noch eine verhältnismäßig ansehnliche Pflanzendecke vorfinden, so zeigt sie doch den Savannen gegenüber insofern bedeutsame Unterschiede, als zwischen den einzelnen Vegetationsbüscheln und -inselchen bereits größere Flächen kahlen Bodens auftreten und demgemäß Insolation und Wind neben dem — zwar seltenen, aber dann machmal sehr heftigen — Regenfall eine sehr bedeutende Rolle gewinnen. Hier tritt schon der Fall ein, daß die oben erwähnte Verwitterung von innen heraus durch den Wind und die sehr hohe Lufttrockenheit eingeleitet wird, und daß infolge der Einwirkungen der letztgenannten Faktoren auch Salze und andere Ausblühungen auftreten können; diese aber wirken ihrerseits

wieder auf den Charakter der Vegetation zurück, da nur besonders angepaßte Pflanzen auf solcher Unterlage gut fortkommen, also auch reichlicher sich einstellen.

Die Vegetation übt trotz ihrer geringen Flächenausdehnung noch einen nicht unbedeutenden Schutz aus. Ihm aber gesellt sich oft noch ein weiteres Schutzelement zu in Form verkittender Effloreszenzen, namentlich Kalkkrusten, die wegen ihrer Wasserundurchlässigkeit zwar die Entstehung kräftig wirkender Flächenspülung (Schichtfluten) begünstigen, aber andererseits die Windwirkung herabsetzen. Darum wird hier, wie Passarge zuerst hervorgehoben hat, reichliches Auftreten von Huftieren morphologisch wichtig, da sie die Kalkkrusten und die Rinde der Steppensande zermahlen und damit dem Wind die Möglichkeit zur Entfernung des feinen Staubes schaffen, unter Umständen selbst „Pfannen“ aushöhlen¹⁾.

¹⁾ Freilich versagt diese Erklärung für Riesengebilde dieser Art (vgl. F. Jäger in den Verhandlungen des 20. deutschen Geographentages in Leipzig 1921). Sehr anschaulich schildert L. Waibel (a. a. O. S. 161 f.) ein solches Gebilde:

„Pfannen nennt man in Südafrika wannenartige Vertiefungen der Erdoberfläche, die aus Lehm oder Ton bestehen, in der Regenzeit mit Wasser angefüllt sind und in der Trockenzeit Salzausblühungen aufweisen. Die 120 km lange und 50 km breite Etoschapfanne ist eine der größten Naturerscheinungen dieser Art. Dunkle Dornwaldufer mit weiten Buchten goldgelber Grasstreifen umgeben die Pfanne. Von einer mit Aloe bestandenen Kalkterrasse bricht sie mit mehrere Meter hohem Steilabfall hinab. Unten folgen rotviolette Brackbüsche und Tausende von rosaroten kleinen Kieseln und Achaten. Dann kommt eine Zone weißer Salzausblühungen, und zuletzt dehnt sich tischglatt, unermesslich wie das Meer, nach allen Seiten der vollkommen kahle, graugrüne Tonboden der Pfanne. Rätselhaft, grauenvoll, unheimlich wie ein verschleiertes Gespenst, tritt sie dem Menschen entgegen. Es fehlt jeder Maßstab zur Beurteilung ihrer Größenverhältnisse, jeder Vergleich zum Verständnis ihres Wesens.

Des Morgens erhebt sich die Sonne glühendrot, wie verschlafen, rasch von ihrem Lager und wirft glänzende Goldstreifen über die mattfarbene Fläche . . . Über Mittag bringen ihre senkrechten Strahlen das tote Meer in Bewegung. Graue, 1 m hohe Flammen züngeln über dem Tonboden und über der Salzkruste kocht weiße Glut. Bläuliche Stellen daneben spiegeln wie Wasser. Im grünen, grauen, weißen Dunst verschwindet alles, der Himmel, die Pfanne, der Horizont. Hohe Staubwolken mit breiten Schneckenfüßen treibt der Wind über die weite Bahn . . . Des Abends löschen lange Schatten die brennende

Obgleich sich die Tätigkeit des Windes hier noch nicht voll entfalten kann, so trägt sie doch schon viel zur Abtragung und Aufschüttung bei; Flächenspülung und Wassererosion wirken daneben, und alle Kräfte zusammen führen zur Herausbildung von Landschaften, deren Höhen durch Kerbtäler kräftig zerschnitten sind. Die Eigenheiten des geologischen Baues treten schon sehr deutlich hervor. Mächtige Schuttböschungen ziehen sich am Fuße der Gebirge hin, in den Vertiefungen des Geländes aber dehnen sich Schuttflächen und Salztonebenen, Sandfelder und steinige Hamâdaflächen aus, indes da und dort unvermittelt noch steile Inselberge hervorragen. Die Vegetation tritt in diesen Landschaften meist schon so sehr zurück, daß sie eine nennenswerte Verhüllung der Formen nicht mehr auszuüben vermag. Ihr tatsächlicher Einfluß auf die Abtragung und damit auch auf die Formenentwicklung übertrifft hier bereits ihre optische Bedeutung als Hüllmittel im Landschaftsbild.

Aber in der eigentlichen Wüste tritt sie doch in jeder Hinsicht noch weit mehr zurück. Oft vermißt das Auge auf weite Strecken den freundlichen Anblick vegetativen Lebens ganz, und selbst da, wo es tatsächlich in nicht unbeträchtlichem Ausmaß vorhanden ist, wo z. B. weite Strecken mit isolierten Einzelpflanzen geradezu übersprenkelt sind, tritt sie landschaftlich nicht mehr kräftig hervor, weil häufig die oberirdischen Organe geringfügig sind und auch durch ihre Eigenfarbe wenig auffallen. Dagegen reichen ihre unterirdischen Organe oft außerordentlich weit in die Tiefe und können unter Umständen eine kräftige Schutzwirkung gegen Abtragung durch Wind ausüben. In anderen Fällen sind

Glut. Der Himmel färbt sich goldbraun wie eine große Bronzeglocke, geht nach oben in ein zartes, blasses Grün über. Darunter dehnt sich das dunkle Waldufer des Salzsees, und davor leuchtet der Pfannenboden wie Neuschnee. Ein riesengroßes Leichentuch spannt sich über das tote, trockene Meer. Der kahle Boden kühlt sich rasch ab. Die nackte Erde friert. Kaltes Grauen strahlt der leblose Körper aus.

Eine erschreckende Wüste und Einöde ist die Etoscha für den Menschen und im weiten Bogen führen seine Pfade um sie herum. Nur an der Südseite der Pfanne findet sich reiches Tierleben. Hier tritt das unterirdische Wasser des großen Karstgebiets in zahlreichen Quellen zutage. Dunkelgrüne, satte Riedgräser und Binsen wachsen an solchen Stellen und säumen gleich einer grünen Brandung die weißen Ufer des Salzsees.“

die oberirdischen Organe geradezu geeignet, Sand und sonstige mineralische Flugbestandteile zu sammeln und festzuhalten. Flächenhafte Vegetationsdecken fehlen in der typischen Wüste völlig, und wenn in ihr die Pflanzenwelt landschaftlich eine Rolle spielt, so geschieht es vielfach durch das Auftreten etlicher auffälliger Gewächse, die dann zu einer charakteristischen Staffage werden können, wie gewisse Kakteen Amerikas oder die Welwitschia Südafrikas. Weit stärkere landschaftliche Wirkungen üben aber vereinzelter Oasen aus, die als Inseln intensiven Pflanzenlebens und Stätten menschlicher Siedlungen dem Auge und dem Gemüt des Beschauers gleich bedeutsame Anziehungspunkte bieten. Im allgemeinen verhüllt die Wüstenvegetation, sofern es sich um echte Wüsten und nicht, wie in vielen australischen Gebieten, um mit Scrub (Busch- oder Starrgrasformationen) bedeckte, allerdings wirtschaftlich vielfach wertlose Flächen handelt, den Untergrund nicht mehr wesentlich, so daß der geologische Bau in schönster Klarheit sichtbar werden kann, wo er nicht durch geologische Deckgebilde verhüllt oder auch durch intensive Schutzrindenbildung etwas verschleiert ist. Andererseits wirft die Vegetation außerhalb der Oasen aber auch meist keinen nennenswerten Schatten, schützt also nicht gegen Insolation. Außerdem vermag sie den Wind nicht durch die an ihr erfolgende Reibung irgend nennenswert abzuschwächen, so daß wir also in den Wüsten die Gegenden vollständigster Insolation und Windwirkung haben, die es auf dem festen Lande gibt.

Sonne und Wind sind auch tatsächlich diejenigen Naturfaktoren, die der Wüstenlandschaft der frostfreien oder frostarmen Regionen unmittelbar, und mittelbar vermöge ihrer morphologischen Wirkungen, ihr Hauptgepräge verleihen. Sie arbeiten aus einem gegebenen geologischen Strukturgebilde besondere Züge heraus, breiten aber zugleich auch den inneren Bau desselben oft in wunderbarer Weise klar vor den Augen der Beobachter aus.

Nehmen wir an, wir hätten in einer solchen Wüstenlandschaft einen beherrschenden Punkt schon früh am Tage erreicht. Höher und höher steigt die Sonne am wolkenlosen Himmel empor; rasch verscheucht sie die Kühle der Nacht und verbreitet beträchtliche Hitze über die Landschaft. Schon beginnen die Felsen unserer Umgebung wärmer zu werden, und wir wissen, daß sie sich im Laufe des Tages unerträglich erhitzen werden, um nachts wieder eine bedeutende Abkühlung zu erfahren. Da aber diese Abkühlung

ganz allmählich erfolgt, so werden wir wohl der neueren Ansicht Walthers zuneigen, daß sie nicht genügen dürfte, mächtige Felsblöcke und grobe Kiesel durch Kernsprünge zu sprengen; wohl aber müssen wir annehmen, daß die tägliche starke Ausdehnung des oberflächlichen Gesteins bald zu Spannungen führen muß, die in einem Absplittern und Abblättern der äußeren Lagen sich äußert, während andererseits das Auskristallisieren von Salzlösungen, die durch Verdunstungswirkung von innen nach außen wandern, Splitterchen des Gesteins abspaltet.

Noch ist das Luftmeer ruhig, und klar liegt die ganze Landschaft zu unseren Füßen. Mit einem Blick erkennen wir, daß, so weit nur immer unser Auge reicht, ein Gebiet ausgesprochener Flachsichtung sich um uns ausbreitet. Deutlich lassen sich an den Berghängen die dicken und dünneren Gesteinsbänke in fast horizontaler Lagerung verfolgen. Dank den scharfen Schatten, die die Sonne wirft, heben sich die leistenartig hervortretenden härteren Bänke ungemein scharf heraus, und deutlich lassen sich selbst auf große Entfernungen hin an manchen Steilhängen kleine Verwerfungen an dem plötzlichen Absetzen einzelner derartiger Leisten und deren Weiterverlauf in tieferer Höhenlage erkennen. Da zudem in dieser Gegend keine vorherrschende Schutzrinde alles gleich färbt, so machen sich neben den Härteunterschieden auch mannigfache Farbnuancen geltend: hellere und dunklere Töne von Gelb, Rot, Grün, Schwarz, die dem vorherrschenden Gelbbraun der Wüstenlandschaft neue Farben und reiche Abwechslung geben. In kräftigem Gegensatz zu diesen von den geologischen Landschaftselementen ausgehenden Farben steht das tiefe Blau des Himmelsgewölbes, das sich über dies große Bild spannt. Pflanzen sehen wir von unserem Standpunkt aus nicht, und auch Tiere können wir nicht erkennen. Sofern solche nicht in ihre Höhlen verkrochen sind, sondern in unserer Sichtweite sich befinden sollten, haben sie sich uns durch ihre Schutzfärbung und völlige Ruhe unsichtbar gemacht.

Trotz des völligen Zurücktretens jeglicher biologischer Landschaftselemente ist die Landschaft doch von großer Wirkung, denn zu dem Farbenreichtum kommt ein bedeutender Formenreichtum hinzu. Schon in unserer unmittelbaren Umgebung fallen uns einzelne abenteuerliche wilde Felsgestalten auf, die teils aus spitzen, schroff aufragenden Zacken und Türmen bestehen, teils

aus breit ausladenden Formen, die nur noch durch einen dünnen Stiel mit ihrer Unterlage zusammenhängen. An all diesen Formen tritt aber als ein sekundäres Gliederungselement die Schichtung deutlich hervor, insofern einzelne Schichten vorkragen, andere mehr zurücktreten. Zudem zeigen sich an einigen Wänden steingitter- und bienenwabenartige Eintiefungsfiguren, auch wohl größere Höhlen, indes andere frei davon sind.

Während uns im Hintergrund sanft aufsteigende kuppenförmige Hügel den weiteren Ausblick abschneiden, schweift das Auge nach allen anderen Seiten frei in ungeheure Fernen. Wir stehen auf der Höhe eines riesigen Steilhangs, am Abbruch des Plateaus nach einer gewaltigen Geländevertiefung, die in großer Breite sich dahin erstreckt und erst am fernen gegenüberliegenden Horizont wieder vorgeschobene Tafelberge und dahinter ein zusammenhängendes weites Plateau erkennen läßt. Dasselbe zeigt trotz der großen Entfernung vermöge seiner Oberflächengestaltung deutlich die Flachsichtung und darf vielleicht als eine Fortsetzung unseres Plateaus betrachtet werden. Unmittelbar vor uns senkt sich das Gelände rasch in einzelnen jähren Stufen in ansehnliche Tiefe hinab, bis ein weit vorragender Terrassenrand uns jeden weiteren Ausblick verdeckt und erst in großer Tiefe unser Auge auf dünenbewegten Sandflächen wieder einen Ruhepunkt findet.

Wenn uns auch so unmittelbar vorne ein Einblick in die Beschaffenheit des Steilabsturzes versagt wird, so gewährt uns denselben dagegen der seitliche Anblick des Plateauabfalls. Wir sehen, daß derselbe zwar im großen ganzen geradlinig verläuft, daß er aber im einzelnen eine Reihe von Einbuchtungen und Vorsprüngen zeigt, die uns willkommene Gelegenheit geben, den Bau des Gebiets etwas genauer zu studieren, während sie andererseits einen ungewöhnlichen Formenreichtum in die Landschaft hineintragen und sie ungemein beleben: Deutlich zeigt sich hier allenthalben der flachgeschichtete Aufbau mit seinem Wechsel von härteren und weicheren Schichten, der sich am Steilabfall durch geringes Vorkragen der härteren Lagen bekundet, aber nach oben hin ausgeprägte Terrassen und Stufen schafft. Die horizontalen Flächen zeigen die Stellen an, wo weiche Gesteinsmassen weggeführt worden sind, die steilen Abfälle aber den Ausstrich harter Bänke, die größeren Widerstand leisten und am Grund der weichen Schichten auch jeweils die weitere Abtragung aufhalten.

An den oft schmalen Vorsprüngen des Hauptabfalls, die sich zwischen den Einbuchtungen desselben hinziehen, spricht sich zuweilen eine ungemein reiche vertikale Gliederung auf Grund derselben Vorgänge aus, indem kürzere tischförmige Flächen nach manchen Eintiefungen dieser Kammlinien in der Höhe harter Schichten sich einstellen und auf diesen Erhebungen wieder nicht selten kleinere Aufsätze bastionen- oder turmartig aufsitzen, die bis zur nächsthöheren harten Schicht reichen. Auf ihrer schmalen Oberfläche aber ragen oft wieder kleine Zacken oder Türmchen auf, so daß eine ungemein reizvolle und reiche Gliederung herauskommt. Die uns zunächst liegende Einbuchtung des Hangs aber läuft in ein einfaches, tief eingeschnittenes sackähnliches Tal mit jähem zirkusartigen Talschluß aus und zeigt uns, wie die Plateauplatte hinter uns durch seitlichen Eingriff zerschnitten zu werden beginnt. Am Hauptabfall leiten jedoch steile Schuttböschungen zu neuen Absätzen hinüber, bis schließlich ziemlich unvermittelt der Grund der tiefgelegenen Ebene erreicht ist, deren Oberfläche zum Teil lange Reihen mächtiger Dünenzüge mit ihren unruhigen Gestalten überdecken, während andere sehr ausgedehnte Flächen vollständig kahl und tischeben unter uns liegen: eine typische Hamâda, eine Felswüste, gleich derjenigen, welche das Hochplateau hinter uns darstellt (nur noch pflanzenärmer als dieses, das bei seiner bedeutenden Erhebung etwas häufiger vom Regen benetzt wird). Stellenweise freilich ragen auch jählings hohe Inselberge aus dieser Ebene empor. Deutlich erkennen wir auch an ihnen den Bau der allgemeinen Flachsichtung und schließen daraus, daß diese kühn aufstrebenden, bizarren Gebilde, die manchmal fast zur Obeliskform zusammenschrumpfen können, zuweilen aber auch gewaltige breite und vielgestaltige Erhebungen von derselben Höhe, in der wir uns befinden, darstellen, Zeugen einer ehemaligen größeren Ausbreitung der Plateaufläche sind. Nur eine der großen isolierten Erhebungen der gewaltigen Ebene unter uns will sich diesem Typus nicht einpassen, denn es ist zwar ebenfalls ein ungemein steiler, rundlicher Bergkopf, aber er zeigt keine Spur der sonst hier allgemein vorhandenen Flachsichtung, scheint vielmehr ein durchgreifendes Gefüge zu haben. Außerdem fallen uns schon aus weiter Entfernung schmale, unregelmäßig hohe Erhebungen auf, die sich radial auf große Strecken hin von dem zentralen Bergkopf aus

verfolgen lassen. Wir haben es hier offenbar mit den Überresten eines Vulkans zu tun, dessen Schlot- und Gangausfüllungen wegen ihrer größeren Widerstandskraft zum Teil erhalten blieben und aus ihrer weicheren Umgebung herauspräpariert worden sind.

In weiter Entfernung aber erblicken wir spitze Nadeln, Zacken, Türme, steile Dome, die ganz isoliert in einem Meer von Sand mit ungeheuer schroffen Wänden aufragen. Fast erinnern uns diese Formen an die unserer Dolomiten, die sie freilich an Kühnheit der Gipfformen noch übertreffen. Wenn wir einen Kenner der Geologie des Gebietes fragen, so hören wir zu unserem Erstaunen, daß diese Spitzen von einem Gestein gebildet sind, das in unserer Heimat Neigung zu breit gerundeten Gipfeln und zu wollsackartigem Gesteinszerfall zeigt: Granit!

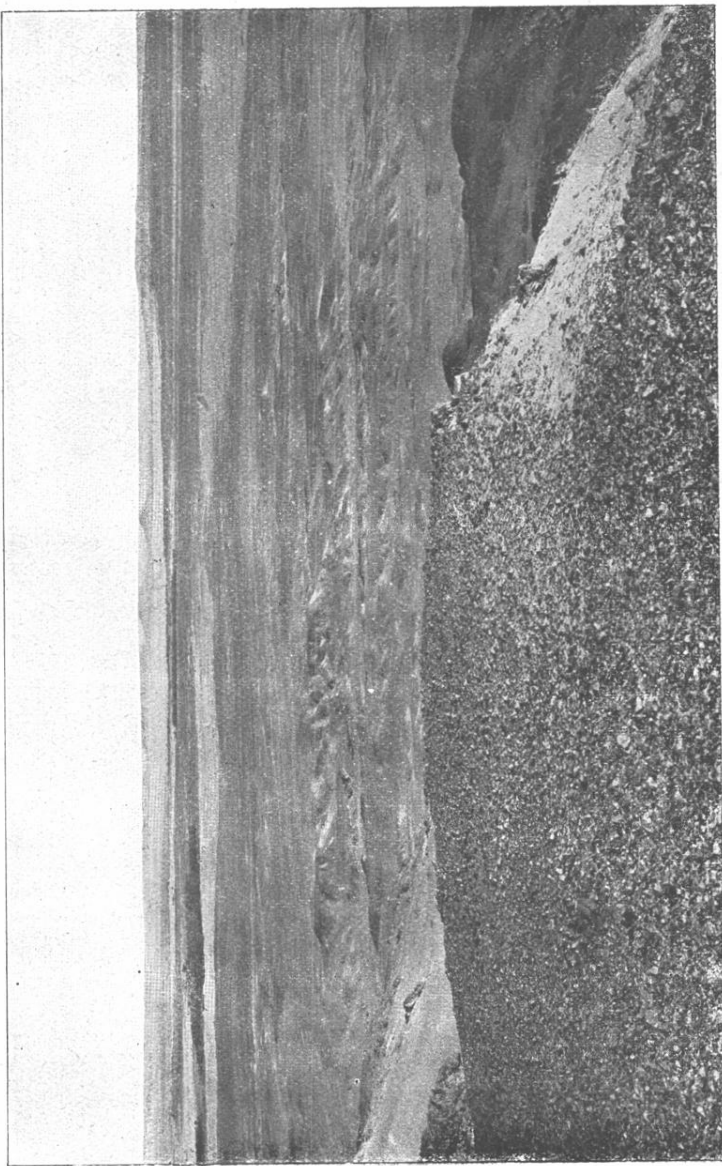
Soweit keine geologischen Deckgebilde das Anstehende verhüllen, können wir von unserem Standpunkte aus mit einem Blick auf riesige Entfernung hin nicht bloß die allgemeinen Züge, sondern selbst manche Einzelheiten des geologischen Baues erkennen, die in einer Landschaft mit vorherrschender chemischer Verwitterung und starker Vegetationsdecke nur in langwierigem Einzelstudium allmählich aufgeklärt werden könnten. Die vielfach sehr schroffen Formen der Oberflächengebilde stehen in kräftigem Gegensatz zu den vorwiegend gerundeten Formen der feuchten Tropengebiete, während die Gebilde der offenen Tropenlandschaften in dieser Hinsicht eine Mittelstellung einnehmen.

Fragen wir uns aber, wie die Herausbildung einer so sorgfältig modellierten und übersichtlichen Landschaft zustande gekommen sein dürfte, so müssen wir neben dem Mangel einer nennenswerten Vegetation und dem Wirken der unmittelbaren Besonnung und der dadurch ermöglichten Temperaturschwankungen vor allem den Wind namhaft machen. Daß derselbe einen bedeutsamen mechanischen Effekt ausüben können muß, zeigt uns ja die eben kräftiger einsetzende Luftbewegung unmittelbar, denn deutlich sehen wir in unserer Umgebung, wie kleine Gesteinsplitter durch ihn ins Abwärtsrieseln geraten; stärkere Windstöße aber schleudern uns solche sogar mit recht merkbarer Gewalt ins Gesicht. Angesichts dieser Tatsache dürfen wir wohl schließen, daß bei schweren Stürmen Sand, ja sogar ziemlich grobe Gesteinsstücke noch in geringer Höhe dahingeschleudert, Staub aber selbst in sehr großer Höhe noch fortgeführt werden kann. Die mecha-

nische Wirkung des von den kleinen Projektilen ausgeübten Bombardements muß in den tiefen Lagen zu einer raschen Abnutzung und Abtragung der weicheren Gesteinsmassen führen, während die härteren naturgemäß einen stärkeren Widerstand leisten und demgemäß auch länger erhalten bleiben. In großer Höhe aber, wo nur noch Staub, also Körperchen von minimaler Masse, vom Wind mitgeführt werden, ist die Angriffsgewalt sehr gering. Indem aber der Wind die durch physikalische Verwitterung gelockerten Gesteinsstückchen entführt, wird schließlich derselbe Endeffekt erzielt. Andererseits aber haftet der gelbe Staub auch oft an rauen Flächen der Felsen und überzieht sie mit einer zarten gelben Lehmschicht, welche die ursprüngliche Gesteinsfarbe modifiziert oder selbst überdeckt. Der Prozeß des Herauspräparierens widerstandsfähigerer Gesteine, den wir im feuchten Klima durch das spülende und fließende Wasser besorgt sehen, wird also hier größtenteils vom Wind ausgeführt. Wenn auch das anders geartete Mittel etwas andere morphologische Wirkungen erzielt, so ist doch offenbar, daß in beiden Fällen auf verschiedenem Wege und damit über verschiedene Formenreihen hinweg das gleiche Endziel, nämlich schließlich eine fast vollständige Einebnung des Geländes, eine fast völlige Abtragung der Erhebungen, erreicht werden kann.

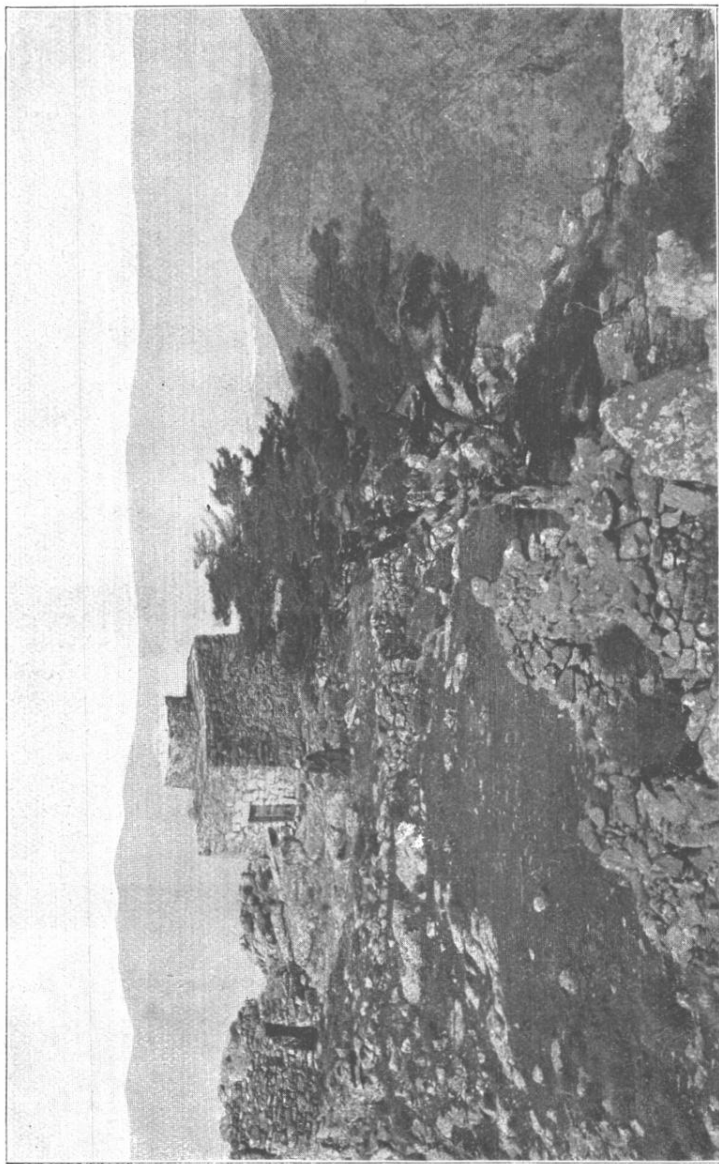
Ein Blick auf die erhabene Größe der unserem Auge zugänglichen Erhebungen zeigt uns, wie ungeheuer weit der Weg zu dem genannten Endziel noch sein muß. Aber wie wir an unserem Standpunkt schon die beginnende Wirksamkeit des Windes verspüren, so sehen wir dieselbe in der Tiefe landschaftlich ausgeprägt: die allgemeine Ruhe der Atmosphäre, die nur selten durch kleine, örtliche Sandhosen erzeugende Luftwirbel gestört worden war, schwindet. Die scharfen Linien der Hunderte von Metern unter uns liegenden Oberflächengebilde beginnen allmählich zu verschwimmen. Höher und höher steigt die durch Sandtreiben geschaffene Trübung der Luft¹⁾, während wir selbst uns vor der

¹⁾ Wie das in einer Dünenlandschaft vor sich geht, und wie diese selbst aussieht, schildert J. Walther sehr anschaulich (Das Gesetz der Wüstenbildung, 2. Aufl., Leipzig 1912, S. 264 f.): „Wie die Wogen eines aufgeregten Meeres türmen sich die Sandberge 15 bis 25 m hoch über die sandige Wüstenfläche empor. Vereinzelt Grasbüsche, graugrüne Tamarisken und dornige Akazien sind zwischen und auf den Sandhügeln verstreut. Aber so weit das Auge reicht, erblickt es nichts als



Blick vom Gebel Hammid im Kessel von Baharije (Ägypten) nach Norden, Vordergrund Hamiada, unten vorn nackte Sandsteinbühel, dahinter — hell — Sandüberwehung mit schütterer Vegetation (Halbwüste); die vier dunklen Flecken sind Oaseninseln von Dattelpalmen (Oasengruppe Banitt-el Qaso); Hintergrund: Kesselrand mit Zeugen davor (Plateauwüste).

Aufnahme von Prof. Dr. E. Stromer v. Reichenbach, 1911.



Mittelmeerische Kalkgebirgslandschaft. Gipfel des Berges Christós im östlichen Berghand von Kos mit Monastir Christos ho Dikeos. Narmorkalke paläozoischen Alters. Rechts Tonschieferberge mit Kreidekalkauflage. Hintergrund Alluvialebene der Nordküste. Aufnahme von Prof. Dr. F. Plieninger.

Gewalt des Sturmes in eine geschützte Höhle zurückziehen müssen. Zuletzt erreicht auch uns die Trübung der Luft durch massenhaften Staub und feinsten Flugsand. Bald wälzen sich riesige Staubwolken in gewaltiger breiter Front und bedeutender Höhe von fernher unter furchtbaren Windstößen gegen uns heran. Grün werden ihre dunklen Ränder, wo sie sich der Sonne nähern, und bald ist das Tagesgestirn von der ungeheuren Staubwolke verfinstert, zur matten Scheibe abgeblendet, während unter uns tiefste Finsternis zu herrschen scheint. Wie furchtbar muß das Wüten des heißen Sturmes unten im treibenden Sandmeer sein! Wie müssen die von den Winden geschleuderten Gesteinsstücke den groben Schutt am Fuße der Steilwände bearbeiten und zerkleinern, bis schließlich neue Windstürme sie zu entführen vermögen! Wie muß das Sandgebläse an den unteren Steilabfällen arbeiten, und wie muß der Sturm an den hochgelegenen Aufschlüssen weicher Gesteine rütteln und, neue Gesteinspartikeln entführend, die Masse der windgetragenen Materialien noch vermehren! Wo aber der Sand und Staub sich zur Erde senken, da hebt sie bald ein neuer Windstoß zu neuer Wanderung empor, weithin in ungemessene Fernen, bis der Sturm seine Kraft verliert oder eine dicht gedrängte Vegetation ihm vermöge ihrer Reibung örtlich seine Tragkraft raubt, oder die Gewässer von Seen und Meeren die hineinfallenden Staub- und Sandmassen endgültig aufnehmen und auf ihrem Grunde zum Absatz bringen.

Wenn wir uns angesichts eines solchen Sturmes die Tatsache vor Auge führen, daß im März 1901 selbst noch in Mitteleuropa Hunderttausende von Tonnen Flugsand und Staub der nördlichen Sahara niedergefallen sind, so bekommen wir einen klaren Begriff

gelben Sand, nichts als halbmondförmige Sieldünen und zwischen denselben tiefe Sandmulden. Ein kräftiger Wind erhebt sich, und die Dünenkämme geraten in Bewegung. Auf der dem Winde zugekehrten, sanft ansteigenden Luvseite rollen die Sandkörner bergan, die ganze Fläche des breiten Dünenrückens scheint zu leben, überall kriechen und tanzen die Sandkörner in lustigem Spiel dahin. Und so gelangen sie endlich auf den Dünenkamm, der scharf wie ein Messerrücken den flach gerundeten Dünendom von der steil abfallenden Stirn des Sandberges trennt. Der Kamm scheint zu dampfen, so wirbelt der Wind die Sandkörner über ihn hinaus, doch rasch sinken sie hinab und bilden die steile Böschung der halbmondförmig gebogenen Mulde, in der sich der Sandhügel verliert.“

von der großen Fernwirkung dieser Wüstenstürme, deren örtliche Riesengewalt wir mit Bewunderung und Schrecken unmittelbar beobachten. Wer einmal einen Wüstensturm miterlebt hat, der begreift, daß die von uns gesehene Landschaft in ihren Hauptzügen vom Winde ausmodelliert worden sein kann. Und wenn wir uns vergegenwärtigen, daß dem Winde im Gebiet seiner intensivsten Wirksamkeit nicht, wie seinen gewaltigen Nebenbuhlern, dem fließenden Wasser und Eise, ein unteres Denudationsniveau vorgeschrieben ist, so wird uns seine ungeheure, nicht einmal an feste Tiefengrenzen gebundene Kraft erst recht deutlich. Und doch, wenn wir sehen, daß selbst heftige Stürme ohne Trübung der Luft über weite Hamâda- oder Kieswüstenflächen oder auch über feuchte Ebenen dahinfegen können, so beginnen wir zu verstehen, daß harte Gesteinsbänke, geröllgepanzerter Flächen¹⁾ oder wasserführende Gesteinshorizonte (z. B. Sandsteine) wenigstens örtlich der Arbeit des Windes für lange Zeit Halt gebieten können.

Aber das prüfende Auge des Forschers bemerkt in der Wüste auch manche Oberflächenform, die nicht durch das Walten des Windes erklärt werden kann, sondern doch wohl auf Rechnung des fließenden Wassers gesetzt werden muß. Dazu gehören z. B. Systeme verzweigter Täler, deren Grund nicht selten selbst deutliche Gerölle zeigt, und die man daher als Zeugen eines früher feuchteren Klimas mit fließenden Gewässern aufgefaßt hat. So sicher diese Annahme für manche Gegenden zutreffen wird, so ist doch anderwärts der Beweis dafür schwer zu erbringen, und manche talartige Bildungen dürften durch die Wirkungen des Abflusses der gelegentlichen Platzregen in der Wüste hinreichend zu erklären sein. Denn auch jetzt fehlt der Regen in den Wüsten

¹⁾ Die Geröllpanzerung entsteht nach W. Pencks Beobachtungen in der Puna de Atacama in folgender Weise: „Die kleinen bis taubenei-großen Gesteinseinschlüsse (des Tuffes) ... reichern sich am Rande des Erosionsfeldes mit dem Flugsand an. Hier kommen sie zu ständiger Ruhe. Das geschieht auf folgendem Wege: Der Sturm entfernt den Sand zwischen den Geröllen, die selbst aber nicht über den nachgiebigen Sand bewegt werden können. So bildet sich bald über dem Dünen-sand eine Kruste von Geröllen, welche die lockere Masse weiterhin gegen Windangriffe schützt und so immunisiert. Wandert man über eine solche Grusfläche, so sinkt der Fuß tief in die weiche Masse ein und hinterläßt eine weiße Spur von bloßgelegtem Sand.“

ja nicht ganz, vielmehr fallen, soweit bekannt, in allen Wüsten gelegentlich, wenngleich oft erst nach jahrelangen Pausen, Niederschläge, und zwar dann meist mit großen Wassermassen als wahre Platzregen. Die plötzliche Abkühlung der stark erhitzten Felsblöcke und Gerölle durch den fallenden Regen mag dann in vielen Fällen zum Zerspringen derselben oder auch zum Abblättern äußerer Lagen führen und damit den Anfang zu weiterer, noch gründlicherer Zerkleinerung machen.

Aber bedeutsamer sind noch die Transportwirkungen solcher Wasserfluten! J. Walther sagt (Gesetz der Wüstenbildung, 2. Aufl., S. 34): „Da wälzen sich riesige Wassermassen brausend durch die Schluchten, und ein Meer ergießt sich über die vorgelagerte Ebene. Das scheinbar Unmögliche wird Wirklichkeit, riesengroße Felsenquadern beginnen sich zu bewegen, kiesüberdeckte Flächen geraten in Fluß, gelber Sandbrei fließt vom Rande des Dünengebiets herab und breitet sich in langen Zungen wie ein weicher Kuchenteig über die Ebene. Staublagen und Tonflächen werden erweicht und fließen nach den Niederungen, und im Nu sind die Salzmassen gelöst und abgeleckt, die, durch jahrelange Trockenheit geschützt, überall den Boden überzogen. Wie eine Sintflut wälzt sich die zähflüssige unheimliche Masse weiter, und uralte Vorstellungen von geologischen Katastrophen werden bei einem Wolkenbruch in der Wüste verwirklicht.

„Aber jeder Block und jedes Sandkorn, die das Wasser vom Boden aufnimmt, bedeutet einen Kraftverlust, und jeder Quadratmeter des ausgetrockneten Wüstenbodens, über den das schlammige Wasser schreitet, einen Wasserverlust. So setzt der Wolkenbruch zwar mit ungewohnter Kraft ein, aber immer langsamer wälzt sich die Flut, immer zäher wird der Steinbrei, und wie ein erstarrender Lavastrom oder wie ein abschmelzender Gletscher bleibt der zähe Schlammbrei endlich stehen, und die Sonnenstrahlen vollenden seine Austrocknung. Der vom Ssel aus den Bergen herausgetragene Schutt erfüllt jetzt die Talschlucht und liegt als weitausgedehntes Trockendelta vor der Mündung des Uadi.“

Diese Absätze enthalten unsortierte Massen von Blöcken, kleineren Steinen und Sand, so daß ältere Forscher sie für Moränen ansehen wollten.

Wir fragen uns aber: Wie ist es möglich, daß in den Wüsten so gewaltige Ströme sich bilden können?

Freilich, mäßige Regenfälle können sie nicht schaffen, denn wo äolische Deckgebilde (Sande, Kiese oder Gesteinssplitter) das Gelände bedecken, werden selbst große Wassermassen in kürzester Zeit aufgeschluckt; ansehnliche Mengen versickern auch in anstehenden Kalken oder Sandsteinen alsbald, und nur da, wo undurchlässige Gesteine anstehen oder feste Ausblühungskrusten wie eine Panzerung das darunter liegende Gestein verhüllen, kann auch bei mäßigen Regenfällen (wenigstens auf kürzere Strecken hin) sich etwas Abfluß einstellen. Nun treten aber aus noch nicht recht erklärten Ursachen von den sehr seltenen Niederschlägen der Wüste verhältnismäßig viele in Form gewaltiger, auf engen Raum konzentrierter Platzregen auf, deren Wassermassen so mächtig sind, daß auch das durchlässigste Gestein sie nicht aufzunehmen vermag. Die überwiegende Masse des Wassers strebt vielmehr entweder in rasch sich bildenden unzähligen Rinnen oder — besonders bei Krustenpanzerung — in zusammenhängender Flut den Vertiefungen des Geländes zu, wo die trüben Gewässer sich zu wilden Strömen oder ausgedehnten Überschwemmungsseen vereinigen, Menschen und Tiere mit dem Ertrinkungstode bedrohend. Ja die Plötzlichkeit der Platzregen bewirkt es, daß im Verhältnis zur Gesamtzahl der Bewohner in den Wüsten durchschnittlich mehr Menschen ertrinken, als in den regenreichen Gebieten der Erde!

Der gesammelte Strom entwickelt nicht bloß gewaltige Transportleistungen, sondern benutzt den mitgerissenen Schutt auch erfolgreich zur Erweiterung seines Bettes und kolkt an geeigneten Stellen ausgedehnte Löcher durch seine Blöcke aus. Stellenweise lösen die abfließenden Spülwasser sogar Karren heraus.

Bei ihrer ungeheuren Transport- und Erosionskraft vermögen die Wasserfluten tiefgreifende Wirkungen auf die Oberflächengestaltung der betreffenden Gebiete auszuüben, und nur die Seltenheit des Ereignisses in Verbindung mit der kurzen Dauer der Fluten ist schuld daran, daß sie dem Antlitz der Wüste nicht allgemein ihr Gepräge geben können. Aber bezeichnende Einzeltzüge verleihen sie ihm doch, und zwar nicht nur in den Trockentälern des Uadis, sondern vielfach auch in den ihnen vorgelagerten Ebenen. Denn wenn auch häufig die Schuttströme infolge Wasserverlustes schon in den Uadis zum Stehen kommen, so überschreiten doch andere auch den Ausgang der Täler und überschwemmen die davorliegenden Niederungen mit ihren trüben Wassermassen.

Wenn dann die zeitlichen Seen verdunstet sind, so erinnern ebene Sand- oder Tonflächen („Trockenseen“ nach J. Walther) noch an die einstigen Wasserfluten, und in den Uadis spricht eine anfänglich ziemlich reiche, allmählich aber mehr und mehr verarmende Vegetation in landschaftlich wirksamer und auch wirtschaftlich — für die Nomadenbevölkerung der Wüste — bedeutsamer Weise noch jahrelang von der Tatsache, daß infolge örtlicher Regengüsse in dieser Gegend Wasser die überall zerstreuten Pflanzensamen zur Entwicklung angeregt hatte.

Ausdauernde Seen (Quellseen und Endseen) fehlen freilich den Wüsten auch nicht; doch sind davon viele, besonders die Endseen, zeitlich und örtlich sehr wandelbar, indem ihre Wassermassen bald große Flächen einnehmen, bald aber einschrumpfen oder auch ganz verdunsten, wobei sie wohl auch Salzflächen oder Tonböden mit polygonalen Trockenrissen zurücklassen. Manche Endseen ändern sogar unter dem Einfluß von Dünenwanderungen oder ihrer eigenen Absätze den Ort (z. B. Lop Nor).

Wenn wir uns das alles vergegenwärtigen, so muß uns Bewohnern feuchter Erdzonen die Wüste als ein Gebiet fremdartigen Naturwirkens vorkommen, denn sie ist nicht nur der Hauptarbeitsort einer Naturkraft, die bei uns zu bescheidenster Wirksamkeit verurteilt ist, des Windes, sondern auch eine Stätte, wo das uns so wohlvertraute fließende Wasser in einer für uns ziemlich überraschenden Weise arbeitet. Und diese Fremdartigkeit prägt sich für uns auch im landschaftlichen Charakter aus: Das völlige Fehlen oder starke Zurücktreten der Vegetation und die dadurch bedingte klare Heraushebung des geologischen Baues in den nicht von Deckgebilden überzogenen Gebieten sind wohl die eindringlichsten Momente der Fremdartigkeit, die uns entgegentreten. Und ein weiterer Zug des Fremdartigen ist für uns in den Oberflächenformen der Gipfelregionen gegeben, die etwas Schroffes, Unausgeglichenes, oft Wildes haben, für das unsere Gebiete höchstens im Hochgebirge etwas Ähnliches aufweisen können — ganz natürlich, denn auch unsere Hochgebirge sind ja, pflanzengeographisch betrachtet, Wüsten, wenn auch Wüsten etwas anderer Art, insofern hier Insolation, Temperaturschwankungen und Wind wenig, Spaltenfrost aber um so mehr zur Herausbildung der Formen beitragen. Aber nicht minder fallen uns die Oberflächenformen der Hänge auf durch die außerordentliche Häufigkeit und Intensität von Unter-

höhlungen und Eintiefungen an Einzelstellen oder längs ganzer Berghänge — Gebilde, wie sie in unseren Hochgebirgen nicht in gleichem Maße vorkommen: sie sind eben in der Wüste doch zum Teil eine Folge der Verwitterung von innen heraus, und diese fehlt dem Hochgebirge unserer Breiten.

Aber nicht bloß die Eigenart der Abtragungsformen mit ihren oft bizarren Einzelercheinungen und ihrer manchmal geradezu architektonisch wirkenden Ausmodellierung und Gliederung an großen Steilhängen lenkt unsere Aufmerksamkeit auf sich, nicht bloß ferner die stellenweise auffallend geringe Zertalung des Geländes, sondern nicht minder auch die Eigenart der Aufschüttungsformen. Dazu gehören vor allem die abwechslungsreichen und doch im Grunde immer wieder einheitlich gebauten, quer gegen den Wind gestellten Sicheldünen, oder die an vorhandene Vegetation sich anheftenden, in der Windrichtung gestreckten Sandhügelchen der „Neulinge“, oder auch die zusammenhängenden Dünenzüge, welche die Sandablagerungen in die Form erstarrter Wellenflächen gebracht haben und in Gegensatz zu den meisten uns vertrauten Absatzgebilden des fließenden Wassers stellen. Der schöne weiche Fluß der Linien im Profil der Dünen, das zarte Zierat der Rippelmarken, die ansehnliche Größe und die wechselnde Gestalt, zuweilen auch die verschiedene Farbe einzelner Dünen bieten eine Fülle ästhetisch befriedigender Momente, und prachtvoll kann als Staffage die scharf umrissene Gestalt eines Lastkamels wirken, das tiefdunkel von dem erglühenden Abendhorizont sich abhebt und unser europäisches Auge anfänglich durch seine eigenartige Gestalt, seine stolze gravitatische Haltung und seinen wiegenden Gang recht fremd anmutet.

Ein weiteres Moment der Fremdartigkeit beruht in den Farben der Wüste, denn diese sind von biologischen Elementen meist gar nicht oder wenigstens höchst unbedeutend beeinflusst, vielmehr verleiht die unverhüllte Nacktheit dieser Landschaft den Eigenfarben der geologischen Elemente eine ebenso große oder selbst noch größere Vorherrschaft im Landschaftsbild, als der Eigenfarbe der Vegetation im tropischen Urwaldbilde zukommt. Damit kommen naturgemäß auch ganz andere Farbentöne zur Herrschaft als dort: mit besonderer Häufigkeit gelbe und braune, die bei starker Entwicklung gleichfarbiger Schutzrinden selbst die Eigenfarben der einzelnen Formationen überdecken oder wenigstens

abschwächen können¹⁾. In anderen Fällen freilich bringen sich aber auch die Eigenfarben der Einzelformationen mit großer Energie zur Geltung und schaffen einen Farbenreichtum, der solche Wüstenbilder zu dem landschaftlich Schönsten und zugleich zum geologisch Instrukтивsten erhebt, was die Erdoberfläche bietet²⁾. Zu all dem aber kommt, daß alle fein-

¹⁾ J. Walther schreibt darüber (a. a. O. S. 142): „Wenn wir ... ein Wüstenbild malen wollen, dann werden wir von unserer Palette die grüne Farbe fortlassen und dafür das Braun in allen Schattierungen vom zarten Goldgelb bis zum leuchtenden Orange gelb, vom hellen Lederton bis zum dunklen Kaffeebraun und der tiefsten Umbra verwenden müssen. Ein Meer von Licht flutet über die Wüste, mildert ihre Farbenkontraste, erwärmt die Farbtöne und läßt die Felsen wie von innerem Feuer erglühn, ja bei Sonnenuntergang leuchtet die Wüstenlandschaft in einem Farbenreichtum von märchenhafter Buntheit — aber sobald die Sonne untergegangen ist, legt sich wieder der braune Farberton wie ein Pilgermantel über das dunkle Gelände.“

²⁾ So schreibt J. Walther (a. a. O. S. 61 f.): „Der Gesteinsschutt weicht in der Regel in seiner Farbe vom anstehenden Gestein nicht ab, und während in jedem anderen Lande zwischen dem Pflanzengrün nur gelegentlich an einem Wegdurchschnitt oder einem Steinbruch die Farbe des frischen Gesteins zu sehen ist, leuchten uns die Wüstenfelsen oft in der bunten Farbenpracht einer Glasmosaik entgegen. 1000 m hoch steigen die Wände des roten Sinaigranits vor uns auf, rote, grüne und schwarze Gänge winden sich durch das gefaltete Schiefergebirge. Gelbe und graue Sandsteine, rote und grüne Letten, braune und blaue Tone, violette oder blendend weiße Kalke liegen im bunten Gesteinswechsel neben- und übereinander. Es ist eine Lust für den Geologen, in einem solchen Gebiet zu arbeiten, wo jede Felswand ein Aufschluß, jeder Taleinschnitt ein Profil ist, wo wir konkordante Schichtenfugen viele Meilen weit verfolgen können, wo die Verwerfungen handgreiflich an der Felswand hervortreten, die eruptiven Gänge überall herausleuchten und jede Diskordanz, die wir in unserem Klima durch Kombination zahlreicher Aufschlüsse erst erschließen müssen, in großen Zügen offen zutage liegt.“ Und an anderer Stelle (a. a. O. S. 177) fügt er hinzu: „Im April 1887 ritt ich über die Ebene von Burdes in der Sinaiwüste. Auf 40 km Entfernung konnte ich jede Einzelheit im Schichtenbau des Gebirges durch die klare Luft verfolgen. Hohe Granitwände, von dunklen Gängen durchzogen, wurden überlagert von nubischem Sandstein, und in breiter Flexur waren weiße Kreidekalke und bunte Tertiärschichten vom Sinaihorste abgesunken.“ Rütimeyer aber schreibt (Globus 57, S. 166): „Immer großartiger wurde (im Sinaigebirge) die Talbildung, die im Wadi Sidr ihren Höhepunkt erreichte, wo gewaltige Felsenkessel, mit violettrotlichem Abendduft erfüllt, umgeben von himmelhohen Steilwänden aus rotem Granit, durchzogen mit breiten

körnigen, aber auch manche grobkörnige harte Gesteine durch Sandanprall in eigentümlicher Weise poliert werden, so daß sie imstande sind, das Sonnenlicht intensiv zu reflektieren und dadurch bedeutsame Beleuchtungseffekte zu erzielen. Aber selbst einheitliche einfarbig graue oder gelbe Wüstenbilder können dank dem in der Atmosphäre suspendierten oft sehr reichlichen Sand und Staub bei Tiefstand der Sonne, also in den Auf- und Untergangszeiten, in eine wahre Farbenglut bei einer geradezu unendlichen Abwechslung der Farbtöne von Gelb bis Rot und Violett getaucht werden, wenn nämlich die schräg auffallenden Sonnenstrahlen von den mineralischen Verunreinigungen der Luft gebrochen werden. Diese langdauernden, nur langsam verglimmenden glühenden Farbspiele, die selbst dumpfen Farbflächen einen warmen Ton einhauchen und alle Farbenwerte umzuwerten vermögen, machen Wüstenlandschaften zeitenweise zu den farbenschnösten und stimmungsvollsten Landschaften der Erde¹⁾. Trotz aller Fremdartigkeit vermögen sie uns hinzureißen. Auch bei Hochstand der Sonne fehlt es nicht an eigenartigen Reizen der Wüstenlandschaft, die trotz mangelnder Wirklichkeit doch charakteristisch für diese Landschaften sind und ihr unter Umständen den Zauber des Wunderbaren verleihen: das sind die Erscheinungen der Fata morgana, die von der Vortäuschung großer Wasserflächen am fernen Horizont bis zu wirklichen Luft-

grünen Dioritgängen und gekrönt von nubischem Sandstein, der in der Abendsonne wie glühendes Kupfer leuchtete, unter dem tiefsten Blau des Abendhimmels ein Bild von hinreißender Farbenpracht darboten.“

¹⁾ So beschreibt J. Walther (a. a. O. S. 52) einen Sonnenuntergang anschaulich wie folgt: „Langsam senkt sich am Abend wieder die Sonne zum Horizont und überflutet noch einmal die weite Wüste mit ihren warmen Lichtstrahlen. Alle Schatten werden jetzt groß und deutlich, die kleinste Bodenschwelle hebt sich hervor, und das Gelände der Felsenwüste erscheint in so scharfen Kulissen, wie sie das grelle Oberlicht des Tages nie unterscheiden ließ. Immer wärmer leuchtet die Luft und übergießt die braunen, gelben oder rotgefärbten Berge mit Purpurgluten. Jetzt sinkt der Feuerball hinter den Horizont, und während seine Spitzen und Zacken wie in Gold getaucht erscheinen, schimmert darüber der Himmel in grünem Glanze, und hellere Lichtbündel strahlen durch die leuchtende Fläche. Im Osten aber erscheint der Abendstern auf bronzefarbenem Hintergrund, der sich rasch in rötliche und blaue Übergänge wandelt, bis die dunkle Nacht mit ihren Sternen hereinbricht.“

spiegelungen vorschreiten können und das Fremdartige, ja Märchenhafte dieser Landschaft noch wesentlich erhöhen.

Zum Eindrucksvollsten und Größten aber gehört bei den meisten Wüstenlandschaften die völlige Einsamkeit und Ruhe, das gänzliche Zurücktreten menschlicher Arbeit, menschlicher Werke, menschlicher Macht. Wohl gibt dies der Stimmung der Landschaft leicht etwas Kaltes, selbst Feindseliges, aber unter allen Umständen gibt es ihr eine besondere Note, die hier, wo das Gesichtsfeld durch keine Vegetation beeengt ist, viel kräftiger wirkt als in der Urwaldlandschaft, die in Hinsicht der Einsamkeit bis zu einem gewissen Grade sich ähnlich verhält. Die ungeheure Weite und Tiefe des Blickes aber erweckt in uns hier fast noch unwiderstehlicher als in anderen biologisch extremen Landschaften der Erde den Eindruck des Erhabenen, und dieser Eindruck pflegt so tief zu haften, daß er sich uns unauslöschlich einprägt und in uns bei entsprechender Größe und Schönheit der Formen wohl die Idee erweckt, das manches derartige Wüstenbild geradezu den Gipfel des Großartigen darstelle. So sehr auch manches andere infolge übergroßer Einförmigkeit uns abschrecken mag, muß daher doch einzelnen dieser Landschaften ein Preis der Schönheit zugesprochen werden ¹⁾.

4. Die feuchten Landschaften der gemäßigten Zone.

In die gemäßigte Zone Europas teilen sich zwei recht verschiedenartige Landschaftstypen: im wärmeren Süden herrscht die mittelmeerische Landschaft mit heißen trockenen Sommern und milden feuchten Wintern; im kühleren Norden verteilen sich die Niederschläge aufs ganze Jahr, aber der schärfer ausgesprochene Winter mit seinem Frost und Schnee bringt einen landschaftlich besonders wirkungsvollen Gegensatz zum wärmeren fruchtoreichen

¹⁾ Zur Ergänzung des Gesagten sei auf den in der Geogr. Zeitschr. 1916, S. 417 ff. und 489 ff. erschienenen bedeutsamen Aufsatz „Wüste und Steppe“ von Robert Gradmann hingewiesen, der in vieler Hinsicht beachtenswert ist, namentlich aber die landschaftliche Rolle und die biologische Anpassung der Pflanzenwelt an die Trockenheit des Bodens und der Luft in vorzüglicher Weise herausgearbeitet hat. — Ausgezeichnete, höchst lehrreiche Darstellungen einer amerikanischen Wüstenregion (Niederkalifornien) in Wort und Bild gab A. Heim in der Zeitschr. d. Gesellschaft f. Erdkunde zu Berlin 1916, 1. Heft.

Sommer hervor. Die immergrünen Waldregionen der wärmeren Abteilung der gemäßigten Zone sind nicht nur in den tieferen Regionen unserer Mittelmeergebiete, sondern auch in dem Küstenland Kaliforniens, in Teilen Südwest- und Südaustraliens, Südafrikas oder Mittelchiles entwickelt. Wo der Regenfall hinreicht zur Erzeugung von Hochwald und des Menschen Hand noch nicht zerstörend eingegriffen hat, da herrschen immergrüne, meist lichte Wälder mit Bäumen und Büschen von xerophilem Bau und ausdauerndem, oft kleinem, lederartigem Laub (Hartlaub), das meist in dumpfen Farbentönen sich hält und so wesentlich von dem hellen frischen Grün unserer Laubwälder abweicht. Die ganze Organisation dieser Gewächse, von denen manche ihres hohen wirtschaftlichen Nutzens wegen in starkem Umfang angebaut werden (wie vor allem der Ölbaum), ist an sommerliche Trockenheit angepaßt. Meist ist der Wuchs der Bäume niedrig, sommergrüne Holzgewächse treten seltener neben ihnen auf. Das Unterholz, das oft aus sehr blütenreichen Büschen besteht, gehört grobenteils ebenfalls zu den Hartlaubpflanzen. Zwiebel- und Knollengewächse spielen stellenweise eine sehr große Rolle; auch Sukkulenten finden hier ihre geeigneten Wachstumsbedingungen, so daß z. B. die aus Mexiko im 16. Jahrhundert eingeführten Agaven, Opuntien und Cereusarten im Mittelmeergebiet allenthalben heimisch geworden sind.

Da im Mittelmeergebiet vielfach die Kiefern- und Eichenwälder verwüstet sind, findet man auf vielen Berghängen nur noch deren Unterholz (Macchie, Maquis), das in dichten Beständen von niederem Wuchs das Gelände bedeckt und dessen Falten sehr plastisch hervortreten läßt. Das Kalkgebirge freilich ist jetzt auf weiten Strecken kahl, und diese Felsflächen in Abwechslung mit üppig wachsenden tiefgrünen Pflanzen an anderen Stellen gehören neben dem allenthalben wieder hereinblickenden blauen Meere zu den charakteristischen Zügen der Mittelmeerlandschaft.

Infolge der teilweise recht intensiven Vernichtung der Pflanzendecke vermögen die Regen des Winters und Frühjahrs oft an Steilhängen den Boden so zu durchtränken, daß Rutschungen und Bodenflüsse („frane“) nicht selten eintreten und die Abtragung sehr beschleunigen.

Ein näheres Eingehen auf die verhältnismäßig wenig ausgedehnten Gebiete mit winterfeuchtem, warmtemperiertem Klima

muß aber an dieser Stelle mit Rücksicht auf den Raum unterbleiben. Es mögen sich also die folgenden Bemerkungen auf die niederschlagsreichen Gebiete der kalttemperierten Zone beschränken. Wir kennen sie alle, diese Landschaft mit ihrer Eigenart und ihren Reizen, denn wir wohnen ja mitten in ihr. Wir brauchen ihrer daher auch nur kurz zu gedenken, und jeder wird in eignem Schauen, eignem Beobachten das wenige, was wir sagen wollen, ergänzen und berichtigen.

Wenn wir gegenüber der humiden Landschaft der Tropen einige besondere Unterschiede gleich von vornherein feststellen wollen, so ist es hinsichtlich der äußeren Erscheinung vor allem die völlige Verschiedenheit der Pflanzenwelt, hinsichtlich des Gefühls die wesentlich geringere Wärme, die bei uns oft weit unter den Gefrierpunkt hinabsinkt, hinsichtlich des jahreszeitlichen Wechsels des Bildes die ungeheuren Unterschiede vom schneebedeckten Winterbild zum aufgrünenden Frühjahrs-, zum ährenfrohen Sommer- und zum fruchtreichen Herbstbild. Während in den feuchten Tropen zwar dank der verschiedenen Blütezeit einzelner Bäume, Sträucher und sonstiger Gewächse, auch vereinzelt Vorkommens von Blattfall von Zeit zu Zeit geringe Veränderungen im Waldbild sich zeigen, so hört doch hier die Zeit energischen pflanzlichen Lebens und Gedeihens niemals völlig auf. Wir erkennen daraus, daß ein Vergleich mit der humiden Landschaft der mittleren Breiten nur für die Periode hoher pflanzlicher Lebenskraft möglich ist, und daß das jahreszeitliche Auftreten niedriger Temperaturen mit seinen bekannten Einflüssen auf die Vegetation, aber auch auf die geologischen Landschaftselemente, die wesentlichsten Unterschiede gegenüber den feuchten Tropen hervorbringt.

Vergleichen wir unsere Waldlandschaft im Sommer mit der der feuchten Tropen, so müssen wir vor allem feststellen, daß Arten und Größe der Bäume sehr verschieden sind, auch der gesamte übrige Pflanzenapparat des Waldes in seiner Einfachheit außerordentlich stark von dem des feuchten Tropenwaldes abweicht. Aber in ursprünglichen Verhältnissen, wie sie z. B. während der Römerzeit noch im größeren Teil Germaniens geherrscht hatten, waren die Bedingungen denen der tropischen Urwälder etwas näher gestanden als jetzt, wo bei uns alle Wälder in forstliche Kultur genommen sind, ihre Zusammensetzung einfacher und oft willkürlich gestaltet ist und weite Sumpfbgebiete ausgetrocknet

sind. Aber selbst wenn wir nur den modernen korrigierten Wald mit dem tropischen Urwald vergleichen wollen, finden wir bereits manche Übereinstimmungen. Wohl ist der Wald niedriger, das Heer der Epiphyten und Lianen fehlt völlig oder fast völlig, desgleichen die untere Etage von kleineren Waldbäumen. Dagegen ist das Unterholz oft reich entwickelt, Rasen, Bodenstreu und Moose, auch wohl manche dem Boden sich unmittelbar anschmiegende breitblättrige Gewächse verleihen einen kräftigen Schutz gegen oberflächliche Abspülung, so daß diese selbst im Verhältnis zum Regenfalle eher geringere Beträge erreicht als im regenfeuchten Urwald. Außerdem bereiten sie auch dem oberflächlichen Ablauf des Regenwassers viele Hindernisse, verlangsamen ihn also und begünstigen das Eindringen von größeren Wassermengen in den Untergrund. Wohl ist bei unseren Wäldern der Abschluß von Sonne und Wind weit weniger vollständig als im tropischen Urwald, aber doch immer noch kräftig und wirksam. Zudem sind unsere Temperaturen selbst im Hochsommer im Durchschnitt noch wesentlich niedriger als in den Tropen, die Niederschläge viel geringer. Aber trotz alledem sind die Unterschiede nur graduell, und es herrscht eine große Ähnlichkeit in den Verwitterungs- und Abtragungsverhältnissen der Waldgebiete der Tropen und der gemäßigten Zone während der sommerlichen Temperaturen: Vorherrschen der chemischen Verwitterung und kräftiger Vegetationsschutz gegen oberflächliche Abspülung, während allerdings unter dem Waldwurzelfilz auch hier ein nicht unbedeutendes Abwärtswandern der Verwitterungsprodukte stattfindet, häufig begünstigt durch starke Durchfeuchtung. Ferner kann man gelegentlich neben dem langsamen Abwärtsrücken (Kriechen) auch Rutschungen und Bodenfluß beobachten, wie wir sie aus den feuchten Tropen kennen; nur ist die Intensität und Häufigkeit dieser Phänomene bei uns meist wesentlich geringer als dort, was einmal auf die Rechnung der schwächeren Niederschlagsmengen, andererseits aber auch der viel geringeren Mächtigkeit der Zersetzungsböden zu setzen ist. Während in den Tropen, soweit bekannt, die Urwaldbäume gewöhnlich nicht in das Anstehende hinabreichen, ja zu meist sehr flache Wurzelscheiben besitzen, sind in unseren Wäldern sehr viele Bäume kräftig im Anstehenden verankert, ein Umstand, der die subsilvine Bodenbewegung zwar nicht unterdrücken, aber wenigstens erschweren kann.

Prinzipiell sind also Abtragungsschutz und manche Abtragungsvorgänge in den regenfeuchten Tropen und in den Waldgebieten der gemäßigten Zone während des Sommers bei genügendem Regenfall in dieser Jahreszeit ziemlich gleichartig, und wir müssen daher annehmen, daß auch bei uns bis zu einem gewissen Grade dieselben Oberflächenformen entstehen müßten wie in den feuchten Tropen. In der Tat erinnern auch die Bergrückenformen, die bei uns unter bestimmten Raumbeziehungen auftreten, ebenso wie das von Göttinger beschriebene Ausheilen von Rutschungen und Rutschungsabsätzen zu gleichförmiger Böschung des Hanges durchaus an die Verhältnisse der feuchten Tropen. Allein es treten bei uns manche Oberflächenformen auf, die dort nicht oder nicht in gleichem Maße zu beobachten sind; insbesondere heben sich bei uns selbst bei dichter Waldbedeckung die verschiedenen Gesteinsarten morphologisch besser hervor als dort, und der geologische Bau prägt sich deshalb auch in den Formen der Erdoberfläche viel schärfer aus.

Dieser Unterschied, der freilich auch bei uns vielfach erst dann sehr augenfällig wird, wenn der Wald entfernt ist und die Formen also unmittelbar auf das Auge wirken, kann nur zum Teil durch die geringere Intensität der chemischen Verwitterung und des Vegetationsschutzes in unseren Breiten erklärt werden. Hauptsächlich aber wird man zur Erklärung unseren Jahreszeitenwechsel heranziehen müssen, der für eine lange Periode des Jahres die chemische Verwitterung herabsetzt oder auch ganz aufhebt, dafür aber, dank dem Blattfall vieler Waldbäume, der Insolation Raum gibt, während gleichzeitig mit dem Frost ein ungemein wichtiges Verwitterungsagens in Tätigkeit tritt, das den tiefer gelegenen tropischen Waldgebieten völlig fehlt. Der Frost trägt außerordentlich viel zur mechanischen Zertrümmerung der oberflächlich liegenden Gesteinsmassen bei. Ja in Gegenden, wo kräftiger Frost längere Zeit anhält, kann er sehr wohl auch unterhalb der Vegetations- und Bodendecke noch starke Sprengwirkungen ausüben und damit der nachfolgenden chemischen Verwitterung vorarbeiten. Aber andererseits kommt auf diese Weise auch das mechanische Widerstandsvermögen der Gesteine zum Recht und äußert sich demnach auch morphologisch. Freilich kann bei den mäßigen Frostgraden unserer Gebiete eine Schneedecke das Eindringen des Frostes in den Boden verhindern, so daß also die im

Winter niederschlagsreichsten Gebiete am besten gegen die Frostverwitterung unter der Vegetationsdecke geschützt sind. Aber selbst in niederschlagsreichen Gebieten kommt es nicht selten vor, daß bei Beginn des Winters vor dem Niedergehen von ergiebigem Schnee energischer Frost sich einstellt und in den Boden dringt.

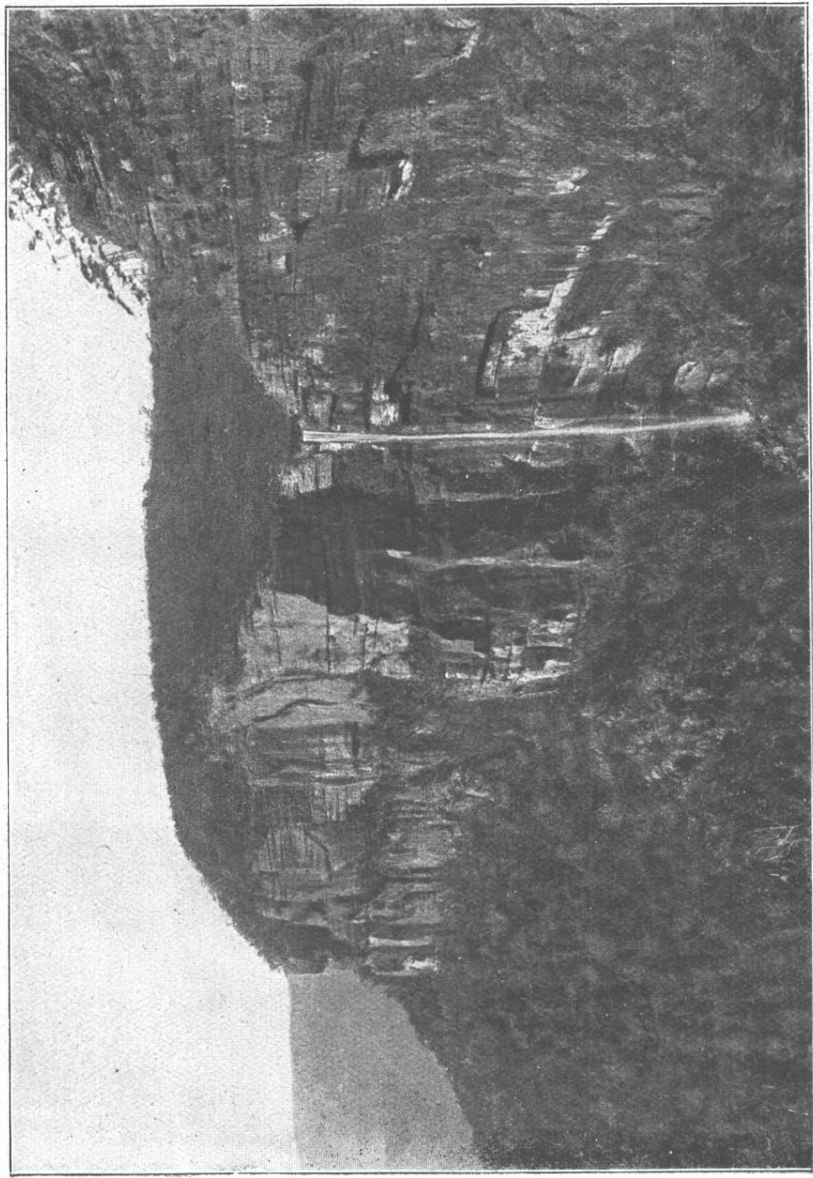
Ist der Frost für die Verwitterung von großer Bedeutung, so auch nicht minder für die Abtragung: er bringt zahlreiche oberflächliche Pflanzenorgane zum Absterben und erleichtert damit die Oberflächenabtragung (z. B. die spätere Abspülung durch Schneeschmelzwasser). Zudem begünstigt er aber in gleicher Weise die Abtragung unter der Vegetationsdecke, indem die Ausdehnung des im Boden enthaltenen Wassers beim Gefrieren denselben vorwärts drängt, was namentlich nach dem Auftauen mit einer Abwärtsbewegung verknüpft zu sein pflegt. Innerhalb des Pflanzenwurzelfilzes dürfte die Abwärtsbewegung des darin enthaltenen Bodens freilich sehr geringfügig sein, da die Wurzeln zu viel Widerstand bieten. Aber eben dieser elastische Wurzelfilz setzt auch nach dem Absterben der oberirdischen Pflanzenorgane seine Schutzwirkung oft noch kräftig fort, sofern nämlich, wie so häufig, flach ausgreifende Wurzeln über die Oberfläche emporragen und dadurch die abspülende Wirkung der Schmelzwasser herabsetzen. Der Vegetationswurzelfilz ist das Schutzkleid des Geländes, denn er verhindert eine allzu rasche Verfrachtung der Verwitterungsprodukte und trägt viel zur Erhaltung der Oberflächenformen bei. Von der Widerstandskraft des Vegetationskleides gegen Zerreißung infolge Druckes von innen (von der Schutt- und Zersetzungsdecke her), hängt der mögliche tatsächliche Böschungswinkel der bewachsenen Hänge in erster Linie ab. Wir sehen also, daß ein nicht unwesentlicher Teil der charakteristischen Oberflächenformen des Gebietes als eine Folge der Wirkungen des Wurzelfilzes zu betrachten ist. Und wo an steileren Hängen — etwa durch Erosion oder durch künstliche Eingriffe des Menschen — dieser Wurzelfilz verletzt ist, da sieht man den lockeren Untergrund unter ihm abrücken, so daß er in freie Luft hinausragt und absterbend abbricht, sofern es ihm nicht glückt, sich elastisch bis auf die neu geschaffene Böschung herabzusenken und dort wieder festzuwurzeln.

Die Vernichtung des Waldes, wie sie örtlich durch Windschläge wohl gelegentlich hervorgerufen wird, und vollends die Vernichtung von Wald und Waldwurzelschicht, wie sie die menschliche Rodung

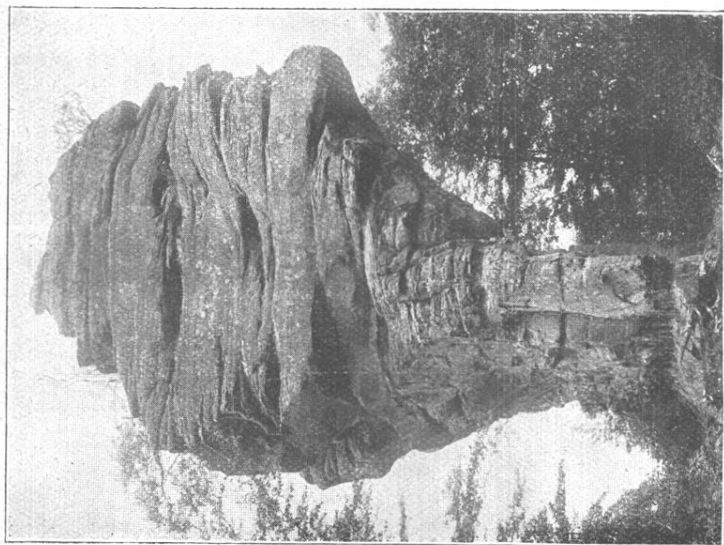
bewirkt, bringt also einen ganz bedeutsamen Wechsel für die Abtragungsverhältnisse hervor, und es ist nicht zu bezweifeln, daß damit in absehbarer Zeit auch eine nicht unwesentliche Änderung der Oberflächenformen entstehen muß. Wenn wir z. B. sehen, daß ein vor etwa anderthalb Jahrzehnten an einem Steilhang des „Hörnles“ bei Kohlgrub gemachter Kahlhieb zur Entstehung eines Bachrisses führte, der in die Tiefe, seit- und rückwärts fressend bereits einen großen Teil des Berghanges bis zum Vorgipfel hinauf angeschnitten und des früheren Bodens entkleidet hat, und wenn wir beobachten, welch große Erdmengen ein einziger Regenguß von einem frisch geackerten Bergfeld zur Tiefe führt, so können wir uns einen Begriff machen, welch rasche Änderungen die Entwaldung in gebirgigen Gebieten mit heftigen Regengüssen hinsichtlich der Bodenbedeckung und auch der Oberflächenformen bedingen kann. Wenn bei uns diese Wirkung der Rodungen an Berghängen nicht das gleiche Ausmaß wie etwa im nahen Mittelmeergebiet erreicht hat, so ist daran neben der größeren Seltenheit schwerer Platzregen vor allem die Gegenarbeit des Menschen schuld, der an Bergäckern alljährlich die Hauptmasse des abgespülten Bodens wieder aufwärts trägt und der Bildung von Wildbachrissen durch Verbauung möglichst entgegenwirkt. Insonderheit ist aber die verhältnismäßig gute Wahrung des Bodenbestandes und der Oberflächengestaltung bei uns in Deutschland dem Umstand zuzuschreiben, daß der allzu weitgehenden Rodung schon im Mittelalter gesetzlich entgegengetreten wurde, ehe noch die höheren Gebirgsteile unserer Mittelgebirge stark in Angriff genommen worden waren und daß man später sogar an gefährdeten Steilhängen wieder aufforstete, soweit das möglich war. Außerdem aber war die Mehrzahl der steileren Hänge schon frühzeitig für Wiesen und Weiden reserviert worden, so daß also hier ein neuer zusammenhängender Wurzelfilz, freilich sehr verschiedener Art, aber doch ebenfalls recht widerstandsfähig, an die Stelle des früheren getreten ist und dessen Schutzfunktion übernommen hat. Wenngleich im einzelnen zweifellos manche Änderungen der Oberflächenformen seit der Rodungsperiode im Mittelalter in unseren Mittelgebirgen vorgekommen sein werden — deren Nachweis im einzelnen sehr wünschenswert wäre —, so dürfen wir doch annehmen, daß die Oberflächengestaltung in der Hauptsache erhalten geblieben ist. Der Landschaftscharakter aber hat sich

mit der weitgehenden Entwaldung zweifellos ganz wesentlich geändert: die Felder, Wiesen, Weideflächen, die an Stelle des Waldes getreten sind, lassen die Oberflächenformen deutlich vor dem Auge des Beschauers hervortreten, während sie im Waldkleid nur in ihren markanteren Formen von weitem erkennbar wären. Stellen wir uns z. B. vor, daß die schwäbische Stufenlandschaft völlig mit Wald bedeckt wäre, anstatt ihr gegenwärtiges, meist künstlich geschaffenes niedriges Vegetationskleid zu tragen, so wird uns von irgendwelchem charakteristischen Aussichtspunkte aus klar, daß eine Menge Einzelheiten der Oberflächengestaltung uns verborgen bleiben müßte. Ich spreche hier nicht von kleinen Zügen, wie der sanften Abflachung des Gehänges am Österberg zu Tübingen in der Gegend der anstehenden Zanc lodonmergel oder dem Auftreten kleiner Vulkanembryonen am Fuße des Steilabfalls der Alb, sondern selbst von den großen Landterrassen des Lias α oder Braun Jura β , die gewiß größtenteils kaum landschaftlich sichtbar würden, wenn Hochwald sie bedeckte; es würde dann in der Landschaft vielfach der Stufencharakter gar nicht mehr deutlich zum Ausdruck kommen, und viel Feinheit der Gliederung des Bildes würde verschwinden. Es ist kein Zweifel, daß hier das breite Auftreten der menschlichen Kultur nicht nur zur klaren Heraushebung der Oberflächengestaltung diene, sondern selbst manche Einzelheiten des geologischen Baues erst weithin landschaftlich enthüllte (so die obere Grenze der Impressatone, mit der die untere Grenze des Schutzwaldes vielfach zusammenfällt). Außerdem macht sie erst das hydrographische System in seiner besonderen Linienführung deutlich erkennbar und gibt damit der Landschaft ihre klare Gliederung. Einen besonderen Reiz aber bilden am Gebirgsfuß die Dörfer und Städte, die Wege, die Felder in ihren verschiedenen Farbentönen und ihrer wechselnden Flureinteilung, die grünen Wiesen; auf einzelnen Höhen die Schlösser und Burgen; und oberhalb des Steilabfalls mit seinem Laubwaldgürtel und den gelegentlich auftretenden hellblinkenden „Rutschen“ eine neue Kulturfläche mit Dörfern und Feldern, mit Schafweiden, die spitzkegelförmige dunkle Wacholder tragen, mit rundlich aufragenden waldbedeckten Bergkuppen, mit breiten Trockentälern und vereinzelt Dolinen und Höhlen.

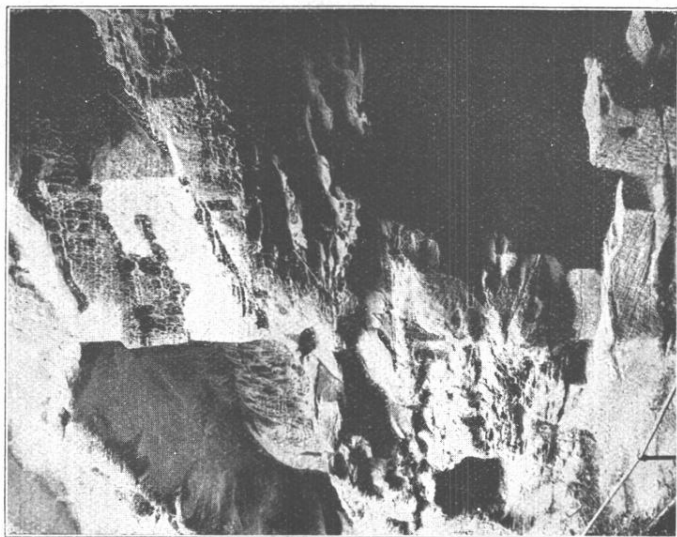
Das eingehendere Studium dieser Landschaft zeigt uns dann, daß hier im humiden Waldgebiet der gemäßigten Zone



Mäßig feuchtes Waldgebiet der gemäßigten Zone: Blaue Berge in Neusüdwalen (Australien). Steilabfall des Sandsteinplateaus; Wasserfall Govetts Leap. Flachschiebung (Decke über der abgetragenen Faltengebirgsoberfläche). Nach einer in Sydney erworbenen Photographie.



Der Erbsenfelsen beim Hanauer Weiher (Untersaß, Nordvogesen).
Abtragungsrest im mittleren Buntsandstein. Aufnahme von Dr.
A. Hemmer.



Kleinformen der Verwitterung: Gesteinsgitter im mittleren Bunt-
sandstein der Nordvogesen bei Ruine Falkenstein. Aufnahme
von Dr. A. Hemmer.

der Aufbau eines flach geschichteten Gebietes mit abwechselnd harten und weichen Bänken landschaftlich außerordentlich deutlich zum Ausdruck kommt. Wenngleich die Einzelheiten der Abtragungsvorgänge noch nicht genügend bekannt sind, auch bei dem Ineinanderwirken chemischer und mechanischer Einflüsse im Sommer und Winter nicht leicht genau nachzuweisen sein werden, so erkennen wir doch hier ebensowohl wie in der vorher besprochenen, so verschiedenartig gestalteten Wüste die Tatsache, daß die harten Schichten in Steilabfällen abbrechen, die Gegend der weichen Schichten aber in Form von Terrassenflächen heraustritt. Wir dürfen daraus auch schließen, daß die Widerstandsfähigkeit der Gesteine gegen mechanische Einflüsse in dieser Zone bereits von höherer morphologischer Bedeutung ist als die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Verwitterung. Dieser Schluß wird auch durch die Überlegung gestützt, daß bei uns hohe Temperaturen nur eine recht kurze Zeit des Jahres über herrschen, so daß intensivere chemische Verwitterung nur kurz wirken kann. Die Seltenheit scharfer Kanten im Landschaftsbild spricht aber doch bereits für einen ansehnlichen Einfluß der chemischen Verwitterung und einer zusammenhängenden Vegetationsdecke; die einzigen sehr auffälligen Kanten in großer Ausdehnung und großem Stil am Oberrand der durch jugendliche Abrutschungen — „Rutschen“ — entstandenen Albtrauf sind bezeichnenderweise auf Kalkstein beschränkt, der ja in mancherlei Hinsicht eine gewisse Ausnahmestellung unter den Gesteinen einnimmt. Eine morphologische Sonderstellung nehmen ferner manche isolierte, regellos über die Landschaft zerstreute, aber recht regelmäßig gestaltete kuppen- bis kegelförmige Hügel ein, deren Form durch die radiale Feldereinteilung fast noch auffälliger als durch sich selbst für das Auge des Beobachters herausgehoben wird: das sind vulkanische Gebilde der Miozänzeit, ursprünglich Ausfüllungen von Durchschlagsröhren, aber nach der Abtragung des umgebenden Gesteins in dieser Form (zuweilen aber auch in steiler Säulengestalt) erhalten.

Alle Formen, die wir im Landschaftsbilde bemerken, von den tief eingeschnittenen Tälern an bis zu Erhebungen aller Art, lassen sich zwanglos aus der Tätigkeit des Wassers in seinem flüssigen Zustande ableiten. Nichts verrät eine morphologische Wirkung von Gletschereis. Ebensowenig können wir Formeinflüsse

ehemaligen Waltens des Windes von unserem Aussichtsort (etwa Jusi oder Hohenneuffen, Teck) erblicken, da die tatsächlich vorhandenen Lößabsätze zu geringfügig sind, um sich in dem großen Bilde auffällig bemerkbar zu machen, noch weniger aber — es sei denn im Kleinbilde — einzelne pontische Pflanzen als Relikte einer Steppenzeit. Wenn wir auf der Schwäbischen Alb jedoch nach Geländeformen suchen, die durch die gegenwärtig herrschenden Verhältnisse nicht erklärt werden können, so fehlt es freilich auch daran nicht, wie denn z. B. an den Talwasserscheiden sich noch deutliche und sehr auffällige Anzeichen einer einst recht verschiedenen Gestaltung des Flußnetzes zeigen.

Wenn in dem tektonisch sehr wenig gestörten Gebiet des schwäbisch-fränkischen Jura oder auch der Côte d'or usw. der Wechsel harter und weicher Gesteinskomplexe zur Herausbildung einer typischen Stufenlandschaft geführt hat, so finden wir denselben Wechsel harter und weicher Gesteine auch außerhalb der Gebiete der Flachsichtung landschaftlich sehr klar ausgeprägt. Wo irgend sich an einzelnen Bergkuppen, an den Hängen tief eingeschnittener Täler oder in weiträumigen Becken und Mulden ein solches Abwechseln von Gesteinsschichten verschiedener Widerstandskraft findet, da treten die härteren an Hängen als Steilabbrüche, bei flacherer Geländeausbildung aber als Erhebungen oder Höhenzüge über die weicheren hervor und verursachen so eine höchst wirkungsvolle Gliederung der Oberflächengestaltung. In kleinerem Ausmaß steigen härtere Schichten oder Gänge bei senkrechter Stellung oft wie Mauern aus der Umgebung auf (so der Pfahl im bayrischen Wald). Wo aber ein Tal eine Landschaft mit mäßig geneigten, verschieden harten Schichten durchschneidet, da bilden sich an den Talhängen Felsterrassen heraus, die sich auf den beiden Seiten in recht verschiedener Höhe und Entfernung vom Wasserlauf befinden und daher eine unsymmetrische Ausgestaltung der entgegengesetzten Hänge bewirken. Bei kurzräumiger Aufwölbung von derartigen Schichten tritt oft auf engem Raume eine häufige Abwechslung von Erhebungen und Vertiefungen infolge verschiedenen Abtragungswiderstandes hervor¹⁾, während in vulkanischen Gegenden besonders die Gänge aus weicheren Tuffen herauspräpariert werden.

¹⁾ Z. B. Mont Terri (Noë-Margerie, Les formes du terrain. Paris 1888, Taf. 12, No. 38).

Selbst bei gleichartigem Gestein kommen örtliche Modifikationen größeren Widerstandes gegen Lösung, oder chemische bzw. mechanische Verwitterung in Form von vorragenden und oft sehr auffallenden Felsklötzen, ja Nadeln zur landschaftlichen Geltung, wie vielfach in Kalk- und Dolomitgebieten, aber auch in Gebieten kristallinischer Gesteine, während im kleinen dieselbe Erscheinung sich in der Ausbildung von Karrenfeldern zeigt. Tatsächlich ist ja kein Gestein in seiner ganzen Ausdehnung von gleichmäßiger Beschaffenheit, so daß infolgedessen genannte topographische Einzelheiten in verschiedener Ausbildungsweise allenthalben zu finden sind. G. de la Noë und E. de Margerie machen freilich (a. a. O. S. 41) darauf aufmerksam, daß der Mensch mit seinen Kulturen vielfach zur Abrundung des Geländes beiträgt, während er andererseits an steileren Hängen auch oft künstliche Terrassen anlegt, um die Abschwemmung des Bodens zu verhindern oder wenigstens abzuschwächen.

Wo die Flüsse ehemals unmittelbar das Anstehende bearbeiten konnten, da sind an Steilwänden vielfach Leisten und Hohlkehlen, im Bett zahlreiche Strudellöcher ausgearbeitet, so an der Rhône oberhalb ihrer Verschwindungsstelle, während an Wasserfällen häufig starke Unterwaschungen eintreten, namentlich wenn hier, wie am Niagara, weiche Schichten unter harten Lagern anstehen.

Wo verhältnismäßig flache Faltungen Mittelgebirge aufbauen, wie z. B. im Schweizer Jura, da treten manchmal zwar nicht die Uroberflächen, wohl aber die inneren Strukturflächen wenigstens stellenweise noch unmittelbar hangbildend auf, so daß auf ansehnliche Strecken hin eine Übereinstimmung der topographischen und der strukturellen Oberflächen statthat. In vielen anderen Fällen blieb zwar die einfache Gewölbeform der Oberfläche erhalten, aber das tatsächliche Einfallen der Schichten ist wesentlich größer als die Neigung des Geländes, und zuweilen haben sich, in völligem Gegensatz zum inneren Bau, selbst in Antiklinalen Täler eingesenkt, an deren Hängen die härteren Gesteinslagen dann als Steilstufen heraustreten. In anderen Fällen verläuft die Oberfläche nur teilweise in gewisser Übereinstimmung, teilweise aber auch in entschiedenem Gegensatz zu den Faltenwürfen der Tektonik.

Im Gebiete des Schwarzwaldes oder der Vogesen können wir eine Reihe unserer morphologischen Beobachtungen aus dem

Schwäbischen Jura trotz der sehr verschiedenen Gestaltung des Landschaftsbildes aufs neue bestätigt finden. Vor allem tritt uns auch hier deutlich in der landschaftlichen Erscheinung der Erhebungen wie der einzelnen Formen und Verwitterungsgebilde der starke morphologische Gegensatz der Gesteine nach dem Grade ihres Widerstandes gegen mechanische Einflüsse entgegen. Ganz besonders stellen sich die hier so häufigen Sandsteine und Konglomerate mit ihren Steilwänden und merkwürdigen Einzelformen von Felsen, Gesteinsgittern ¹⁾ u. dgl. in Gegensatz zu den meisten übrigen Felsarten, namentlich den alten Eruptivgesteinen, die mehr zu den gerundeten Formen neigen.

In den tief eingeschnittenen Tälern und an steilen Felshängen humider Gebirge der gemäßigten Zone gelingt es nicht selten, da und dort einen unmittelbaren Einblick in den inneren Bau dieser Gegenden zu gewinnen, der sehr viel verwickelter ist als in der Schwäbischen Alb, und selbst im Großbild treten hier die Einflüsse tektonischer Eigentümlichkeiten außerordentlich scharf zutage; ist ja doch die ganze mittelhheinische Tiefebene als ein Ausdruck gewaltiger Verwerfungsvorgänge aufzufassen, während deren Vorhügelzone in der Hauptsache als der morphologische Erfolg zahlreicher noch hochragender Schollen betrachtet werden muß. Freilich treten auch sehr viele Einzelschollen morphologisch in keiner Weise mehr hervor, wie z. B. durch die Bohrungen bei Pöchelbronn deutlich geworden ist, wo trotz bedeutender Niveaudifferenzen dieser Schollen oberflächlich ein indifferentes Wellenland entstanden ist, dessen einzelne Erhebungen und Vertiefungen oft keinerlei Beziehungen zu den Schollen selbst mehr erkennen lassen. Außerordentlich auffällig tritt inmitten der mittelhheinischen Tiefebene das in sich wieder recht verwickelt gebaute vulkanische Gebilde des Kaiserstuhls heraus, und wenn es auch an Kühnheit der Formen bei weitem nicht die Vulkangestalten des nahen Höhgäues erreicht, so hebt es doch mit seinen weichen, aber immerhin kräftig aufsteigenden Linien die landschaftliche Schönheit des angrenzenden Teiles ganz wesentlich.

Die Hochregionen des Schwarzwaldes wie der Vogesen sind großenteils in Form von Kuppen und breiten Rücken ausgebildet. Die oft auf ansehnliche Entfernung fast gleich große Höhe der-

¹⁾ Vgl. Bild bei S. 160.

artiger Gebilde legt den Gedanken nahe, daß man es hier mit Überresten alter Einebnungsflächen zu tun habe. Ein Gleiches aber gilt für die Landterrassen, die sich vielfach am Grunde des mesozoischen Deckgebirges in Schwarzwald und Vogesen zeigen und die alte permokarbone Landoberfläche wieder aufzudecken scheinen.

Die Oberflächenformen, die wir sonst im Schwarzwald und in den Vogesen sehen, sind größtenteils ebenso wie in der Schwäbischen Alb deutlich als Wirkungen des flüssigen Wassers zu erkennen, wenngleich in einzelnen Fällen die Anlage der Täler durch Verwerfungen und andere tektonische Vorgänge verursacht worden ist.

In vielen Hochregionen beider Schwestergebirge, zum Teil auch noch tief hinab in die Täler finden sich aber breit gerundete Eintiefungen, gerundete Felshöcker und wallartige Schuttanhäufungen, die offenbar durch die Tätigkeit von Gletschern geschaffen worden sind und damit (neben dem Vorhandensein gewisser alpiner oder nordischer Pflanzen- und Tierarten) Zeugnis ablegen von der ehemaligen Herrschaft des nivalen Klimas in einem Teile des Gebietes. Manche dieser glazialen Gebilde, die nischenförmigen Kare, gehören sogar zu den landschaftlich schönsten Formen dieser Gebirge, namentlich wenn der Grund derselben noch von kleinen Seen erfüllt ist, wie das ja vielfach der Fall ist.

Aber auch die Tätigkeit des Windes hat nach dem Ende der Glazialzeit ihre Spuren hinterlassen: in Lößabsätzen, die im Rheintal stellenweise bedeutende Mächtigkeit erreichen und dann in flachen Hügelrücken mit gelegentlichen Steilwänden an Bachufern oder, wie im Kaiserstuhl, mit tief eingeschnittenen Hohlwegen, auch morphologisch hervortreten. Immerhin aber ist die landschaftliche Rolle der Lößgebilde viel geringer als die der glazialen, die z. B. in den Südvogesen in breiten Flächen die Oberflächenformen beherrschen.

In der Mehrzahl der übrigen deutschen Mittelgebirge hat die Eiszeit keine oder nur dürftigere Spuren zurückgelassen, und wenn auch ehemalige Abtragungsflächen neben manchen Flußterrassen uns morphologisch Kunde von früheren Verhältnissen und Zuständen geben und größtenteils, wie z. B. im rheinischen Schiefergebirge, das Landschaftsbild sogar beherrschen, so überwiegt doch im modernen Formenschatz durchaus der Einfluß des flüssigen

Wassers: er beherrscht vor allem die Talformen. Die Widerstandskraft der Gesteinsart macht sich in den alten Abtragungsflächen minder kräftig fühlbar als in jüngeren Gebirgsgebieten, wo manchmal, wie in der Rhön, vulkanische Gebilde schroff und mit charakteristischer Kegel- oder Stielgestalt aufragen. Wohl gestattet da und dort ein tief eingeschnittenes Tal mit steilen Felswänden oder anderen Aufschlüssen einen Einblick in den Faltenwurf und die Verwerfungen, die den inneren Bau dieser alten Gebirge bedingen. Aber oberflächlich kommen die Strukturzüge nur mehr in morphologischen Einzelheiten zur Geltung, aber nicht mehr in großen Strichen, wie etwa in der schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft, vielmehr beherrschen meist — neben Aufschüttungsformen — die Abtragungsformen das Gesamtbild: flache breite Rücken, sanft aufragende Kuppen, langgezogene Hänge, weithin fast geradlinige Kämme oder selbst fast ebene Flächen als Folgen langwirkender Abtragungsvorgänge. Der weiche Fluß der Linien wird nur selten, so etwa bei tief eingeschnittenen, auch wohl terrassierten Tälern unterbrochen, behält aber sonst zumeist die Herrschaft und verleiht dem Bilde viel Liebliches in merkwürdigem Gegensatz zu dem stolzen Schwung der Faltenwürfe des Innern. Wenngleich die Höhen mit Ausnahme der höchsten, mindestens aber die steilen Hänge noch vorwiegend das Waldkleid tragen, sind doch sehr große Flächen bereits der menschlichen Kultur überliefert; diese nehmen daher in dem Bilde meist einen großen Raum ein und tragen viel zu dem freundlichen Formen- und Farbenreichtum bei, der für unsere Mittelgebirgslandschaften charakteristisch ist und einen Hauptteil ihrer Schönheit ausmacht¹⁾. Wer für weiche Linienführung Sinn hat, wird an Mittelgebirgsbildern mit ihrer reichen Mannigfaltigkeit der geologischen und biologischen Einzelheiten seine hohe Freude haben; die Kraft und die herbe Schönheit der Hochgebirgsbilder findet man nur vereinzelt in ihnen (so Vogesen, Schwarzwald, Riesengebirge). Aber der Reiz der jahreszeitlichen Wandlungen der Landschaft macht sich ungemein wirksam geltend, und dieser verleiht auch der Landschaft des ebenen

¹⁾ Eine ausgezeichnete, ins einzelne gehende Studie über den Einfluß des geologischen Baues auf das Landschaftsbild eines alpinen Gebietes hat neuerdings O. Ampferer gegeben („Das geologische Gerüst der Lechtaler Alpen“, Zeitschr. d. D. u. Österr. Alpenvereins 44, 1—25. Wien 1913. Mit lehrreichen Bildern).

Tieflandes, die durch die Größe des Gesichtsfeldes und die starke Betonung der Horizontalen auf viele Gemüter tiefen Eindruck ausübt, die Möglichkeit, die mannigfachsten Stimmungen zu erwecken — ganz abgesehen davon, daß die wechselnde Pflanzenwelt: Wiese, Wald, Feld, Marsch, Heide, Moor, daß die einzelnen Gewächse, besonders die blühenden, und die Vergesellschaftung von Wasser und Land in den verschiedensten Formen von Ort zu Ort und Zeit zu Zeit immer neue Stimmungsreize ausüben.

5. Steppen und Wüsten der gemäßigten Zone.

Wie die Waldlandschaft der gemäßigten Zone in ihrem Verhalten etwas der regenfeuchten Tropenlandschaft ähnelt, so die Steppenlandschaft der mittleren Breiten den Grasfluren der Tropen. In beiden Fällen bringt der Winter, also das Auftreten einer Periode häufiger, oft auch langwieriger und kräftiger Frostwirkung, den wichtigsten Unterschied hervor. Und doch sind die Differenzen beider Zonen bei der Waldlandschaft wesentlich größer als bei der Grasflurenlandschaft, denn die Frostperiode schafft im Waldgebiet der gemäßigten Zone eine Periode der pflanzlichen Ruhe, wie sie dem tropischen völlig unbekannt ist; die Grasflur der Tropen dagegen kennt eine Zeit pflanzlicher Ruhe ebensogut wie die des gemäßigten Klimas, nur der Grund ist ein verschiedener: dort Mangel an Niederschlägen, hier aber Frost (der freilich physiologisch auch wie Trockenheit auf die Pflanzenwelt wirkt). Infolgedessen ist auch die Ähnlichkeit der äußeren Bedingungen sowie der morphologischen und landschaftlichen Eigentümlichkeiten hier viel größer als bei der Waldlandschaft. Im einzelnen freilich ließen sich auch manche Übereinstimmungen zwischen beiden Wald- und Grasflurenlandschaften hervorheben, so die weit geringere Meereshöhe, bis zu der Wald- wie Grasflur in den mittleren Breiten hinaufreichen, und vor allem der geringere Artenreichtum und die dürftigere Entwicklung der Pflanzenwelt. Letztere setzt naturgemäß den Schutz gegen Wind und Abtragung wesentlich herab und überliefert dafür die Unterlage der Insolation und der Wirkung von Temperaturschwankungen in viel weitergehendem Maße; doch sind deren Wirkungen infolge des gemäßigten Klimas wesentlich geringer als in den Tropen. Die Hauptarbeit leistet hier dagegen — neben Wind und der von

ihm bewirkten Austrocknung — der Frost, während die chemische Verwitterung wegen der meist kurzen Dauer der Bodendurchfeuchtung nur geringe Bedeutung erreicht. Und was hier für die Grasfluren gesagt ist, gilt in verstärktem Maße für die Wüsten, bei denen Vegetation und Regenfall ja zwar nicht ganz fehlen, aber höchst unregelmäßig und spärlich über Raum und Zeit verteilt zu sein pflegen.

Wenn wir oben als Hauptunterschied zwischen den Grasfluren und Wüsten der niederen und denen der mittleren Breiten die längere Dauer und das häufige Eintreten des Frostes angeführt haben, so müssen wir nun auch noch einer landschaftlich sehr wichtigen Folge dieses Frostes gedenken: des Auftretens von Schnee. Der Schnee kann zeitenweise alle Farben der Landschaft ändern und die Formen mildern, erlangt aber auch mittelbar stellenweise große Wichtigkeit für Pflanzenwelt und Abtragung, insofern nämlich die einzelnen im Laufe des Winters fallenden festen Niederschläge sich anhäufen und bei langsamer Schneeschmelze im Frühjahr den Untergrund zum Nutzen der Vegetation intensiv durchfeuchten können, selbst wenn die einzelnen Niederschlagsmengen an sich geringfügig gewesen sein sollten. Freilich kommt dieser Vorzug nur in verhältnismäßig windgeschützten Gegenden in größerer Ausdehnung zur Geltung, während in der Mehrzahl der Steppengebiete allerdings die Winde, die sich ja oft zu rasenden Stürmen steigern, die Schneemassen größtenteils entführen, wie solches z. B. Woeikof für die russischen Steppen hervorgehoben hat. In manchen Gebirgsgebieten trockener Räume der gemäßigten Region zeigen sich auch schon deutliche Anzeichen dafür, daß Regen und Schmelzwasser des angesammelten Schnees abtragend wirken und Erosionsrinnen und Täler schaffen, während die geringere Verdunstung infolge niedrigerer Temperatur ebenfalls unter Umständen die Vegetation begünstigt. Eine weitere wichtige Folge tiefer Temperatur ist in vielen Wüstengebieten die Tatsache, daß auf salzigen Wasseransammlungen sich Eis bildet, das wegen seiner Armut an Salzen für Mensch und Tier die Möglichkeit zum Durstlöschen bietet und daher große Flächen für wilde Tiere wie für Karawanen zeitenweise weit zugänglicher macht, als sie es sonst sein würden.

Das wichtigste Charakteristikum der Verwitterung in den Steppen und Wüsten der gemäßigten Zone ist das Wirken des

Frostes, insbesondere die Sprengwirkung, welche in Spalten eingedrungenes Wasser beim Gefrieren auszuüben vermag. Es ist damit eine Art der mechanischen Verwitterung gegeben, die außerordentlich große Erfolge erzielt. Mächtige Felsen werden zersprengt, desgleichen kleinere, von Spalten durchzogen gewesene Gerölle und Gesteinsstücke; Sandsteine, Mergel, Ton-schiefer u. dgl. können durch reichlich eingedrungenes Wasser beim Gefrieren zu einem feinen Gesteinsmehl umgewandelt werden. Aber auch für die Abtragung ist der Frost von großer Bedeutung: wie häufig werden durch die Ausdehnung von Wasser beim Gefrieren große Gesteinsblöcke oder ganze Abteilungen von Geröllhalden aus der Lage des stabilen Gleichgewichts an Gebirgshängen verschoben, so daß dieselben beim Auftauen abrutschen müssen; auch das langsame Kriechen (Abwärtsrücken) des Gesteinsschuttes und Bodens begünstigt der Frost nicht unwesentlich.

Sind, wie schon erwähnt, in der Grasflur der Tropen die Niederschläge und deren Ablauf, die Vegetation und die chemische Verwitterung kräftiger als in der gemäßigten Zone, so ist andererseits dagegen die abtragende und aufschüttende Tätigkeit des Windes verhältnismäßig geringer, indes die durch Insolation und Temperaturschwankungen bewirkte mechanische Verwitterung zwar an sich größer wäre, aber durch die Frostwirkung der mittleren Breite zumeist weit in den Schatten gestellt wird. Infolge der geringeren Befeuchtung der Steppengebiete und des meist weit tieferen Standes des Grundwassers fehlt das in den tropischen Grasfluren häufige Eingestreutsein einzelner Bäume und Baumgruppen. Die Vegetation selbst ist dürrtiger und die Zwischenräume zwischen den Pflanzenbüscheln meist noch größer. Darum kann auch der Wind sich kräftiger entfalten, wie andererseits auch im Falle ausgiebiger Regenfälle oder stärkerer Schneeschmelze die abspülende Tätigkeit des oberflächlich abfließenden Wassers, sowie die Erosionstätigkeit der Bäche und Flüsse stärker wird. Es herrschen also für die Abtragung ähnliche, und graduell verschiedene Bedingungen wie in der Wüste, und nur da, wo ansehnliche Schneedecken auftreten und ziemlich allmählich wegschmelzen, oder wo Gletscher hereinreichen, sind sie wesentlich verschieden. Dort kann bei starker Schmelzwasserdurchtränkung der Boden oberflächlich vollständig aufgeweicht werden, wie

Sven Hedin in Tibet beobachtet hat¹⁾, oder es kann die bekannte Wirkung des fließenden Eises eintreten — wenn freilich gewöhnlich in geringerem Maßstab, da die Niederschläge der benachbarten Gebirge zur Ernährung großer Gletscher nicht ausreichen. Sonst aber spielt der Wind sein Spiel, wie wir es früher schon bei Besprechung der Wüsten warmer Gebiete hervorgehoben haben; er bringt an Berghängen größere, durch die Verwitterung losgelöste Gesteinsstücke zum Abstürzen und Abrollen, er ruft ein Abrieseln von Sand und kleinen Steinchen hervor und hebt andererseits zahlreiche größere und kleinere Gesteinsteilchen auf und entführt sie, entgegenstehende Felswände angreifend und abnutzend. Feinen Staub aber hebt er hoch empor und trägt ihn in gewaltigen Wolken weithin über das Land. Andererseits aber findet oberflächlich abfließendes Wasser infolge der Seltenheit der Niederschläge jederzeit große Mengen losgelösten Gesteinsmaterials, so daß Spülung, Bäche und Flüsse nach Maßgabe ihrer Wassermenge sehr große Transportmassen bewegen können, die sie entweder ausdauernden Flüssen überliefern oder aber in Mündungsseen abflußloser Becken führen, sofern sie nicht infolge übermäßiger Verdunstung oder Versickerung gezwungen werden, schon vorher ihre Transportmassen abzusetzen. Wo aber zerreibliche Tone anstehen, wie vielfach im trockenen Zentralasien, da beobachtete Sven Hedin auch wilde, vom Regen ausmodellerte Formen: unzählige kleine, zum Teil sehr eng werdende Täler mit senkrechten Wänden und unentwirrbare Durcheinander von Hügeln und Tonkuppeln, die aufs wildeste von unzähligen tiefen und engen Schluchten durchsägt werden: Es ist das alles wie in den warmen Wüsten, desgleichen oft der Salzgehalt des Bodens und der Seen, aber von Schutzrinden und Kalkkrusten, sowie innerer Verwitterung lesen wir aus diesen Gebieten nicht. Die ganze Eigenart der atmosphärischen Erscheinungen kehrt in den Wüsten der gemäßigten Zone ebenso wieder, wie sie in der warmen Zone sich zeigt; besonders machen sich die Wirkungen ungleicher Erwärmung einzelner Luftschichten oft ganz gleichartig geltend. (So berichtet Sven Hedin vom Selling-tso: „Nur die am Ostufer des Sees liegende Bergkette zeichnete sich deutlich ab, aber sie schien über dem Boden zu schweben und auf einer Luftschicht zu ruhen, die

¹⁾ Im Herzen Asiens (Leipzig 1903), II, S. 189.

auf verwirrende Art spielte und zitterte. Ebenso ist es mit den Kamelen, die zwei Kilometer westlich von uns marschieren; sie scheinen auf langen schmalen Stelzen zu gehen, und die ganze Karawane schwebt gleichsam in der Luft.“)

Wir verstehen daher auch leicht, daß die landschaftliche Erscheinung der Wüsten und Grasfluren niederer und mittlerer Breiten — abgesehen von pflanzlichen, tierischen und menschlichen Charaktergeschöpfen — außerordentlich viel Ähnlichkeit zeigt. Auch die Abtragungsformen stimmen größtenteils durchaus überein. In den Gebirgsgegenden wird der geologische Bau vielfach sehr klar herauspräpariert, indem der Widerstand gegen mechanische Verwitterung hier im großen und ganzen (trotz mancher im Wesen der Frostverwitterung liegenden Unterschiede) etwa gleichartig die härteren Gesteine gegenüber den weicheren herausarbeitet, die einzelnen Felswände und Felsgipfel aber angreift und modelliert. Auch die Aufschüttung erfolgt unter ungefähr gleichen Bedingungen unter Herausbildung gleichartiger Formen, so daß Sanddünenlandschaften der mittleren und niederen Breiten in ihren morphologischen Einzelheiten völlig übereinstimmen können.

Steppen und Wüsten zeigen aber hinsichtlich der Aufschüttung doch nicht unwesentliche Unterschiede: die Lockermassen der Wüste sind ständiger Wiederaufnahme und Wiederentführung ausgesetzt, sind also in ewiger Wanderschaft begriffen; die Steppenebenen und die Becken, die als Aufschüttungsgebiete im Steppenland allein in Betracht kommen, weisen dagegen recht verschiedene Bedingungen auf: auf ihnen genügt der Vegetationsschutz zwar nicht, alles aus der Luft niedergefallene Transportmaterial festzuhalten — das zeigen uns deutlich die häufigen starken Staubwolken und Tromben dieser Gebiete —, wohl aber den größeren Teil, und indem die Steppengräser höher und höher wachsen, halten sie schließlich die ehemals gefallenen Staubmassen endgültig fest, während die oberirdischen Pflanzenteile neuen Staubmengen Schutz zu gewähren beginnen. So wachsen in den Grasgebieten nahe den staubliefernden Wüstenflächen die äolischen Absätze höher und höher empor und können im Laufe geologischer Zeiträume eine Mächtigkeit von Hunderten von Metern erreichen. Da diese Absätze äußerst wasserdurchlässig sind, so ist die Baumlosigkeit dieser Steppengebiete (einer der charakteristischsten Züge dieser Landschaftsart) leicht verständlich: die spärlichen Niederschläge

genügen nicht für größere Holzgewächse, und auch die längsten Wurzeln vermögen in solchen Lößgebieten nicht mehr das etwa am Grunde der äolischen Absätze vorhandene Grundwasser zu erreichen.

So muß denn die fast ebene oder ganz flachwellige Fläche, welche die beckenförmige Vertiefung des Geländes mit leichter Aufbiegung an den Rändern überdeckt, eine baumlose Grasflur tragen, und wo in mittleren und niedrigen Breiten vulkanische Lockermassen aus der Luft sich absetzen und weite Landflächen, namentlich aber Geländevertiefungen, in großer Mächtigkeit überdecken, da stellen sich wenigstens vor deren gründlicher Zersetzung dieselben pflanzengeographischen Erscheinungen ein — selbst wenn der Regenfall recht ansehnlich ist —, so daß man schon geradezu von einem vulkanischen Löß gesprochen hat.

Auch in morphologischer Hinsicht verhält sich dieser vulkanische Löß wie der typische Löß: dank der Neigung beider zur Herausbildung senkrechter Abbrüche und dank dem geringen Zusammenhalt ihrer Elemente vermögen nicht nur Bäche und Flüsse rasch sich tiefe und jähe Schluchten cañonartig zu schaffen, sondern es wandeln sich auch menschliche Naturwege leicht in tief eingeschnittene Hohlwege um, indem der Wind die durch den Fußtritt von Menschen und Lasttieren losgelösten mineralischen Partikeln immer wieder entfernt, denn auch im vulkanischen Lößgebiet entwickelt der Wind eine ansehnliche Transportkraft, obwohl dasselbe häufig nur aus edaphischen, nicht aber aus klimatischen Gründen zum Steppenland geworden ist. —

Wenn wir nach dem bisher Gesagten uns ein Bild von der landschaftlichen Erscheinung der Steppen und Wüsten der gemäßigten Zone und von dem Einfluß des geologischen Baues darauf machen wollen, so können wir hinsichtlich der Wüsten ganz allgemein annehmen, daß landschaftliche Erscheinung und Stimmung, soweit die rein geologischen Landschaftselemente in Betracht kommen, der gleichen Art sind wie in den Wüsten der Tropen und Subtropen, und daß wenigstens in der warmen Jahreszeit nur die spärlichen biologischen Elemente einen wesentlichen Unterschied bedingen — in Ruhe wie im Sturm, für unser Auge wie für unser Gemüt. Im Winter dagegen wird durch Schnee oder Reif für unser Auge und — auch bei hochstehender Sonne — durch intensive Kälte für unser Gefühl ein wesentlich verschiede-

dener Eindruck bewirkt, und die Stürme, deren Staubwolken zuweilen vollständige Finsternis erzeugen, gehören zu dem Furchtbarsten, was menschliche Erfahrung kennen gelernt hat.

In den Steppengebieten der mittleren Breiten sind all diese Erscheinungen schon gemildert, Schneefall und Reifbildung, auf den stellenweise nicht seltenen Seen und sonstigen Wasseransammlungen auch Eis, sind in diesen Gebieten im Winter häufig, und auf manchen großen Höhen Zentralasiens treten Schnee- und Hagelfälle selbst im Sommer verhältnismäßig oft auf. Den Winterstürmen der Steppengebiete, in denen mehrlartig feiner Schnee oder Eisnadeln in ungeheuren Massen bei großer Kälte mit furchtbarer Gewalt dahingetrieben werden, entsprechen bei dem exzessiven Klima derartiger Gebiete in der Alten wie in der Neuen Welt im Sommer oft intensive, langdauernde Hitzewellen und heiße Winde.

Der Einblick in den geologischen Bau ist, soweit das Gelände von geologischen Deckgebilden frei ist, meist sehr klar, da die vorherrschende mechanische Verwitterung und der Mangel an dichter Vegetation die Individualitäten der Gesteinsarten und nach Möglichkeit auch die Art des Gebirgsbaues deutlich hervortreten lassen. Auch für die steppenbedeckten Gebirge gilt dasselbe, wenngleich die Vegetation und der von ihr festgehaltene Boden einen leichten abschwächenden Schleier darüber ziehen. Wo immer aber geologische Deckgebilde in größerer Mächtigkeit entwickelt sind, da ist natürlich auch jeder Einblick in den inneren Bau versagt, und die verschiedenen morphologischen Gestalten der Deckgebilde von Schutthalden an bis zu Dünen und äolischen Ebenen beherrschen das Gesichtsfeld — an sich in durchaus gleichartiger Weise wie in den ariden Gebieten der wärmeren Länder und doch, wie es scheint, in verschiedenem Ausmaß. Wenigstens gewinnt man den Eindruck, als ob in den kühleren, dem Frost häufiger ausgesetzten Trockengebieten der Erde die mechanische Verwitterung doch wesentlich intensiver arbeitete als in den heißen Gebieten, so daß die Winde und der Regen nicht imstande sind, die massenhaften Verwitterungsprodukte zu entfernen. Während daher in den warmen Wüsten nicht selten auch in den Geländevertiefungen noch alle Verwitterungsreste fortgeweht sind, also der kahle Fels zutage tritt, sind in den frostreichen Wüstengebieten, besonders Zentralasiens, aber auch Mexikos und anderer Länder

sehr häufig die Berge und Gebirge fast erstickt unter ihrem eigenen Schutt, der in anfänglich steiler, allmählich sanfter werdender Böschung nach der tieferen Umgebung hinabkriecht, während nur die höchsten Erhebungen noch nackt darüber hinausragen und unter günstigen Umständen schon aus der Entfernung unmittelbar den inneren Bau verraten. Die nach unten sanft ausklingende Profillinie dieser gewaltigen Schutthalden kann von großer Schönheit sein, namentlich im Gegensatz zu manchen schroffen Felsformen der kahlen Gebirgsteile; in vielen Fällen aber beherrschen sie das Landschaftsbild fast allein oder haben etwa als einzigen Gegensatz die völlige Horizontale, die Ebene. Dann kommt in das Landschaftsbild leicht eine Eintönigkeit, die trotz des großen Zuges des Ganzen und der erhabenen Weite des Blickes doch so ermüdend wirken kann, daß das Auge sehnend des Farbenspiels des Sonnenunterganges wartet und der Beobachter es voll Freude begrüßt, wenn nach Wochen völlig unbedeckten blauen Himmels die ersten Wolken wieder auftauchen und durch ihre Formen und Farben wie durch ihre Bewegung ein neues lebendes Element in das Landschaftsbild tragen.

Ähnliche Gefühle erwachen auch nicht selten in den unendlichen niederwüchsigen Grasfluren ebener Steppen, wo das Profil einer Jurte oder einer Karawane am fernen Horizont stundenlang das Auge immer wieder auf sich zieht und die verdorrte niedere Grasflur zu den Füßen des Wanderers höchstens beim Aufspringen eines flüchtigen Steppentieres etwas Leben zu gewinnen scheint. Und doch bietet dieser eintönige Steppenteppich für kurze Zeit im Jahr ein entzückendes und zuweilen selbst sehr abwechslungsreiches Bild: im Frühjahr, wenn die ersten Regen mit zauberhafter Schnelligkeit die Pflanzenwelt zum Leben erwecken, und ein Heer von Blumen sich im Windhauch wiegt, der einsamen Landschaft einen intimen Reiz verleihend, der es begreiflich erscheinen läßt, daß das Kind solcher Gebiete sie für die schönsten der Erde hält und den Preis der Schönheit jeder anderen Landschaft energisch abstreitet!

6. Das Hochgebirge der mittleren und niederen Breiten.

Wo in den durch ansehnlichen Regenfall ausgezeichneten Gebieten der mittleren und niederen Breiten Bodenerhebungen über die Region des intensiven Vegetationsschutzes hinausragen,

da ändert sich meist auch rasch der Charakter der Oberflächenformen: Die Rückenform verschwindet, schroffe Grate und Gipfel stellen sich infolge stärkerer Frostverwitterung und rascherer Abtragung ein; die chemische Verwitterung tritt stark zurück: das Hochgebirge ist an die Stelle des Mittelgebirges getreten. Steht diese Begriffsbestimmung auch nicht ganz im Einklang mit dem Sprachgebrauch, so mag sie doch an dieser Stelle genügen!

Eine scharfe Grenze zwischen beiden ist wohl nur in seltenen Fällen erkennbar, vielmehr sind in den meisten Gebieten an deren Stelle Übergangsregionen vorhanden, in denen eine allmähliche Abnahme des Vegetationsschutzes und damit der Mittelgebirgsbedingungen festzustellen ist. Das müssen wir besonders in solchen Gebieten annehmen, wo der Regenfall nicht zur Hervorbringung von Wald ausreicht, vielmehr Grasfluren und Gesträuchformationen an deren Stelle stehen, also Formationen, die selbst oft nur einen mäßigen Vegetationsschutz ausüben können: hier ist naturgemäß die Formendifferenz zwischen Hoch- und Mittelgebirge an sich schon geringer, und manchmal mag landschaftlich nur das Schütterwerden der Vegetationsdecke und das Auftreten alpiner Gewächse die Grenze etwas schärfer kennzeichnen. Viel klarer tritt sie in den Waldgebieten der Erde zutage, und man darf im allgemeinen die obere Grenze des geschlossenen Waldes als Scheidelinie zwischen Mittel- und Hochgebirge annehmen, denn mit ihr ist ein rascher Wechsel zu anderen Abtragungsbedingungen verknüpft, wenngleich natürlich auch hier Übergänge der Bedingungen vorkommen können. So kann man in den feuchten Gebieten Mexikos und Mittelamerikas im Zweifel sein, ob man die obere Grenze des geschlossenen Waldes überhaupt (etwa 3800 m) oder die des geschlossenen Laubwaldes (um 3200 m) als untere Grenze des Hochgebirges ansehen soll, da offenbar die Wurzelschicht des Laubwaldes kräftigere Schutzwirkungen ausübt als die des darüber befindlichen Nadelwaldes. Aber eine sichere Entscheidung ist kaum möglich, ehe nicht die Rolle der betreffenden Bäume und ihrer Wurzelsysteme für die Abtragung genau untersucht ist, und da in diesen Tannen- und Kiefernwaldungen der Hochregionen häufig Moospolster am Boden kräftigen Schutz gewähren, tut man wohl gut, sie noch der Mittelgebirgsregion einzugliedern.

In unseren Alpen müssen die obersten ganz lichten Waldpartien und die von ihnen ausgehenden Waldzungen und Einzel-

vorposten samt den alpinen Latschen-, Gesträuch- und Mattenformationen bereits unzweifelhaft dem Hochgebirge zugerechnet werden, da dort der Abtragungsschutz ebenso wie die chemische Verwitterung schon geringfügiger sind. Wir dürfen wohl sagen: Soweit in Gebirgsgegenden geschlossener Wald mit seinem intensiven Abtragungsschutz vorkommt, da kann man nicht im Zweifel sein, daß man sich noch in Mittelgebirgsgebiet befindet, und man erkennt aus dieser Überlegung, daß die obere Grenze der Mittelgebirge von den niederen nach den höheren Breiten hin sich ständig senkt wie die Waldgrenze, von der sie im allgemeinen nur geringen Vertikalabstand einhält.

Die Vegetation spielt jedenfalls im typischen Hochgebirge keine große Rolle mehr; in einzelnen Streifen, Bändern und Vorposten dringt sie zwar über die geschlossene Matten- und Sträucherregion hinaus in die Trümmer- und Felsregion vor; aber für die Art der Abtragung und Verwitterung hat sie keine nennenswerte Bedeutung mehr. Hier herrschen Frost und Insolation (Besonnung) als die wichtigsten Faktoren der mechanischen Verwitterung, stellenweise auch wohl noch tief unter der klimatischen Grenze der geschlossenen Vegetationsformationen, wo nämlich pflanzenleere Fels- und Schuttmassen unter dieselbe und damit auch unter die orographische Untergrenze des Hochgebirges herabreichen.

Das Fehlen bzw. Zurücktretten der Vegetation gibt dem Hochgebirge in gewisser Hinsicht eine ausgesprochene landschaftliche Ähnlichkeit mit der Wüste; pflanzengeographisch gesprochen ist es auch tatsächlich eine Wüste, freilich bedingt nicht durch Mangel an Niederschlägen, sondern durch den Mangel an der für das Gedeihen der Pflanzenwelt notwendigen Wärme, durch die hohe Verdünnung der Luft mit ihren Folgen und den heftigen Wind. Überall tritt das anstehende Gestein in voller Klarheit und ganzer Individualität zutage; auf weite Entfernung kann man manche Eigenheiten des Gebirgsbaues feststellen, wozu manchmal die Farbendifferenz einzelner Bänke ein treffliches Hilfsmittel bietet. Andererseits kann man aber aus größerer Nähe oft die zartesten Kleinformen und Eigentümlichkeiten der Gesteine neben größerer Gliederung in Rippen und Seitenrippen, Hohlkehlen u. a. feststellen, und wenn auch weite Flächen durch Schutthalden verdeckt zu sein pflegen, so ist doch der geologische Bau relativ leicht zu erkennen

— wenigstens in groben Hauptzügen —, während die Einzeldeutung freilich trotz der genannten Erleichterungen infolge der Verwickeltheit des geologischen Baues oft den größten Schwierigkeiten begegnet.

In den höheren Regionen des Hochgebirges kommen zu den geologischen Deckgebilden selbst im Hochsommer noch häufig hydrologische, Schnee und Eis, in großer Ausdehnung dazu und bringen neue Farben- und Formenelemente in das Landschaftsbild. Sie tragen durch ihre morphologische Betätigung auch nicht wenig zur Ausgestaltung des Oberflächenformenschatzes bei, verhüllen aber ihrerseits wieder — selbst noch im Hochsommer — weite Flächen vollständig.

Das Auftreten der Schneegrenze bringt in das Hochgebirge eine auch landschaftlich bedeutsame Gliederung; die Höhenregionen oberhalb der Schneegrenze stehen, zum Teil wenigstens, ständig unter den Einflüssen des Schnees hinsichtlich der Verwitterung und der Abtragung, während dieselben in den unteren Regionen nur einen gewissen — manchmal freilich ziemlich lange dauernden — Teil des Jahres tätig sind.

Die besonderen Verhältnisse des Hochgebirges lassen die Verwitterungs- und Abtragungstätigkeit in sehr verschiedenartigen Formen vor sich gehen. Chemische Verwitterung und pflanzlicher Schutz gegen Abtragung treten in dem ganzen Gebiet sehr stark zurück. Verhältnismäßig häufig spielt jedoch die Lösewirkung von Regen- und Schneeschmelzwasser eine ansehnliche Rolle, indem nicht nur Karrenbildungen und kleinere besondere Lösungsgebilde außerordentlich häufig in unseren Kalkgebirgen stark entwickelt sind, sondern auch unterirdische Lösungswirkungen und deren oberflächliche Folgen (Dolinen) nicht selten vorkommen. Meist aber überwiegt die rein physikalische Verwitterung stark: die Insolation, Austrocknung und Wärmeschwankungen lösen zahllose Gesteinstrümmer los und überliefern sie an den Steilhängen unmittelbar der Schwerkraft, so daß sie als Steinschläge niedergehen. Spaltenfrost bewirkt beim Auftauen des in den Spalten und Ritzen gefrorenen Wassers den gleichen Erfolg, und in vielen Fällen sprengt er selbst gewaltige Felsblöcke los oder zerteilt sie in mehrere Stücke. Oberflächlich abfließendes Regenwasser entführt viele lockere Verwitterungsprodukte, andere trägt der Wind davon, der in den großen Höhen ja häufig und mit bedeutender

Stärke weht. Große Schuttmassen trägt der Gletscher langsam talabwärts, Lawinen reißen nicht selten ebenfalls Verwitterungsprodukte mit sich, und Regen-, Schnee- oder Gletscherschmelzwasser durchtränken manchmal tonreiche Erdmassen so stark, daß sie in langsames Fließen geraten oder als wilde Muren niedergehen. Bergstürze und Gletscherbrüche gehen zu Tal, und langsam kriecht das Material der Schutthalden nach abwärts.

Noch manche andere Transportart kommt hinzu, so daß wir wohl sagen dürfen, daß Verwitterung und Abtragung in den Hochgebirgsgegenden der Erde außerordentlich intensiv sind. Wir begreifen daher auch, daß wir — mit Ausnahme ganz jugendlicher Vulkane — keine Strukturformen in unseren Hochgebirgen mehr erkennen können, sondern dieselben trotz ihrer jugendlichen Bildung gewöhnlich als sehr stark angegriffene Ruinen vor uns sehen. Ruinenhaft ist denn auch der Eindruck, den gerade die Gipfelregionen solcher Gebirge machen, und die wilden Gipfel, Zacken und Türme, die scharfen Grate, die unruhigen, häufig gebrochenen Profilinien der Hochgebirgsbilder sprechen an sich schon deutlich von gewaltsamen, oft katastrophalen Vorgängen, die zur Herausbildung solcher Formen geführt haben müssen. Eben die Wildheit des Landschaftsbildes bedeutet für viele Naturfreunde den Hauptgrund ihrer Anziehungskraft, obgleich es oft schwer fallen dürfte, mit ästhetischer Begründung den Anspruch besonderer Schönheit für solche Bilder zu stützen. Auf alle Fälle schaffen sie aber eine tiefe Wirkung auf den Naturfreund dank der Größe ihrer Verhältnisse und ihres Reichtums an Farben und an Formen. Letztere sind für ein geologisch geschultes Auge zumeist von ganz besonderem Interesse, da sie in sehr vielen Fällen schon von weitem die Art des vorherrschenden Gesteins oder wenigstens der Gesteinsfamilie erkennen lassen, denn jede derselben entwickelt ja einen besonderen Stil der Formen, der aus dem verschiedenen Verhalten gegenüber der Verwitterung und Abtragung entspringt. Mit ungeheuer steilen, straff gezeichneten, äußerlich häufig kräftig gerippten oder deutlich gebankten Wänden steigen die Kalksteinberge zu weitgreifenden geschwungenen scharfen Graten und kantig umschriebenen, plumpbreiten, seltener spitzen Gipfeln empor, indes die Dolomite häufig zu architektonisch wirkenden, nach oben zuweilen fast horizontal abschließenden Zinnen und Türmen aufstreben oder in senkrechten Wänden von hoch oben abbrechen,

während ungeheure Schutthalden mit steil abfallenden, aber weiterhin geradlinigen Profilen in die reiche Summe wilder und vielgebrochener Linien ein Element größerer Ruhe und Gesetzmäßigkeit bringen. Schieferberge enden nach oben hin häufig mit schroffen, durch vereinzelte hervorragende härtere Schichten fast zerfranst aussehenden Gipfelgraten, weichere Mergel oder Tone aber mit sanft gezeichneten Kurven in Kuppen, Köpfen, Rücken u. dgl. m. Sehr viel trägt zur Gestaltung des Landschaftsbildes auch die Art der Bankung und des Schichtenbaues bei: schon aus großer Entfernung verraten sich oft horizontale Kalkbänke oder wenigstens horizontal erscheinende Abbrüche geneigter Schichten. Zuweilen erscheinen auch steile Bergabstürze vielfach gestuft, terrassiert, soweit nämlich härtere und weichere Schichten in mehrfachem Wechsel zusammen auftreten, oder es treten oberhalb besonders leicht verwitterbarer Schichten selbst stark überhängende Schichten (Balmen) heraus. Damit kommt ein Element auffälliger Gesetz- und Regelmäßigkeit in die sonst so regellose Gebirgslandschaft. Nicht selten bemerkt man auch im Kalk- und Dolomitgebirge vorragende Gesimse und tief einschneidende, weit sich hinziehende Einbuchtungen im Profil der Steilwände dank dem verschiedenen Widerstand der einzelnen Bänke gegen Frostverwitterung. Sehr häufig fallen außerdem aus der Ferne schräggestellte oder steil aufgerichtete Gesteinsbänke auf, und zuweilen, wie z. B. bei der Alpspitze im Wetterstein, wird die eine Abdachung der Gipfelpartie von den Schichtflächen, die andere von den Schichtköpfen gebildet, wodurch höchst wirksame Gipfelprofile entstehen: auf der einen Seite eine steil geneigte geradlinige Kontur, jenseits der scharfen Spitze aber eine unruhige, steil abbrechende Profillinie, an der zahlreiche, etwas härtere Bänke kräftig heraustreten. Weit häufiger sieht man Gipfel und Grate, die in ihrer ganzen Erstreckung steil aufgerichtete Schichtenenden aufweisen, von denen einzelne stets widerstandsfähiger als die umgebenden sind, so daß die Konturlinie etwas unregelmäßig Zackiges, Gezähntes erhält. Da und dort erblickt man auch prachtvolle Bilder von Falten, Sätteln und Mulden in den verschiedenartigsten Ausbildungen, härtere Gänge oder Adern bis zu bedeutender Höhe herauspräpariert, Verwerfungen von vielleicht beträchtlichem Ausmaß der Sprunghöhe zuweilen ganz deutlich an großen Felswänden ausgesprochen oder aber auch wohl Transgressionen, bei denen die Überlagerung etwa

einer erodierten Faltengebirgsoberfläche durch flach gelagerte Sedimentbänke sichtbar wird.

So tritt denn häufig ein gut Teil des geologischen Baues in den Hochgebirgslandschaften unmittelbar zutage, weil der Mangel der Vegetation und die Steilheit der Böschungen die nackten Gesteinsoberflächen deutlich erkennen lassen. Aber auch die für die verschiedenen Gesteine recht verschiedenen Maximalböschungen verraten manchmal bis zu einem gewissen Grade Änderungen im Gesteinscharakter und nicht minder manche Kleinformen der Verwitterung einzelne Gesteine.

Neben die feinere Modellierung des nackten Felsgebirges, die hauptsächlich durch die Verwitterung und die Abtragungsvorgänge der Schwerkraft, des spülenden Wassers und des Windes bewirkt wird, tritt eine gröbere, die teils aus langgehäufte Wirksamkeit der genannten Agenzien entspringt und bis zur völligen Zerschneidung langer Kämme in Einzelgipfel führen kann (z. B. Churfirsten), teils aber durch die Erosionstätigkeit des fließenden Wassers und Eises bewirkt wird und bedeutende Hohlformen aus dem Körper des Gebirges herauszuschneiden kann. Erstere sind meist sehr tief eingeschnittene Täler, an denen sichtlich die Tiefenerosion noch energisch weiterarbeitet; ihnen ist in erster Linie die genauere Gliederung des Gebirges zu danken. Obgleich die Richtung und Verzweigung der Täler teils durch die allgemeinen Neigungsverhältnisse der ursprünglichen Gebirgsoberfläche, teils durch Verwerfungen oder andere Störungen des inneren Baues angelegt sind, so werden sie in ihrer weiteren Ausbildung doch immer wieder durch die Besonderheit der anstehenden Gesteine und ihrer Lagebeziehungen intensiv beeinflusst, so daß indirekt auch hier der innere Bau äußerlich mehr oder weniger deutlich sich wieder im Landschaftsbild ausprägt.

In stärkstem Gegensatz zu den vom fließenden Wasser ausgearbeiteten tief eingerissenen Erosionstälern stehen die breit ausgehöhlten, gerundeten Hohlformen, welche das fließende Eis geschaffen hat. Wenngleich wir die subglaziale Erosionstätigkeit nicht unmittelbar beobachten können, wie etwa die des fließenden Wassers, und wenn auch über das Maß der Wirksamkeit fließenden Eises und seine formgestaltende Kraft noch viele Unsicherheit herrscht, so sind doch die Kare, die Trogtäler usw. als glaziale Formen mit vollster Sicherheit erkannt. Ihre Züge sind so un-

verkennbar, daß sie auch in Gebieten, die jetzt tief unter der Schneelinie liegen, meist leicht festzustellen sind selbst in Fällen, wo die neu einsetzende Verwitterung und Abtragung, sowie etwa die Besiedlung durch Pflanzen das ursprüngliche Formenbild schon nicht unwesentlich umgestaltet hat. Deutlich erkennt so oft noch das geschulte Auge des Morphologen Lage und Wirkungen ehemaliger Gletscherkörper; es sieht, wie so manchmal benachbarte Kare zusammengewachsen sind, wie so manche Schärfung und Einsenkung der Kämme durch gegenständige Lage von Karen oder Firnbassins erzeugt worden sind u. dgl. m. Frische Glazialformen sind dagegen so offenkundig, daß selbst ein weniger geübtes Auge sie leicht feststellen und so demgemäß in mancher Hochgebirgslandschaft ihre bedeutende Einwirkung auf deren Gesamtanblick nachweisen kann. Die mit straffen, weithin fast geraden Linien einem spitzwinkligen unteren Zusammenschluß zustrebenden Konturen des Querschnitts bedeutenderer Flußerosionstäler, die oft zu den landschaftlich wirksamsten Elementen von Hochgebirgsbildern gehören, stehen in außerordentlich starkem Gegensatz zu der breiten gerundeten, seitlich oft durch sehr hohe Steilwände begrenzten Muldenform von Glazialtälern, beide aber, dank der kraftvollen Zusammenfassung einheitlicher Wirkungen, in nicht minder starkem Gegensatz zu den unruhig wirkenden, vielfach gebrochenen Kammlinien, die als der Enderfolg recht verschiedenartiger Kräfte anzusehen sind.

Große Formengegensätze tragen fernerhin die Deckgebilde in die Landschaft hinein, vor allem die geologischen, von denen einzelne durch einfache gesetzmäßige Böschungsverhältnisse ausgezeichnet sind, wie die Schutthalden und die Schuttkegel, und dadurch eine angenehm wirkende Abwechslung in das formenreiche Hochgebirgsbild bringen. Manche einfache Oberflächengestaltung, namentlich häufig bogenförmig gekrümmte Wälle, schaffen die Absätze der Gletscher, die Moränen, die freilich an anderen Stellen wieder recht unregelmäßige Haufwerke von Schutt hervorrufen und von weitem manchmal fast den Eindruck von Bergsturzabsätzen machen können. Selbst kleine alluviale Talebenen sind dem Hochgebirgsbild nicht fremd, so z. B. in dem Falle, daß irgend eine harte Bank dem Einschneiden des Flusses großen Widerstand leistete und deshalb, das Wasser aufstauend, die von oben kommenden Gerölle zum Absatz brachte.

All diese geologischen Deckgebilde helfen die Formenmannigfaltigkeit des Hochgebirges heben, seine ästhetischen Wirkungsmöglichkeiten steigern; aber meist ist infolge der bedeutenden Vertikalerhebungen auf engem Raum wenig Gelegenheit zu starker Entwicklung derjenigen unter ihnen, die sich der Horizontalität nähern, weil die Wiederabtragung oft sehr bald einsetzt. In der Tat bemerken wir auch nicht selten besondere Landschaftsformen im Bilde, die eben durch solche Prozesse verursacht sind: Talterrassen erinnern uns an das ehemalige Vorhandensein von Talebenen; die wunderbaren, enorm steilen Stiele der meist steingekrönten Erdpyramiden erzählen uns von der zerstörenden und abtragenden Wirkung, die starke Regengüsse in Moränenabsätzen oder sonstigen leicht zerfallenden Schuttmassen (ja zuweilen auch in anstehenden lockeren Gesteinsarten) ausüben können; Runsen aber greifen vielfach wieder Talterrassen oder Moränenzüge an, und Flüsse entführen infolge von Laufveränderungen oft in kurzer Frist oft bedeutende Teile von Schuttkegeln oder Schutthalden.

Andererseits aber kommt es auch nicht selten im Hochgebirge vor, daß ein niedergehender Bergsturz einen Fluß zum lang ausdauernden See aufstaut, oder daß sich größere Wassermassen in den Vertiefungen einzelner Kare hinter dem Moränenwall oder aber in sonstigen Vertiefungen des Geländes ansammeln. So entstehen dann räumlich beschränkte, aber landschaftlich oft ungemein wirkungsvolle hydrologische Deckgebilde: Seen, von denen freilich manche einer baldigen Verlandung entgegensehen.

Sehr viel ausgedehnter ist das Reich der festen hydrologischen Deckgebilde, des Schnees und Eises. In vielen Hochgebirgsgegenden nehmen sie weite Flächen ein, in anderen beherrschen sie selbst das ganze Gesichtsfeld: einmal durch ihre Farbe, das samtartige, im Sonnenschein gleißende, im Sonnenschatten oft bläulich erscheinende Weiß des Schnees und Firms, dem sich nur selten größere Flächen glänzenden, bläulichen, aperen Gletschereises beigesellen, dann aber durch ihre Formen, die ein weiches, besänftigendes Element in dem Kampf der starren, gebrochenen Gipfel-, Kamm- und Gratlinien darstellen. Zahllose schroffe Felszacken und Vorsprünge, Vertiefungen und Rinnen verdeckt die dicke Masse des Firms vollständig. Indem sie aber so die Formenmannigfaltigkeit des Bildes herabsetzt, verhüllt sie nach Ansicht vieler Bergfreunde nur das Zuviel an schroffen Fels-

gebildet und hebt damit das Bild im Gegenteil zu höherer Stufe der Schönheit empor. Die weichen Linien der Schnee- und Eiskonturen schaffen wirkungsvolle Gegensätze gegenüber den harten des Felsgesteins; das helle Weiß hebt sich kräftig ab von dem tiefen Dunkel des benachbarten Felsgerüsts, dem braunen Schiefer, dem grauen Kalk, den roten Porphyren usw.; und wenngleich in der Tat eine Menge von Einzelheiten derselben vollständig unter dem Firnmantel verschwindet, so treten doch die stärkeren Böschungsunterschiede der Unterlage meist in höchst reizvoller Verschleierung noch hervor, und bläuliche Schatten heben sie bei Sonnenschein oft sogar recht kräftig heraus. Auch die Schneefelder selbst bieten an steilen Hängen durch Schneerillen und Lawinenzüge mancherlei Abwechslung, und zuweilen, so am Rande eines klaffenden Firnschrunds oder auf steiler Firnschneide, entsagt auch der Schnee den weichen Formen und bricht in jäher Kante ab. Häufiger geschieht dies beim Gletscher, dessen Spalten, Abbrüche und Eistürme an unzähligen Stellen davon Zeugnis ablegen: und doch bekunden sie ihre Natur als fließendes Eis oft schon aufs deutlichste in den geschwungenen Linien ihres Querprofils, ihrer Zungenränder, ihrer Ogiven, ihrer Seiten- und Mittelmoränen. Ein Blick vom Gornergrat oder von einem ähnlich günstigen Aussichtspunkt auf die unter dem Beschauer liegende Gletscherwelt bringt diese Momente alsbald ins richtige Licht, obgleich der Besucher des Gletschers selbst oft wegen mangelnder Übersicht aus der Nähe den Eindruck des Überwiegens schroffer Formen erhalten mag. Ihm erschließt sich aber an Spalten oder in Gletschertoren oft der Einblick in die wundervolle blaue bis grüne Eigenfarbe des Gletschereises und in manche Einzelheiten seiner Struktur (wie Blaublätter, Weißblätter usw.); auf der Oberfläche fallen ihm oft besondere Bildungen des dort lagernden Schuttmaterials, wie Gletschertische, in die Augen und in höheren Lagen auch wohl schön geformte Schneebrücken oder Eiszapfenbildungen.

Trotzdem also auch die Gletscher- und Firnwelt reich an Schönheiten und Gegensätzen ist, so muß man doch zugeben, daß eine Wanderung in ihrem Gebiet — insbesondere wegen des ständigen Vorherrschens derselben Farbe — eine gewisse Eintönigkeit bietet. Doch ist der Eindruck des Erhabenen und der Einsamkeit in Firnregionen oft so groß, daß der von diesen Reizen gefangen-genommene Naturfreund diese Gebiete für weit schöner und an-

ziehender zu betrachten pflegt als etwa benachbarte Felsgebirge, die wieder anderen Bergfreunden als der Gipfel landschaftlicher Schönheit erscheinen. Es ist ja freilich zweifellos, daß hier der Formenreichtum sehr viel größer ist, in vielen Fällen auch der Farbenreichtum, soweit nämlich die anstehenden Gesteine sich durch ausgesprochene Farbtöne unterscheiden. Allein die Farbtöne sind mit Sicherheit nur aus der Nähe als solche zu erkennen, während sie aus der Ferne gesehen je nach der Beleuchtung die verschiedensten Farbnuancen zeigen; habe ich ja doch z. B. die kahlen Kalke der Wettersteinwand schon manchmal fast weiß, in anderen Fällen gelblich, rosa, rot, bei Föhn fast dunkelblau gesehen, indes die gewöhnliche Farbe ein ausgesprochenes Grau ist.

Wenn wir das bisher Besprochene überblicken, so kommen wir zum Schluß, daß das Hochgebirge zwei gegensätzliche Ausbildungsweisen besitzt: im Felsgebirge zeigt es das Gesicht der Wüste, im Firn- und Gletschergebiet mehr das Gesicht einer Polarlandschaft, und jede dieser beiden Ausbildungsweisen, die Fels- wie die Eis- und Schneewüste, hat ihre besonderen Schönheiten, deren einwandfreie Abwägung außerordentlich schwer fallen dürfte, zweifellos auch in Einzelfällen zu recht verschiedenen Urteilen führen müßte. Das Schöne ist aber eben am Hochgebirge, daß ungemein häufig beide Seiten gleichzeitig in einem Landschaftsbilde vereinigt sind, und daß damit eine ungewöhnliche Mannigfaltigkeit der verschiedenartigsten Formen und Farben unter häufig sehr schöner Gruppierung der Einzelelemente gegeben ist. Die Mannigfaltigkeit der Wolken- und Nebelbildungen, wie der Beleuchtungen erhöht noch oft den Eindruck solcher Bilder.

Dazu kommt aber noch weiterhin, daß zum eigentlichen Hochgebirge doch auch biologische Elemente treten: außer Hochgebirgstieren der verschiedensten Art (die sich ja auch zuweilen im Firn- oder Felsgebiet blicken lassen) und hochgelegener Alpen finden sich manche niedrige Pflanzen in größerer Zahl an Felswänden (z. B. Flechten), auch wohl gelegentlich vereinzelte Blütenpflanzen in den Ritzen sonniger Felsgruppen angesiedelt. Dann aber folgen die Vorposten der kräftigen Vegetation niedrigerer Höhengürtel, so in unseren Alpen die Region der Matten, der Latschen und Alpenrosen, der einsamen Wetzertannen und Zirbelkiefern, der aufsteigenden schmalen Fichtenwaldungen, in Mexiko und Mittelamerika der Gürtel der Grasfluren mit stellenweise noch einge-

streuten Kiefern und Wacholdern, in Südamerika die Páramos usf. So kommen noch weitere Formen- und Farbelemente in das Hochgebirgsbild, noch weitere Gruppierungsmöglichkeiten desselben, neue Reize, neue Anregungen.

Aber auf vielen unserer Hochgebirgsgipfel geht der ästhetische Eindruck der Aussicht noch darüber hinaus, denn diese reicht nicht nur über die verschiedenen Haupttypen der Hochgebirgslandschaft, sondern zeigt häufig außerdem noch in inniger Durchdringung die verschiedensten Landschaftstypen tieferer Regionen. Sie fügt den Formenschatz weicherer Mittelgebirgslandschaften dem herberen des Hochgebirges hinzu, öffnet nicht selten den Blick in liebliche Täler des tieferen Landes mit freundlichen Dörfern, grünen Wiesen, gelben Feldern oder läßt ihn vielleicht noch weit hinausschweifen in das ebenere Vorland mit seinen Städten und Gehöften, seinen Burgen und Klöstern, seinen Seen und Mooren, seinen Feldern und Wäldern. Ein solches Bild zeigt uns dann einen Ausschnitt aus der Natur, wie er in solcher Mannigfaltigkeit der Elemente und Eindrücke nicht leicht wieder anderwärts zu finden ist, eine Landschaft reich an den verschiedensten Formen und Farben, eine Landschaft, welche die Elemente der Kultur neben einer weit ausgreifenden ungebändigten Natur unserem Auge zugleich zeigt, und all das mit einer Farbenabwechslung und -abstimmung, die auch das verwöhnteste Auge noch zu befriedigen vermag. Kein Wunder, daß es so viele gibt, welche derartigen Hochgebirgsaussichten den Preis landschaftlicher Schönheit auf Erden zuschreiben möchten!

7. Die subpolare und polare Landschaft.

Als ich zum ersten Male ein subpolares Land — Island — betrat, da war es für mich eine große Überraschung, unmittelbar an der Küste schon eine Landschaft zu finden, die mich — trotz streckenweise geringer Böschungen — in vielen Zügen an eine Hochgebirgslandschaft erinnerte: So weit auch das Auge blickte, kein einziger Baum; trotz des vorgeschrittenen Hochsommers schon wenige hundert Meter über mir große Schneeflecken, deren Weiß in auffallendem Gegensatz zu dem umgebenden Grün der Grasfluren und Heiden stand; nicht viel höher darüber hörte schon alle Vegetation auf, und kahl blickten die verwitterten Berg-

gestalten mit ihren steilen Hängen und ihren teils sanft geschwungenen, teils gebrochenen und jäh aufragenden Konturlinien zu uns herunter, während über das Meer herüber die schneebedeckte, umgletscherte herrliche Kegelgestalt eines jugendlichen hohen Vulkans herüberschaute. Die vulkanische Natur des Landes, die bei der Weiterreise sich auf Schritt und Tritt bekundete, gab der Landschaft zwar allenthalben eine ganz besondere Note, sei es, daß man über weite vegetationslose Lavafelder ritt, oder nahebei kleine vulkanische Kegelchen in großer Zahl, oder vereinzelt ferne große Vulkanberge erblickte, oder daß Schwefelquellen, Schlamm-sprudel und Geysire neben unserem Wege spielten. Aber wenn man davon absah, so blieb als wesentlichster Charakterzug der Landschaft doch der des Hochgebirgsartigen übrig. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, daß man allenthalben bis zum Meeresspiegel hinab Spuren einstiger glazialer Betätigung findet in Form von Moränen, Gletscherschliffen, Rundhöckern u. dgl., woraus man auf eine einstige völlige Vergletscherung des gesamten Gebietes — freilich in einer Zeit vor dem Erguß zahlreicher frischer Lavaströme — schließen muß. Aber nicht bloß die genannten Zeichen des Wirkens der in unseren Hochgebirgen tätigen Naturkräfte, sondern selbst die menschliche Wirtschaft erinnern uns an unsere Gebirgsalmen, indem wir, abgesehen von der handeltreibenden Stadt und den kleinen Fischerdörfern, auf unserer Reise ausschließlich einsame Farmen von Schafe, Rinder und Pferde züchtenden Bauern berühren. Auf mancher derselben könnten wir dem Augenschein nach vermeinen, auf einer alpinen Alm zu sein, wenn nicht die Bauart der Farm, insbesondere die steilen, rasengedeckten Giebeldächer uns daran erinnerten, daß hier doch wesentlich andere Klimaverhältnisse herrschen, denen man durch andere Bauart begegnen muß. Noch anderes fällt uns wohl auf, so vor allem (neben der Verschiedenheit vieler Pflanzenarten) das frische Grün und das üppige Wachstum der eingezäunten großen Wiese bei der Farm; es ist das der „Tun“, die gedüngte Wiese, deren Gras gemäht und zu Heu gemacht werden soll, um dem Vieh als Winterfutter zu dienen, da dasselbe ja nicht wie das Vieh unserer Almen beim Herannahen der kalten Jahreszeit in günstigere Winterquartiere gebracht werden kann. Und wenn wir den Boden genauer betrachten, so fällt uns auch hier ein Unterschied auf: die Rasenfläche zeigt eine große Menge

kleiner, ziemlich steiler und oft linienhaft angeordneter, oft unregelmäßig zerstreuter Hügelchen („Thufa“, Frosthügelchen), die offenbar durch Gefrieren des in kleinen Hohlräumen des Bodens enthaltenen Wassers entstehen, und wenn sie, wie meist im Tun, künstlich ausgeebnet worden sind, in wenigen Jahren wieder erscheinen. In einiger Entfernung von der Farm sehen wir auch wohl einen merkwürdigen örtlichen Wechsel von vegetationslosen Geröllböden oder Lavafeldern und ausgedehnteren, einige Fuß höher gelegenen Rasenflächen, denen vielleicht da und dort auch noch kleinere Vegetationsinseln in der Höhe der Nachbarwiese vorgelagert sind: ein landschaftlich höchst eigentümlicher Anblick wegen des Gegensatzes zwischen dem Grün der Wiesen, dem Grau bis Gelb des sandigen Bodens und etwa noch dem Schwarz der Lava im Untergrund und wegen der eigenartig jäh gebrochenen Profillinie der Gebilde. Wenn wir näher herantreten, bemerken wir, daß hier der Wind den Rasen unterwühlt hat, und daß haltlos gewordene Rasenstücke bogenförmig gekrümmt über die Ränder vorkragen, bereit zu baldigem Abbrechen, während der gerade herrschende Wind vor unseren Augen den Rasen weiter unterwühlt. Und wenn wir etwa am folgenden Tage stundenlang in trockenem Sandnebel reiten oder gar in einen schweren Sandsturm geraten, so erkennen wir auch unmittelbar an dem auf unseren eigenen Kleidern erfolgten Absatz vulkanischen Staubes, daß offenbar der ganze Boden unserer Nachbarschaft durch äolischen Absatz windgetragener vulkanischer Sande und Staubmassen aus den ungeheuren Wüsten des Innern der Insel entstanden ist, und die prachtvollen farbenglühenden Sonnenuntergänge zeigen uns zudem fast täglich an, daß wir uns hier im Bann eines Wüstengebietes befinden.

Wenn wir ein wenig in dasselbe eindringen, bemerken wir, daß trotz des subpolaren Charakters der nur ganz spärlich auftretenden Pflanzen- und Tierwelt die Erscheinungen der Wüste im großen und ganzen gleichartig sind wie in niedrigeren Breiten. Und doch müssen wir uns bald davon überzeugen, daß diese Gebiete, die freilich wegen des kühlen Klimas an sich schon nahe der oberen Grenze höheren Pflanzenwachstums stehen, ja sie in weiten Teilen überragen, größtenteils nur wieder aus örtlichen Gründen, nämlich wegen der sehr starken Wasserdurchlässigkeit der Sandflächen, Geröll- und Lavafelder, zur Wüste geworden sind;

denn zuweilen treffen wir in ihren tieferen Teilen grüne Grasflächen von größerer Ausdehnung, und eine genauere Untersuchung zeigt uns dann meist, daß es Stellen des Geländes sind, in denen das Grundwasser zutage tritt. Und daß das Klima der nordischen Insel verhältnismäßig niederschlagsreich ist, zeigt uns wohl häufig die eigene Erfahrung, indem uns oft tagelang starker Regen am Reisen hindert, ferner die Tatsache, daß wir an vielen ausgedehnten Mooren vorüberkommen, vor allem aber die Beobachtung des Gletscherphänomens auf der Rieseninsel. In manchen Fällen sind die Gletscher ganz gleichartig wie in unseren Alpen; insbesondere bemerken wir häufig kleine Hängegletscher an steilen Berghängen, und prachtvoll erhaltene Karnischen an den gewaltigen Seitenwänden der nordwestlichen Fjorde der Insel zeigen uns, daß diese Gebilde früher eine weit größere Verbreitung gehabt hatten als gegenwärtig. Weit spärlicher beobachten wir Talgletscher von der Art, wie wir sie in den Alpen zu sehen gewohnt sind, und nirgends erlangen sie infolge der besonderen Geländebeziehungen eine große Bedeutung. Vergeblich suchen wir daher auch auf Island nach den gewaltigen, durch steile seitliche und rückwärtige Felsenwände abgeschlossenen Firnbecken, die in unseren Alpen oft eine so große Entfaltung erlangen. Vielmehr tritt das Gletscherphänomen da, wo es auf Island und klimatisch ähnlichen Subpolargebieten kräftig entwickelt ist, meist in anderen Formen auf: entweder lagern sich gewaltige Eismassen auf ausgedehnten Plateaus unter teilweiser Abhängigkeit von deren Oberflächengestaltung und entsenden nach verschiedenen Tälern ihre Gletscherzungen herab wie der Torfajökull, oder aber sie bilden ungeheure konvexe Eismassen, die in sanfter Wölbung vom umgebenden Land aus aufsteigen und völlig unabhängig von der Gestaltung des von ihnen bedeckten Geländes wie riesenhafte weiße Schilde oder Schildkröten in der Landschaft liegen. Nur an wenigen Stellen ragen einzelne hohe Felsengipfel als Inseln aus dem Eismeer hervor, wie am Vatnajökull, Merkurjökull u. a.

Den gewaltigen Dimensionen dieser Eisgebilde entsprechen aber auch die meisten ihrer Begleiterscheinungen: ansehnliche Schmelzwasserbäche durchziehen in tiefen Furchen die Oberfläche und gliedern sie, wo sie spaltenfrei sind; bedeutende Schmelzwasserflüsse entströmen den Riesengletschern und durchziehen in ungezählten Vergabelungen die weiten Sandrflächen, deren Sand-

und Schuttmassen sie in Zeiten großer Überschwemmungen in gewaltiger Ausdehnung aufgebaut haben.

Nur eine ihrer Begleiterscheinungen bleibt zuweilen weit unter den Erwartungen: die Moränenbildungen am glatten, dem Hochlande aufliegenden Oberrande, während die manchmal fast bis zum Meeresspiegel hinunterreichenden Gletscherzungen des seeseitigen Randes wieder vielfach von mächtigen Moränenwällen begleitet sind.

Bei der Dürftigkeit oder dem völligen Fehlen der Pflanzendecke und dem Zurücktreten chemischer Verwitterung bringt sich die Eigenart der Gesteine und der geologische Bau allenthalben deutlich zum Ausdruck; namentlich heben sich die leicht verwitterbaren, zu unruhigen Hang- und Bergformen neigenden Gebilde der Palagonitformation meist sehr deutlich von den jüngeren Vulkangestalten und den älteren, aus regelmäßig übereinandergelagerten Lavabänken aufgebauten Basaltformationen ab, und am schönsten sieht man natürlich jede Form- und Farbenverschiedenheit an großen Steilwänden. Prächtig zeigen sich z. B. an dem Explosionsgraben Eldgjá (sprich Eldgjau) die jungen basaltischen Plateau und Einzelhügel gleichmäßig überdeckenden Übergußmassen auf dem helleren Braun der Palagonitformation. Herrlich sieht man an den gewaltigen Steilwänden der Küsten die Bänke der Basaltformationen, auch wohl beim Kap Tjörnes sedimentäre Zwischenlagerungen aufgeschlossen oder an der Ostküste zwischen Seydisfjörður und Eskifjörður die Durchbrüche und Überlagerung schwarzer Basaltmassen durch und über rötliche Liparite.

Die Rolle der Vegetation im Landschaftsbild an sich, wie auch hinsichtlich der Formenherausbildung der Erdoberfläche ist übrigens auf dieser subpolaren Insel dank der reichlichen Feuchtigkeit des Klimas keineswegs gering. Sie übertrifft diejenige der Pflanzendecke unserer Hochgebirge entschieden, und zwar hauptsächlich deshalb, weil sie sich doch vielfach über Gebiete mit mäßigen, ja ganz geringfügigen Neigungen ausbreitet. Infolgedessen ist auch die Schutzwirkung im allgemeinen stärker, Rutschungen im Vegetationsgebiet seltener, die Ausbreitung der dicht bewachsenen und deshalb im sommerlichen Landschaftsbild durch die grüne Pflanzenfarbe kräftig hervortretenden Flächen größer, obgleich die vertikale Erstreckung derselben die unserer Hochgebirgsvegetation nicht übertrifft. Eine weitere Folge des verhältnismäßig häufigen

Vorkommens ebener und fast ebener Flächen, sowie der reichen Bewässerung der Insel ist das Auftreten ausgedehnter Sümpfe und Torfmoore, dergleichen wir in unseren Hochgebirgen zumeist vergeblich suchen würden.

Wälder, die auch auf Island nicht ganz fehlen, sind von geringer landschaftlicher und morphologischer Bedeutung, da sie nur an wenigen windgeschützten Stellen gedeihen können. Auch vor der menschlichen Besiedlung ist ihre Ausbreitung nicht groß gewesen.

Dagegen sind Moose und Flechten auf Island von weit größerer landschaftlicher Wichtigkeit als in unserem Hochgebirge: sie bedecken für sich allein ansehnliche Flächen und können an steilen felsigen Berghängen für den Landfremden den Anschein einer Bewachsung mit höherer Vegetation erwecken. Zuweilen wachsen übrigens die Flechten in dem feuchten Klima so dicht und hoch, daß sie fußdicke Polster über ihrer Unterlage bilden und einen außerordentlich intensiven Abtragungsschutz ausüben, z. B. vulkanische Schlackenkegel in unangetasteter Urform lange bewahren.

Fassen wir die Eindrücke zusammen, die der Besuch dieser subpolaren Insel auf uns macht, so finden wir, daß trotz der vielfach anders gearteten und weit großartigeren Entwicklung des Gletscherphänomens und trotz mancher Unterschiede in Pflanzendecke und Neigungsverhältnissen doch der Gesamteindruck in vieler Hinsicht der einer zum Meeresniveau herabgedrückten Hochgebirgslandschaft ist, in der der geologische Bau sich vielfach außerordentlich deutlich schon äußerlich erkennbar macht.

Und als es mir später vergönnt war (mit einer Exkursion des 11. Internationalen Geologenkongresses) in die eigentliche Polarwelt vorzudringen, da hatte ich wiederum den Eindruck einer Hochgebirgslandschaft — freilich einer Hochgebirgslandschaft mit gewaltiger Entwicklung des Gletscherphänomens, einer Hochgebirgslandschaft, deren untere Lagen bereits tief unter den Spiegel des Meeres hinabgetaucht wären. —

Nachdem wir vor Spitzbergen in der Höhe des Eisfjords viele Stunden lang in dichtem Nebel gelegen hatten, erblickten wir, als plötzlich der Nebel zerriß, gegen Mitternacht eine mehrere hundert Kilometer lange Gebirgskette mit scharfen Bergspitzen und riesigen, hellglänzenden Gletschern, die eine ungewöhnlich große Fläche in der Landschaft einnehmen und meist in breiter Front

bis ans Meer vordringen, wo sie jählings abbrechen. Je näher wir der herrlichen Gebirgskette beim taghellen Schein der mitternächtlichen Sonne kamen, desto größer wurde die Ähnlichkeit mit einer alpinen Landschaft hinsichtlich der Bergformen, und als wir später das Gebirge von rückwärts, vom Eisfjord her, sehen konnten, trat unserem Auge deutlich der Faltenwurf der verschiedenen Schichtsysteme entgegen: es ist also in der Tat ein Faltengebirge, als solches unmittelbar durch den Schichtenverlauf erkennbar, obgleich derselbe infolge der starken Verwitterung und Abtragung nur selten in den Oberflächenformen und Konturlinien zum Ausdruck kommt. Die unruhigen Profillinien, die steilen Hänge, die gelegentlich sich zeigenden kühnen Sondergestalten selbst niedriger Einzelberge (wie des Alcornet am Eingang des Eisfjords) paßten mit geringen Abweichungen ganz gut in den alpinen Formenschatz hinein. Stärkere Abweichungen zeigt dagegen die Firn- und Gletscherbedeckung: wenn wir also ein stark vergletschertes Stück unserer Hochalpen so tief ins Meer hinabtauchen könnten, daß die Gletscher in breiter Front in dasselbe abbrechen würden, so hätten wir doch ein etwas anderes Bild als auf Spitzbergen, wo die Firnflächen und -formen weniger im Landschaftsbild hervortreten — vielleicht infolge der so langdauernden sommerlichen Sonnenbestrahlung? —, indes das Gletscherphänomen selbst doch weit stärker entwickelt ist. Wohl reichen auch hier manche Gletscher nicht bis zum Meere herab oder bleiben selbst innerhalb ihrer Karnische, aber ihre Breitenerstreckung ist meist entschieden größer, als es bei Hängegletschern oder kleineren Talgletschern der Alpen der Fall wäre. Auch in mancher anderen Hinsicht weichen die spitzbergischen Gletscher von den alpinen ab: so zeigen sie verhältnismäßig häufig breite Bifurkationen in großer Seehöhe — eine Erscheinung, die den alpinen fehlt. Aber trotz alledem gehören sie doch unverkennbar zum alpinen Typus, d. h. sie stehen noch in starker Abhängigkeit von ihrer Unterlage und beherrschen sie nicht teilweise oder ganz, wie die Plateau- und Schildgletscher, die wir auf Island kennen gelernt haben.

Fragen wir uns nun nach den möglichen Ursachen der verschiedenen Entwicklung der Gletscher auf Island und Spitzbergen, so müssen wir in erster Linie die viel größere Niederschlagsmenge Islands zur Erklärung heranziehen. Aber ein weiterer Grund für

die alpine Entwicklungsart der spitzbergischen Gletscher selbst an der niederschlagsreichen Westkette ist in der Energie und Einheitlichkeit der betreffenden Erhebungen zu suchen. Aber auch die Engräumigkeit dieses Faltengebirges, die Möglichkeit, die Gletscher unmittelbar ins Meer oder dessen Fjorde hinein kalben zu lassen, trägt zweifellos ebenfalls zu diesem Enderfolg bei, denn es ist leicht einzusehen, daß das Meer auf diese Weise sehr viel größere Massen Gletschereis aufnimmt, als auf festem Lande durch Abschmelzung entfernt werden würde. Es wirkt also die Nähe des Meeres auf diese Weise der Ansammlung großer Gletschereismassen energisch entgegen.

Kaum waren wir in den Eisfjord eingefahren und hatten das westliche Faltengebirge mit seinen spitzen Gipfeln im Rücken, als auch schon ein völlig verändertes Landschaftsbild uns gegenüberstand: wir waren aus einem Faltenland in ein Gebiet mit Flachschiebung eingetreten, wie wir an zahllosen Aufschlüssen, sowie an vielen Oberflächenformen bei unseren Kreuz- und Querfahrten in die verschiedenen Seitenfjorde feststellen konnten. Die Aufschlüsse waren so ausgedehnt und so ausgezeichnet, daß unser Führer, Baron de Geer, vom Schiff aus selbst viele Einzelheiten des geologischen Baues unmittelbar zeigen konnte, so manche Verwerfung, so manchen Lagergang u. dgl. Unsere Ausflüge an Land führten uns auf manches Plateau und sonstige Ebenheiten, die sich unmittelbar aus der Flachschiebung des geologischen Baues und aus der verhältnismäßig großen Widerstandskraft des Liegenden erklärten. Herrlich waren die Einblicke in die Abtragungsvorgänge, wie man sie an zahlreichen Steilwänden beobachten konnte. Einzelne derselben erhoben sich dank der prachtvollen Herausmodellierung der härteren Gesteinsbänke und der großartigen Entwicklung von „Schuttmühlen“, die (infolge der in ziemlich regelmäßigen Abständen stattfindenden Wiederkehr von größeren Klüften) im Raume sehr gleichmäßig angeordnet sind, zu wahrhaft architektonischer Gliederung der Gehängefassade. Wenn wir so dem Tempel- oder Kapitolberg gegenüberstanden und seine fein ausgebuchteten Formen betrachteten, so wurden wir alle von der Idee ergriffen, daß hier Abtragungsvorgänge wie in Wüsten oder Halbwüsten der mittleren oder niedrigen Breiten vor sich gehen müßten, und denjenigen von uns, welchen der Gran Cañon von Arizona aus eigener Anschauung bekannt war, fiel die außer-

ordentliche Ähnlichkeit der Formen alsbald überzeugend auf: dieselben Leisten, Platten, Tische, Bastionen, Türmchen und Zinnen, Schuttkegel und -halden, oft sogar weithin in ziemlich gleichmäßigen Vertikalabständen. Da der geologische Aufbau in der Tat ähnlich ist, müssen zur Herausbildung so gleichartiger Formen auch ähnliche Verwitterungs- und Abtragungsbedingungen trotz der großen Breitenverschiedenheit angenommen werden. Zunächst zeigt uns der Augenschein, daß die Vegetation, soweit sie an solchen Felshängen überhaupt auftritt, hier so wenig wie am Gran Cañon eine nennenswerte Schutzwirkung ausüben kann. Ferner sehen wir, daß mechanische Verwitterung in beiden Gebieten stark vorherrschen muß und bei den gegebenen Neignungsverhältnissen die losgelösten Gesteinsstücke meist unmittelbar oder unter geringer Mithilfe des Windes der Schwerkraft überliefert. Daß hier im Norden die Frostverwitterung, in Arizona die Insolationswirkung an der mechanischen Gesteinsauflösung die Hauptschuld trägt, ist für die Herausbildung der Formen natürlich belanglos.

Wenn uns hier der Eindruck einer polaren Felswüste wird, so gehört es zu den größten Überraschungen, daß wir an manchen nicht weit entfernten Örtlichkeiten desselben Fjordes trotz ebenfalls beträchtlicher Energie der Erhebungen weiche Terrainformen und in der Tiefe verhältnismäßig reiche, in der Höhe freilich spärliche Tundravegetation vorfinden. Diese ist an manchen Hängen größtenteils auf merkwürdig geschwungene, in der Richtung des größten Gefälles angeordnete Streifen konzentriert und macht damit einen höchst eigentümlichen fremdartigen Eindruck. Erst in bedeutender Höhe mangelt die Pflanzendecke ganz; aber auch hier läßt zum Teil der weiche Fluß der Linien den Eindruck des Wüstenhaften nicht aufkommen. Es sind landschaftliche Gegensätze auf engem Raume, deren Verständnis uns erst bei genauerer Untersuchung der Verhältnisse zu kommen beginnt, wenn auch völlige Klarlegung noch in weitem Felde ist.

Bei den wüstenhaft aussehenden Steilwänden handelt es sich vorzugsweise um klüftige, nahezu horizontal lagernde, wasser-durchlässige Gesteine, auf denen Pflanzen nicht leicht genügend Feuchtigkeit für ihre Wurzeln finden, das Wasser auch nicht in genügender Menge in den Ritzen und Poren des Gesteins haftet, um es beim Gefrieren zu Mehl und Pulver zu sprengen, während es allerdings größere Stücke vielfach von den vereinzelt geeig-

neten Spalten aus wegsprengt. Wo aber die weichen Linien und sanfteren Hänge sich zeigen, da finden sich Tone, Mergel, Schiefer, tonreiche Sandsteine usw., Gesteine mit größerer wasserbindender Kraft, die durch mechanische Verwitterung leicht zu tonartigen und sandigen Erdmassen werden. Diese Massen geraten aber bei starker Durchtränkung verhältnismäßig leicht in langsame Fließbewegung, wobei sie die darauf wachsende Dryasvegetation auf dem Rücken mit sich trägt und großenteils in Streifen anordnet. Die Fließbewegung drückt sich so nicht nur in der Anordnung der späteren Trockenrisse, sondern auch in landschaftlich höchst auffälliger Weise in der Anordnung der Vegetation aus, so daß man solche „Fließhänge“ oft schon aus der Ferne erkennen kann. Nun sind freilich die sommerlichen Regenmengen meist bei weitem nicht genügend, um diese Erdmassen fließfähig zu machen; wenn aber im Frühsommer die wachsende Luftwärme und Insolation die während des Winters angesammelten Schneemengen zum Schmelzen bringen, so durchtränken sie die wenig mächtige, bereits aufgetaute oberflächliche Bodenlage sehr kräftig, da der darunter befindliche gefrorene Boden ein weiteres Eindringen des Wassers in die Tiefe verhindert. Und wo höher oben große Schneeflecken liegen, da wirkt ihr Schmelzwasser noch tief in den Sommer hinein als Durchtränkungsmittel des Bodens fort.

Wo der durchtränkte Boden zahlreiche Steine enthält, da werden diese auf eine noch nicht recht aufgeklärte Weise, wahrscheinlich unter wesentlicher Mitwirkung der Regelation, an Berghängen in gefällssinnig angeordnete Reihen, auf flachem Gelände in kreisförmige oder fünf- bis sechskantige Figuren von 1 bis zu mehreren Metern Durchmesser zusammengedrängt, während die feinkörnige Erde die Zwischenräume ausfüllt. Es entstehen so landschaftlich höchst merkwürdige, manche Kleinbilder völlig beherrschende, aber häufig selbst auf größere Entfernung hin noch auffällig wirkende, gesetzmäßige Steinreihen und polygonale Figuren, wie sie in geringer Verbreitung auch wohl in den Hochgebirgen mittlerer Breiten vorkommen, aber in so großer Häufigkeit und so typischer Ausbildung den Polarregionen eigen zu sein scheinen. In den Schweizer Alpen hat man wohl die geschlossenen Steinfiguren „Steingärtchen“ genannt, und wenn man auf dem etwa 500 m hohen Plateau oberhalb Longyear City auf Spitzbergen zahlreiche prächtig blühende Anemonen in dem Zwischenraum

zwischen den Steinsetzungen bewundern konnte, so ist man wohl geneigt, diesen Namen auch für polare Gegenden anzuerkennen, obgleich in den meisten Fällen der Erdfleck kahl bleibt.

Wenn die Vegetation in dem regenärmeren flachschichtigen Schollenland südlich des Eisfjords sehr hoch hinaufreicht, so findet sie dagegen in den tiefen Regionen des regenreicheren Westgebirges eine besonders üppige Entfaltung. Dort finden wir auch die Frosthügelchen, die wir auf Island kennen gelernt hatten, wieder. An steilen bewachsenen Berghalden aber treten nicht selten unter und zwischen der Vegetation kleine Schlammströmchen hervor, die Rasenschollen vor sich her schieben oder selbst völlig überrollen.

Wenn wir angesichts der Westkette Spitzbergens von dieser polaren Landschaft den Eindruck gewonnen hatten, daß sie einem tief ins Meer hinabgedrückten Hochgebirge unserer Breiten ähnlich sei, so können wir diese Anschauung für die im Lee der Westküste befindlichen spitzbergischen Gebiete nicht mehr aufrecht erhalten. Dazu ist die Entwicklung der Vegetation zu stark und ihre vertikale Erstreckung zu groß. Auch das Auftreten typischer Erosionsschluchten fließender Wasser neben der sonst durchaus herrschenden Glazialform der Täler widerstreitet dem, und ebenso die Tatsache, daß an manchen Stellen das Land bis weit über 1000 m Höhe hinauf in breiteren Flächen schneefrei wird. Diese scheinbar dem Begriff einer polaren Landschaft widersprechenden geographischen Tatsachen sind aber im Gegenteil ein Charakteristikum polaren Naturwirkens — freilich nur in einem klimatisch infolge der Strömungsverhältnisse des Nachbarmeeres ganz besonders begünstigten Lande: sie sind nämlich (neben örtlichen Gründen des Bodens, der geologischen und der topographischen Verhältnisse) in der Hauptsache eine Folge der langdauernden, den ganzen Sommer über ununterbrochen wirkenden Besonnung und Erwärmung.

So kommt es, daß wir in Spitzbergen ein Polarland vor uns haben, das nicht nur durch die Verschiedenartigkeit des geologischen Baues auf engem Raume sehr mannigfache Oberflächengebilde aufweist, sondern auch vermöge seiner klimatischen Begünstigung neben dem Blau des Meeres, dem Weiß des Schnees und der Gletscher und den verschiedenen, meist dumpfen Eigenfarben der Gesteine auch noch das Grün einer relativ bedeutenden

Vegetation¹⁾ in ansehnlicher Ausdehnung zeigt und damit eine Mannigfaltigkeit bietet, die eine sichere Grundlage für äußerst reizvolle, reiche Landschaftsbilder schafft.

Freilich ändert sich das Bild alsbald, wenn wir in Länder von extrem polarem Charakter gehen — als welche wir neben einer Anzahl kleinerer Inseln beider Erdhälften auf der nördlichen Halbkugel Grönland, auf der südlichen aber den Südpolarkontinent ansehen können.

Wenngleich Grönland einen stellenweise recht breiten eisfreien Landsaum besitzt und hier zuweilen in äußerst auffälliger Formen- und Farbenabwechslung die verschiedenen anstehenden Gesteinsformationen als solche schon von weitem kenntlich werden läßt, auch wohl, ähnlich wie schon an der norwegischen Küste,

¹⁾ Sehr viel ärmlicher ist die Vegetationsdecke in vielen anderen polaren Gebieten, so z. B. im äußersten Norden Sibiriens. Im Gegensatz zu den reich bewachsenen feuchten (Sphagnum-) Tundren der Überschwemmungsflächen (Laidy) des Taimyrlandes und weiter Flächen des übrigen Sibiriens, sowie den blütenreichen grünen (weil nachtfrostfreieren) Hängen und den üppiggrünen (weil gedüngten) Stellen ehemaliger Samojedenzelte und Fuchsbauten schildert v. Middendorf („Reise in den äußersten Norden und Osten Sibiriens“, Bd. I, Teil 2, St. Petersburg 1856, S. 77) folgendermaßen die räumlich stark überwiegende Polytrichumtundra des Taimyrlandes: „Die allgemeine Fläche (eine Polytrichumtundra) hat auf trockenem festen Boden eine karge Vegetation, welche nicht vermögend ist, den zum Grunde dienenden Geröllsand zu verdecken. Moos und Gras (zwei Arten *Eriophorum* und *Luzula hyperborea*) bilden hier ziemlich zur Hälfte die Bedeckung der Oberfläche; von dem schmutzig-gelbbraunen Moose stechen nur wenig die abgestorbenen gelben Grasspitzen ab, und nur unrein, wie durch einen Flor, schimmert die noch grüne untere Hälfte der Grashalme hervor. Auf gleichförmigen Flächen gewinnt dieses häßliche Äußere eine ertötende Einförmigkeit; nur auf den unmerklich tieferen Stellen jener Flächen, über welche das Frühjahrswasser sich abwärts senkt, nimmt das Gras und ein frischeres Grün die Oberhand, die Halme werden nicht nur länger, sondern sie stehen auch dichter und eine Grasdecke von 3, ja bis 4 Zoll Höhe verdrängt auf den Hängen das Moos, das bloß in den zwischenliegenden Gängen sich hält. Dieser abgetragene Teppich ist ab und zu, etwa ein Zehntel bis ein Zwanzigstel der Oberfläche, mit kleinen Flecken von *Dryas octopetala* oder der *Cassiope tetragona* geblümt, und noch seltener sieht man spärliches Renntiermoos oder gar als Ausnahme eine kaum zu entdeckende Pflanzenkarikatur in Form einer *Chrysopenium alternifolium*, *Ranunculus pygmaeus*, einer *Draba* o. dgl. m.“

neben ausgesprochen glazial bearbeiteten Oberflächenformen äußerst steile, schroffe, durch Frostverwitterung bearbeitete Bergzacken und Höhen aufweist¹⁾, so ist doch der weitaus größte Teil des Landes vollständig von Inlandeis bedeckt, das nur an wenigen Stellen Inseln festen Gesteins, „Nunataker“, in Form von Einzelbergen

¹⁾ O. Nordenskjöld stellt in seinem anregenden Buche „Die Polarwelt und ihre Nachbarländer“ (Leipzig und Berlin 1909) manche recht verschiedenartige Landschaftstypen von Ostgrönland nebeneinander. Er sagt (S. 6) von dem etwa 1200 m hohen Bergland (Liverpool-Land) zwischen dem Scoresbysunde und dem König-Oskar-Fjorde: „Es bildet ein großartiges Alpengebiet, jählings fallen die Uferfelsen nach dem Meere ab, wild, unbesteigbar steil und spitz wie Kirchtürme sind die Berggipfel, und zwischen ihnen ist das Land von zahlreichen wilden Tälern durchschnitten, in denen man Talgletscher findet.“ Von der Gegend im Süden des Scoresbysundes schreibt er (S. 7): „Das Land bildet hier ein ausgedehntes Plateau, das mit Eis bedeckt ist und von Tälern durchschnitten wird, im ganzen aber eben ist und keine dominierenden Spitzen und Gipfel besitzt. Die Seiten senken sich treppenförmig nach dem Meere hinab, und das von dünnen Schneerändern verursachte gestreifte Aussehen läßt schon aus der Entfernung die horizontale Lagerung der Gesteinsart erkennen. Wir stoßen hier auf einen Ausläufer der gewaltigen Formation basaltischer Lava, die auf großen Strecken Ostgrönlands den Gneisuntergrund durchbrochen hat und ihn nun bedeckt.“ Von dem mittleren Teil dieser Fjordgebiete schreibt er (S. 9): „Die Natur dort ist in ihrer Art die großartigste, die ich auf der Erde kenne. Jählings stürzen die Felswände nach dem schmalen blauen Fjorde ab, auf dessen Oberfläche Eisberge schwimmen, die mit Menschenwerken, unserem eigenen Schiffe z. B., verglichen, riesengroß sind, aber ganz unbedeutend erscheinen, wenn man sie mit dieser gigantischen Natur vergleicht. Bald sind die Gebirgsformen plateauartig, bald erheben sie sich (besonders da, wo die Gesteinschichten steil aufgerichtet sind) zu wild aussehenden Spitzen und Kämmen. Doch was das Bild vor allem merkwürdig macht, das sind die prachtvollen Farben, die sonst in der Polarwelt fehlen, wo ja Weiß und Blau in verschiedenen Abtönungen allerdings die wunderbarsten Lichteffekte hervorrufen, aber doch bis zur Einförmigkeit vorherrschen. Hier besteht das eigentliche Grundgestein aus intensiv gefärbten dunklen violetten, grünen, gelben, weißen und besonders grellroten Schichten. Keine darübergewachsene Vegetation verdeckt den Anblick der Berggehänge, die oben ein glänzendes blauweißes Eisband krönt, eine mächtige Masse, die nur infolge der großen Höhe so dünn aussieht. Nur in gewissen Wüstenländern kann man das nackte Erdskelett in solchen Farben wie hier sehen, dort aber vermißt man das Leben und den Kontrast, den Meer und Eis diesem Bilde der grönländischen Fjorde verleihen.“

oder Gebirgsteilen zutage treten läßt. Der Südpolarkontinent läßt dagegen nur auf verhältnismäßig kleinen Flächen, besonders der Westantarktis, eisfreies Land sichtbar werden, wenn man von den vereinzeltten Berg- und Gebirgsinseln des Innern absieht. Ohne hier nochmals auf die eisfreie Landschaft als solche einzugehen, die auf Grönland bis tief in subpolare Breiten reicht und stellenweise auch eine recht nennenswerte Vegetation aufweist, auf antarktischem Boden aber auf äußerst dürrtliche, landschaftlich ganz zurücktretende Räume beschränkt bleibt, sei hier nur des Inlandeises noch kurz gedacht, das neben dem randlichen, in riesigen ausgedehnten Steilabbrüchen (Eisbarrieren) am Meer endenden, deutlich geschichteten Schelfeis das eigenartigste Element der arktischen Landschaft darstellt: ein hydrologisches Deckgebilde, das über ungeheure Flächen sich erstreckt, ein wahres Meer von Eis. Denn nur mit einem Meere lassen sich diese gewaltigen Eismassen vergleichen, die auf Millionen von Quadratkilometern fast jeden Einblick in den geologischen Bau verwehren und nur in ihren Grund- und Binnenmoränen am Ende selbst oder in den losgebrochenen Eisbergen lückenhafte Kunde von der Zusammensetzung des Untergrundes gewähren. Zuweilen treten die Innenmoränen, die sich rasch unter den Sonnenstrahlen erwärmen, durch Ausschmelzen sogar landschaftlich sehr auffällig hervor, besonders bei Eisbergen, die sich gewälzt haben. Es wird dadurch nicht nur ein neues, freilich nur für Kleinbilder wirklich bedeutungsvolles landschaftliches Formenelement geschaffen, sondern auch ein neues Farbelement, das bei dem starken Vorherrschen weißer und sonstiger heller Töne recht auffällig sein kann. Oberflächenmoränen, wie sie z. B. auf Islands Schildgletschern besonders durch äolische Staubmassen in großer Ausdehnung erzeugt werden können, fehlen dem Inlandeise meist ganz, soweit es sich nicht, ähnlich wie auf Grönland, um irdischen und kosmischen Staub handelt, oder von vereinzeltten Nunatakern Schuttmateriale auf das Eis gefallen ist. Das Inlandeis ist zumeist in ungeheurer Ausdehnung von Schnee bedeckt; nicht selten ist derselbe aber auch auf große Strecken hin infolge schwerer Stürme hinweggefegt, so daß das Eis schneefrei daliegt und seine blaue Eigenfarbe kräftig im Landschaftsbilde zum Ausdruck kommt. Sonst aber erscheint das Inlandeis, wenn kein Schneetreiben oder Nebel die Aussicht hemmt, sondern bei klarem Sonnenschein ein voller Rundblick möglich ist, gewöhn-

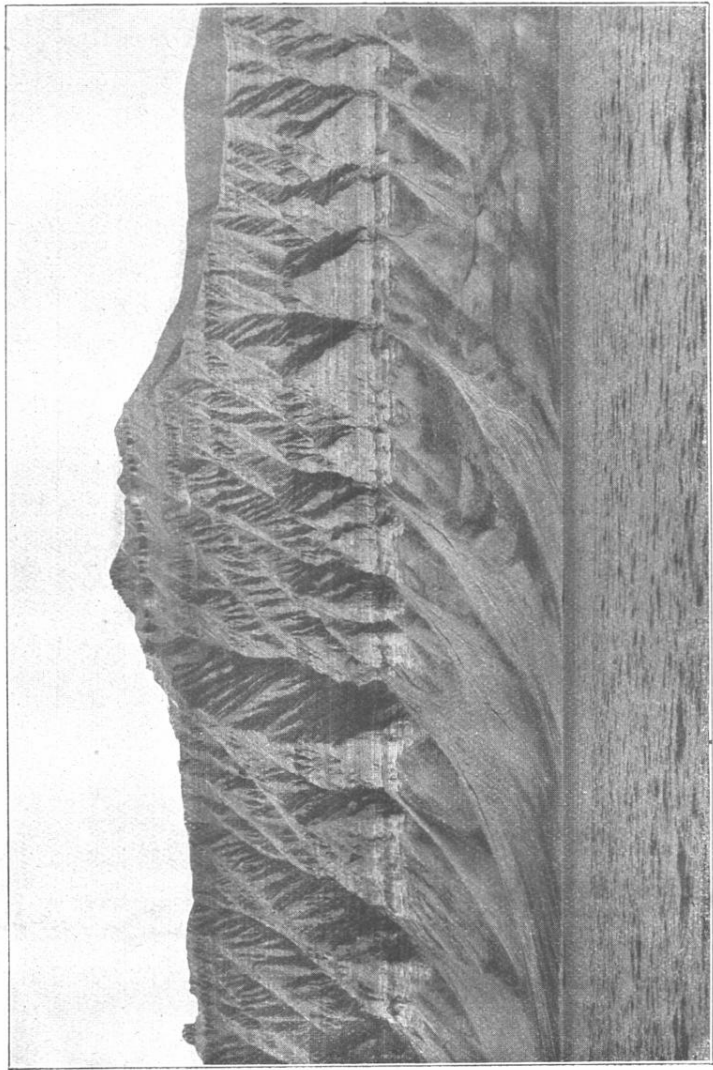
lich als eine ungeheure Schneewüste, auf riesige Strecken häufig so wenig geneigt, daß der Sinn der Neigung nur mit Meßinstrumenten festgestellt werden kann — eintönig und einsam im äußersten Grade, ohne irgendwelche Spuren lebender Wesen ringsum. Tag um Tag mühseliger Ski- oder Fußwanderung mag verrinnen, bis der Charakter des Bildes sich ändert, bis weite Schmelzwasserseen, vielleicht von trügerischer Eisdecke verhüllt, oder tief eingeschnittene Cañons von Schmelzwasserflüssen sich zeigen, oder der Anblick eines fernen Nunatakers mit zauberischer Gewalt immer wieder das Auge auf sich zieht und zugleich den Verstand reizt, weil er wieder Auskunft über den geologischen Bau eines Teiles dieser Riesenflächen geben wird. Neue landschaftliche Reize, aber oft auch enorme technische Schwierigkeiten bieten die Spalten. Sie gewähren herrliche Blicke in das Eis selbst, und weisen oft prächtige Schneebrücken, Schneewächten, Eiszapfen auf; aber nicht selten treten sie in so gewaltiger Häufung auf, oder leiten zu so gewaltigen Eisabstürzen über, daß schließlich nur noch aus der Entfernung ein Blick auf diese wilderregten Eiskaskaden möglich wird, die in ihrem Formen- und Farbenreichtum oft einen äußerst wirksamen und an sich schönen Anblick gewähren. Sie zeigen uns Stellen an, wo die Herrschaft des Eises über den Untergrund gebrochen ist, wo es vielmehr wieder in ausgesprochene Abhängigkeit davon geraten ist. Das ist allenthalben in der Randzone des grönländischen Inlandeises der Fall, aber auch zuweilen im Herzen des antarktischen, wie am Teufelsgletscher, dessen Überwindung den kühnen Südpolarfahrern so große Schwierigkeiten bereitete!

Wie mag wohl der geologische Untergrund dieses ungeheuren hydrologischen Deckgebildes aussehen? Wir erinnern uns wohl, daß de Quervain für Grönland doch ein gewisses Maß der Abhängigkeit vom Untergrund auch für die Zentralgebiete des Inlandeises anzunehmen geneigt ist, und daß O. Nordenskjöld von Innergrönland vermutet, daß „unter der Eisdecke ein hohes, ziemlich ebenes und wenig zerschnittenes Felsplateau sein müsse“. Vielleicht ist bei den Inlandeismassen trotz ihrer zweifellos sehr bedeutenden Mächtigkeit doch die Abhängigkeit vom Untergrund sogar größer als bei den Schildgletschern des niederschlagsreichen Island? Wie dem aber auch sein möge, jedenfalls ist die Mächtigkeit des Deckgebildes so groß, daß höchstens starke Niveauunterschiede

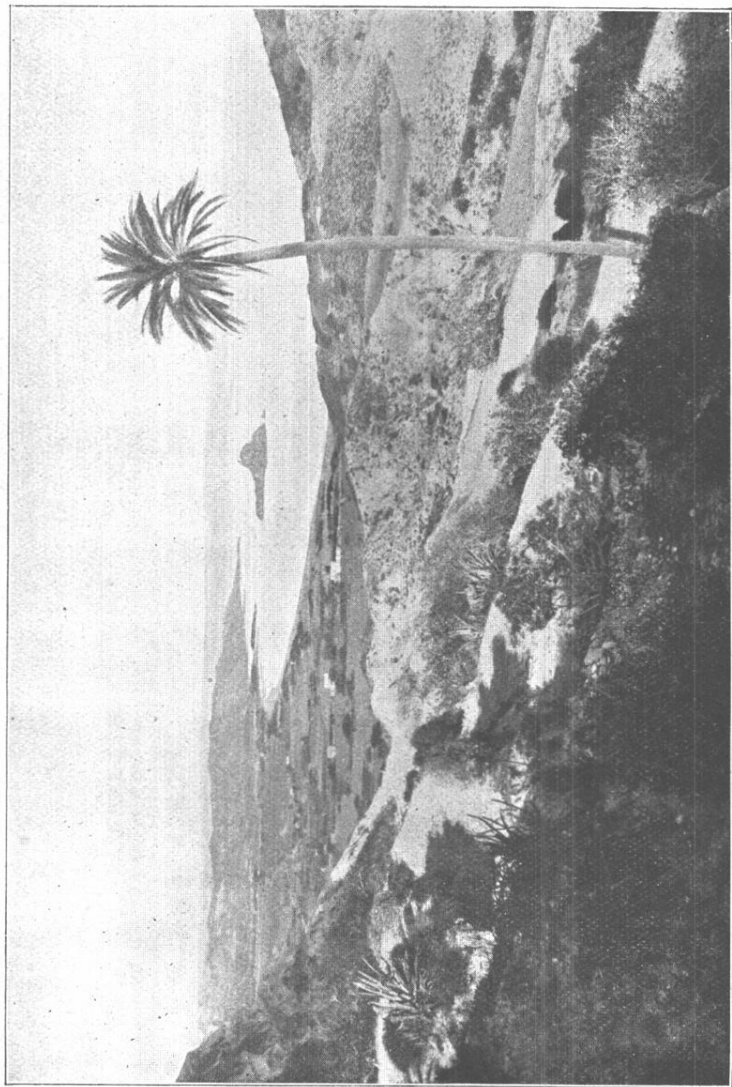
und Gefällsbrüche sich durch die Eismasse hindurch in Spaltensystemen und Eisabbrüchen noch landschaftlich aussprechen können. Irgendwelche Einzelheiten des geologischen Baues bleiben aber für unser Auge völlig verborgen und könnten höchstens zu einem kleinen Teil, vielleicht durch magnetische Einflüsse, einigermaßen an der Oberfläche nachweisbar werden.

Landschaftlich stellt sich uns das Inlandeis in seinen typischen Binnengebieten als eine ungeheure Eis- und Schneewüste dar, in der geologische oder biologische Elemente keinerlei Rolle spielen, vergleichbar in seinem einförmigen Gesichtsfeld nur etwa mit dem Ozean, wo ebenso das Wasser, freilich in seiner flüssigen Form, neben dem Himmel allein landschaftlich heraustritt. Ja die Einförmigkeit der Eislandschaft ist noch weit größer, weil der Boden starr ist und nicht im Spiel der Wellen bei bewegter Luft Leben und Abwechslung in den Formen verrät. Wohl bringt auch auf dem Inlandeis der häufige und vielfach ungemein heftige Wind Bewegung in die oberflächlichen Schneemassen, schafft Dünen und andere Schneegebilde, aber das anhebende Schneetreiben engt meist bald das Gesichtsfeld so sehr ein, daß, wie bei Nebel, jeder Überblick verloren geht.

Ist bei klarem ruhigen Wetter der Ausblick auf dem Inlandeis von wirkungsvoller Größe und Majestät, wie auf ruhigem Meer oder auf ebenen Stein- oder Tonwüsten, so entbehrt doch eine solche Landschaft der Abwechslung an Formen und Farben, die sie zu einer höheren ästhetischen Wertschätzung befähigen würde, und auch das Kleinbild birgt nur selten in merkwürdigen Schneebildungen, Eiskristallen u. dgl. größere Reize. Erst im Spaltengebiet oder an der Eisbarriere gegen das Meer hin, wo das vorgelagerte Schelfeis in gewaltiger Steilwand abbricht und oft in prächtigster Weise Moränenlagen und Firnschichtung, Spalten und Grotten, Schmelzwasserlöcher und Kanäle erkennen läßt, entsteht jene Mannigfaltigkeit der Formen und Linien, weicher wie schroff gebrochener, die ein höheres Maß von ästhetischer Befriedigung gewährleistet, besonders wenn das bewegliche Element des Meeres als Gegensatz hinzutritt. Aber immer wird uns diese Landschaft trotz aller Schönheit in manchen Einzelheiten und oft überwältigender optischer Schauspiele in den Übergangszeiten zur Polarnacht oder zum Polartag, bei Polarlichtern usf. fremd und — bei Stürmen, wie sie besonders auf dem Adelieland so



Polare Wüstenlandschaft: Capitulum am Eisfjord, Spitzbergen. Flatschichtung. Deutliche Herauspräparierung härterer Gesteinsbänke. Die vorhandenen Kluftsysteme begünstigen die Herausbildung von Erosionsrissen in ziemlich gleichmäßigen Abständen.
Am Fuß der Wände mächtige Schutthalden. Aufnahme von Oskar Halldin, Stockholm.



Mittelmeerlandschaft. Bild aus der Umgebung von Kephalos auf der Insel Kos. Blick auf die Camarabucht, ganz links Obsidianberg, Vordergrund vulkanische Tuffe, Hintergrund Plateauland aus Pliocän mit vulkanischer Tuffdecke aufgebaut. In der Bucht die Insel Kastelli aus vulkanischen Tuffen (Andesittuffen) bestehend, Gipfel breccioser Kreidekalk, zur Linken davon kleine alluviale Küstenebene. Die Dattelpalme im Vordergrund ist charakteristisch für die regenarmen warmen Gebiete am und im Mittelmeer. Aufnahme von Prof. Dr. F. Plönninger.

oft in furchtbarer Heftigkeit auftreten, oder bei sehr kalter Witterung — gar feindselig erscheinen, so daß wir ihrer meist nur für kürzere Zeit wirklich froh werden können.

8. Meeres- und Küstenlandschaften.

Von allen Deckgebilden der Erde kommt keines auch nur entfernt dem flüssigen Wasser an Ausdehnung nahe. Die Seelandschaft spielt daher auch auf der Erde eine ungemein bedeutende Rolle: Auf rund zwei Dritteln der Erdoberfläche herrscht dieselbe ausschließlich und läßt infolge der meist sehr beträchtlichen Tiefe des Wassers keinerlei Einblick in den geologischen Bau dieser Gebiete zu. Wo also auf Meeren oder großen Binnenseen das feste Land nicht irgendwie in das Gesichtsfeld des Beobachters hereinreicht, da erschaut er außer Himmel und Wolken bis zum Horizont hin nur Wasser, sofern nicht zufällig Schiffe oder Vögel, auch wohl Fische, Quallen und andere Meerestiere sichtbar werden. Verhältnismäßig weit häufiger als über dem Lande, ja selbst als über dem Inlandeis engt Nebel das Gesichtsfeld auf ein Minimum ein und hebt damit jeden landschaftlichen Eindruck völlig auf. Wenn aber klares sichtiges Wetter ist, so ist die oft erwähnte „Unermeßlichkeit des Gesichtsfeldes“ nur scheinbar, denn dasselbe erstreckt sich tatsächlich von Bord des Schiffes nur auf wenige Seemeilen, bleibt also innerhalb sehr bescheidener Grenzen, und nur von großer Höhe aus, etwa vom Luftballon oder von einem hohen Berge, ist die Weite des Blickes wirklich großartig, überwältigend. Unvergesslich wird es mir z. B. bleiben, wie ich, vom Binnenland kommend, bei Erreichung des Tajumulco-Gipfels (4210 m) urplötzlich vor mir die ungeheure, scheinbar wandartig hoch am Horizont aufragende, tiefdunkle Wasserfläche des Pazifischen Ozeans erblickte, oder als ich später einmal bei wunderbar klarem Wetter vom Gipfel des Pik von Teneriffa aus (3700 m) ringsumher die riesigen Wassermassen sich hoch auftürmen sah, nur unterbrochen von den plastisch sich darstellenden formenreichen und formenschönen Erhebungen der übrigen Kanarischen Inseln!

Wenn aber der Seefahrer sich auch der tatsächlichen Beschränkung des Gesichtsfeldes bewußt ist, so wird in ihm der Eindruck der Unermeßlichkeit der Wasserflächen doch durch die Bewegung des Schiffes hervorgerufen: Stunde um Stunde, Tag um Tag fährt der Schnelldampfer, wochenlang das Segelschiff seines

Weges, ohne daß das Bild sich wesentlich änderte, es sei denn, daß bei der Fahrt von hohen nach niederen Breiten die grüne Farbe des Ozeans allmählich der blauen weiche, und daß die Arten der Fische und Vögel, deren unser Auge habhaft wird, von Ort zu Ort, oft in sehr auffälliger Weise, wechseln. So werden denn doch tatsächlich in ununterbrochener Folge außerordentlich lange, wenn auch verhältnismäßig schmale Wasserstreifen allmählich unserem Blicke ausgesetzt. So entsteht in dem nicht spekulativ veranlagten Beobachter der Eindruck unübersehbar großer, ja unermesslicher Gesichtsferne, und dieser Eindruck gibt — in Verbindung mit den ewig wechselnden Formen des bewegten Wassers und der in der Luft hinsegelnden Kondensationsprodukte desselben, in Verbindung ferner mit den Gehöreindrücken, welche Wind und Wellen erzeugen, mit den Farbeindrücken bei verschiedenen Beleuchtungen, mit dem Glanz und Geglitzer der Wasseroberfläche, oder mit den Stimmungen, die das Meer bei Ruhe und Sonnenschein, bei Nebel oder drohendem Gewölk und Sturm erzeugt — der Wasserlandschaft etwas Großes, Tiefwirkendes, das dem Gemüt sich dauernd einprägt und es gradezu faszinieren kann. Freilich vom Standpunkt des kühl überlegenden Verstandes aus kann man dieser Landschaft eigentlich jene Formen- und Farbenmannigfaltigkeit nicht zuschreiben, die ihr zukommen müßte, wenn sie den Preis besonders hochgradiger Schönheit gewinnen sollte, den ihr doch so sehr viele zuzuerkennen geneigt sind.

Freilich hat der Reisende bei ausgedehnten Reisen zur See allerdings auch dann und wann Gelegenheit, besonders reizvolle Abwechslung in der Erscheinung der Seelandschaft zu beobachten, so das glänzende Schauspiel des Meerleuchtens in seinen verschiedenen Formen, das Verfärben des Meeres auf weite Flächen hin infolge massenhaften Auftretens kleiner Organismen oder das tief-eindrucksvolle Schauspiel eines schweren Orkans oder etwa des Spiels von St. Elmsfeuer an allen Masten. Von hehrer Pracht sind auch oft farbenglühende Sonnenauf- und -untergänge in der Nähe ausgedehnter trockener Landflächen, wie ich solche z. B. nahe der Südspitze Vorderindiens in gradezu überwältigender Schönheit gesehen habe. Die Summierung derartiger Eindrücke bringt schließlich gerade in weitgereisten Männern das Gefühl hervor, daß das Meer besonders reiche landschaftliche Schönheiten zu bieten vermöge. In mittleren Breiten kommen zu den schon ge-

nannten Eindrücken noch manche neue, so insbesondere auf gewissen Zugstraßen der Anblick schwimmender Eisberge mit ihren bizarren Schmelzformen und glänzenden Farbeffekten. Bei Annäherung an hohe Breiten nimmt ihre Zahl und Größe noch zu, und neben angeschmolzenen Bergen erscheinen auf der südlichen Halbkugel nicht selten fast unversehrte Tafelberge von gewaltiger Ausdehnung, noch fast ebenso gestaltet, wie sie sich seinerzeit vom Schelfeis der Antarktis losgelöst hatten. In hohen Breiten stellen sich auch die an sich minder bedeutsamen, aber darum nicht minder charakteristischen flachen Schollen von Meereis, oft in ungeheurer Zahl, ein, nicht selten belebt von Seehunden oder Seevögeln, in unendlicher Mannigfaltigkeit der Formen, nicht selten aber auch durch randliche Abnutzung zu rundlichen Formen ausgestaltet, auch wohl in verschiedenen Farbtönen auftretend, bald sich drängend und schiebend, bald vereinzelt in weiter Streuung über große Räume, bald weite Flächen fast lückenlos überdeckend, oft gepreßt oder übereinander überschoben, in feuchtkalter, den Reisenden frösteln machender trüber Luft. In noch höheren Breiten stellt sich auch wohl festes, zusammenhängendes Meereis ein, das dem mühsam kämpfenden Schiffe endgültig den Weg verwehrt. Wenn solche — bei geringer Mächtigkeit noch biegsamen — Meereisflächen mit Schnee überdeckt sind, den der Wind nicht selten in Dünen aufhäuft, so glaubt man wohl auf einer überschneiten Ebene des festen Landes zu sein: so entsteht ein Übergang von der Landschaft des Wassers zu der des festen Landes. Es sind bereits dieselben Formen wie dort, und erst wenn der Frost nachläßt und das Wasser damit seine tropfbar flüssige Form wieder annimmt, oder wenn ein Sturm trotz herrschender Kälte das Eis gewaltsam in Schollen zerbricht, dann tritt die Wasserlandschaft wieder in ihr eigentliches Recht.

Wo immer das Meer frei von den Fesseln des Eises ist und kein festes Land hindernd in den Weg tritt, da bilden sich unter dem Antrieb des Windes freie Wellen, die bei kräftiger Ausbildung beträchtliche Höhe erreichen und von mächtigen weißen Gischkronen gekrönt sind. Wenn aber der Sturm nachläßt, so ändert sich auch das Bild der Wellen, und an ihre Stelle tritt allmählich die weiche sanfte Form der Dünung, die auf dem offenen Ozean oft wenig bemerkbar wird, am Strande jedoch sich durch heftige Brandung kenntlich zu machen pflegt. Aber auch weit draußen

im Meere kann bei erregter See eine großartige Brandung entstehen, wenn nämlich Untiefen die volle Entwicklung der Wellen in der Tiefe hindern: es werden also damit wenigstens gewisse Tatsachen der Oberflächengestaltung des Meeresbodens landschaftlich deutlich, wenngleich der geologische Bau uns auch dann noch vollständig verborgen bleibt. Erst wenn der Meeresboden bis auf wenige Meter der Oberfläche nahe kommt, wird seine Beschaffenheit dem spähenden Auge unmittelbar erkennbar, und wenn an solchen Stellen das Felsgerüst des Untergrundes deutlich zutage tritt und etwa verschiedenfarbige oder sonst verschiedenartige Gesteinslagen sich mehr oder minder kräftig nebeneinander abheben, unter Umständen auch deutlich Falten, Fältelungen, Gänge, Adern erkennen lassen, so tritt auch bei submarinen Landschaftsbildern der geologische Bau in die Erscheinung. Seltener aber als etwa in seichten Flüssen und Seen gelingt es hier, einen unmittelbaren Einblick in den inneren Bau des betreffenden Erdstückes zu gewinnen, da allzu häufig Sand, Schlamm, Gerölle oder Vegetation den Felsboden verdecken. Aber trotzdem taucht der Naturfreund bei stiller Kahnfahrt oder vom Strande aus oft und gern seinen Blick in die Tiefen, denn er sieht dort gar manches prächtige Bild. Freilich ist das Gesichtsfeld unter Wasser auf wenige Meter Weite und Tiefe beschränkt, zuweilen sogar nur wenige Dezimeter, denn die Objekte am Grunde und die auf ihm sich projizierenden, zwischen ihm und dem Wasserspiegel schwebenden Wassertiere und -pflanzen aller Art oder auch die von der dunklen, lichtlosen Tiefe des Ozeans sich abhebenden spielenden Organismen bis herauf zum gewaltigen Hai oder Wal, oder andererseits hinüber zur zartorganisierten Meduse sind eben nur so weit sichtbar, als Licht noch in genügender Menge hinabdringt und die vom Sehstrahl zu durchdringende Wasserschicht nicht zu mächtig wird. Dazu kommt, daß die untermeerischen Landschaften nur bei Ruhe oder — bereits verzerrt — bei geringer Bewegung des Wassers erkennbar bleiben, während bei starker Bewegung das Bild verschwimmt.

Wenn das Auge schon am Grunde von Flüssen oft hübsche Bilder, so von Geröllagern und Moosdecken oder feingeripptem Sand- und Schlammboden mit rasch darüber hinhuschenden Forellen oder anderen Süßwasserfischen erblicken kann, so bietet doch der Meeresboden noch weit größere Mannigfaltigkeit der Bilder. Sie wechseln von Ort zu Ort und Zone zu Zone in un-

geahnter Vielgestaltigkeit und stark veränderlichem Charakter, der fast immer durch biologische Elemente ausschlaggebend bestimmt wird. Wenn wir in kalten Meeren oft eine ungeheure Üppigkeit der Pflanzenwelt in gewaltigen Tangwiesen oder einen unglaublichen Tierreichtum in streifenden Fischheeren, auch wohl prächtiges Stilleben zahlreicher Seeigel, die auf sandigem Boden weiden, oder zierlicher Quallen, die fast gespenstig im Wasser schweben, bewundern können, so locken in wärmeren Meeren neben anderen Tiergestalten vor allem immer wieder mancherlei an Pflanzengebilde erinnernde Tierarten, so die Blütensternen gleichenden achtermigen Tierchen der Edelkorallen, deren Weiß sich scharf von den dunkleren roten, verzweigten Kalkstämmen abhebt, oder die blühenden Büschen ähnlichen Hornkorallen des Mittelmeeres, leuchtende Seefedern, palmenähnliche Röhrenwürmer, kakteenartig aussehende Meeresschwämme u. dgl. m. Daneben aber erfreut sich unser Auge und Sinn auch wieder an den Bewegungen und Farben munterer Crustaceen und mannigfaltiger Fische, an den Formen bunter Schnecken und Muscheln.

Den Gipfel landschaftlicher Schönheit und reichster Abwechslung zeigen aber unter den untermeerischen Landschaften jene der Tropen, wo die Korallen ihre günstigsten Lebensbedingungen finden und mächtige Bauten errichten. An deren Rand und Hängen stehen die zierlichsten baum-, teller-, blumenkohlähnlichen Korallenstöcke in prächtiger Gruppierung neben- und übereinander in reichster Mannigfaltigkeit der Formen und Farben. Ruhelos bewegen sich die Tentakeln der beutesuchenden Einzeltierchen dieser Kolonien, und blitzschnell huschen tiefblaue Fischlein darüber und dazwischen hin, während Krebse, Seeigel und Kephropoden am benachbarten Sandboden hinkriechen, dessen Einfärbigkeit und Formenarmut die Formen- und Farbenmannigfaltigkeit der nahen Korallengärten erst recht herausheben.

So klein auch diese submarinen Landschaftsbilder sind, so sind sie doch oft von sehr großem intimen Reiz, so daß ihrer hier kurz gedacht werden mußte. Zudem sind sie für einzelne Gegenden zuweilen weit charakteristischer als benachbarte überseeische Meereslandschaften an sich, namentlich wenn es sich um Korallenbauten, also organogene geologische Gebilde von großer morphologischer Bedeutung handelt. In vielen Fällen reichen die oft sehr ausgedehnten Polypenbildungen bis nahe an den Meeresspiegel

heran, und da die Korallentierchen oberhalb desselben nicht längere Zeit leben können, so ist damit eine obere Wachstumsgrenze für die Riffbauten stationärer Meere gegeben. Zugleich erklärt sich daraus auch die Tatsache, daß ausgedehntere Riffbauten, verstärkt durch die bei Hochwasser von den Wellen hereingeschleuderten Felsstücke, Muschel- und Schneckenschalen, Skeletteile usf. — trotz zahlreicher Kanäle und Vertiefungen im einzelnen —, doch im großen einen horizontalen Abschluß nach oben gewinnen. Er tritt zur Ebbezeit auch wohl einige Stunden als kalkige, im einzelnen sehr rauhe Ebenheit zutage, während zur Flutzeit nur eine ausgedehnte Brandung deren Stelle zu verraten pflegt.

Oft treten die Korallenriffe in breitem Saum an den Küsten tropischer Meere auf, oft aber auch weit draußen im Ozean über Untiefen des Meeresbodens. Bei Hebung des Landes müssen naturgemäß diese kalkigen Abflachungen als mehr oder minder breite Terrassen landschaftlich hervortreten; bei langsamer Senkung des Grundes vermögen aber die Korallen in die Höhe weiter zu wachsen, so daß schließlich — nach der Darwinschen Theorie — aus Saumriffen Wallriffe, Barrièreriffe werden müssen, während das ursprüngliche Land mehr und mehr versinkt. Inselumgürtende Saumriffe aber müssen bei lange fortgesetzter langsamer Senkung des Landes und entsprechendem Höhenwachstum der Korallenbauten schließlich zu Atollen werden, jenen wunderbaren, so häufig von Vegetation bewachsenen und mit kleinen Siedelungen bestandenen Koralleninselreihen, die bei meist großer Längserstreckung der schmalen Einzelinseln sich in ihrer Gesamtheit zu einem mehrfach durchbrochenen Ring von manchmal gewaltiger Ausdehnung um eine ruhige Binnenlagune herum zusammenschließen. Wohl hat man manche begründete Einwände gegen die Darwinsche Theorie erhoben, aber in vielen Fällen dürfte sie doch das Richtige getroffen haben. Dafür sprechen u. a. manche Inselgruppen der Karolinen, z. B. Truk, wo hinter einem Koralleninselkranz eine ansehnliche Zahl verschieden großer Einzelinseln liegt, offenbar die hervorragenden Teile einer durch Flußerosion stark zerschnittenen größeren gesunkenen Landmasse mit gerundeten Gipfeln und Kämmen.

An dieser Stelle brauchen uns freilich die Theorien nicht zu kümmern. Es genügt uns hier festzustellen, daß der organogene Ursprung der Korallenbauten den geologischen Charakter dieser

Inseln ohne weiteres erkennen läßt; aber wir dürfen nicht versäumen hinzuzufügen, daß die Korallenbauten in gewissem Sinne auch als geologische Deckgebilde gelten können. So verhüllt z. B. im Bismarckarchipel bei zahlreichen hochragenden Inseln und Inselteilen ein Mantel von Korallenkalk den eruptiven Kern ganz oder größtenteils und der Korallenkalk nimmt damit Oberflächenformen an, die ihm ursprünglich fremd sind.

Die Koralleninseln, die aus biologischen Gründen auf die warmen Meere beschränkt sind, bringen an sich ohne Vegetation wohl Farben- und Formengegensätze in das Landschaftsbild des Meeres, aber ihre eigentlichen Reize entwickeln sie nur, wenn tropische Vegetation sie reich bekleidet, wenn besonders Kokospalmen, wie so oft in Wirklichkeit, auf ihnen in großer Zahl angesiedelt sind und durch den Schwung ihrer mannigfach gebogenen Stämme, durch die Schönheit ihrer Wedelkronen unser Auge befriedigen, während ihre hohe Gestalt etwa neben der mächtiger Brotfruchtbäume und vereinzelter Eingeborenenhäuser den flachen Inseln ein gewisses Relief verleiht. Von besonderer Schönheit ist der Anblick der Atolle, bei denen die stille Lagune oft durch tieferes Blau gegen die Außensee absticht und der weiße Gischt der Brandung mit dem gedämpfteren Weiß eines schmalen Kalksandstrandes wetteifert und eine scharfe Zwischenregion zwischen dem Grün des Landes und dem Blau des Meeres schafft.

Wie schon erwähnt, ist die ebene Oberfläche charakteristisch für die eigentliche Koralleninsel, und oft hebt sich diese nur wenig über den Hochwasserstand des Meeres hinaus, so daß bei schweren Orkanen die Wogen wohl auch über sie hinwegschlagen, die Vegetation größtenteils vernichten und selbst nicht selten die Insel durchbrechen.

Wo kräftige Hebungen stattgefunden haben, da finden wir mehrere Plattformen übereinander, die tiefer gelegenen meist terrassenartig schmal. Da über die oft Dutzende von Metern hohen Steilstufen vielfach wahre Schleier von Schlinggewächsen und Luftwurzeln weit herabhängen, Farne und Klettergewächse in den Poren der Felswände nisten und Moose selbst in die dunklen Höhlen hineindringen, so bieten derartige terrassierte Koralleninseln oder Inselabstürze oft einen ungemein großartigen und reizvollen landschaftlichen Eindruck (z. B. Buka, Eua).

Wo anstehendes Gestein in den Tropen die Inseln bildet, da gilt für ihre Formen natürlich dasselbe, was für das feste Land und seine jeweilige Vegetationsbedeckung bereits gesagt ist, nur mit dem Unterschiede, daß infolge der Engräumigkeit der Inseln und des allseitigen Vordringens des Meeres die Abtragung besonders rasch zu erfolgen pflegt, die Böschungen oft sehr steil sind, Rutschungen ungewöhnlich häufig auftreten. Dichtbewaldete steile, gleichmäßig abgeböschte Wände mit tief eingeschnittenen Talrissen, und Neigung zu Kuppen- und Rückenform (soweit in der Gipfelregion sich nicht schon die gegenständigen Rutschungen verschneiden), sind daher für junge tropische, nicht aus Kalkstein bestehende Inseln immerfeuchten Klimas charakteristisch. Auf den Inseln periodischfeuchten Tropenklimas, wo die Vegetation bereits dürrtiger wird, bringt sich, wie auf Inseln der gemäßigten Zone, der geologische Bau als solcher manchmal neben den Erosionsgebilden des fließenden Wassers deutlich zum Ausdruck. In höheren Breiten aber machen sich daneben naturgemäß bereits die glazialen Formen geltend, in Gebieten sehr trockenen Klimas aber die schroffen Felsgebilde der Wüsten, die neben den weichen Formen der Barchane und anderer Dünen auftauchen.

Gleichviel aber, welche Formen und Vegetation eine Insel aufweisen möge, immer ist sie für die marine Landschaft, selbst schon aus weiter Ferne gesehen, ein Objekt größten Interesses, eine erwünschte Abwechslung in der Gleichförmigkeit der Eindrücke auf See, und wo die Inseln auf engem Raume sich häufen, da bieten sie — namentlich bei verschiedenartigem geologischen Aufbau der Einzelinseln — eine Mannigfaltigkeit der Formen und Farben, eine Durchdringung von Land und See, die zu den höchsten künstlerischen Eindrücken sich steigern kann. Den Reisenden, der im stillen Segelboot, durch viele Windstillen zeitweise festgehalten, zwischen den Einzelinseln hindurchfährt, pflegt die stetig wechselnde Mannigfaltigkeit der Szenerie immer aufs neue zu entzücken. Und doch drückt auf ihn, je länger er durch einen solchen Archipel dahinfährt, desto mehr die Enge des Blickes, und voller Freuden begrüßt er daher meist den offenen Ozean, wenn er aus enger Inselpassage herauskommend plötzlich wieder ein ungehindertes Gesichtsfeld bis zur Kimm vor sich sieht!

Wenn die Einstreuung festen Landes in das Meer an sich schon eine große Summe landschaftlicher Schönheit schafft, so

trifft doch auf die Berührungszone zwischen festem Lande und Meer, auf die Küste, schon durch die Gegensätze von Böschung und Horizontaler, von Festem und Flüssigem, von gegeneinander wirkenden Kräften zweier verschiedener Welten ein besonderes Maß von Interesse und landschaftlicher Schönheit. Am stärksten sind die Gegensätze, wenn das Land mit starrem Fels steil zum Meer hin abbricht. Solche Felsküsten sind oft durch die höchste Schönheit ausgezeichnet, deren diese aus zwei verschiedenen Typen gemischte Landschaft fähig ist. Sie ist auch die Küstenform, die in allen Zonen die größte Mannigfaltigkeit der Formen, die großartigsten Ausmaße der Vertikalerstreckung neben der Horizontalen, die reichste Gliederungsmöglichkeit in wagrechter wie senkrechter Hinsicht, aber auch die kräftigste und imponierendste Kraftwirkung des Meeres in gewaltiger Brandung ermöglicht. Dagegen ist an ihnen die Gezeitenwirkung am wenigsten auffällig, da in der Hauptsache nur eine Änderung des Wasserstandes eintritt, die landschaftlich fast nur im Auftauchen und Verschwinden von Klippen und Inselchen, auch wohl kleinen Strandstrecken zum Ausdruck kommt.

An felsigen Steilküsten tritt der innere Bau eines mehr oder weniger mächtigen Teiles der Erdkruste stets unmittelbar vor unser Auge hin, und wenn wir der wilden Brandung beobachtend folgen, bemerken wir auch leicht, wie sie die weicheren Gesteine weit stärker angreift als die harten, und je nach deren Lagerung und Schichtenstellung, ob steil, geneigt oder wagrecht, teils Nischen und Buchten herausarbeitet, teils Vertiefungen in den Steilwänden an Stelle weicher Gesteinslagen schafft. So tritt also der geologische Bau auch hier landschaftlich deutlich heraus, und gar mancher Zug hervorragender landschaftlicher Schönheit ist auf die selektive und transportierende Arbeit des Meeres zurückzuführen. Das zeigen z. B. die herrlichen Rundbuchten mancher Steilküsten des Mittelmeeres, wo kühn vorspringende Vorgebirge die reich besiedelten, weich geschwungenen Einbuchtungen trennen. Wo aber einheitliche Gesteinsmassen die Steilküste bilden, da weisen Klüfte und Risse den zerstörenden Kräften in erster Linie den Weg, und zudem vermag auch der härteste Fels dem ständig wiederholten Anprall der Brandungswelle nicht zu widerstehen, sondern erfährt an diesen Stellen eine Abnutzung, die Herausbildung einer Hohlkehle, die ihrerseits wieder das Nachstürzen der

Felswand anbahnt. So rückt die Steilwand, der Kliff, bei Stillstands- lage des Meeresspiegels unter Herausbildung einer Strandterrasse allmählich so weit zurück, als die Brandungswelle noch eine Kraftwirkung auszuüben vermag, während die Zerstörungsprodukte durch Wellen, Küstenversetzung oder Meeresströmungen, zum Teil auch durch Wind entführt werden. Wo die Steilwand des Kliffs aus lockeren Massen diluvialen, alluvialen, äolischen oder glazialen Ursprungs besteht, geht die Zurückdrängung des Kliffs natürlich rascher vor sich, ohne daß eine grundsätzliche Verschiedenheit des Vorganges oder der landschaftlichen Erscheinung einträte. Algenbelag oder sonstige marine Vegetation wirkt erschwerend auf den Vorgang ein. Die Vegetation des festen Landes vermag dem Meereswasser meist nicht zu widerstehen und tritt daher erst außerhalb des Bereiches des salzigen Elements im Landschaftsbilde auf. Sie erhöht dessen Schönheit durch die Formen- und Farbengegensätze oft in reichstem Maße und verrät zugleich auch als Naturwappen häufig in einem Landschaftsbilde überzeugend die Zone salzwasserfreien Bodens. Das Eis der polaren und subpolaren Gletscher, das oft jählings am Rande des Meeres abbricht, bringt durch seine Eigenfarbe und Formen prächtige Landschaftskontraste hervor.

Die volle Schönheit der durch vielgebrochene Ufer- und Profillinien zugleich ausgezeichneten Felsenküsten kommt freilich erst zur Geltung, wenn das Meer erregt ist und bei Sturmesbrandung ein Maximum seiner landschaftlichen Wirkung erreicht vermöge des gewaltigen Eindruckes, den das wechselvolle Spiel der Brandungswogen auf Gesicht und Gehör des Beobachters ausübt. Es ist zugleich die Zeit, in der man am besten die Arbeitsweise der Brandung an Steilküsten erkennt, das wuchtige Bombardement verfolgen kann, das die gewaltigen Wogen, mit Steinen beladen, gegen die Kliffwände ausüben. Am machtvollsten arbeitet das Meer gegen die Vorsprünge des Landes, und wir verstehen nun, warum die riesigen Kliffe derselben trotz ständig wachsender Höhe immer mehr zurückgedrängt werden, indes die Buchten allmählich der Auffüllung durch Schutt und Sand entgegengehen, bis schließlich eine weithin fast geradlinige Strandküste mit nur geringen Ausbuchtungen an der Stelle der einstigen Vorsprünge, eine ausgeglichene Steilküste, entsteht. Freilich ist mit der Abnahme der horizontalen Gliederung der Küsten, mit dem Wegfall schön ge-

schwungener Buchtenlinien und kühn vorgreifender Vorsprünge, also mit zunehmendem Alter der Küste, auch eine entschiedene Abnahme der landschaftlichen Schönheit derselben trotz der unter Umständen nicht unbeträchtlichen Erhöhung der Steilwände verbunden.

Bei einer Flachküste übt die Brandungswelle am Strande keine stärkeren zerstörenden Wirkungen aus, sei es, daß es sich um eine Felsküste handle oder um eine Küste aus lockeren Materialien, denn die auflaufende Welle findet hier keinen Widerstand und läuft sich — von kleineren Wirkungen abgesehen — in vielen Fällen tot. In anderen Fällen erfolgen aber doch auch die mannigfaltigsten Änderungen, über deren Entstehung man noch nicht ganz klar sieht¹⁾. Bei schräger Richtung entwickelt die Brandungswelle, oft in Verbindung mit Küstenströmungen, eine außerordentlich kräftige Transporttätigkeit. Sie verfrachtet im Laufe der Zeit oft ungeheure Lockermassen der Küste entlang, baut damit Sandhaken und Nehrungen auf, schließt Bodden und Haffe ein und übt damit ungemein bedeutungsvolle landschaftliche Wirkungen aus.

Im Enderfolg freilich ist die Arbeit des Meeres an Steil- und Flachküsten doch gleichartig, denn sie geht darauf hinaus, das feste Altland schließlich in breiter Front weiter zurückzudrängen — ein Vorgang, der freilich nur bei langsamer stetiger Senkung des Landes sehr weit landeinwärts sich fortsetzen kann.

An sich bietet nur die felsige Flachküste noch die Möglichkeit eines unmittelbaren Einblickes in den geologischen Bau, und wo, wie vielfach an Skandinaviens Küsten, farbenreiche alte Eruptivgesteine und kristalline Schiefer mit schönen Aplitgängen u. dgl. Bildungen, einst von Gletschern zurechtgeschliffen, nun aber vom Meerwasser kahl gespült sind, da kann das Anstehende auch bedeutsam und sehr eigenartig im Landschaftsbilde zur Geltung kommen. Bei Schwemmlandgestaden fehlen natürlich derartige landschaftliche Wirkungen völlig, weil Sand und Schlamm das Anstehende verdecken.

¹⁾ Vergleiche die Darstellungen von S. Passarge (Physiologische Morphologie. Hamburg 1912, S. 62 ff.) gegenüber Davis-Rühl (Die erklärende Beschreibung der Landformen. Leipzig u. Berlin 1912, S. 470 ff.).

Im allgemeinen ist die landschaftliche Schönheit von Flachküsten um so geringer, je sanfter die Böschung und je geradliniger die Küstenlinie verläuft, je weniger zwischen der Horizontalen der Meeresfläche und der ansteigenden Linie des festen Landes ein Knick, ein Neigungsgegensatz, zur Geltung kommt. So sind es oft nur noch die Farbengegensätze zwischen dem blauen oder grünen Meer, dem hellen Strande und der grünen Vegetation des Hinterlandes, was eine stärkere landschaftliche Abwechslung bei ruhiger See schafft. Aber die Art der Vegetation, ob Wald, Wiese, Feld usw., hebt nicht selten den Reiz der Landschaft noch wesentlich, und auf der anderen Seite trägt das Meer in Zeiten der Erregung immer Bewegung mannigfaltiger Art und damit Leben, Schönheit in das Bild. Es verleiht dem vorher oft schwermütigen Stimmungsgelalt desselben einen energischeren, bald frohen, bald zornigen Zug. Was bei der Felsenküste in erhöhtem Maße zum Ausdruck kommt, spricht sich auch bei der Flachküste schon deutlich aus: das Meer bringt neben Bewegung und Formen verschiedenster Art auch Farben von oft unausdrückbar feiner Abtönung im einzelnen bis zu schroffsten Gegensätzen auf engstem Raume, so etwa vom Blau des tiefen Meeres zum satten Grün der sich brechenden Wellen und dem blendenden Weiß des Brandungsgisches, der sich scharf vom dumpfen Grau des Sandstrandes abhebt, noch schärfer freilich vom Grün des Rasens oder Waldes oder dem Gelb der reifenden Felder im Hintergrunde: Bilder von reicher Mannigfaltigkeit der Eindrücke und wirksamer Schönheit des Gesamteindruckes!

Während übrigens die vielgestaltige Felsküste von der Nähe wie von der Ferne gesehen einen gleich schönen Anblick bietet, gewinnt häufig die Flachküste sehr bei der Ansicht von fernen Höhen her. Namentlich pflegen dann erst die sanft geschwungenen Linien mancher Sandküsten in voller Schönheit zur Geltung zu kommen, während sie bei der Nabsicht leicht den Eindruck glatter Geradlinigkeit machen.

Aus der Ferne hebt sich auch wohl an langer, fast geradliniger Küste die vorspringende Rundung eines größeren Deltas heraus und führt uns durch ihre landschaftliche Erscheinung die Tatsache einer Küstenänderung durch den Sedimenttransport einzelner Flüsse an strömungsfreien Küsten vor Augen, während das langsame Hinauswachsen von Sandküsten durch die sich summie-

renden Absätze zahlreicher ablandiger Staub- und Sandstürme oder durch das allmähliche Vorwärtswandern von Dünenzügen im Rücken größerer Wüsten minder auffällig hervortritt.

Wo aber anderwärts an Küsten mit starker Küstenversetzung und kräftigen Strömungen viel Sand vom Meere herantransportiert wird, die Winde aber landeinwärts wehen, da fassen sie wohl den trockenen Sand und tragen ihn ins Land hinein. Sie häufen ihn zu Dünen auf, und unter Sandtreiben wachsen diese zu ansehnlichen Wall- und Hügelzügen an, die langsam weiter wandern und wüstenhafte Züge mit all ihren Reizen und Nachteilen selbst in Gegenden mit ansehnlichem Regenfall in mehr oder weniger breitem Küstengürtel erzeugen, bis etwa durch künstliche Aufforstung die Dünen wieder befestigt werden und ihre Oberfläche durch Waldbedeckung eine andere landschaftliche Erscheinung erlangt.

Wenn die Gezeiten an Steilküsten selbst bei bedeutendem Gezeitenhub nur geringfügige landschaftliche Abwechslung hervorgerufen, so sind sie dagegen, wie schon früher ausgeführt, bei Flachküsten unter Umständen von größtem landschaftlichen Ausschlag, denn hier schieben sich dann bei Ebbe zwischen das Blaugrün des Meeres und das Tiefgrün des Uferwaldes oder das hellere Grün der Rasenflächen oft weite Strecken von Schlamm und Sand in häßlichem Grau ein, auf denen wohl die gewundenen Kanäle des abfließenden Meerwassers, die Kriechspuren von Mollusken, Würmern und Krebsen, die Fußspuren von Wattvögeln, oder schlief am Boden liegende Meerespflanzen u. dgl. einige Abwechslung schaffen, ohne jedoch den unschönen Eindruck dieser glücklicherweise rasch vergänglichen Flächen aufheben zu können. In den Tropen deckt freilich die schlammigen Ebbeflächen wenigstens stellenweise auch wohl ein eigenartiger Wald mitleidig zu, der amphibische Wald der Mangroven: in stinkigem Schlamm stehen die Stelzwurzeln dieser eigenartigen Bäume, deren breites, lederiges Laub mit dumpfem Grün das Ganze bedeckt; außer den Stelzwurzeln arbeiten zahlreiche, fast horizontal ausgreifende Wurzeln mit eigenartigen aufwärtstragenden Spornen (Atmungswurzeln) daran, die von Strömungen herbeigebrachten Sinkstoffe zum Absatz zu bringen und damit das Land zu mehren. Wo aber fester Korallenkalk oder reiner Kalksandboden sich ausbreitet, da vermögen die Mangroven nicht mehr Fuß zu fassen, und es freut sich das Auge, unmittelbar neben den düsteren, von jeder Siedelung gemiedenen

Mangrovewäldern in der Ebbezeit breite trockene Säume von weißglänzendem Sandstrand oder rauhem gelblichen Korallenriff zu sehen, an deren Rande schön geschwungene Stämme von Kokospalmen ihre prächtigen Wedel freundlich über niedrige malerische Eingeborenenhütten hinüberbeugen — ein Gegensatz wirksamster Art, wie er kaum je an anderen Küsten mit gleicher Kraft wiederkehrt!

Wenn schon die gewöhnlichen Gezeiten in ihren wechselnden Ausschlägen an Flachküsten bedeutsame landschaftliche Wandlungen bedingen, so ist das noch in weit höherem Grade bei Springfluten der Fall, besonders wenn sie noch durch Windstau und Sturm in ihren Wirkungen verstärkt sind. Mit furchtbarer Gewalt überschwemmen sie dann wohl weithin das feste Land, nagen an den natürlichen Dünengürteln oder den künstlichen Schutzdeichen und durchbrechen sie auch wohl, Verheerungen in fruchtbare Fluren tragend und den Schlamm des Meeres nach dem Rückzug allenthalben zurücklassend, sofern nicht, wie bei so mancher schweren historischen Sturmflut, das Meer Sieger bleibt und große Flächen Landes nun dauernd mit Wasser überdeckt. Und wenn schon die gewöhnlichen Gezeitenströme in Trichter-mündungen von Flüssen eine gewisse Erosionswirkung ausüben, zum mindesten die Fahrrinne von Sinkstoffen rein halten, so können sie bei schweren Sturmfluten erst recht vertiefend wirken und gleichzeitig ihre Bahn landeinwärts verlängern.

Es wird ja, wie von Wind und fließendem Wasser, so auch vom Meer in Zeiten der Erregung, des Sturmes, die meiste Arbeit geleistet, und so wichtig die stille stetige Arbeit der Küstenströmungen und der Küstenversetzung einerseits und im entgegengesetzten Sinne die der Deltabildung auch ist, so fallen doch die gewaltsamen, die Landschaft plötzlich ändernden Eingriffe des Meeres durchaus den Zeiten des Sturmes zu. Wenn wir sehen, daß die Küstenbuchten teils im Wege des Ausgeräumtwerdens, teils in dem des Aufgefüllt- oder Abgeschlossenwerdens stehen, so ist das ebenso die Wirkung der langsamen stillen, wie der gewaltsamen stürmischen Arbeit der Kräfte des Meeres, ohne daß wir irgendwelche dauernde Veränderung der Lage des Wasserspiegels annehmen müßten.

Welch mannigfaltige und landschaftlich wirksame Küstengestaltungen schaffen aber erst dauernde Niveauänderungen des Meeresspiegels! Und wie reich sind namentlich die Landschaftsbilder von Senkungsküsten, wie Rias-, Fjord-, Schären-, Kanalküsten!

Geradezu unerschöpflich ist die Mannigfaltigkeit der Landschaftsbilder, die sich aus der Verbindung der Küsten mit benachbarten konkordant oder diskordant laufenden Kettengebirgen, angrenzenden Tafelgebirgen usf. ergeben, besonders wenn dazu noch die wechselnden Formeinwirkungen der äußeren Kräfte des Landes und Meeres und die Farbenwirkungen von nahem Eis und Schnee oder mehr oder weniger üppiger Vegetation mit ihren unendlich mannigfaltigen Gestalten hinzutreten! Dazu kommen aber noch die oft ungemein kräftig und entscheidend auf den Charakter der Landschaft einwirkenden Einflüsse des Menschen mit seinen Siedelungen verschiedenster Art und Größe von der einsamen Fischerhütte und dem weit vorgeschobenen Leuchtturm an bis zur gewaltigen Hafen- und Handelsstadt, deren Häusermassen breit in der Landschaft liegen und deren Schiffe mit geschwellten Segeln oder qualmenden Schornsteinen nach den fernsten Meeren auslaufen.

So sehen wir denn in der Küstenlandschaft ein ungemein vielgestaltiges Gebilde, in dem die unendliche Formenmannigfaltigkeit des festen Landes neben und über der einfachen Horizontalen des Wasserspiegels besonders klar und scharf hervortritt und damit die landschaftlich wirkungsvollsten Gegensätze erzeugt. Der geologische Bau der Landflächen zeigt sich landschaftlich oft unmittelbar in den tektonisch bedingten Küsten. Sonst aber lassen Steilküsten oder kahle felsige Flachküsten oft wenigstens noch einen guten Teileinblick in den inneren Bau zu. Aber Flachküsten sind im allgemeinen der Erkennbarkeit des geologischen Baues feindlich, da sie nur selten Felsboden zeigen, sondern meist aus Deckgebilden bestehen. —

Die prachtvollen Formen- und Farbengegensätze zwischen dem Land und ruhenden größeren Wasserflächen, die in den Küstenlandschaften so vielgestaltigen Ausdruck finden, werden von den Binnenseen in all ihrer Mannigfaltigkeit bis tief ins Herz der Kontinente hineingetragen. Je nach der Art dieser Binnengewässer und ihrer Umgebung können so wahre Höhepunkte landschaftlicher Schönheit inmitten des festen Landes entstehen, wie denn auch zugleich die Gelegenheit geboten ist, die Arbeit des Meeres an den Küsten selbst im Binnenlande bis zu einem gewissen Grade zu beobachten, denn abgesehen von den Gezeiten, den großen Strömungen und dem Salzgehalt des Meeres besitzen die ruhenden Binnengewässer in abgeschwächtem Maße dieselben Arbeitsmöglich-

keiten wie das Meer und schaffen daher auch unter Umständen ganz gleichartige Formen.

Daß aber Landschaften, in denen Wasser und Land zusammenwirken, sich im allgemeinen besonderer Schönheit erfreuen, liegt — neben den Farbenkontrasten — vor allem an der Gegensätzlichkeit beider Elemente, deren eines der Hauptvertreter der Horizontalen ist, während das andere die Fähigkeit starker Entwicklung der Vertikalen besitzt und gerade dann am meisten wirkt, wenn diese Eigenschaft am stärksten zum Ausdruck kommt — namentlich aber, wenn zugleich die Grenze zwischen beiden Elementen sich durch besonderen Schwung der Linienführung oder ausgesprochene Mannigfaltigkeit derselben auszeichnet.

Schluß.

Wenn wir nach all dem Gesagten nochmals fragen, welcher Art von Landschaft an sich — abgesehen von Beleuchtungswirkungen — wohl der Preis der Schönheit auf Erden zugesprochen werden könnte und wenn wir von jeder Art von Kleinbildern absehen, so dürfte die Antwort am ehesten dahin lauten, daß es die Landschaften sind, die wohlgegliederte kräftige Erhebungen und bedeutende Wasserflächen zugleich umfassen. Manche Verbindungen von Gebirge und Meer stellen vermöge ihrer außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Formen und Farben in der Tat wahre Höhenpunkte landschaftlicher Schönheit dar, namentlich wenn von beherrschendem Aussichtspunkte aus das Auge eine besonders große Fülle von Einzelbildern überblickt, wie etwa beim Anblick des Golfs von Neapel vom Vesuv oder Monte Solaro aus.

Nahe kommt dieser Landschaft an Schönheitswirkung das Gebirgsbild, in dem eine horizontale Nebel- oder Wolkenschicht unter dem Beschauer im hellen Sonnenschein sich ausbreitet, die Täler zu Buchten, die Vorberge zu Inseln dieses äolischen Meeres macht, das nur wegen der weißen bis grauen Farbe nicht ganz die Schönheitswirkung blauer Wassermassen erreichen kann. Aber auch große Ebenen schaffen in Verbindung mit dem Gebirge oft herrliche Landschaftsbilder mit reichster Abwechslung im einzelnen und nicht selten machen sie ebenfalls, von oben betrachtet, wegen der Betonung der Horizontalen einen meerartigen Eindruck, nament-